

## МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА З ДВОКАСКАДНИМ КЛАПАНОМ-ПУЛЬСАТОРОМ

Іванчук<sup>1</sup> Я. В., Іскович-Лотоцький<sup>1</sup> Р. Д., Коц<sup>1</sup> І. В., Севостьянов<sup>2</sup> І. В.

1 – Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

2 – Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

***Анотація.** Для реалізації найбільш ефективних режимів вібраційного впливу на оброблювані матеріали та середовища перспективним є застосування вібраційних та віброударних машини гідроімпульсним приводом. Основною складовою частиною гідроімпульсного привода є клапан-пульсатор, або генератор імпульсів тиску, який забезпечує керування режимом роботи вібраційної і віброударної машини, має просту конструкцію, компактний, з широким діапазоном регулювання робочих параметрів та можливістю роботи в автоматизованому режимі. Дане дослідження присвячене теоретичному дослідженню гідродинамічних процесів, що протікають в гідроімпульсному приводі вібраційних і віброударних машин на базі двокаскадного клапана пульсатора. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів системи, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсного привода на базі двокаскадного клапана пульсатора.*

***Ключові слова:** клапан-пульсатор, вібрації, гідродинаміка, моделювання, привод*

Вібраційні технології широко використовуються в технологічних процесах виробництва. Це пояснюється тим, що використання вібраційного навантаження дозволяє підвищити продуктивність обладнання, скоротити виробничий цикл і покращити якість готового продукту. У промисловості та сільському господарстві вібраційна техніка використовується для інтенсифікації таких процесів, як транспортування і дозування матеріалів, розділення сумішей на фракції, подрібнення і ущільнення, фільтрування, гранулювання, формування, сушіння тощо [1].

На даний час знаходить широке застосування математичного моделювання робочих процесів в різних технологічних пристроях, за допомогою якого можна глибоко і повно досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики роботи пристрою і намітити конкретні шляхи їх покращення, істотно знизивши при цьому об'єми експериментальних досліджень.

Гідроімпульсний привод (ГП) [2] вібраційних (ВМ) і віброударних машин (ВУМ) реалізований за різними принциповими схемами [3], вид яких визначається технологічним призначенням машини, типом і схемою приєднання генератора імпульсів тиску (ГІТ) [4] до виконавчого, чи групи виконавчих гідродвигунів, та характером вібронанавтаження об'єкта технологічного впливу. На рівні із відомими типовими схемами гідроімпульсних приводів ВМ та ВУМ з різними схемами приєднання до виконавчого гідродвигуна ГІТ [5], особливої уваги має місце типова схема (рис.1) з двоходовим (дволінійним) ГІТ 1, приєднаним за схемою „на виході” [1, 4] до плунжерного гідроциліндра 2, плунжер якого кріпиться до виконавчої ланки 3, пружно встановленої через пружини 4 відносно станини 5, є найпростішою.

Принцип роботи цього типу ГП (див. рис. 1) полягає в періодичному сполученні порожнини А гідроциліндра 2 та напірної гідролінії через ГІТ 1 зі зливною гідролінією. ГІТ 1 відкривається внаслідок збільшення тиску в гідросистемі привода до величини  $p_r \geq p_1$  ( $p_1$  – тиск „відкриття” ГІТ) і закривається, коли тиск в порожнині А зменшується до рівня  $p_r \geq p_2$  ( $p_2$  – тиск „закриття” ГІТ).

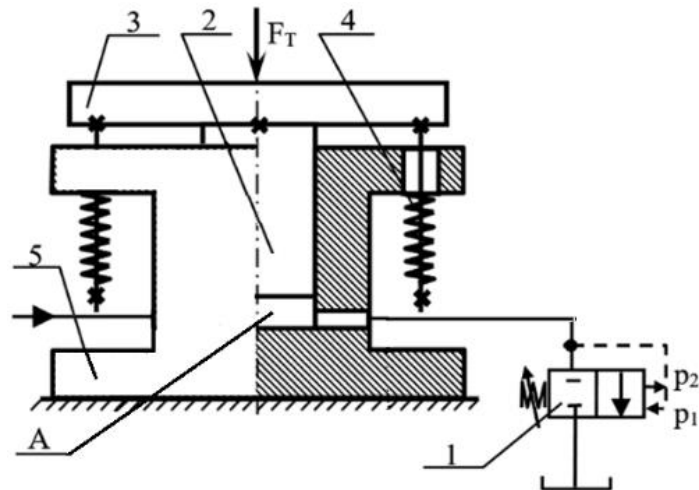


Рис. 1. Типова схема гідроімпульсного привода ВМ та ВУМ з встановленням ГІТ «на виході»

Таким чином в порожнині *A* генеруються імпульси тиску з амплітудою  $\Delta p = p_1 - p_2$ . Частота проходження імпульсів тиску визначається гідромеханічними характеристиками ГІТ 1 та подачею гідронасоса привода. Виконавча ланка 3 вібрує із частотою проходження імпульсів тиску, а амплітуда цих вібрацій залежить від рівня  $p_1$ , який може змінюватись регулятором тиску відкриття ГІТ 1, технологічного зусилля  $F_T$ , сил тертя та сумарної сили пружин 4, які забезпечують разом із технологічним зусиллям  $F_T$  і сумарними силами ваги виконавчої ланки 3 (за умови її вертикального розташування) повернення цієї ланки у початкове положення.

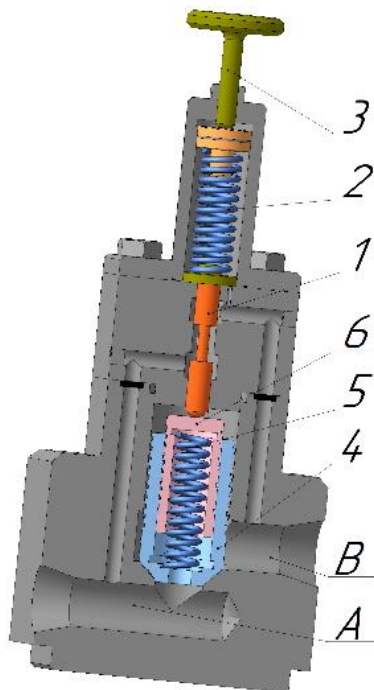


Рис. 2. Загальний вигляд у розрізі конструкції клапана другого каскаду

Переваги цього типу гідроімпульсного привода – конструктивна простота, регулювання амплітуди вібрацій зміною тиску „відкриття” ГІТ 1, що здійснюється простими механізмами (регульовальний гвинт), та простота реалізації віброударного режиму, особливо під час зворотного ходу виконавчої ланки 3. Як недолік розглянутої схеми слід відмітити залежність амплітуди і частоти вібрацій від зміни технологічного зусилля  $F_T$ .

Основним елементом гідроімпульсного привода ВМ та ВУМ є генератор імпульсів тиску (рис. 2), який забезпечує періодичну зміну тиску робочої рідини в робочій порожнині гідроциліндра привода [6, 7] при постійній подачі гідронасоса.

Найпростіша конструктивна схема двокаскадного ГІТ, представлена на рисунку 2. Даний ГІТ складається із запірно-розподільних ланок 1 і 2, де ланка 1 є клапаном першого каскаду у вигляді золотника навантажена пружиною 2, попередня деформація якої може регулюватись гвинтом 3, а ланка 4 є клапаном другого каскаду у вигляді запірного конуса. У свою чергу клапан другого каскаду 4 навантажений пружиною 5 від проміжного золотника 6. Напірна порожнина *A* приєднується безпосередньо до гідронасоса та гідродвигуна. Зливна порожнина *B* відділяється від напірної порожнини *A* контактом запірного елемента клапана другого каскаду 4 по кромці сідла.

Для моделювання гідродинамічних процесів роботи ГП на базі двокаскадного клапана-пульсатора ми використали програму FlowVision [2, 6]. Дана програма дозволяє розв'язувати складні гідродинамічні задачі за допомогою методу кінцевих об'ємів.

Результатами моделювання є розподіл тиску і швидкості робочої рідини в робочій порожнині ГП (рис. 2), а також зміни кінематичних параметрів запірних елементів (рис. 3). Додаткові результати моделювання приведені у працях [6].

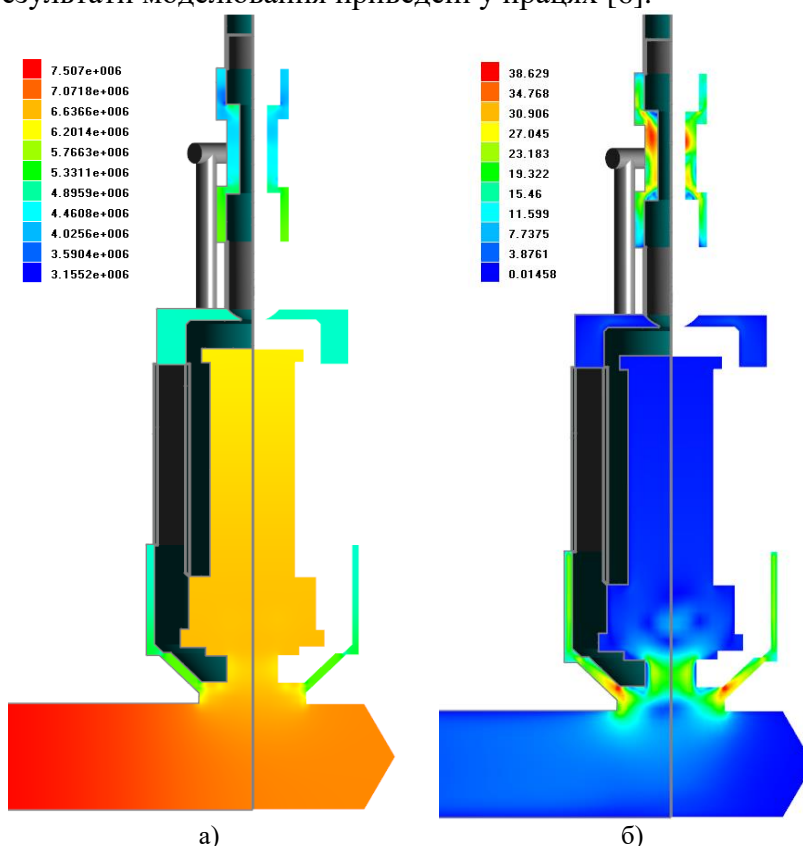


Рис. 2. Результати моделювання роботи ГП на базі двокаскадного клапана-пульсатора: а) – розподіл тиску робочої рідини; б) – розподіл швидкості робочої рідини

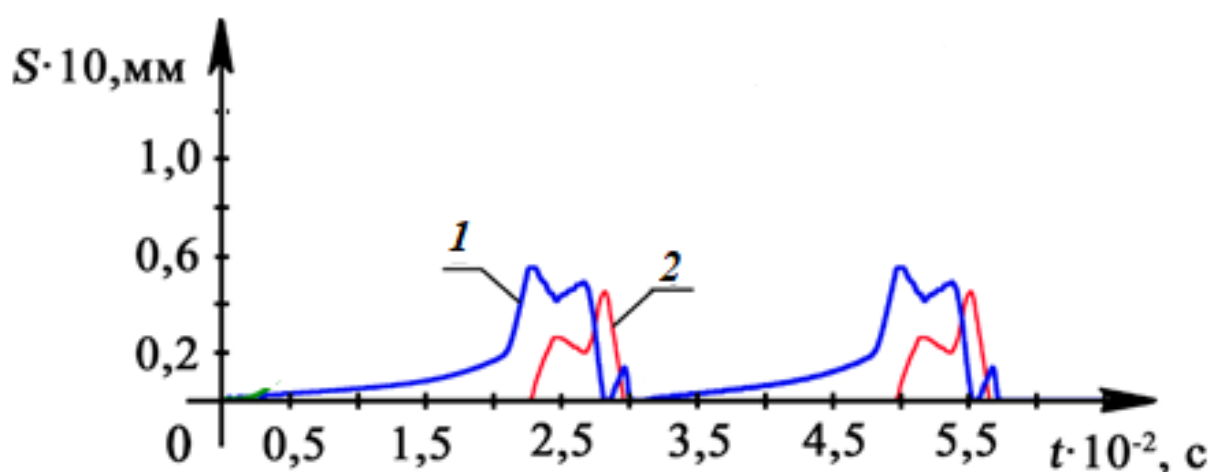


Рис. 3. Діаграми зміни переміщення рухомих елементів ГП віброударного пристрою: 1 – клапан першого каскаду; 2 – клапан другого каскаду

Розроблено ефективну конструкцію ГПП, на базі двокаскадного клапана-пульсатора, для реалізації найбільш ефективних режимів вібраційного впливу на оброблювані матеріали та середовища. На основі розробленої математичної моделі методом кінцевих об'ємів за допомогою ЕОМ отримано робочі залежності для визначення робочих характеристик ГПП, на базі двокаскадного клапана-пульсатора. Отримані результати чисельного моделювання роботи ГПП, показав переваги обраного підходу до проектування, а також дозволив довести ефективність розробленої конструкції ГПП, на базі двокаскадного клапана-пульсатора.

## Modeling operating processes of a hydropulse drive with a two-stage pulse valve

**Ivanchuk Yaroslav, Iskovich-Lototskyi Rostislav, Kots Ivan, Sevostyanov Ivan**

**Abstract.** *For the implementation of the most effective modes of vibrational effects on the processed materials and media, the use of vibrational and vibration-shock machines with a hydro-pulse drive is promising. The main component of a hydro-pulse drive is a pulsating valve, or a pressure pulse generator. It provides control of the operating mode of the vibrating and vibro-shock machine, has a simple design, compact, with a wide range of regulation of operating parameters and the ability to work in an automated mode. This study is devoted to a theoretical study of the hydrodynamic processes occurring in the hydraulic drive of vibration and shock machines based on a two-stage pulsator valve. Using the finite volume method, the main dependencies of the system operating parameters were determined. This made it possible to evaluate the effectiveness of the developed design of a hydro-pulse drive based on a two-stage pulsator valve.*

**Keywords:** *pulsating valve, vibration, hydrodynamics, modeling, drive.*

### Список літератури

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Технологія моделювання оцінки параметрів формоутворення заготовок з порошкових матеріалів на вібропресовому обладнанні з гідроімпульсним приводом : монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, О. В. Зелінська, Я. В. Іванчук. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 152 с.
2. Іскович–Лотоцький Р. Д. Розрахунок температурних полів в робочих зонах піролізної установки / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Н. Р. Веселовська, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Міжвузівський збірник наукових праць "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2013. – Випуск 42. – С. 113 – 120.
3. Іскович–Лотоцький Р. Д. Математичне моделювання робочих процесів інерційного вібропрес–молота з електрогідравлічною системою керування гідроімпульсного привода для формоутворення заготовок з порошкових матеріалів // Р.Д. Іскович–Лотоцький, В.П. Міськов, Я.В. Іванчук // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2016, – №3(237). – С. 176 – 180.
4. Іванчук Я. В. Метод чисельного моделювання гідродинамічних процесів / Я. В. Іванчук, А. А. Яровий, К. О. Коваль // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, 2019. – № 1 (44). – С. 37 – 45.
5. Іванчук Я. В. Математичний метод визначення стійкості коливальних систем під дією зовнішнього вібраційного навантаження / Я. В. Іванчук / Технічні науки та технології : науковий журнал / Чернігів. нац. техн. ун-т. – Чернігів : ЧНТУ, 2018. – № 2 (12). – с. 25 – 33 . doi: 10.25140/2411-5363-2018-2(12)-25-33.
6. Іванчук Я. В. Математичне моделювання технологічного процесу руйнування гірської породи віброударним пристроєм з гідроімпульсним приводом // Праці Одеського політехнічного університету. – Одеса, 2018. - № 3(56). – С. 5-18.