

Моделювання робочих процесів віброударної установки для руйнування гірських порід

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено теоретичне дослідження гідродинамічних процесів, як основні робочі процеси, що протікають у гідроімпульсному приводі віброударної установки для руйнування гірських порід. Методом скінчених об'ємів були визначені основні залежності робочих параметрів віброударної 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.

Abstract

A theoretical study of hydrodynamic processes as the main working processes taking place in the hydraulic drive of a vibro-impact installation for the destruction of rocks has been carried out. Using the finite volume method, the basic dependences of the operating parameters of a vibro-impact machine were determined, which made it possible to evaluate the efficiency of the developed design of a hydroimpulse drive based on a two-stage valve-pulsator.

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

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 віброударного пристрою (рис. 1) для ефективного руйнування гірських порід на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном пульсатором [1].

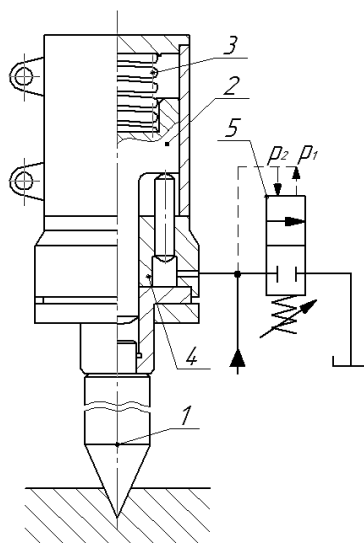
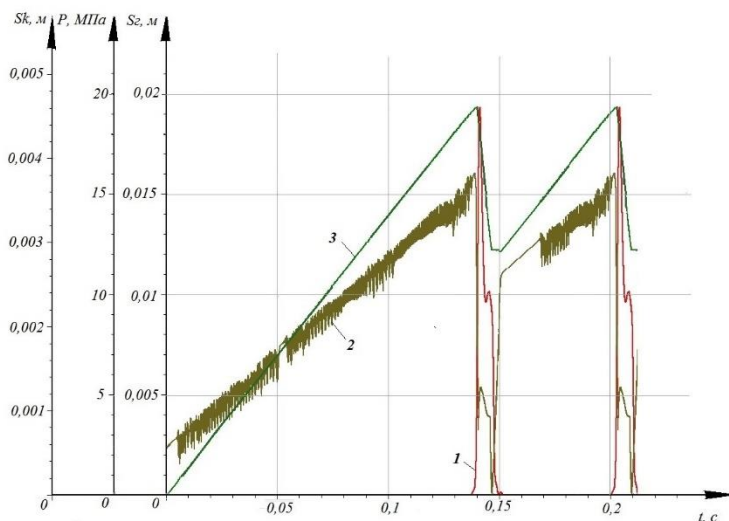


Рисунок. 1. Принципова схема віброударного пристрою для руйнування гірських порід

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 (див. рис. 1) гідроциліндра 4 створюється періодична зміна тиску амплітудою $\Delta p = p_1 - p_2$, яка передається на плунжер гідроциліндра 4. У свою чергу плунжер, 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 відбувається злив робочої рідини, що спричиняє падіння тиску у робочій порожнині гідроциліндра 4. При цьому відбувається переміщення ударної маси 2 у початкове положення, що спричиняє ударну взаємодію із робочим органом 1. 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, а з'єднання напірної гідролінії зі зливною відбувається за допомогою (скидання робочого тиску до тиску p_1) запірною елементу (клапана другого каскаду) у вигляді конусного золотника.

Енергія ударної взаємодії даного віброударного пристрою складає $E = 150$ Дж, при номінальній частоті ударів $\nu = 25 \dots 30$ Гц, робочому тиску в гідросистемі $p = 14$ МПа і максимальній витраті $Q = 70$ л/хв. Маса ударної частини складає $m = 18$ 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 рисунку 2 показані графіки зміни тиску в порожнині гідроциліндра 4 (див. рис. 1), зміни переміщення ударної маси 2 (рис. 2), а також зміни переміщення запірною елементу першого каскаду клапана-пульсатора [5, 6].



- 1) – графік переміщення запірною елементу першого каскаду клапана-пульсатора $S_k(t)$, м;
- 2) – графік зміни тиску в порожнині гідроциліндра $P(t)$, МПа;
- 3) – графік зміни переміщення ударної маси S_2 , м

Рисунок 2. Робочі характеристики віброударного пристрою на базі гідроімпульсного привода з двокаскадним клапаном-пульсатором

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 $\nu = 25$ 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. 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.

Іванчук Ярослав Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, ivanchuck@ukr.net.

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