

ІМІТАЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК СИРОЇ ЦЕГЛИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В представленій роботі розроблена математична модель пристрою для формування заготовок сирової цегли. Проведено імітаційне дослідження створеної моделі та досліджено динаміку руху основного виконавчого органа пристрою.

Ключові слова: формування цегли, виконавчий орган, гнучкий рукав, насосна станція, математична модель, витрати робочої рідини, тиск, потужність, сила тертя, технологічне навантаження.

Abstract

In the presented work the mathematical model of the device for forming of raw brick preparations is developed. A simulation study of the created model was conducted and dynamics of motion of the main executive body of the device was investigated.

Key words: brick forming, executive body, flexible sleeve, pumping station, mathematical model, fluid flow, pressure, power, friction force, process load

Вступ і актуальність теми

Для будь якої галузі виробництва якість виготовленої продукції відіграє ключове значення для отримання економічного ефекту. В Україні, у виробництві будівельних матеріалів, зокрема цегли, переважна більшість підприємств використовує застаріле обладнання, що не дозволяє отримати продукцію високої якості, яка змогла б конкурувати із зарубіжною. Але, навіть при частковому удосконаленні технологічного обладнання, ефективність та якість виробництва цегли можна суттєво підвищити. Одним із найважливіших етапів виробництва будівельної цегли є стадія формування із суцільного глиняного бруса одиначної заготовки цегли, що здійснюється за допомогою механічного пристрою подвійного коливального руху, що, у свою чергу, негативно впливає на її геометричні розміри. Вважається, що саме міцність і правильна геометрична форма є основними експлуатаційними та якісними характеристиками будівельної цегли. Тому, вирішення цієї проблеми є актуальним.

Вихідні передумови, постановка та вирішення проблеми

Нижче пропонується варіант удосконалення ланки формування цегли виробничої лінії шляхом заміни механічної конструкції на гідро-автоматичний пристрій, побудований по принципу мехатронної системи, функціональна схема якого представлена на рис.1.

Обладнання працює наступним чином. По мірі руху глиняного бруса 10 датчик 9 відрховує розмір n –ої кількості заготовок цегли (в залежності від кількості ріжучих органів 12) і подає електричний сигнал на блок керування 7. Останній формує керівні сигнали на гідроапаратуру керування - запобіжно-переливний клапан 1б та розподільники 2 та 6. Клапан 1б переходить із положення «розвантаження насосної станції» в робочий режим – коли підвищується тиск в гідросистемі і витрата робочої рідини від насосної станції направляється через відповідну позицію розподільника 2 та 6 на виконавчі гідроциліндри 3 та 4. Гідроциліндр 3 приводить в рух ріжучий орган (траверсу 11 з ріжучими елементами 12) для формування заготовок цегли, а гідроциліндр 4 одночасно з цим забезпечує синхронізацію руху основи всієї конструкції 13, яка розташована на опорах кочення 14, з рухом глиняного бруса 10. Така схема руху забезпечує відсутність відносного руху між виконавчими органами різання та глиняним брусом, що гарантує правильну геометрію зразків цегли при його розрізанні.

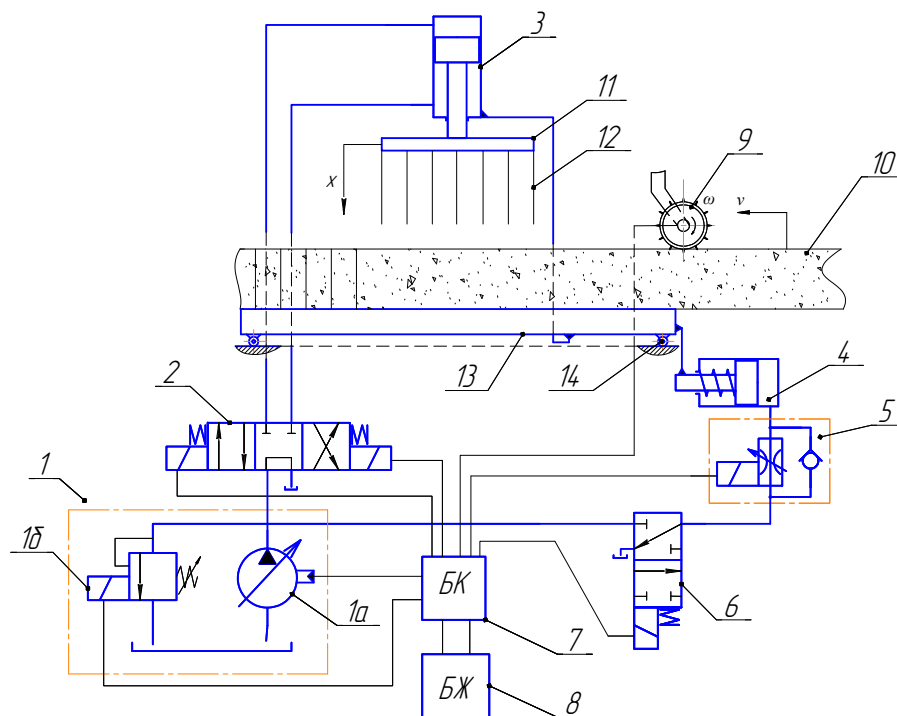


Рис. 1 – Функціональна схема автоматизованого пристрою для формування заготовки цегли
 1-насосна станція, в складі якої насос 1а змінної продуктивності з дистанційним керуванням та запобіжно-переливний клапан 1б з електрогідравлічним керуванням; 2-основний 3-х позиційний 4-х лінійний розподільник з електромагнітним керуванням; 3-гідроциліндр основного робочого руху; 4 - гідроциліндр допоміжний; 5-регулятор потоку з пропорційним керуванням та зворотнім клапаном; 6- 2-х позиційний 3-х лінійний розподільник з електромагнітним керуванням; 7- контролер; 8-автономний блок живлення; 9-датчик руху; 10- глиняний брус; 11-траверса; 12- різальні елементи; 13-рухома основа; 14- опори кочення.

Основна частина дослідження

Динаміка руху ріжучого органу пристрою може бути представлена системою диференціальних рівнянь (1,2), яка містить рівняння балансу сил та потоків.

$$\begin{aligned}
 m_{np} \frac{d^2 h}{dt^2} + b \frac{dh}{dt} + F_{mp}(v, p, p_1, \tau) + F_{mex} &= p_1 \cdot S_1 - p_2 \cdot S_2; \\
 Q_n &= Q_{\psi} + Q_{кл} + k \cdot W_n \frac{dp_1}{dt} + k_{z.mp} \cdot W_{z.mp} \frac{dp_1}{dt}; \\
 Q_{кл} &= \mu \cdot f_{кл} \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho}}; \\
 Q_{\psi} &= S_1 \cdot \frac{dh}{dt}
 \end{aligned} \tag{1}$$

де, m_{np} , h – відповідно, приведена маса та координата руху ріжучого органу; b – коефіцієнт в'язкого тертя; $F_{mp}(v, p, p_1, \tau)$ – сила тертя; F_{mex} – технологічне навантаження; p_1 – тиск насосної станції; p_2 – тиск зливу; S_1 , S_2 – відповідно, площа поршневої та штокової порожнин гідроциліндра; Q_n – витрата насосної станції; $Q_{кл}$ – витрата через запобіжно-переливний клапан; k – коефіцієнт податливості робочої рідини; W_n – об'єм напірної магістралі; $k_{z.mp}$, $W_{z.mp}$ – відповідно, коефіцієнт податливості та об'єм гнучкого рукава; μ -коефіцієнт витрати; $f_{кл}$ – площа робочого вікна клапана; ρ – густина робочої рідини.

Дослідження даної моделі виконувалось в середовищі MATLAB Simulink. Імітаційна модель системи диференціальних рівнянь 1 та 2 показана на мал. 2 та 3 відповідно.

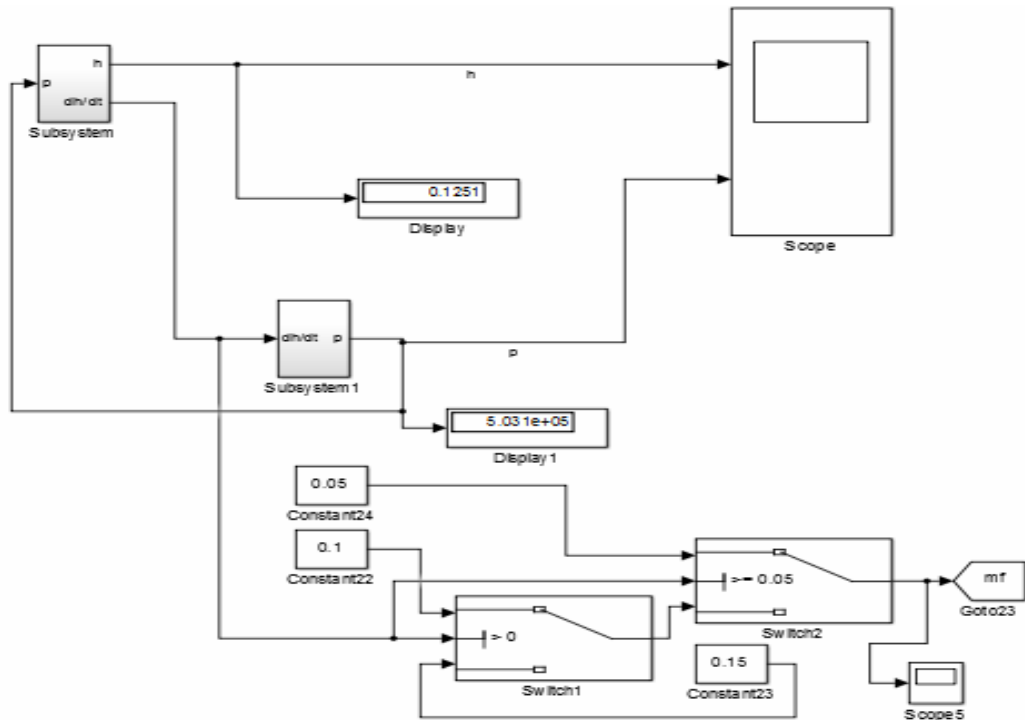


Рис. 2 – Імітаційна модель рівняння балансу сил в середовищі MATLAB Simulink

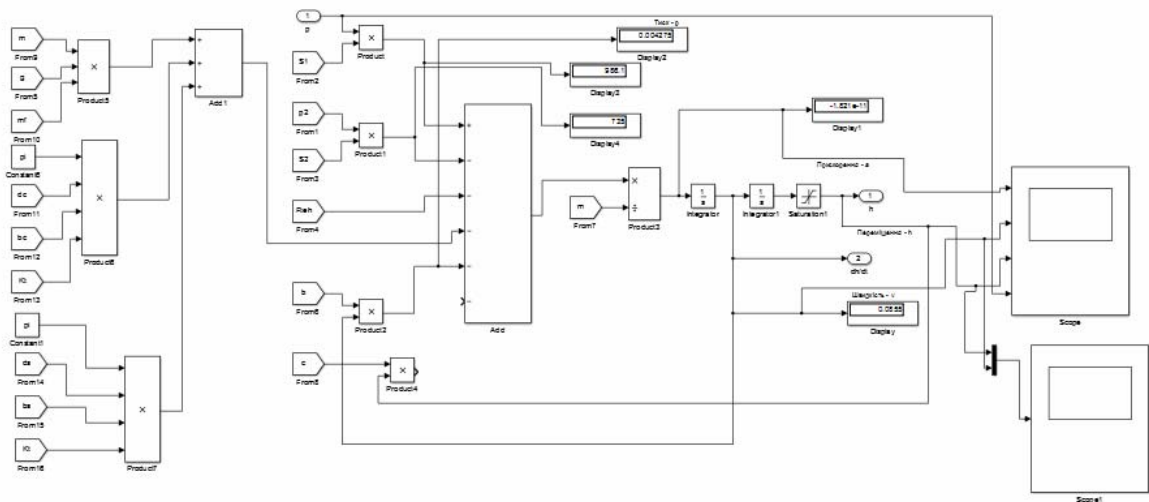


Рис. 3 – Імітаційна модель рівняння балансу потоків в середовищі MATLAB Simulink

Взявши за правило, що максимально допустимий час на робочий рух ріжучого органа при відомому конструктиві пристрою (довжина руху штока гідروциліндра) не повинен перевищувати 1 секунду і вирішивши систему диференціальних рівнянь відносно швидкості ріжучого органа було отримано графіки динаміки фізичних величин виконавчого органа пристрою для формування сирих заготовок цегли, до яких належать: прискорення, швидкість та координата руху ріжучого органа, а також тиск в насосній станції. Графіки перерахованих вище величин показано на рис.4.

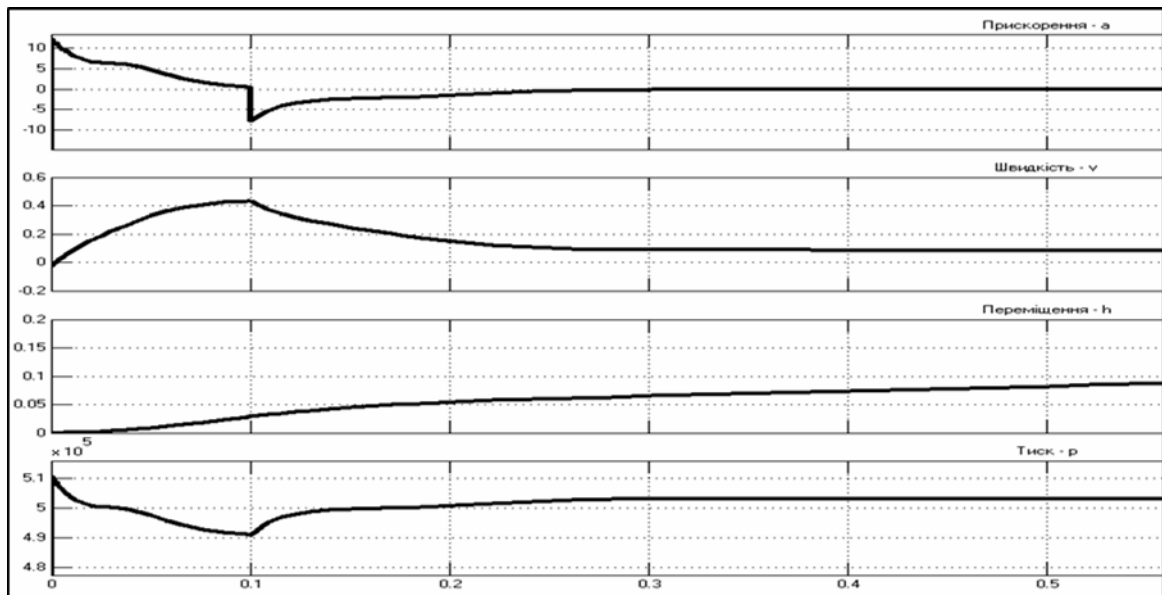


Рис. 4 – графіки прискорення, швидкості та переміщення ріжучого органа, графік тиску в насосній станції.

Висновок

З графіків видно, що при досягненні ріжучим органом глиняного бруса, за час 0,1с, відбувається зменшення прискорення та швидкості ріжучого органа. Разом із цим прослідковується збільшення тиску в насосній станції до 0,5МПа, повністю переміщення ріжучого органа виконується за 0,38с. Проаналізувавши отримані результати, можна дійти висновку, що побудована математична модель є адекватною і може бути використана для подальшої роботи з досліджуванним пристроєм для формування заготовок сирової цегли.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пурдик В.П., Сапожник В.Г. Адаптивний гідропривод обладнання для формування заготовок цегли. Матеріали XXII міжнарод. наук.техн. конф. «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці» Черкаси-Київ, 23-26 травня 2017р., С.123-124.
2. Башта Т. М. Гидропневмопривод и гидро-пневмоавтоматика / – К. : Машиностроение, 1972. – 320 с.
3. Черных И. В. Simulink: среда создания инженерных приложений / Черных И. В. – М. : Диалог, 2003. – 236 с.
4. Пурдик В.П., Поздняков М.Ю. Експериментальне дослідження динамічних характеристик гнучких рукавів високого тиску./XIV Міжнародна науково-технічна конференція АС ППІ. Промислова гідраліка і пневматика. м. Одеса 18-19 вересня 2013 р. С. 130.
5. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем/ Д.Н.Попов.-М.: Машиностроение, 1976. – 424 с.
6. Kozlov L. Digital PD controller for dynamic correction of the differential component coefficient for mechatronic hydraulic system / L.Kozlov // Tehnomus journal: Proceedings of the XVIIth International Conference «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies». – Suceava, Romania. – 2013. – С. 120-125.
7. Піонткевич О.В. [Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики](#) Вісник машинобудування та транспорту 2: ВНТУ, Вінниця 2016., с. 68– 76.

Пурдик Віктор Петрович – к.т.н., доц., доцент кафедри технологій та автоматизації машинобудування, e-mail: victor.purdik@gmail.com; Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Перепелиця В'ячеслав Ігорович – аспірант, інженер факультету машинобудування та транспорту, e-mail: pvi_92@ukr.net; Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Purdik Victor Petrovych - Cand. Ts. (Eng.), Assistant Professor of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering

Perepelitsya Vyacheslav Ihorovych - PHD student of the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering