



Бадьора Н. П.

Петрусь В. В.

Коц І. В.

**Вінницький  
національний  
технічний  
університет**

УДК 674.048.2:621.22

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСОЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ

*Виконано аналіз експериментальних і теоретичних результатів закономірностей переміщення поршня та зміни тиску в гідросистемі досліджуваного просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом.*

*The analysis was performed experimental and theoretical results of piston displacement patterns and changes in hydraulic pressure impregnating the device with hydroimpulse drive.*

### Вступ

Деревина є одним з найпоширеніших будівельних матеріалів, який широко застосовується як декоративний матеріал при будівництві та оздобленні будівель та споруд. Невеликий її термін експлуатації за рахунок гниття і горіння зумовлює доцільність та актуальність розробки нового гідроімпульсного устаткування, яке створює умови проникнення спеціальних розчинів на більшу глибину і, як наслідок, підвищувати довговічність матеріалу та збільшувати його термін експлуатації. Відомі конструкції пристроїв та устаткування не забезпечують бажаного результату за рахунок використання поверхневого просочення або просочення матеріалу на досить невелику глибину [1,2]. Таким чином, подальші експериментальні дослідження характеристик і параметрів роботи обладнання для гідроімпульсного баротермічного просочування деревини з метою їх якісного вдосконалення є актуальними і необхідними.

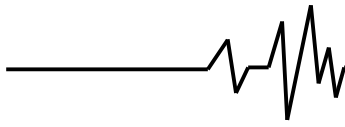
### Постановка задачі

Задачею роботи є дослідження плунжерного ступінчастого органу просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом, а також встановлення закономірностей зміни тиску в напірній магістралі устаткування. Виконати порівняльний аналіз отриманих експериментальних результатів з теоретичними даними.

### Основна частина

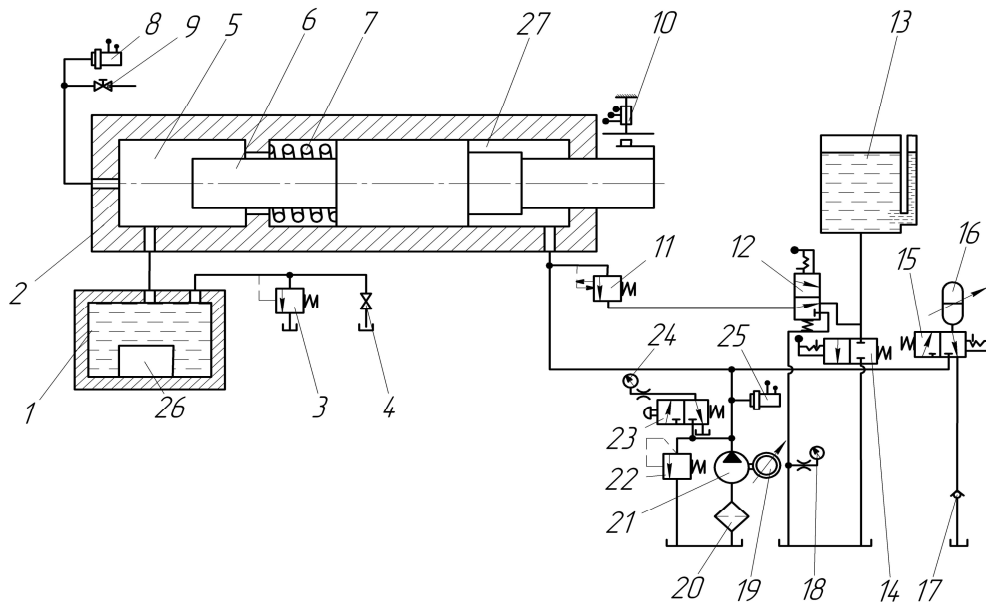
Гідравлічний випробувальний стенд (рис.1) містить гідронасос 21, запобіжний клапан 22, манометр 24, за яким налагоджувався максимальний тиск в гідросистемі та який з'єднується з нею за допомогою гідророзподільника 23.

Основними вузлом гідравлічного випробувального стенда є вузол гідравлічного навантаження, який включає корпус 2, плунжерний ступінчастий орган 6, що рухомо встановлений в цьому корпусі і підпружинений відносно нього за допомогою пружини 7. Правий плунжер ступінчастого органу 6 входить в нагнітальну робочу камеру вузла навантаження 5, яка гідравлічно зв'язана із просочувальною камерою 1, всередині якої розташований оброблюваний матеріал 26. Окрім того, до внутрішньої порожнини просочувальної камери 1 приєднано запобіжний клапан 3 і повітровипускний клапан 4. Тиск в робочій камері вузла навантаження 5 фіксується за допомогою сенсора тиску рідини 8. Заповнення просочувальної камери 1 і робочої камері вузла навантаження 5 технологічною рідиною для просочування здійснюється через вентиль для заповнення і зливу 9. Лівий плунжер ступінчастого робочого органу 5 розташований у силевій робочій камері 27, до якої приєднана напірна магістраль від привідного гідронасоса 21. До напірної магістралі приєднано спеціальний генератор імпульсів тиску у робочій рідині – гідроімпульсний клапан 12. Для визначення



витратних характеристик привідної гідросистеми злив гідроімпульсного клапана 11 через гідрозподільник 12 приєднаний до мірного бака 13, спорожнення якого здійснюється через гідророзподільник 14. З метою дослідження характеристик привідної

гідросистеми, зокрема, залежності параметрів силового гідроприводу вузла навантаження від загального об'єму його гідросистеми передбачено регульовану ємність для імітації зміни її об'єму 16, яка через гідророзподільний пристрій 15 приєднана до напірної магістралі.



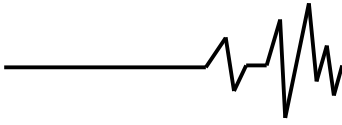
**Рис. 1. Принципова гідрокінематична схема випробувального стенда:**  
1 – просочувальна камера; 2 – корпус вузла гідравлічного навантаження;  
3 – запобіжний клапан; 4 – повітровипусний кран; 5 – робоча камера вузла навантаження; 6 – плунжерний ступінчастий робочий орган; 7 – силова пружина; 8 – сенсор тиску рідини у просочувальній камері; 9 – вентиль для заповнення і зливу просочувальної рідини; 10 – магнітострикційний сенсор переміщення ступінчастого робочого органу 6; 11 – гідроімпульсний клапан; 12, 14, 15 і 23 – гідророзподільники; 13 – мірний бак; 16 – регульована ємність для зміни об'єму привідної гідросистеми; 17 – клапан зворотній; 18, 24 – манометри; 19 – регульований електропривід привідного гідронасоса; 20 – фільтр; 21 – привідний гідронасос; 22 – запобіжний клапан привідної гідросистеми; 25 – сенсор тиску у привідній гідросистемі; 26 – оброблюваний матеріал; 27 – привідна робоча камера

Регулювання витрати робочої рідини в гідросистемі здійснювалося в автоматичному режимі шляхом зміни частоти обертання приводного двигуна 19 за допомогою частотного перетворювача "Altivar 28" фірми Schneider Electric. Насос 21 сполучено з сітчастим фільтром 20, вбудованим у всмоктувальний відсік гідробака. Зливні гідролінії сполучені з гідробаком.

Перед початком експериментальних випробувань зразки оброблюваного матеріалу 26 встановлюються у просочувальній камері 1. Потім вона заповнюється технологічною

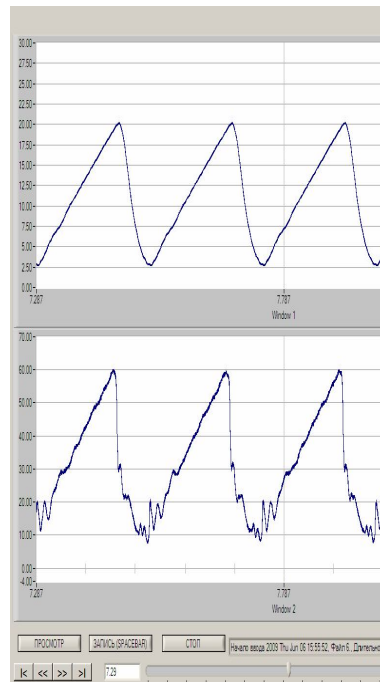
рідиною. При заповненні технологічною рідиною необхідно обов'язково через спеціальний вентиль випустити залишки повітря із порожнин заповнених технологічною рідиною.

Після складання гідравлічних вузлів, проводилася попередня перевірка їх працездатності. Після завершення допоміжних робіт, коли спостерігався стійкий режим роботи експериментальної установки, переходили до визначення кількісних характеристик робочого процесу.



Далі проводилося осцилографування характеру зміни основних параметрів робочого процесу просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом. На рис. 2 та 3 наведено ряд типових осцилограм зміни основних параметрів просочувального агрегату

з гідроімпульсним приводом, отриманих в ході проведення експериментів при зміні параметрів гідросистеми, зокрема, величин продуктивності  $Q_H$  і тиску  $p_H$  приводного насоса. Всі осцилограми записувалися лише після досягнення стійкого режиму роботи установки.



1

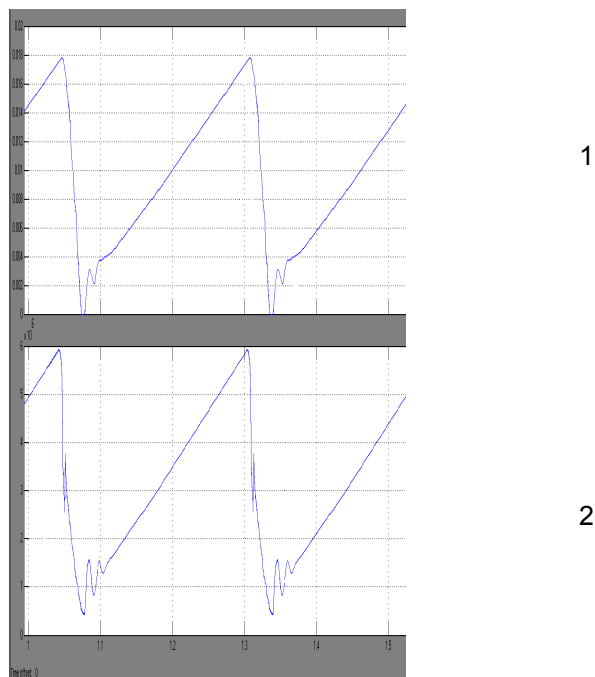
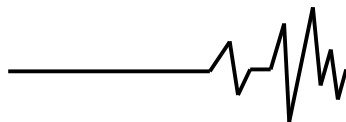
2

**Рис. 2. Експериментальні осцилограми робочого процесу просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом: 1 – переміщення плунжерного ступінчастого робочого органу  $x(t)$ ; 2 – тиск в напірній магістралі  $p_H(t)$**

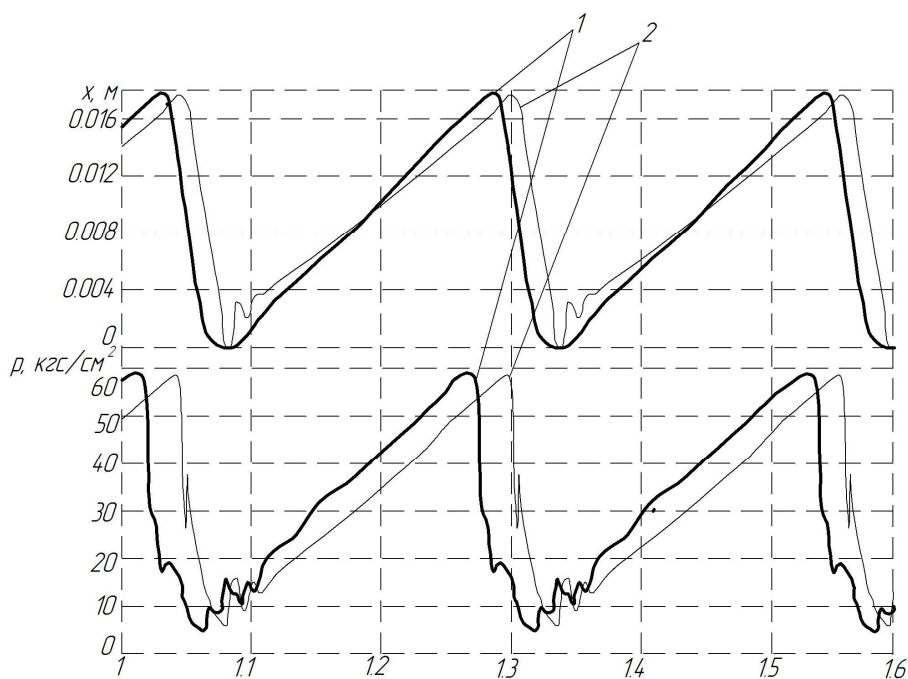
На рис. 2. наведені типові осцилограми робочого процесу, а саме: відображена зміна тиску в напірній магістралі  $p_H(t)$  та переміщення поршня  $x(t)$  при сталих вихідних параметрах приводної гідросистеми (продуктивність приводного насоса 10 л/хв, тиск в напірній магістралі 60 кгс/см<sup>2</sup>). При цьому частота ходів робочого органу складала 4,6 Гц при величині ходу  $l = 18$  мм.

Окрім того, на рис. 3 наведено осцилограми зміни тиску в гідросистемі та довжини ходу плунжерного ступінчастого робочого органу в часі, що були отримані в результаті математичного моделювання в операційному середовищі SIMULINK пакета MATLAB 7.7 при продуктивності приводного насоса  $Q_H = 9,12$  л/хв, об'ємі гідросистеми  $W =$

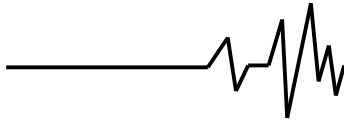
1,5 л та величині ходу поршня з плунжерами  $l = 18$  мм, які відповідають експериментальним осцилограмам, наведеним на рис. 2, а на рис. 3 – порівняння осцилограм, отриманих експериментальним шляхом, з осцилограмми, що були отримані в результаті реалізації математичної моделі в середовищі MATLAB 7.7. При цьому, частота ходів робочого органу згідно експериментальних даних складала 3,71 Гц, продуктивність ПСА  $Q = 9,01$  м<sup>3</sup>/год. Математична модель дала такі дані: частота ходів робочого органу 3,8 Гц, продуктивність ПСА  $Q = 9,88$  м<sup>3</sup>/год. Отже, при даному режимі роботи отримано наступні розбіжності між теоретичними та експериментальними дослідженнями: похибка за частотою ходів 2,43 %, за продуктивністю ПСАГП– 9,66 %.



**Рис. 3.** Результати математичного моделювання в операційному середовищі SIMULINK пакета MATLAB 7.7: 1 – осцилограма переміщення плунжерного ступінчастого робочого органу, мм; 2 – осцилограма зміни тиску в напірній магістралі гідросистеми, Па



**Рис. 4.** Порівняння результатів експериментальних і теоретичних досліджень: 1 – експериментальні криві переміщення поршня та тиску в гідросистемі (див. рис. 2); 2 – ті ж криві, отримані в результаті математичного моделювання



На рис. 4 помітно деякий зсув по фазі між осцилограмами, що отримані експериментальним шляхом та осцилограмами, отриманими в результаті математичного моделювання. Це пояснюється, найімовірніше, тим, що в математичній моделі не в повній мірі враховано податливість гідросистеми, адже числові значення коефіцієнта стисливості та модуля пружності рідини були взяті згідно експериментальних досліджень, проведених раніше для гідроприводів інших машин [3-7], що й могло дати певну похибку при дослідженні саме даного просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом. Крім того, слід відзначити, що цей зсув по фазі не має тенденції щодо його збільшення, а носить сталий характер.

### Висновок

Порівняння експериментальних та теоретичних досліджень показали їх достатню близькість в межах досліджуваного діапазону, тобто при продуктивності приводного насоса гідросистеми від 5 до 12 л/хв., величині ходу від 18 до 24 мм. Діапазон порівняння був вибраний, виходячи з умов оптимальності, тобто в межах технічних можливостей досліджуваного просочувального агрегату з гідроімпульсним приводом. Співставлення даних, отриманих з осцилограм і результатів аналітичного розрахунку параметрів за допомогою ЕОМ згідно запропонованої математичної моделі, свідчить про прийнятну достовірність запропонованої методики проектного розрахунку, а також про адекватність математичної моделі реальному робочому процесу, максимальна відносна похибка порівняння теоретичних та

експериментальних досліджень склала приблизно 16,5 %.

### Література

1. Патент № 85025 (54) України U B27K 3/00 Спосіб просочування деревини /С.М.Аринкін – 200802693, Заявл.: 03.03.2008. Одерж.: 10.12.2008.
2. Патент № 2307026 С1 Российской Федерации B27K3/10. Сушильно-пропиточный комплекс / Серков С.В., Заявлен: 13.06.2006. Получен: 27.09.2007.
3. Васильченко В. А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник / В. А. Васильченко – М.: Машиностроение, 1983. – 301 с.
4. Гамынин Н. С. Динамика быстродействующего гидравлического привода / Н. С. Гамынин, Ю. К. Жданов, Д. Л. Климашин. – М.: Машиностроение, 1979. – 80 с.
5. Дьяконов В. П. MATLAB 7.7/R2006/ R2007 / В. П. Дьяконов . – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.
6. Іскович- Лотоцький Р. Д. Генератори імпульсів тиску для керування гідроімпульсними приводами вібраційних та віброударних технологічних машин: монографія / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р. Р. Обертюх, М. Р. Архипчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 171 с.
7. Коц І. В. Гідроімпульсні ін'єктори для нагнітання будівельних сумішей при реконструкції будівель та споруд / І.В. Коц, В.В. Петрусь // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: зб. наук. праць. – 2009. – вип. 8. – С. 473 – 480.