

УДК 621.22

Л. Г. Козлов, к. т. н., доц.; Д. О. Лозінський, асп.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КУТА НАХИЛУ РОБОЧОЇ КРОМКИ ЗОЛОТНИКА НА НЕЛІНІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОПОРЦІЙНОГО РОЗПОДІЛЬНИКА З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ КЕРУВАННЯМ

Розроблено математичну модель і проведено дослідження характеристик пропорційного гідророзподільника з електрогідравлічним керуванням, а саме: залежність положення основного золотника від переміщення сервозолотника, від перепаду тисків на кромці основного золотника та кута нахилу робочої кромки основного золотника.

В результаті досліджень виявлені суттєво нелінійні властивості системи управління, які проявляються як в статичних, так і в динамічних режимах роботи.

Нелінійність характеристик може бути зменшена за рахунок відповідного вибору значень кута нахилу робочої кромки основного золотника.

Ключові слова: гідророзподільник, електрогідравлічне керування, математична модель, нелінійність.

Гідроприводи з пропорційним електрогідравлічним керуванням широко застосовуються в різних мобільних машинах та автоматизованих технологічних лініях, в яких потрібно забезпечувати точне позиціонування виконавчих органів та механізмів. Використання гідроприводів, що керуються від сигналу програмованих контролерів з відповідним програмним забезпеченням дозволяє значно підвищити продуктивність, якість виконання робочих операцій і зменшити непродуктивні витрати потужності [1, 2, 3].

Основною частиною таких гідроприводів є гідророзподільники, що керуються від електрогідравлічної системи управління. В системах такого типу переміщення основного золотника відбувається під дією потоків рідини, що направляється сервозолотником.

Одними з основних характеристик системи управління є залежності положення основного золотника від координати переміщення сервозолотника та від часу [4].

Метою роботи є дослідження нелінійних характеристик електрогідравлічного гідророзподільника, а саме: залежності положення основного золотника від переміщення сервозолотника, від перепаду тисків на кромці основного золотника ΔP і конструктивних параметрів системи [5, 6].

Для виконання досліджень була створена розрахункова схема системи управління (рис. 1), де дроселі 4, 5 визначають потік, що проходить через сервозолотник при переміщенні в прямому та зворотному напрямках (інші позначення розрахункової схеми [5, 6]).

Площа робочого вікна, що визначається переміщенням сервозолотника, обчислюється за формулою:

$$f_{31} = \mu \cdot \pi \cdot d_3 \cdot x \cdot \sin \alpha + f_0, \quad (1)$$

де x – переміщення сервозолотника, α – кут нахилу робочої кромки основного золотника (інші позначення [5, 6]).

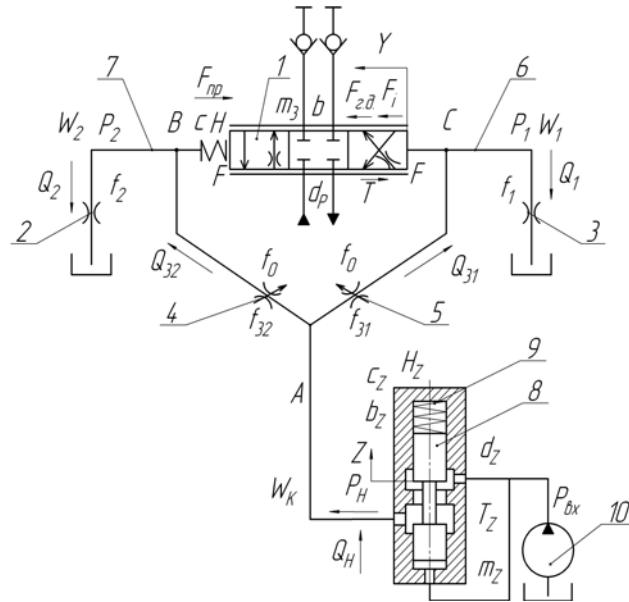


Рис. 1. Розрахункова схема системи управління

Рівняння математичної моделі, розробленої на основі розрахункової схеми системи управління мають вигляд:

$$\mu \cdot \pi \cdot d_z \cdot (z_0 - z) \cdot \sin \beta_z \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |P_H - P_K|}{\rho}} = [\mu \cdot \pi \cdot d_3 \cdot x \cdot \sin \alpha + f_0] \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |P_K - P_1|}{\rho}} \cdot \text{sign}(P_K - P_1) +$$

$$+ [-d_3 \cdot \mu \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha + f_0] \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |P_K - P_2|}{\rho}} \cdot \text{sign}(P_K - P_2) + \beta \cdot W_K \cdot \frac{dP_K}{dt}, \quad (2)$$

$$[\mu \cdot \pi \cdot d_3 \cdot x \cdot \sin \alpha + f_0] \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |P_K - P_1|}{\rho}} \cdot \text{sign}(P_K - P_1) = \mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_1}{\rho}} + \beta \cdot W_1 \cdot \frac{dP_1}{dt}, \quad (3)$$

$$[-d_3 \cdot \mu \cdot \pi \cdot x \cdot \sin \alpha + f_0] \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot |P_K - P_2|}{\rho}} \cdot \text{sign}(P_K - P_2) = \mu \cdot f_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_2}{\rho}} + \beta \cdot W_2 \cdot \frac{dP_2}{dt}, \quad (4)$$

$$m_3 \frac{dV_y}{dt} = P_1 \cdot F - P_2 \cdot F - c \cdot (H + y) - b \frac{dy}{dt} - T \cdot \text{sign} \frac{dy}{dt} -$$

$$- d_3 \cdot \mu \cdot \pi \cdot y \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}} \cdot 0.324 \cdot \sqrt{\Delta P}, \quad (5)$$

$$m_z \frac{dV_z}{dt} = P_K \cdot \frac{\pi \cdot d_z^2}{4} - c_z \cdot (H_z + z) - b_z \frac{dz}{dt} - T_z \cdot \text{sign} \frac{dz}{dt} -$$

$$- d_z \cdot \pi \cdot (z_0 - z) \cdot \sin \beta_z \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_H - P_K)}{\rho}} \cdot 0.324 \cdot \sqrt{(P_H - P_K)}. \quad (6)$$

Обробку математичної моделі виконано за допомогою програмного пакета MatLAB Simulink. Simulink – інтерактивний інструмент для моделювання, імітації й аналізу динамічних систем, він є додатком до пакету MATLAB і повністю інтегрований з ним [7].

Основна блок-схема розв'язання системи диференціальних рівнянь представлена на рис. 2.

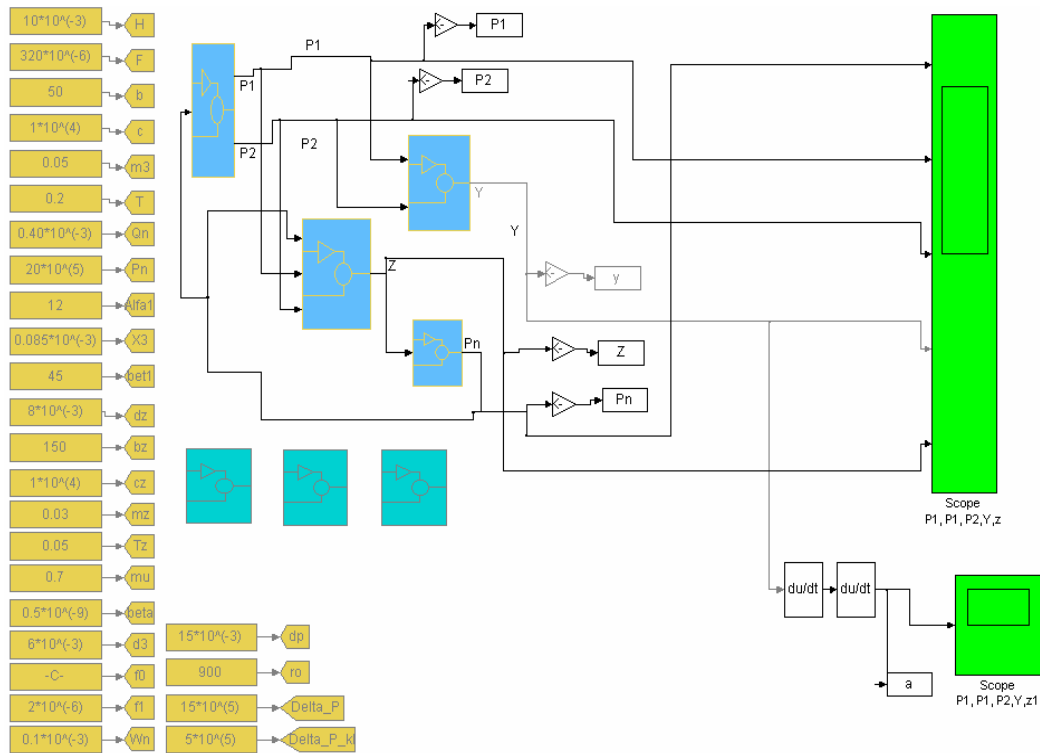


Рис. 2. Блок-схема розв'язання системи рівнянь

Завдяки розв'язанню математичної моделі, були досліджені перехідні процеси в системі й отримані графіки залежностей положення робочої кромки основного золотника від переміщення сервозолотника, від перепаду тисків на кромці основного золотника ΔP та конструктивних параметрів системи управління.

На рис. 3 представлено графік залежності положення робочої кромки основного золотника від переміщення сервозолотника при різних значеннях перепаду тисків ΔP на основному золотнику.

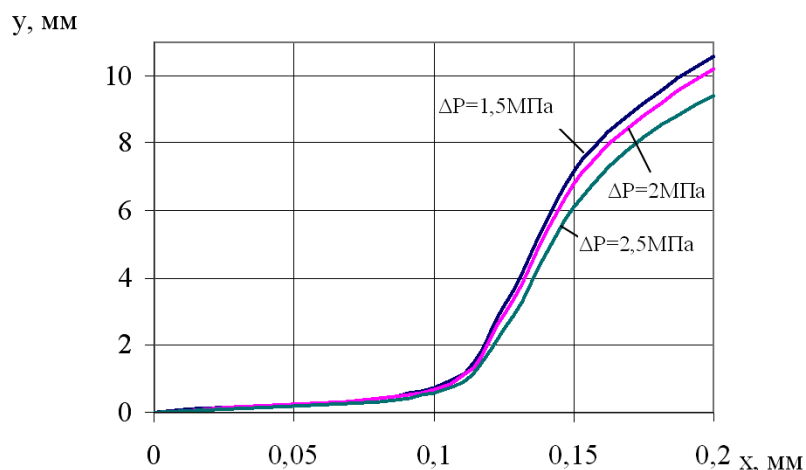


Рис. 3. Залежність положення робочої кромки основного золотника від переміщення сервозолотника для різних значень ΔP

Проаналізувавши отримані залежності, можна зробити висновок про нелінійну залежність вихідного сигналу системи управління (положення кромки основного золотника 1) від

вхідного (переміщення сервозолотника) в статичних режимах. Суттєва нелінійність в системі управління порушує пропорційність керування основним золотником і значно погіршує точність його позиціонування.

На рис. 4, 5 представлені графіки залежності положення робочої кромки основного золотника від часу при мінімальному та максимальному вхідному сигналі x (переміщенні сервозолотника) для різних значень кута нахилу робочої кромки основного золотника α .

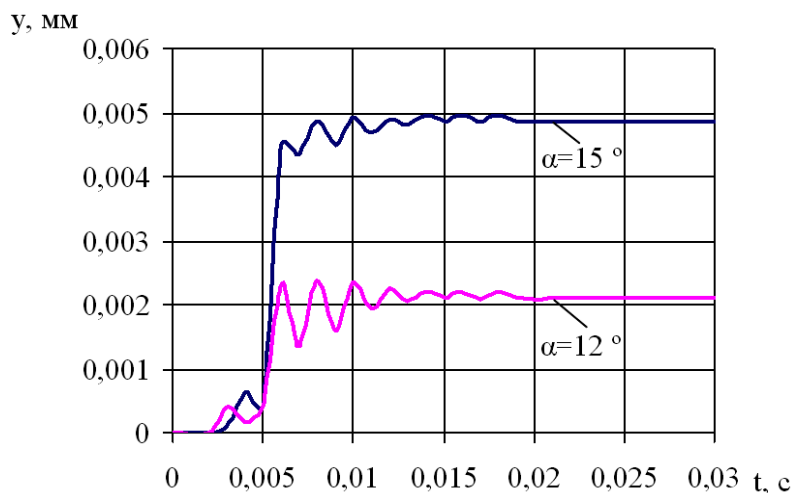


Рис. 4. Залежність переміщення кромки основного золотника від часу при мінімальному переміщенні сервозолотника для різних значень кута нахилу робочої кромки

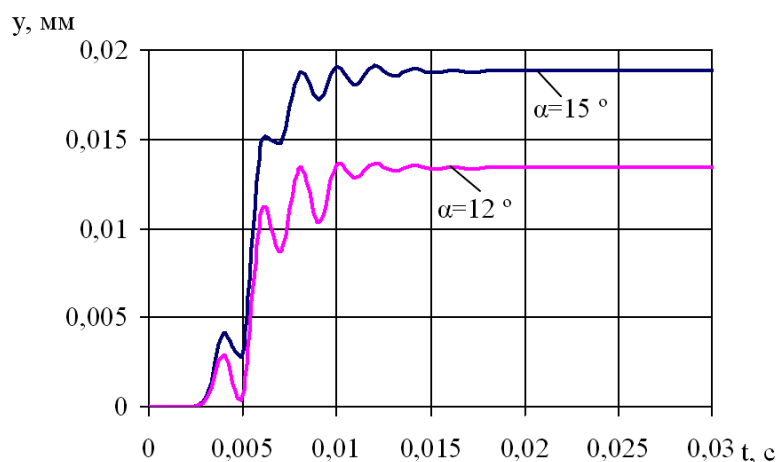


Рис. 5. Залежність переміщення кромки основного золотника від часу при максимальному переміщенні сервозолотника для різних значень кута нахилу робочої кромки

Проаналізувавши графіки на рис. 4 та 5, можна зробити висновок, що величина вхідного сигналу (переміщення сервозолотника) значно впливає на характер залежності переміщення кромки основного золотника від часу. Це явна ознака значної нелінійності системи управління в динамічних режимах. Зміною величини кута нахилу робочої кромки основного золотника α можна змінювати характер перехідного процесу.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що для забезпечення пропорційності управління основним золотником гідророзподільника необхідне зменшення нелінійності залежності між вхідним (переміщення сервозолотника) та вихідним (положення кромки основного золотника 1) сигналами.

Потрібного ефекту можна досягнути відповідним вибором значень конструктивних параметрів системи управління. На рис. 6 представлено вплив величини кута нахилу робочої кромки основного золотника α на характер залежності вхідного та вихідного сигналів.

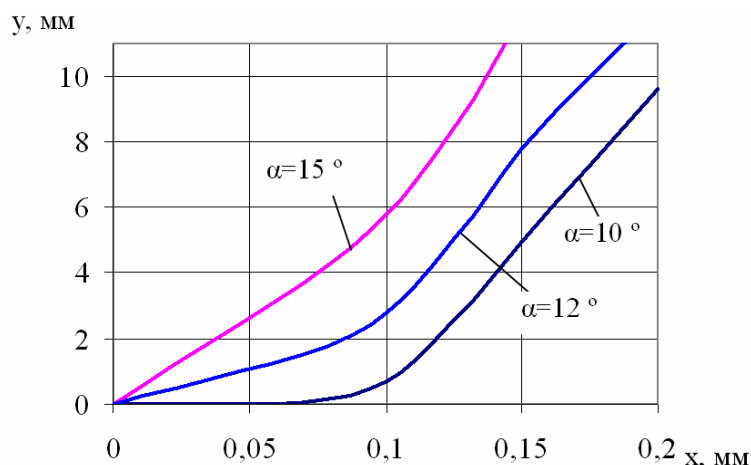


Рис. 6. Залежність положення робочої кромки основного золотника від переміщення сервозолотника для різних значень кута нахилу робочої кромки основного золотника α

Висновки

Розроблена математична модель і проведені дослідження характеристик пропорційного гідророзподільника з електрогідравлічним керуванням виявили суттєво нелінійні властивості системи управління, які проявляються як в статичних, так і в динамічних режимах роботи.

Нелінійність характеристик може бути зменшена за рахунок відповідного вибору значень кута нахилу робочої кромки основного золотника.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Beitrag E. Load-sensing Steuerung: Anwendungen und Ausbaustufen // Der Konstrukteur. – 1988. – №5. – S. 60 – 64.
2. Козлов Л.Г. Вдосконалення систем керування гідроприводів з LS-регулюванням. – Дис. ... канд. техн. наук: 05.02.03. – Вінниця, 2000.
3. Буренников Ю.А., Козлов Л.Г. Пропорциональный распределитель для гидросистемы, чувствительной к нагрузке // Весник НТУУ „КПІ”: Машиностроение. – Київ, 2002. – Вып. 42, Т. 2 – С. 37 – 39.
4. Saikat Mookherjee, Design and sesivity analysis of a single-stage electro hydraulic servovalve // FFNI-ptid Symp. Hamburg. – 2000. – S.71 – 88.
5. Ю.А. Буренніков, Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський Оптимізація системи управління гідророзподільником з електрогідравлічним регулюванням // Вісник ВПІ. – № 6. – 2005. – С. 225 – 229.
6. Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський Вплив параметрів основного золотника на конструкцію вузла авто-повернення гідророзподільника з електрогідравлічним регулюванням // Вісник Хмельницького національного університету. – № 1. – 2007. – Технічні науки – С.38 – 424.
7. Черных И.В. Simulink: среда создания инженерных приложений. – Диалог-МИФИ, 2003.

Козлов Леонід Геннадійович – декан факультету технології, автоматизації та комп'ютеризації машинобудування, доцент кафедри;

Лозінський Дмитро Олександрович – аспірант кафедри.

Кафедра технології та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет