

Список літератури

1. Свешніков В. К., Усов А. А. Станочные гидроприводы. Справочник. – 2-е изд., - м.: Машыностроение, 1988. – с. 269...271
2. Авторское свидетельство СССР №1710867 МПК F15B9/03. 21/02, Электрогидравлический цифровой привод, Бюл. №5 от 07.02 92г.
3. Патент України №66444 МПК F15B9/03 (2006.1). Электрогидравлический кроковый привод. Бюл. №1 від 10.01.2012 р.
4. Патент України №129801 МПК F15B9/03 (2006.1). Электрогидравлический кроковый привод. Бюл. №21 від 12.11.2018 р.

УДК 621.221, 62-526

О. В. Дерібо¹, к. т. н., доц.
Ж. П. Дусанюк¹, к. т. н., доц.
С. В. Репінський¹, к. т. н., доц.

¹Вінницький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ІМІТАЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО СЛІДКУВАЛЬНОГО ПРИВОДУ ЗІ ЗВОРОТНИМ ЗВ'ЯЗКОМ ЗА ПЕРЕМІЩЕННЯМ ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

Розглянуто розробку математичної моделі електрогидравлического слідувального приводу (ЕГСП) з дросельним регулюванням, який має головний зворотний зв'язок за переміщенням об'єкта керування. За мету ставилась розробка такої математичної моделі ЕГСП, яка була б придатна для імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink як під час наукових досліджень, так і для вивчення таких дисциплін, як «Гідравліка, гідропривод та гідропневмоавтоматика», «Теоретичні та експериментальні дослідження в машинобудуванні», «Основи автоматизації технологічних процесів» та ін.

Конструктивно-розрахункова схема ЕГСП показана на рис. 1.

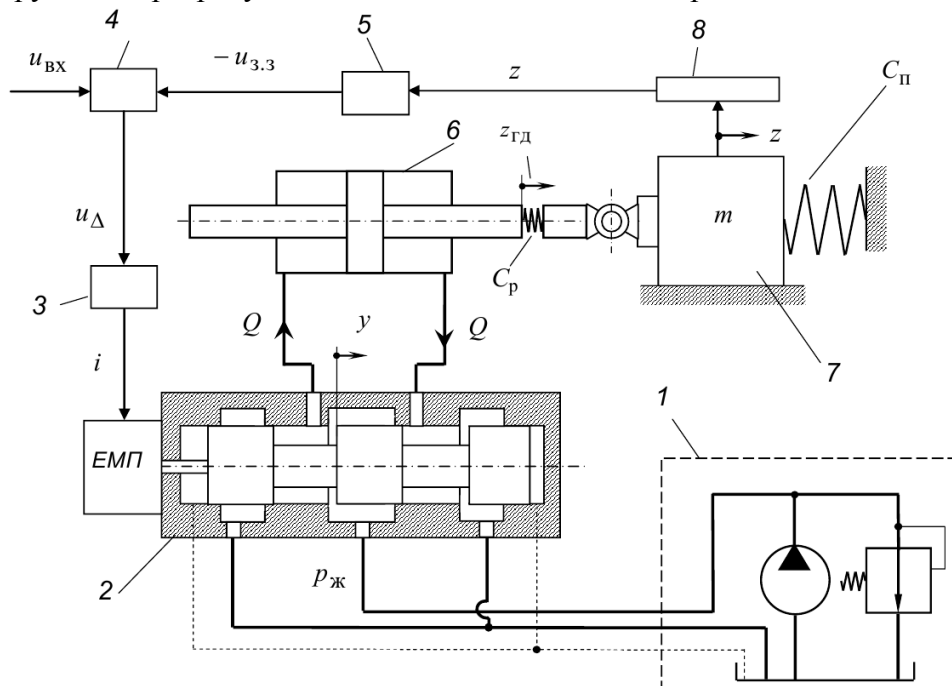


Рисунок 1 – Конструктивно-розрахункова схема ЕГСП

- 1 — гідростанція; 2 — електрогидравлический підсилювач; 3 — підсилювач сигналу розузгодження;
 4 — суматор; 5 — підсилювач сигналу зворотного зв'язку; 6 — виконавчий двигун (гідроциліндр);
 7 — об'єкт керування; 8 — датчик переміщення об'єкта керування

З урахуванням прийнятих припущень записано рівняння руху елементів приводу.

1. Сигнал (напруга) на виході датчика головного зворотного зв'язку

$$u_{3.3} = -k_{3.3}z. \quad (1)$$

2. Сигнал (напруга) на виході суматора

$$u_{\Delta} = u_{\text{вх}} - u_{3.3}. \quad (2)$$

3. Сигнал (струм) на виході підсилювача сигналу розузгодження

$$i = k_{iu}u_{\Delta}. \quad (3)$$

4. Зміщення розподільного золотника електрогідравлічного підсилювача (ЕГП) від середнього нейтрального положення

$$y = \begin{cases} k_{yi}i & \text{якщо } i \leq \frac{y_{\max}}{k_{yi}} \\ y_{\max} & \text{якщо } i > \frac{y_{\max}}{k_{yi}} \end{cases}. \quad (4)$$

5. Подача робочої рідини на виході ЕГП [1]

$$Q = k_{Qy}y\sqrt{1 - \frac{\Delta p}{P_{\text{ж}}}\text{sgn } y}. \quad (5)$$

6. Сила, що діє на об'єкт керування

$$P = \Delta p F. \quad (6)$$

7. Рівняння зв'язку між переміщеннями штока гідроциліндра (вихідного органа гідродвигуна) $z_{\text{ГД}}$ і об'єкта керування z

$$P = C_p(z_{\text{ГД}} - z). \quad (7)$$

8. Сила, що діє на шток гідроциліндра

$$P = m\frac{d^2z}{dt^2} + \beta\frac{dz}{dt} + C_p z. \quad (8)$$

Коефіцієнт зведеної жорсткості рідини в робочих порожнинах гідроциліндра та каналах і трубопроводах, що з'єднують кожну з порожнин гідроциліндра з ЕГП, визначався за формулою [2]

$$C_p = \frac{2F^2 E_p}{V_0 \left(1 + \frac{V_T}{V_0}\right)}. \quad (9)$$

У формулах (1 – 9) прийняті такі позначення: $k_{3.3}$ – коефіцієнт підсилення датчика головного зворотного зв'язку; z – зміщення об'єкта керування від нейтрального (середнього)

положення; $u_{\text{вх}}$ – сигнал керування (напруга) на вході в ЕГСП; k_{iu} – коефіцієнт підсилення підсилувача сигналу розузгодження; k_{yi} – коефіцієнт підсилення ЕГП за переміщенням розподільного золотника; y_{max} – максимально можливе відхилення розподільного золотника ЕГП від середнього нейтрального положення; $k_{Qy} = \mu b \sqrt{\frac{p_{\text{ж}}}{\rho}}$ – коефіцієнт підсилення ЕГП за подачею робочої рідини в порожнини гідроциліндра; μ – коефіцієнт витрати робочих вікон золотника; b – довжина робочого вікна золотника; ρ – густина робочої рідини; $p_{\text{ж}}$ – тиск живлення; $\Delta p = p_1 - p_2$ — перепад тиску в порожнинах гідроциліндра; p_1 і p_2 – поточні значення тисків відповідно в лівій і правій порожнинах гідроциліндра; $\text{sgn } y$ – знак «+» або «-», який враховує напрям відхилення розподільного золотника від середнього нейтрального положення; F – ефективна площа поршня гідроциліндра (однакова для обох порожнин); m – зведена маса рухомих частин об'єкта керування; β – зведений коефіцієнт в'язкого тертя, яке виникає під час руху поршня гідроциліндра та об'єкта керування; $C_{\text{п}}$ – коефіцієнт позиційного навантаження; V_0 – об'єм рідини у кожній з порожнин гідроциліндра у середньому положенні поршня; $V_{\text{т}}$ – об'єм рідини в гідролініях, що з'єднують кожну з порожнин гідроциліндра з ЕГП; $E_{\text{р}}$ – модуль пружності робочої рідини.

Для зручності розробки обчислювальної структури в середовищі MATLAB Simulink на основі системи рівнянь (1) — (8) розроблена структурна схема математичної моделі досліджуваного приводу (рис. 2). Особливістю схеми є відсутність у ній ланок диференціювання. Це забезпечило стійкість обчислювального процесу. Такий підхід використаний авторами і в роботі [3].

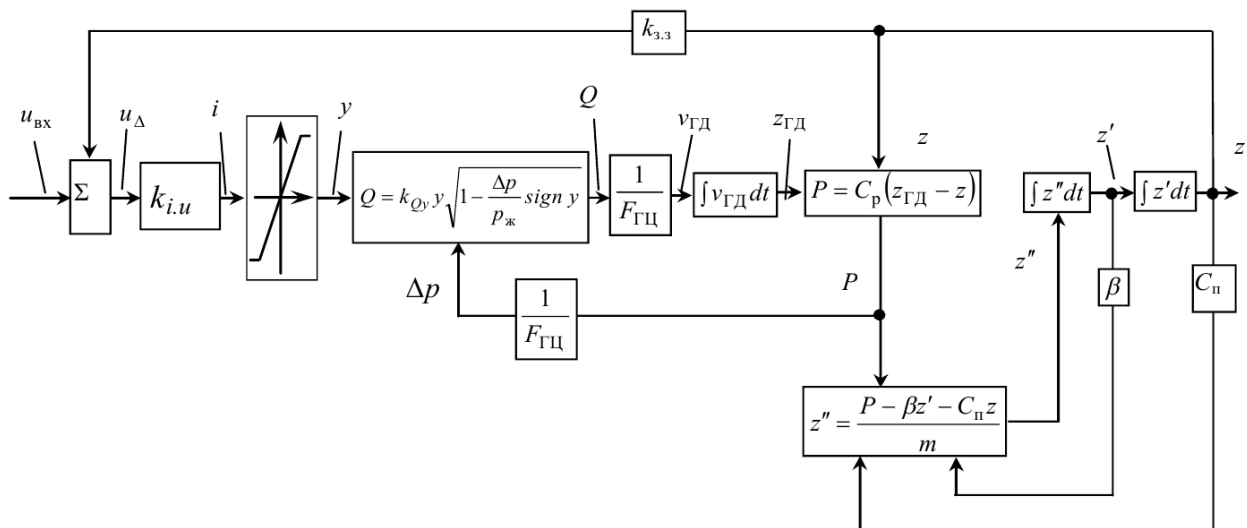


Рисунок 2 – Структурна схема математичної моделі ЕГСП

Відповідно до структурної схеми математичної моделі, створена обчислювальна структура для імітаційного моделювання динамічних процесів у досліджуваному приводі в середовищі MATLAB Simulink. Блок-схема цієї структури показана на рис. 3.

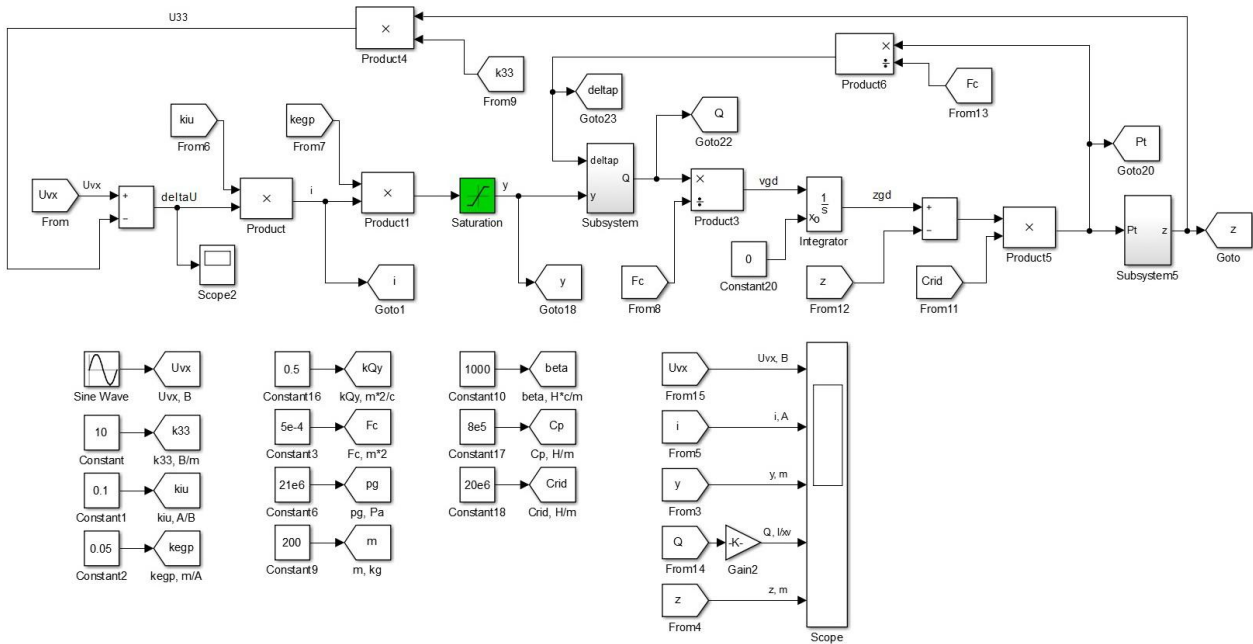


Рисунок 3 – Блок-схема обчислювальної структури для імітаційного моделювання динамічних процесів в ЕГСП в середовищі MATLAB Simulink.

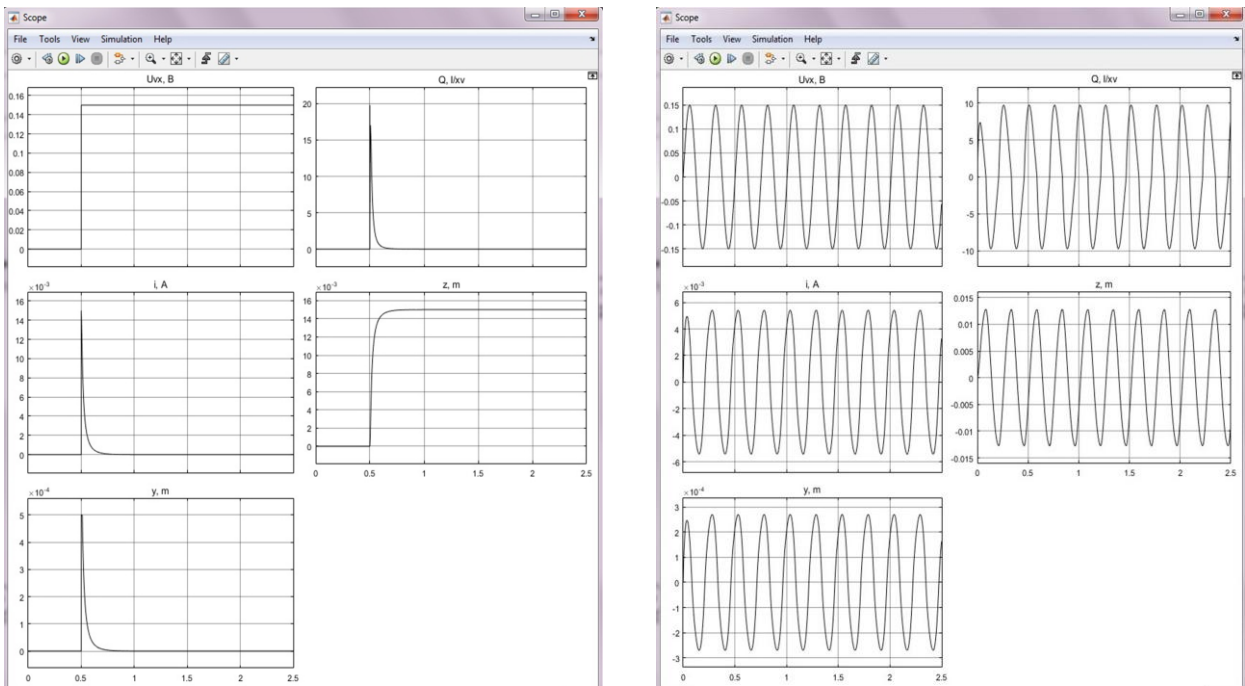


Рисунок 4 — Результати імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink динамічних процесів в стійкому ЕГСП: а) приклад відпрацювання ЕГСП ступінчастого вхідного сигналу; б) приклад відпрацювання ЕГСП гармонічного вхідного сигналу

Розроблені математична модель ЕГСП і обчислювальна структура дозволяють наочно вивчати вплив параметрів приводу (коефіцієнтів підсилення, параметрів навантаження, коефіцієнта зведеної жорсткості рідини тощо) на його швидкодійність і

стійкість. Можна вводити додаткові коректувальні зворотні зв'язки за швидкістю і прискоренням об'єкта керування або за перепадом тиску в робочих порожнинах гідроциліндра і аналізувати їх вплив на динамічні характеристики приводу.

Висновки

1. Розроблена математична модель електрогідравлічного слідкувального приводу з дросельним регулюванням і зворотним зв'язком за переміщенням об'єкта керування, яка придатна для імітаційного моделювання в середовищі MATLAB Simulink. Математична модель враховує такі нелінійності приводу, як дросельний ефект в розподільному золотнику ЕГП та обмеження переміщення цього золотника від середнього положення.

2. Результати роботи призначені, перш за все, для використання у навчальному процесі, зокрема на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування ВНТУ розглянуті модель ЕГСП та обчислювальна структура використовуються під час практичних і лабораторних занять з дисципліни «Теоретичні та експериментальні дослідження в машинобудуванні».

Список літератури

1. Электрогидравлические следящие системы / В. А. Хохлов, В. Н. Прокофьев, Н. А. Борисова и др. / Под ред. В. А. Хохлова. – М. : Машиностроение, 1971. – 432 с.
2. Лещенко В. А. Гидравлические следящие приводы станков с программным управлением / В. А. Лещенко. – М. : Машиностроение, 1975. – 288 с.
3. Дерібо О. В. Імітаційне моделювання електрогідравлічного слідкувального приводу з керуванням зусиллям на виконавчому органі / О. В. Дерібо, Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – № 5. – С. 108–114.

УДК 621.22

**В.П. Пурдик, к.т.н., доцент,
В.І. Перепелиця, магістр**

Вінницький національний технічний університет

ДИНАМІКА ПРИВОДУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК ЦЕГЛИ

Одним із найбільш проблемних місць технологічного обладнання підприємств – виробників будівельної цегли є стадія формування із суцільного вологого глиняного бруса штучної заготовки цегли, яка реалізується механічним пристроєм подвійного коливального руху і не дозволяє отримати необхідну її геометрію. А вважаючи, що міцність та геометричні розміри згідно стандарту є основними експлуатаційними та якісними характеристиками цегли, вирішення цієї проблеми є актуальним.

Запропонований авторами варіант модернізації ланки формування цегли існуючої виробничої лінії полягає в заміні механічної конструкції на пристрій на основі гідроавтоматики [1], побудований по принципу мехатронної системи. Принципова функціональна схема пристрою представлена на рис.1.