

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОВГОЇ НАПІРНОЇ ГІДРОЛІНІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ НА ХАРАКТЕР ХВИЛЬОВИХ ПРОЦЕСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

З використанням методу імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink проведені дослідження гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією для виявлення впливу конструктивних параметрів напірної гідролінії на характер хвильових процесів.

Ключові слова: гідропривід поступального руху, довга напірна гідролінія, конструктивні параметри, хвильові процеси.

Abstract

Using the method of simulation modeling in the environment of MATLAB Simulink studies hydraulic translational motion with long pressure lines to identify the impact of structural parameters pressure lines to the nature of wave processes.

Keywords: hydraulic translational motion, long Pressure line, design parameters, waves processes.

Вступ

В роботі [1, 2] показана актуальність дослідження хвильових процесів в гідроприводах поступального руху з довгою напірною гідролінією і запропонована математична модель такого приводу. На основі цієї моделі розроблена її структурна схема і обчислювальна структура для імітаційного моделювання в програмному середовищі MATLAB Simulink. Основними складовими гідроприводу, розглянутому в роботі [2], є насос постійної продуктивності, розподільник, гідроциліндр, запобіжний клапан, об'єкт керування. Деякі результати імітаційного дослідження такого приводу наведені в роботі [3].

Метою роботи є виявлення впливу конструктивних параметрів довгої напірної гідролінії гідроприводу поступального руху на характер хвильових процесів, спричинених різкою зміною технологічного навантаження.

Результати досліджень

Розрахункова схема гідроприводу з довгою напірною гідролінією, припущення, за яких розроблялась математична модель, прийняті позначення в її рівняннях наведені в роботі [3].

Структурна схема математичної моделі досліджуваного гідроприводу і обчислювальна структура для імітаційного моделювання в програмному середовищі MATLAB Simulink наведені в роботі [2].

Дослідження проводилось за таких незмінних параметрів гідропроводу: $W_n = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $W_{\text{ц}} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $f_p = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$; $d_m = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; $b = 2000 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}$; $F_{\text{ц}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; $\beta = 0,625 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{Н}$; $\delta_m = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $\rho = 912 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\mu = 0,79$; $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = \xi_4 = \xi_5 = \xi_6 = \xi = 3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3 \cdot \text{с}$; $n = 6$.

Інші параметри варіювались з метою виявлення їх впливу на характер хвильових процесів.

Діаграма розподілу максимальних і усталених значень тиску по ділянках напірної гідролінії показана на рис. 1. Хвильовий процес, у даному випадку, спричинявся ступінчастою зміною технологічного навантаження T від 0 до 5 кН. З діаграми випливає, що найбільший тиск виникає на першій ділянці напірної гідролінії, тобто на виході з розподільника. З наближенням до гідроциліндра перерегулювання за тиском помітно зменшується. Що стосується розподілу коливань швидкості робочої рідини в напірній гідро лінії

(рис.2), то тут навпаки — найбільші відхилення значень швидкості рідини від усталеного спостерігаються в кінці гідролінії, тобто перед гідроциліндром.

Досліджувався також вплив довжини напірної гідролінії на тривалість хвильових процесів (рис. 3) і частоту коливань тиску і швидкості руху рідини (рис. 4). З цих графіків випливає, що тривалість хвильового процесу (час регулювання t_p) практично прямо пропорційно збільшується зі збільшенням довжини напірної гідролінії. Частота коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії також суттєво залежить від її довжини, а саме зі збільшенням довжини гідролінії частота коливань в хвильовому процесі зменшується.

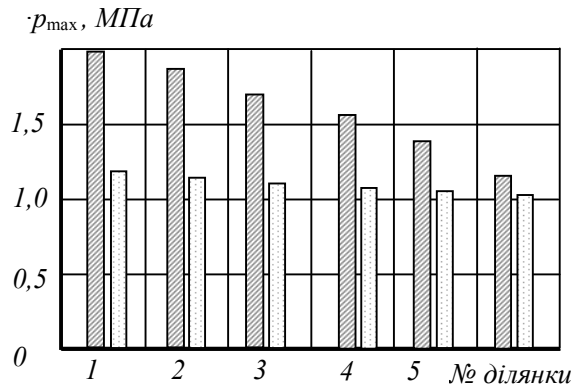


Рис. 1. Розподіл значень максимальних тиску \square і усталеного тиску \square по елементарних ділянках напірної гідролінії

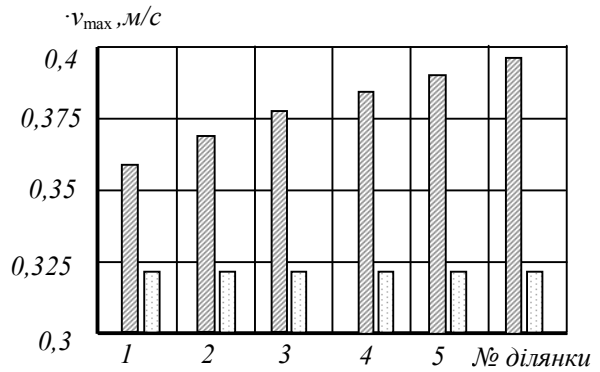


Рис. 2. Розподіл значень максимальної швидкості рідини \square і усталеної швидкості рідини \square по елементарних ділянках напірної гідролінії

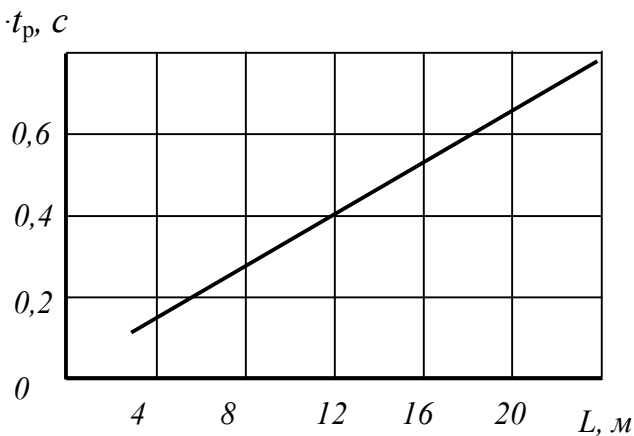


Рис. 3. Вплив довжини L напірної гідролінії на тривалість перехідного процесу

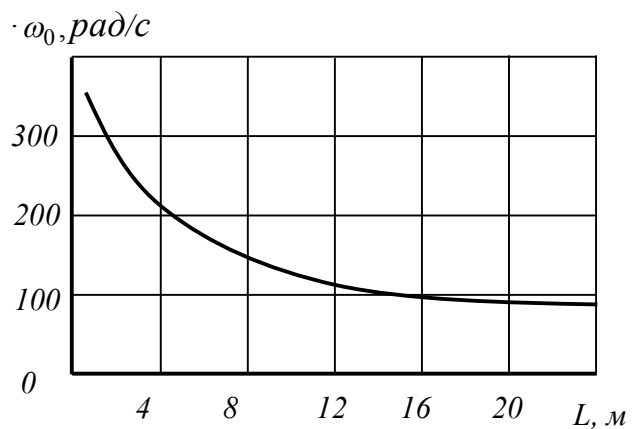


Рис. 4. Вплив довжини L напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

В гідроприводах приведений модуль пружності E гідролінії може змінюватись, наприклад, за рахунок використання гнучких рукавів високого тиску (РВТ). Тому одним з етапів роботи був аналіз впливу цього параметра на характеристики хвильових процесів. На рис. 5 і рис. 6 показані графіки залежностей впливу приведенного модуля пружності на тривалість хвильових процесів і частоту коливань тиску і швидкості руху рідини відповідно. Очевидно, що збільшення приведенного модуля пружності зменшує тривалість хвильового процесу і збільшує частоту коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії.

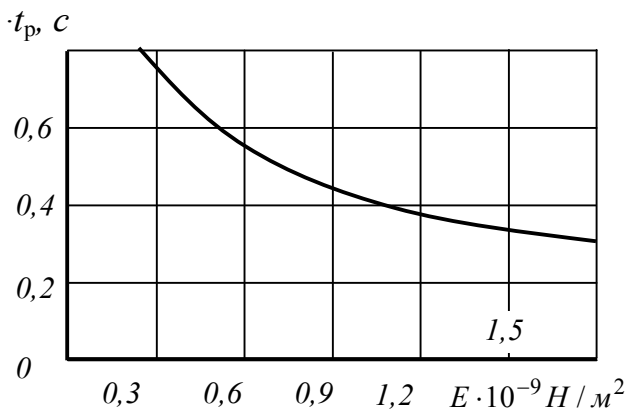


Рис. 5. Вплив приведенного модуля пружності E напірної гідролінії на тривалість перехідного процесу ($L = 12 \text{ м}$)

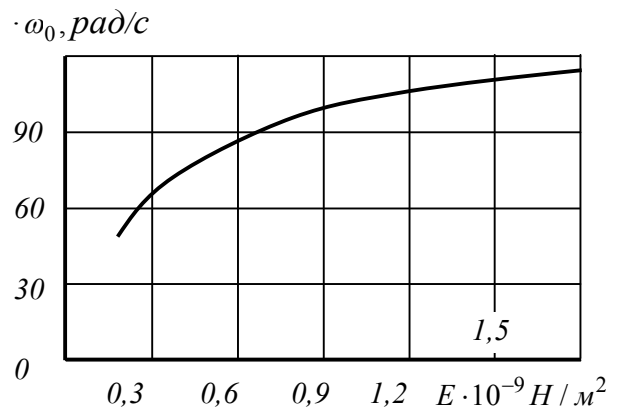


Рис. 6. Вплив приведенного модуля пружності E напірної гідролінії на частоту коливань тиску і швидкості рідини

Висновки

1. З використанням методу імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink проведено дослідження гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією для виявлення впливу його параметрів на характер хвильових процесів, спричинених різкою зміною технологічного навантаження.

2. Встановлено, що найбільший тиск виникає на початку напірної гідролінії, тобто на виході з розподільника. З наближенням до гідропоршня перерегулювання за тиском помітно зменшується. Найбільші відхилення значень швидкості рідини від усталеного спостерігаються в кінці гідролінії, тобто перед гідропоршнем.

3. Тривалість хвильового процесу практично прямо пропорційно збільшується зі збільшенням довжини напірної гідролінії. Частота коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії також суттєво залежить від її довжини, а саме зі збільшенням довжини гідролінії частота коливань в хвильовому процесі зменшується.

4. Збільшення приведенного модуля пружності зменшує тривалість хвильового процесу і збільшує частоту коливань тиску і швидкості руху рідини у напірній гідролінії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дусанюк Ж. П. Волновые процессы в гидросистемах с нелинейными упругими свойствами трубопровода : дис. ... канд. техн. наук: 05.02.03. – Винница, 1989. – 250 с.
2. Математична модель для імітаційного дослідження в середовищі MATLAB Simulink гідравлічного приводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 3. – С. 108–115.
3. Моделювання гідроприводу поступального руху з довгою напірною гідролінією / Ж. П. Дусанюк, О. В. Дерібо, С. В. Репінський, О. В. Черноволик // Тези доповідей II-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Гідро- та пневмоприводи машин», м. Вінниця, 15-16 листопада 2016 р. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – С. 156–159.

Дерібо Олександр Володимирович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри технологій та автоматизації машинобудування; Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: deriboov@ukr.net;

Дусанюк Жанна Павлівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Репінський Сергій Володимирович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Гуцалюк Василь Іванович — студент групи 1ПМ – 16м факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Черноволик Олена Володимирівна — студентка групи 2СІ – 13б факультету комп'ютерних систем управління та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Deribo Oleksandr — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building, e-mail:deriboov@ukr.net;

Dusaniuk Zhanna — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building;

Repinskyi Serhii — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Technologies and Automation of Machine-building;

Hutsalliuk Vasyl — Student of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Chernovolyk Olena — Student of the Faculty for Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.