

## Моделювання робочих процесів навісної інерційної вібротрамбовки

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають у гідроімпульсному приводі навісної інерційної вібротрамбовки. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів вібраційної машини, що дозволило оцінити ефективність розробленої конструкції гідроімпульсного привода на базі двокаскадного клапана-пульсатора.

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

### Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes as the main working processes that take place in the hydroimpulse drive of a hinged inertial vibratory ramming is carried out. By the method of finite volumes, the main dependencies of the operating parameters of the vibrating machine were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed design of the hydropulse drive based on a two-stage valve-pulsator.

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

### Вступ

У даний час знаходить широке застосування математичне моделювання гідродинамічних процесів в гідроімпульсних приводах 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 була розроблена оригінальна конструкція навісного вібраційного пристрою (рис. 1) для поверхневого ущільнення ґрунту на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном пульсатором [1, 2].

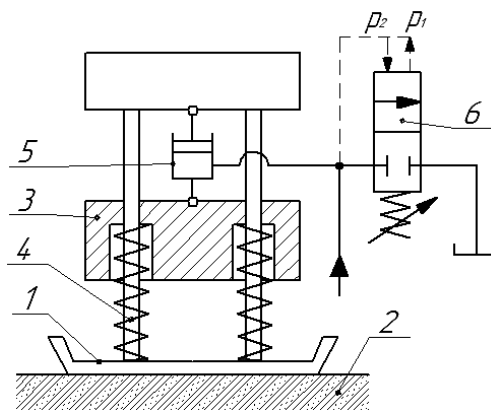


Рисунок 1. Принципова схема навісної вібротрамбовки

Навісна вібротрамбовка складається із ущільнюючої плити 1 та інерційної маси 3, яка передає вібраційні навантаження через пружні елементи 4 на ґрунтову основу 2. Зворотно-поступальний рух інерційної маси 3 відбувається за рахунок дії гідроімпульсного привода, який складається із

гідроциліндра 5 і генератора імпульсів тиску 6.

У робочій порожнині гідроциліндра 5 створюється періодична зміна тиску амплітудою  $s$ , яка передається на клапан другого каскаду. У свою чергу клапан другого каскаду, під дією поточного тиску в порожнині гідроциліндра 5, переміщує інерційну масу 3, що спричиняє деформування пружних елементів 4 і накопиченню потенційної енергії від дії пружних сил. Після відкриття клапану другого каскаду відбувається злив робочої рідини, що спричиняє падіння тиску у робочій порожнині гідроциліндра 5. При цьому відбувається переміщення інерційної маси 3 у початкове положення, що спричиняє інерційну взаємодію із робочим органом 1 через пружні елементи 4, яка передається на поверхню ущільнюючого ґрунту. Енергія силової взаємодії робочого органу 1 із поверхнею ущільнюючого ґрунту складається із потенційної енергії пружних сил і сил тяжіння. Налагодження тиску спрацювання  $p_2$  генератора імпульсів тиску 6 залежить від налагодження регулювальної пружини, а з'єднання напірної гідролінії зі зливною (скидання робочого тиску до тиску  $p_1$ ) запірною елементу (клапана другого каскаду) у вигляді конусного золотника. Керуванням спрацювання клапану другого каскаду відповідає клапан першого каскаду [3, 4], який виконаний також у вигляді конусного золотника.

Амплітуда коливань інерційної маси 3 складає  $A=5\dots6$  мм, при номінальній частоті вібрацій  $\nu=15\dots25$  Гц, робочому тискові в гідросистемі  $p=14$  МПа і максимальній витраті  $Q=70$  л/хв. Маса інерційної маси 3 при цьому складає  $m=25$  кг.

Для отримання робочих характеристик даного віброударного пристрою, за допомогою програмного комплексу FlowVision було проведено чисельне моделювання, методом кінцевих об'ємів, гідродинамічних процесів в гідроімпульсному приводі з двокаскадним клапаном-пульсатором [3, 4]. На основі отриманих результатів чисельного моделювання були побудовані графіки зміни тиску в порожнині гідроциліндра 5 (див. рис. 1), зміни переміщення інерційної маси 2 (рис. 2), а також зміни переміщення запірною елементу першого каскаду клапана-пульсатора [5–7].

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  $p_1=14$  МПа, тиск закриття  $p_2=5$  МПа, а частота коливань плунжерного гідроциліндра  $\nu=25$  Гц.

### Висновки

Незважаючи на складність розрахунків і прийнятих при математичному описі робочого процесу гідроімпульсного приводу 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. Установка для утилизации отходов / Р. Д. Іскович–Лотоцький, В. И. Повстенюк, О.М. Данилюк, Я. В. Іванчук // Международный промышленный журнал «Мир техники и технологий» – Харьков, 2007. – №12(73). – С.36–37.
5. 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.
6. Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці гідроімпульсного привода віброударного пристрою для розвантаження кузовів–самоскидів транспортних засобів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Збірник наукових праць Української

державної академії залізничного транспорту. – Харків., 2014. – Випуск 148. Частина 1. – С. 95–101.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д. Дослідження динаміки процесу віброударної головки бурильної установки з гідроімпульсним приводом / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Науковий журнал «Вібрації в техніці та технологіях» – Полтава, 2006, – №1 (43) – С. 49–51.

**Козловський Андрій Владиславович** — студент групи 1М-146, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Науковий керівник: **Іванчук Ярослав Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Kozlovskyi Andrii V.** — Department of machine building and transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivanchuck@ukr.net

Supervisor: **Yaroslav Ivanchuk V.** — Ph. D., Associate Professor, Associate Professor with Department of Industrial Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ivanchuck@ukr.net.