

**І. В. Ночніченко, к.т.н., старший викладач,  
О. С. Галецький, к.т.н., старший викладач**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ПРЕСУ ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ SOLIDWORKS FLOW SIMULATION**

**Вступ.** Гідравлічні преси (рис. 1) застосовуються у різних галузях машинобудування для автоматизації процесів штампування, вирубки, формування та інших технологічних операцій. В свою чергу постійний розвиток промисловості ставить нові і більш жорсткі вимоги до характеристик технологічного обладнання.

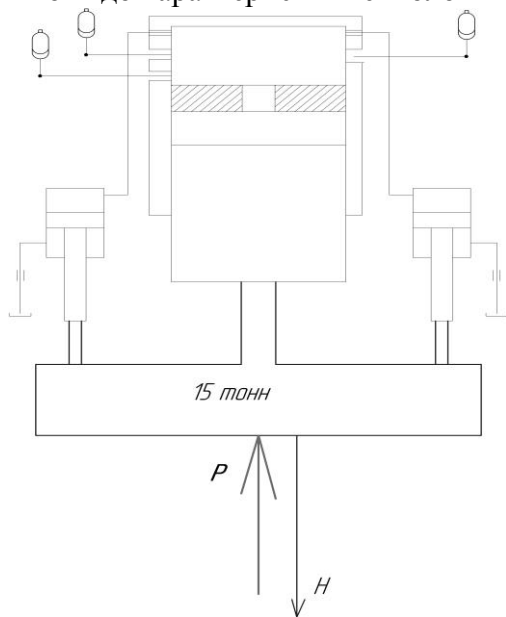


Рисунок 1 – Принципова схема гідравлічного пресу

Основними параметрами, що забезпечують потрібні характеристики гідравлічного пресу, є розвиваєме зусилля та максимальна швидкість руху пуансону при максимальному зусиллі. В свою чергу ці параметри можуть змінюватися в процесі роботи преса в залежності від умов експлуатації та оброблювальних матеріалів. Для покращення робочих характеристик пресу виникає необхідність в моделюванні гідродинамічних процесів в гідравлічних лініях та камерах пресу.

**Актуальність.** Тенденції останніх років по зменшенню енергетичних витрат гідравлічних пресів виконується шляхом модернізації наявного пресового обладнання та впровадженні гібридної системи керування при порівняно невисокому гідравлічному опорі. Втрати тиску переважно визначають експериментальним шляхом залежно від конструктивних параметрів пресу, реальної швидкості та технологічних параметрів.

Відсутність надійних способів прогнозування основних робочих характеристик пресів створює значні труднощі під час розроблення нових та модернізації базового обладнання, а наявні експериментальні методи є трудомісткими та бувають економічно нераціональними.

Тому задача з модернізації характеристик пресів типових конструкцій з метою прогнозування їх основних робочих характеристик є актуальною.

**Результати досліджень.** Моделювання проводилося в середовищі Flow Simulation SolidWorks. У блоці числового розрахунку використовується рівняння Нав'є Стокса (1), що дозволяє отримати значення розподілення тиску та швидкості в гідравлічних лініях та робочих камерах гідравлічного пресу.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \nabla(V \otimes V) = -\frac{\partial p}{\rho} + \frac{1}{\rho} \nabla(\mu + \mu_c)(\nabla V + (\nabla V)^T) + (1 - \frac{\rho_{hyd}}{\rho})g \quad (1)$$

$$\nabla V = 0$$

де  $V$  – швидкість руху рідини;  $t$  – час;  $p$  – тиск;  $\rho$  та  $\rho_{hyd}$  – густина частинок та рідини відповідно;  $T$  – температура;  $g$  – вектор сили тяжіння;  $\mu$  – молекулярна динамічна в'язкість;  $\mu_t$  – динамічна в'язкість.

Окрім рівняння Нав'є-Стокса, пакет використовує наступні базові рівняння:  
- енергії:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \nabla(Vh) = \frac{1}{\rho} \nabla \left( \left( \frac{\lambda}{c_{cp}} + \frac{\mu_t}{P_{rt}} \right) \nabla h \right) + \frac{Q}{\rho}, \quad (2)$$

де  $h$  – глибина стовпчика рідини на якій  $p=0$ ;  $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності;  $P_{rt}$  – турбулентне число Прандтля;  $Q$  – кількість частинок;  $c_{cp}$  – питома теплоємність.

- рівняння розрахунку середніх квадратів пульсацій:

$$\frac{\partial g_c}{\partial t} + \nabla(\rho V_{g_c}) = \frac{1}{\rho} \nabla(\mu_t \nabla g_c) + Q_g, \quad (3)$$

$$Q_g = 2.8\mu_t(\nabla g_c)^2 - 2\frac{\rho \varepsilon g_0}{k}, \quad (4)$$

де  $\varepsilon$  – дисипативна доля турбулентної енергії;  $k$  – турбулентна енергія.

Моделювання проводилося за наступних параметрів та граничних умов додати: діаметр підвідного трубопроводу – 80 мм; діаметр трубопроводів бокових циліндрів – 50 мм; діаметр дроселю плунжерної камери – 150 мм; діаметр плунжера – 500 мм; діаметр поршневої порожнини бокових циліндрів – 250 мм; максимальний робочий хід плунжера – 500 мм; маса рухомих частин пресу – 15 т; тиск у підвідному трубопроводі – 310 бар; початкова температура робочої рідини – 293,15 К; теплообміном між рідиною та стінками нехтується; тип робочої рідини – МГ-30.

Фіксування даних проводилося при усталеному русі плунжера, при цьому фіксувалося розподілення тиску (рис. 2 а) та швидкості робочої рідини (рис. 2 б) у каналах та порожнинах. Аналіз траєкторії руху (рис. 2 а, б) закрученого гідравлічного потоку в пресі дає змогу розробити практичні рекомендації під час створення нових та модернізації наявних гідравлічних пресів. Значно скорочується час та затрати на розробку, проектування та експериментальні дослідження пресів.

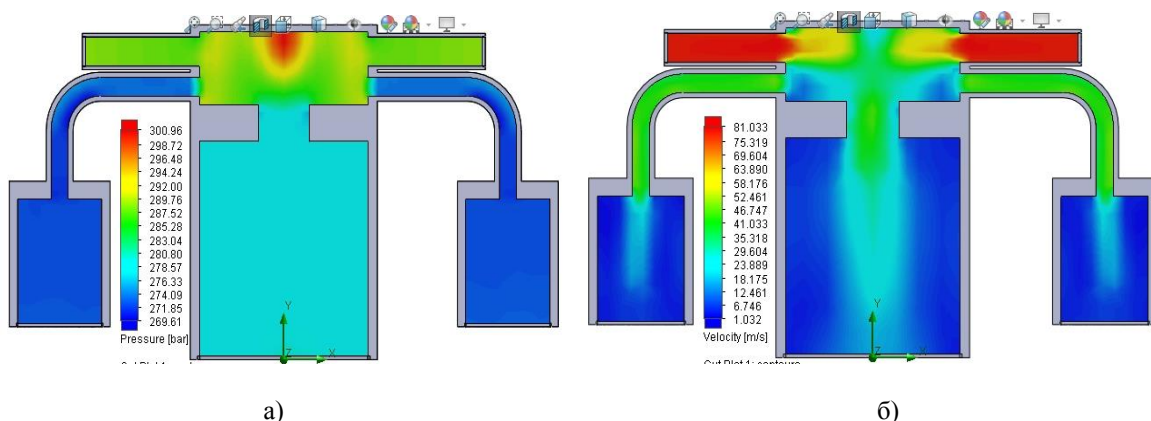


Рисунок 2 – Розподіл тиску а), та швидкості руху робочої рідини у каналах і порожнинах б) гідравлічного пресу

Отримані залежності (рис. 3) дозволяють обрати раціональні параметри діаметрів трубопроводів та дросельних шайб для забезпечення пропорційного розподілу тиску по активним порожнинам гідравлічного пресу.

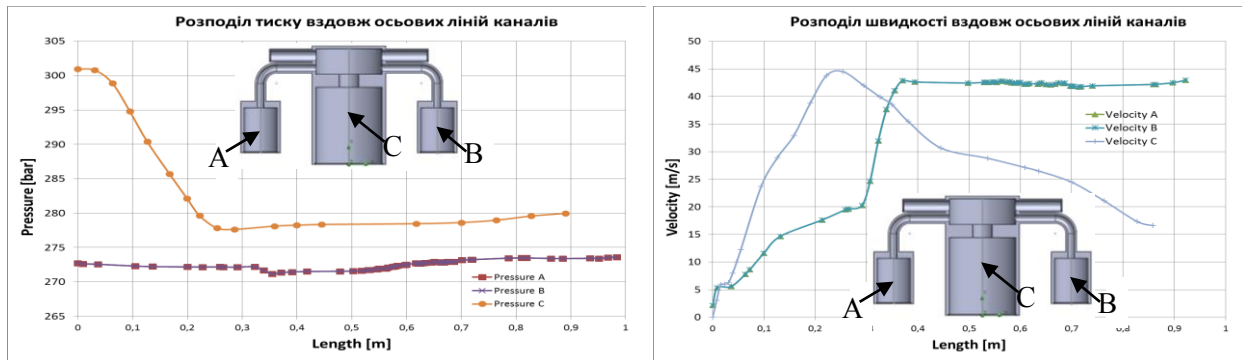


Рисунок 3 – Залежність розподілу тиску та швидкості руху вздовж осьових ліній каналів А, В та С.

**Висновки.** В результаті отримано розподіл тиску і швидкості руху робочої рідини по довжині гідравлічних ліній та елементів гідравлічного пресу, визначено втрати тисків, місцеві опори. Отримана математична модель може бути застосована для проектування гідравлічного пресу, що забезпечить відповідність поставленим вимогам.

### Література

1. Алямовский А. А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Авторы: Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В., Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.: ил. ISBN 5-94157-558-0

УДК 629.114.4

**В. П. Пурдик, к.т.н., доцент,  
Н. А. Возній, аспірант**

*Вінницький національний технічний університет*

## ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Обмежені світові запаси вуглеводних енергетичних ресурсів ставить серйозні задачі перед суспільством по пошуку альтернативних відновлюваних джерел енергозабезпечення. Одним із реальних ефективних варіантів є використання відходів деревообробної промисловості (деревяна стружка) та відходів переробної промисловості сільськогосподарського напрямку (солома, лушпиння соняшника гречки, льону та ін.). Використання вищеназваних видів палива в прямому вигляді неефективно, тому його необхідно привести до потрібного стану, який буде конкурувати по теплотворності з вугіллям – це так звані брикети та пелети. Цю проблему можливо вирішити методами пресування сировини для досягнення її щільності до необхідних кондицій [1].

При проектуванні такого обладнання необхідно знати його основні технічні параметри, тобто тиск та швидкість пресування, величину фракції та вид породи вихідної сировини. З цією метою авторами були проведені експериментальні дослідження на спеціальному стенді з гідравлічним приводом (рис. 1), до складу якого входить мультиплікаторний гідроциліндр, здатний створювати тиск пресування до 100,0 МПа, а також давачі тиску та переміщення [2].