

# МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА З ОДНОКАСКАДНИМ КЛАПАНОМ-ПУЛЬСАТОРОМ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають в гідроімпульсному приводі на базі однокаскадного клапана-пульсатора. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів вібраційної машини, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсного приводу з однокаскадним клапаном-пульсатором.

**Ключові слова:** моделювання, скінчені об'єми, гідроциліндр, вібрації, клапан-пульсатор, привод.

## Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes is carried out, as the main working processes taking place in the hydroterminal on the basis of a single-stage valve-pulsator. Using the finite volume method, the main dependencies of the operating parameters of the vibration machine parameters were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed hydraulic impulse drive design with a single-stage valve pulsator.

**Keywords:** modeling, finite volumes, hydraulic cylinder, vibration, pulsator valve, drive.

## Вступ

При розробці перспективних вібраційних машин (ВМ) на базі гідроімпульсного приводу однією із головних проблем являється створення ефективної конструкції генератора імпульсів тиску (клапану пульсатора), який забезпечує керування режимами роботи вібраційної машини.

В даний час знаходить широке застосування математичне моделювання гідродинамічних процесів гідроімпульсних приводів з використанням ЕОМ, за допомогою якого можна глибоко і в повному обсязі досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики робочих процесів вібраційних машин і намітити конкретні шляхи їх поліпшення, істотно знизивши при цьому обсяги складних теоретичних і експериментальних досліджень.

## Результати дослідження

На кафедрі галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету були розроблені оригінальні конструкції гідроімпульсних приводів ВМ [1, 2]. Гідроімпульсний привод ВМ реалізований за різними принциповими схемами (рис. 1), від яких визначається технологічним призначенням машини, типом і схемою приєднання клапана-пульсатора до виконавчого, чи групи виконавчих гідродвигунів, та характером вібронавантаження об'єкта технологічного впливу (однокоординатне навантаження або складно-просторове).

Схема (рис. 1, а) з однокаскадним клапаном-пульсатором 1, приєднаним за схемою „на виході” 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 гідроімпульсного приводу полягає в періодичному сполученні порожнини А гідроциліндра 2 та напірної гідролінії через клапан-пульсатор 1 зі зливною гідролінією. Клапан-пульсатор 1 відкривається внаслідок збільшення тиску в гідросистемі приводу до величини  $p_r \geq p_1$  ( $p_1$  – тиск „відкриття” клапана-пульсатора) і закривається, коли тиск в порожнині А зменшується до рівня  $p_r \leq p_2$  ( $p_2$  – тиск „закриття” клапана-пульсатора).

Гідроімпульсний привод, побудований за схемою на рисунку 1, б оснащується трилінійним (триходовим) клапаном-пульсатором 1, встановленим по відношенню до гідродвигуна 2 за схемою „на вході”. Така схема приєднання клапана-пульсатора вимагає наявності в напірній гідролінії циклового гідроакумулятора 3, який акумулює енергію тільки на один робочий (прямий) хід плунжера

гідродвигуна 2. Зазвичай гідроаккумулятор 3 з'єднується через клапан-пульсатора 1 з порожниною А гідродвигуна короткою гідролінією з малим гідравлічним опором.

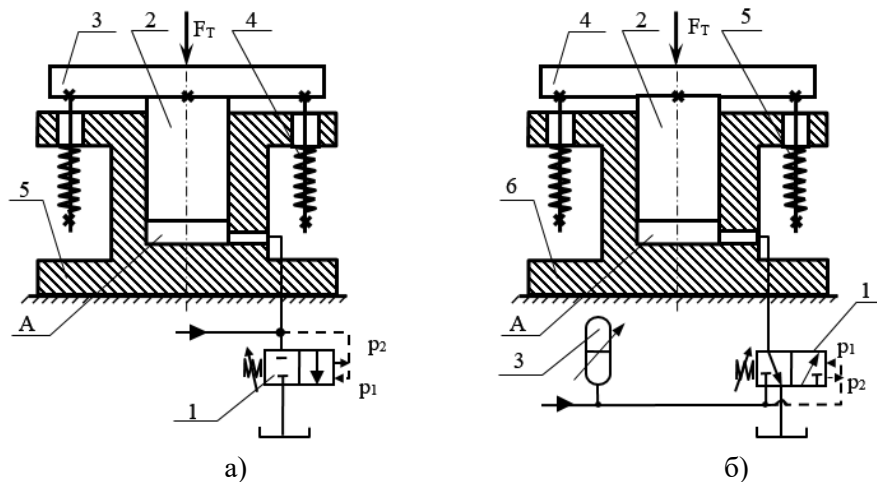


Рисунок 1 – Схеми гідроімпульсних приводів ВМ із вмиканням клапана-пульсатора: а) – „на виході”; б) – „на вході”;

Основною складовою частиною гідроімпульсного привода ВМ є клапан-пульсатор, що виконує функції генератора імпульсів тиску (ГІТ), який забезпечує керування режимом роботи вібраційної машини [3, 4]. Тому розробка ефективної конструкції однокаскадного клапана-пульсатора (рис. 2) для встановлення за схемою „на виході” до плунжерного гідроциліндра (рис. 1, а), робота якого базується на основі миттєвого збільшення зусилля, створюваного тиском  $p_1$  робочої рідини на його рухомому запірному елементі 1, що виконується у вигляді клапана-золотника (рис. 2, а) або кульки (рис. 2, б) являється актуальною.

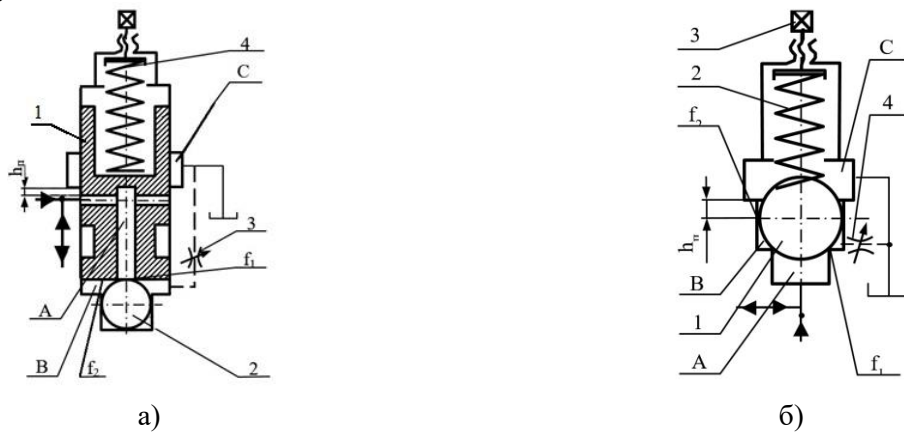
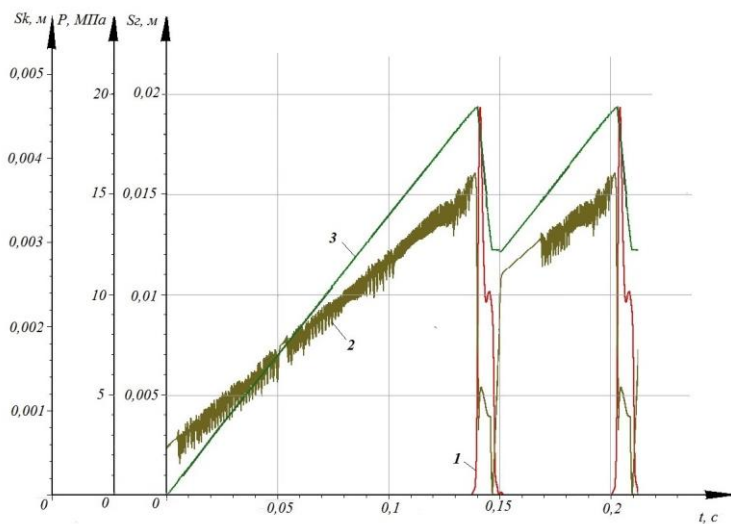


Рис. 2. Конструктивні схеми однокаскадних ГІТ із запірним елементом у вигляді: а) – клапана-золотника; б) – кульки;

Для отримання робочих характеристик ВМ, за допомогою програмного комплексу FlowVision було проведено чисельне моделювання, методом кінцевих об'ємів, гідродинамічних процесів в гідроімпульсному приводі з однокаскадним клапаном-пульсатором. На рисунку 3 показані графіки зміни тиску в порожнині А плунжерного гідроциліндра 2 (рис. 1, а), зміни переміщення плунжерного гідроциліндра 2 (рис. 1, а), а також зміни переміщення запірному елементу 1 клапана-пульсатора (рис. 2).



- 1) – графік переміщення запірною елемента клапана-пульсатора  $S_k(t)$ , м;
- 2) – графік зміни тиску в порожнині плунжерного гідроциліндра  $P(t)$ , МПа;
- 3) – графік зміни переміщення плунжерного гідроциліндра  $S_z$ , м

Рис. 3. Робочі характеристики ВМ на базі гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном-пульсатором

Також було отримано розподіл тиску і швидкостей робочої рідини в залежності від часу (рис. 4) в робочій порожнині гідроімпульсного привода.

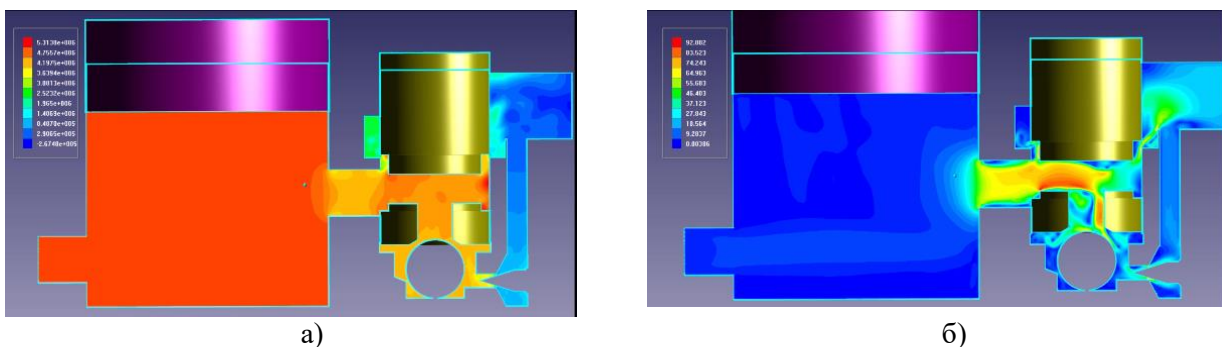


Рис. 4. Розподіл тиску (а) й швидкостей (б) в робочій порожнині гідроімпульсного привода на базі однокаскадного клапана-пульсатора

На основі результатів чисельного моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода ВМ, на базі однокаскадного клапана-пульсатора, були визначені його робочі характеристики, а саме тиск спрацювання клапана-пульсатора склав  $p_1=16$  МПа, тиск закриття  $p_2=5$  МПа, а частота коливань плунжерного гідроциліндра  $\nu=20$  Гц.

### Висновки

Незважаючи на складність розрахунків і прийнятих при математичному описі робочого процесу гідроімпульсного привода допущеннях, які в міру накопичення експериментальних даних можуть бути уточнені, перспективність використання автоматизованого проектування за допомогою сучасного програмного забезпечення очевидна [1-3].

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. Iskovych-Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials / R. Iskovych-Lototsky, O. Zelinska, Y. Ivanchuk, N. Veselovska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Industrial and technology systems. – 2017. – №1/1(85).

С. 9–17.

3. Іскович-Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів в піролізній установці для утилізації відходів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Східно-європейський журнал передових технологій. – Харків, 2016. – Том 1, № 8(79). – С.11–20.

4. Іскович-Лотоцький Р. Д. Оптимізація конструктивних параметрів інерційного вібропрес-молота // Р. Д. Іскович-Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вісник машинобудування та транспорту. – 2016. – №2. – С. 43 – 50.

**Іванчук Ярослав Володимирович** – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Веселовський Ярослав Петрович** — аспірант кафедри галузевого машинобудування, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович** – д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедрою галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Veselovskiy Yaroslav P.** — Faculty for Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Supervisor: **Iskovich-Lototsky Rostislav D.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of industrial engineering department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.