

## МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ПРИВОДА ВІБРОУДАРНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РУЙНУВАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

### MODELING OF THE WORKING PROCESSES OF THE HYDROIMPULSE DRIVE OF A VIBRO-IMPACT DEVICE FOR ROCK DESTRUCTION

Ростислав Іскович-Лотоцький, Іван Коц, Ярослав Іванчук

Вінницький національний технічний університет

Україна, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, 21021

*The results of theoretical investigation by numerical simulation methods of hydrodynamic processes in the two-stage valve-pulsator of the hydroimpulse drive of a vibro-impact device for rock destruction are presented. The obtained results of numerical modeling of the finite volume method with sufficient accuracy correspond to the experimental data of the real device of the hydroimpulse drive.*

До обладнання дорожніх, будівельних та лісотехнічних машин відносяться машини вібраційної і віброударної дії, які дозволяють значно підвищити ефективність вторинного подрібнення порід на відкритих гірничих роботах, різноманітних розгалужених земляних роботах мерзлих ґрунтів, швидкісної пробивки розвідних свердловин, канал, розкриття вапнякових і сланцевих пластів, попереднього рихлення мерзлих ґрунтів в умовах міської забудови. Активізація робочих органів віброударних машин шляхом прикладання різного роду імпульсних навантажень забезпечує створення високих динамічних зусиль, достатніх для руйнування матеріалів [1 - 2].

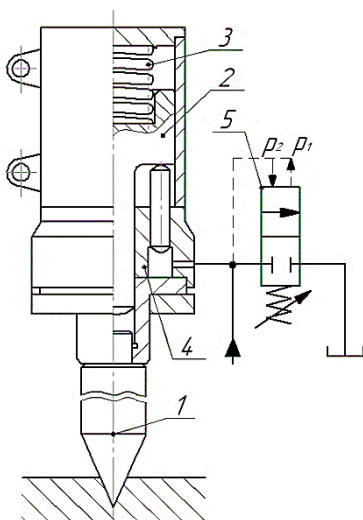


Рисунок 1 – Принципова схема віброударного пристрою на базі гідроімпульсного привода для руйнування гірських порід

Для ефективного руйнування гірських порід на кафедрі «Галузевого машинобудування» Вінницького національного технічного університету, на базі двокаскадного клапана-пульсатора, був розроблений навісний віброударний пристрій (рис. 1) [3 - 4]. Навісний віброударний пристрій складається із робочого органу 1 (долото із конічним наконечником) на верхню основу якого прикладається періодичне ударне навантаження ударною масою 2 під дією сил тяжіння і сил повернення пружного елемента 3. Зворотно-поступальний рух ударної маси 2 відбувається за рахунок дії гідроімпульсного привода, який складається із гідроциліндра 4 і генератора імпульсів тиску 5. У робочій порожнині 6 (рис. 2) гідроциліндра 4 створюється періодична зміна тиску амплітудою  $\Delta p = p_1 - p_2$ , яка передається на плунжер 7 гідроциліндра 4. У свою чергу плунжер 7, під дією поточного тиску в порожнині 6 гідроциліндра 4, переміщує ударну масу 2, що спричиняє деформацію пружного елемента 3 і накопиченню потенційної енергії від сил тяжіння. Після відкриття клапана другого каскаду 8 відбувається злив робочої рідини, що спричиняє падіння тиску у робочій порожнині 6 гідроциліндра 4. При цьому відбувається переміщення ударної маси 2 у початкове положення, що спричиняє ударну взаємодію із робочим органом 1.

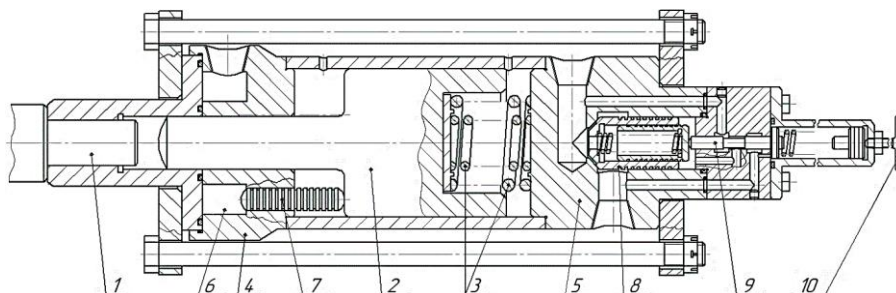


Рисунок 2 – Конструктивна схема віброударного пристрою для руйнування гірських порід

Енергія ударної взаємодії складається із потенційної енергії пружних сил і сил тяжіння. Налагодження тиску спрацювання  $p_2$  генератора імпульсів тиску 5 залежить від налагодження пружини 10, а з'єднання напірної гідролінії зі зливною відбувається за допомогою (скидання робочого тиску до тиску  $p_1$ ) запірного елемента 8 (клапана другого каскаду) у вигляді конусного золотника. Керуванням спрацювання клапана другого каскаду відповідає клапан першого каскаду 9, який виконаний у вигляді золотника. Енергія ударної взаємодії даного віброударного пристрою складає  $E=150$  Дж, при номінальній частоті ударів  $\nu=25\dots30$  Гц, робочому тиску в гідросистемі  $p=14$  МПа і максимальній витраті  $Q=70$  л/хв. Маса ударної частини складає  $m=18$  кг.

На основі системи рівнянь Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності і рівнянь руху рухомих елементів віброударного пристрою методом кінцевих об'ємів було проведено чисельне моделювання і отримані наступні залежності: зміни тиску (рис. 3, а) і зміни швидкості (рис. 3, б) робочої рідини в порожнині гідроімпульсного привода віброударного пристрою.

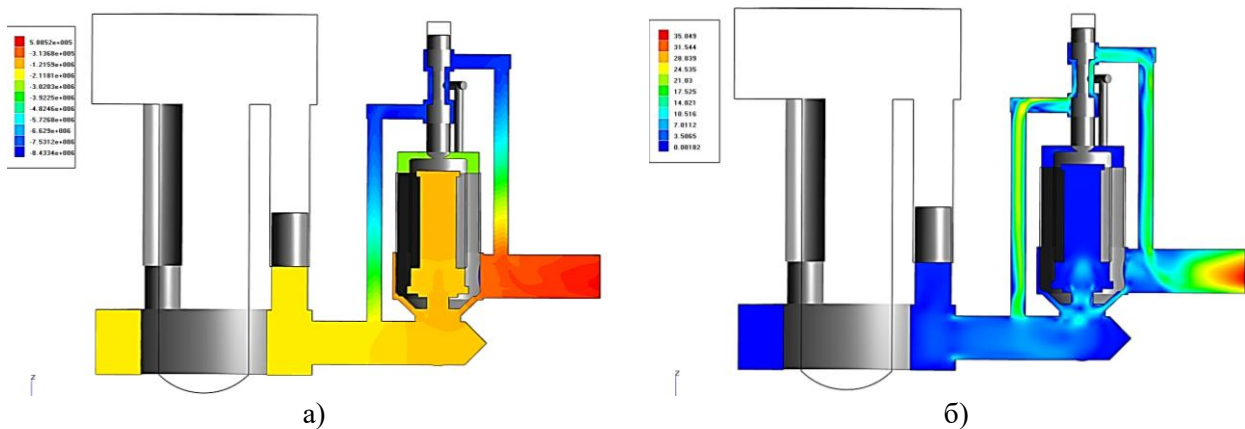


Рисунок 3 – Результати чисельного моделювання гідродинамічних параметрів робочої рідини в порожнині гідроімпульсного привода віброударного пристрою:  
а) – розподіл тиску; б) – розподіл швидкості

Також були отримані основні робочі характеристики гідроімпульсного привода віброударного пристрою (рис. 4).

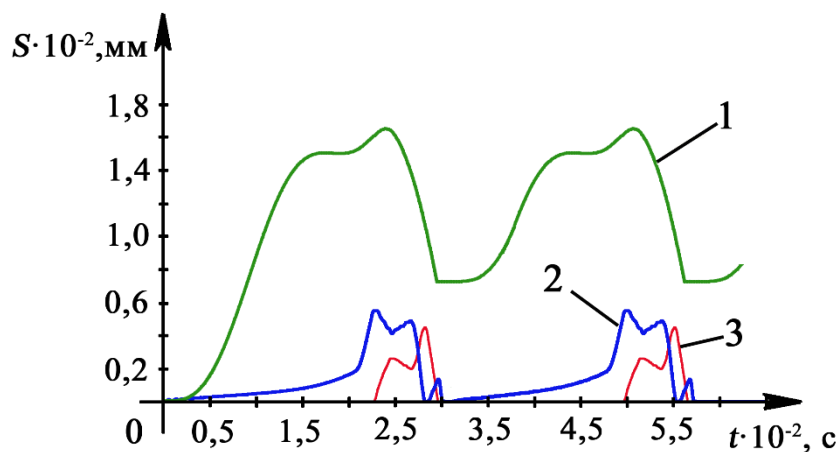


Рисунок 4 – Діаграма переміщення рухомих елементів гідроімпульсного привода віброударного пристрою:  
1 – виконавчий орган (); 2 – клапан першого каскаду; 3 – клапан другого каскаду

Отримані результати чисельного моделювання в програмі з достатньою точністю відповідають експериментальним даним роботи реального віброударного пристрою на базі гідроімпульсного привода [5 - 6].

## 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. 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.
- 3) Іскович–Лотоцький Р. Д. Застосування гібридного моделювання при розробці установок для утилізації відходів. / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Д. В. Тесовський, Я. П. Веселовський // Технологічні комплекси. Науковий журнал – Луцьк, 2012. – № 1,2 (5, 6). – С. 122 – 126.
- 4) Іскович–Лотоцький Р. Д. Моделювання робочих процесів гідроімпульсного привода з однокаскадним клапаном пульсатором / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук, Я. П. Веселовський // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця, 2017. – № 3(86). – С.10–19.
- 5) Іскович–Лотоцький Р. Д. Підвищення ефективності розвантаження матеріалів під дією періодичних ударних імпульсів / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук // Вібрації в техніці і технологіях. – 2008. – №2(51). – С. 8 – 11.
- 6) 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. (ВАК)