

ТЕСТУВАННЯ МОДЕЛІ ПРУЖНО-ГІДРАВЛІЧНОГО ДОЗАТОРА РІДИНИ

Анотація. Під час проектування агрегатів і систем гідроавтоматики, а також визначенні характеристик систем з урахуванням режимів і умов використання, важливе значення має достовірність та комплексність розрахункової моделі. Особливе значення модель набуває у випадку, коли вона стає частиною системи керування і виконує функцію еталонної моделі на етапі формування керуючих сигналів. Для визначення впливу геометричних параметрів, умов використання, властивостей рідини та деяких інших факторів на характеристики пружно-гідрравлічного дозатора, його модель має враховувати не тільки всі перелічені фактори, але й враховувати їх основні взаємозв'язки [1].

Ключові слова: гідропривід, дозування, стисливість, дозуюча камера, моделювання, характеристики.

Пружно-гідрравлічний дозатор рідини формується з запірних клапанів (розподільників), та дозуючої камери, функцію якої виконує частина напірного трубопроводу (рис.1 а).

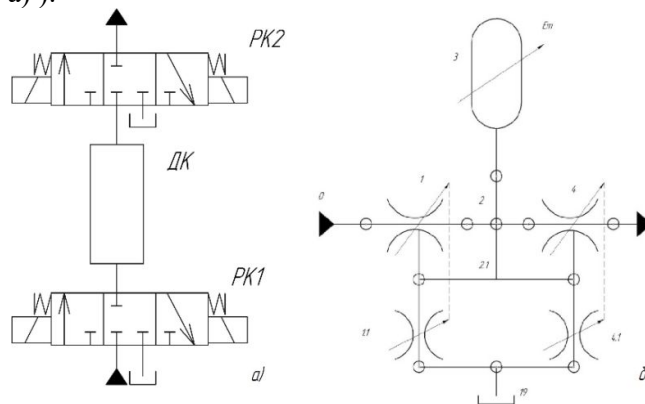


Рис. 1 – Пружно-гідрравлічний дозатор: а) принципова схема, б) схема розрахункова

Розподільники РК1 та РК2 в початковому положенні знаходяться в нейтральному положенні. При перемиканні РК1 рідина під тиском надходить у камеру. За врахованим значенням часу клапан перемикається, рідина запирається в дозуючій камері. Під дією тиску в дозуючій камері відбувається стиснення рідини. Далі перемикається розподільник РК2, який вивільняє заперту в камері рідину в систему. З врахуванням того, що в системі тиск менший значення тиску в камері, відбувається розширення рідини, що призводить до утворення додаткового об'єму рідини, що витісняється до системи.

Для опису дозуючої камери було розроблено структурну схему (рис.1 б), на основі якої складено математичний опис пружно-гідрравлічного дозатора [2].

Визначення характеристик пружно-гідрравлічного дозатора базується на таких припущеннях:

- об'єм камери обумовлено довжиною трубопроводу, діаметром та додатковими об'ємами в розподільниках, що в моделі приймаємо як об'єми кільцевих проточок розподільника;
- трубопровід, що виконує функцію камери, не деформується по довжині, але деформується по діаметру;
- при роботі системи спрацювання запірних клапанів завжди знаходиться в протифазі із певним запізненням незалежно від частоти перемикань;
- протікання рідини через відчинений клапани приймається, як протікання рідини через турбулентний дресель;

• протікання рідини через зачинений клапани приймається, як протікання рідини через ламінарний дросель.

На першому етапі було використано спрощений математичний опис камери (1), за яким проводилось тестування. Поетапно, після перевірки поточного варіанту моделі, опис доповнювався наступними факторами і тестування повторювалось.

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{vh} = \mu \pi d_z \Delta x \sqrt{\frac{2(p_{\max} - p_k)}{\rho}}; \\ \frac{dp_1}{dt} = \frac{E(Q_{vh} + Q_{\Sigma yt})}{2\pi r_z (x_0 - \Delta x)}; \\ Q_{\Sigma yt} = 0; \\ \frac{dp_k}{dt} = \frac{E(Q_{vh} + Q_{\Sigma yt})}{(V_k + 2\pi L \frac{dR}{dp_k})}; \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_{vh} + Q_{\Sigma yt} = Q_{vh2} = \mu \pi d_{z2} \Delta x_2 \sqrt{\frac{2(p_k - p_2)}{\rho}}; \\ \frac{dp_2}{dt} = \frac{E(Q_{vh2} + Q_{\Sigma yt2})}{2\pi r_{z2} (x_{02} - \Delta x_2)}; \\ Q_{\Sigma yt} = 0. \end{array} \right. \quad (1)$$

де Q_{vh} та Q_{vh2} - витрата, що надходить до розподільників РК1 та РК2, μ - коефіцієнт витрати прохідного каналу, d_z - діаметр золотника, r_z та r_{z2} - діаметри золотників розподільників РК1 та РК2, Δx - зміщення золотника, p_{\max} - тиск живлення системи, p_2 - тиск на виході з дозатора, ρ - густина рідини, E - модуль пружності рідини, dR / dp_k - радіальна деформація трубопроводу, $Q_{\Sigma yt}$ - загальні втрати рідини, p_k - тиск в дозуючій камері, L - довжина трубопроводу, ν - кінематична в'язкість рідини, V_k - об'єм камери (разом з додатковими об'ємами порожнин клапанів).

При тестуванні моделі була виконана перевірка відповідності робота моделі існуючим принципам та фізичним явищам, покладеним в основу принципу дії об'єкту моделювання. Моделювання протікання руху рідини проводилося в одному напрямку, реалізація моделі виконана в середовищі MatLab Simulink R2018a.

Першим етапом було тестування моделі на визначення впливу об'єму камери на формування однієї порції рідини.

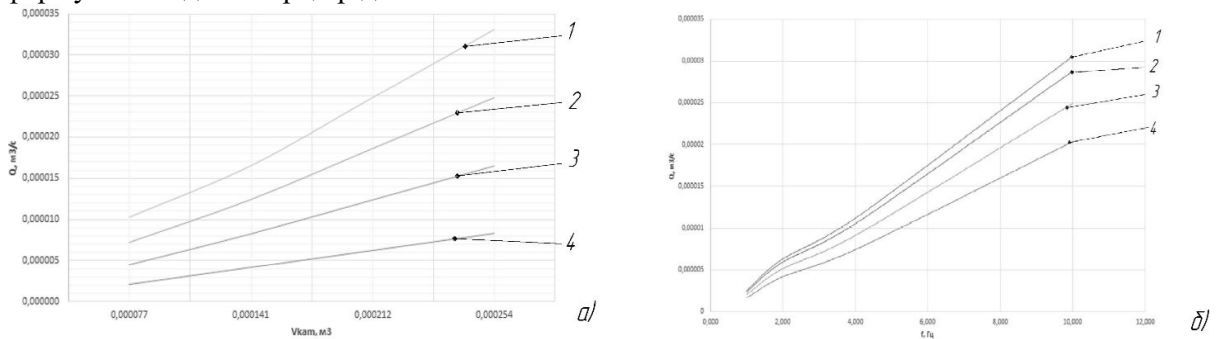


Рис. 2 – а) залежність витрати від початкового об'єму камери при різних перепадах тиску між камерою дозатора та поршневою порожниною, б) Залежність витрати від частоти керуючих імпульсів при тиску живлення : 1 – 5 МПа, 2 – 4 МПа, 3 – 3 МПа, 4 – 2 МПа

Другим етапом було тестування моделі для визначення впливу частоти на витрату (рис. 2 б). Значення вхідного тиску в системі змінювалось, фіксованою величиною приймаємо значення тиску в камері гідроциліндра 0,1 МПа. Частоту подачі імпульсів приймаємо від 0,33Гц до 10 Гц.

Результати першого етапу моделювання підтвердили майже лінійну залежність порції рідини і витрати від об'єму камери (рис. 2 а). В якості зміни об'єму розглянуто 4

довжини трубопроводу. Частота роботи дозуючої камери приймалась рівною 4 Гц, тиск живлення 6 МПа, об'єм трубопроводу визначався наступними параметрами: діаметр трубопроводу 0,006 м, довжина – 2,5 м, 5 м, 7,5 м, 9 м.

Результати другого етапу показали, що при збільшенні довжини трубопроводу, а відповідно об'єму камери від 2,5м до 9м, в результаті збільшується час наповнення камери дозатора, а також об'єм витісненої рідини збільшується при підвищенні тиску перепаду між камерою дозатора та поршневою порожниною, що і призводить до підвищення витрати.

Характеристики (рис. 2 а), рис. 2 б), мають лінійний характер, тому виходячи з отриманих тестових експериментів та приведенних залежностей можна прийняти, що модель працює правильно, та результати отримані в ході тестування не суперечать фізичному змісту явища протікання рідини через розподільчі клапани. А також дають змогу провести моделювання з використанням процесу перетікання рідини.

Список літератури

1. *Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. В 2-х частях. Ч. 2: Гидравлические машины и гидропневмопривод: Учебник/Под. Ред. А.А. Шейпака.- 4-е изд., доп. И перераб. – М.: МГИУ, 2009.- 352 с.*
2. *Шахматов, Е. В. Динамические процессы в гидравлических и пневматических системах летательных аппаратов [Электронный ресурс]: электрон, учеб. пособие / Е. В. Шахматов, А. Н. Крючков, А. Г. Гимадиев; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. Исслед. Ун-т). - Электрон, текстовые и граф. дан. (4,6 Мбайт). - Самара, 2011. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)*
3. *Лурье З.Я., Николенко И.В., Рыжиков А.Н. Уравнение состояния и физико-механические характеристики рабочей жидкости при моделировании переходных процессов в гидроприводе // «Промышленная гидравлика и пневматика». 2013. №3(41). С. 49–58.*

УДК 62-525

Космина А.Ю. студ., Космина С.Ю. студ., Ганпанцурова О.С. к.т.н., доц., Губарев О.П. д.т.н., проф.

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, м. Київ

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРУЖНО - ГІДРАВЛІЧНИМ ДОЗУВАННЯМ РІДИНИ

***Анотація.** Розглянуто можливість позиціонування вихідної ланки гідроприводу шляхом дозованої подачі або відведення рідини з використанням стисливості рідини та пружної деформації трубопроводу у якості фізичної основи для утворення порцій. Встановлено, що різниця тиску в напірній лінії та в порожнині циліндра дозволяє змінювати рідини, яка знаходиться в трубопроводі. Запропоновано встановити в напірній та/або зливній лініях додатковий клапан, який разом із з'єднувальним трубопроводом і клапаном керування утворюють пружно-гідролічний дозатор.*

***Ключові слова:** гідропривід, дозування, стисливість, характеристики, система керування, алгоритм*

Запропонована система (рис. 1) може бути використана для додаткового позиціонування штоку гідроциліндра з дросельним регулюванням. Наприклад, в системі гідроприводу кінцеве положення штоку (КП) повинно змінюватись через певну кількість операцій, але різниця положень не перевищує декілька міліметрів. На певній відстані до кінцевого положення встановлено датчик (Д), до якого здійснюється рух штоку з використанням дросельного регулювання швидкості. Після отримання сигналу від датчика Д система переходить на рух з дозованою подачею рідини. З камери дозування імпульсно додаються порції рідини і шток переміщується у відповідну до кількості порцій позицію.