

О. Д. Замковий
Р. І. Павлович
Я. В. Іванчук
Р. Д. Іскович-Лотоцький

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В КЕРУЮЧІЙ АПАРАТУРІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблена автоматизована система теоретичного дослідження гідродинамічних процесів, що протікають в керуючій апаратурі у вигляді генераторів імпульсів тиску гідравлічних вібраційних та віброударних машин. Ефективні режими роботи гідравлічних вібраційних та віброударних технологічних машин визначають спеціальна керуюча апаратура у вигляді генераторів імпульсів тиску. Для дослідження режимів роботи вібраційних та віброударних машин при різних технологічних параметрах розроблена автоматизована система математичного моделювання гідроімпульсного приводу. Результати автоматизованого моделювання дозволили оцінити ефективність роботи розроблених конструкцій генераторів імпульсів тиску на різних режимах роботи гідравлічного вібраційного і віброударного технологічного обладнання.

Ключові слова: автоматизація, моделювання, метод скінчених об'ємів, тиск, вібрації, імпульс, привод.

Abstract

An automated system of theoretical research of hydrodynamic processes occurring in the control apparatus in the form of pressure pulse generators of hydraulic vibration and vibration impact machines has been developed. The effective modes of operation of hydraulic vibration and vibration-impact technological machines are determined by special control equipment in the form of pressure pulse generators. An automated system of mathematical modeling of a hydraulic impulse drive was developed to study the modes of operation of vibration and vibration impact machines under different technological parameters. The results of the automated modeling made it possible to evaluate the efficiency of the developed constructions of pressure pulse generators in different modes of operation of the hydraulic vibration and vibration impact technological equipment.

Keywords: automation, modeling, finite volume method, pressure, vibrations, impulse, drive.

Вступ

Вібраційні технології широко використовуються в технологічних процесах виробництва [1]. Використання вібраційного навантаження дозволяє підвищити продуктивність обладнання, скоротити виробничий цикл і покращити якість готового продукту [2].

Відомо, що для реалізації найбільш ефективних режимів вібраційного впливу на оброблювані матеріали та середовища перспективним є застосування вібраційних (ВМ) та віброударних машин (ВУМ) з гідроімпульсним приводом (ГІП) [3]. Основною складовою частиною ГІП є керуюча апаратура у вигляді генератора імпульсів тиску (ГІТ), або клапан-пульсатор, який забезпечує керування режимом роботи вібраційної машини [4]. ГІТ має просту конструкцію, компактну форму, широкий діапазон регулювання робочих параметрів та можливість роботи в автоматизованому режимі. Глибоке дослідження впливу зміни робочих і конструктивних параметрів ГІП на протікання робочих процесів ВМ та ВУМ дозволить забезпечити ефективність їх роботи.

На даний час знаходить широке застосування математичного моделювання робочих процесів в різних технологічних пристроях [5]. Воно дозволяє глибоко досліджувати вплив конструктивних і режимних факторів на основні характеристики роботи пристрою, намітити конкретні шляхи їх покращення, істотно знизивши при цьому об'єми експериментальних досліджень.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи технологічних ВМ та ВУМ, за допомогою розробки автоматизованої системи моделювання робочих процесів (АСМРП) в апаратурі керування ГІТ,

що дозволить ефективно визначити ефективні залежності для визначення робочих характеристик.

Результати дослідження

Гідроімпульсний привод технологічних ВМ і ВУМ реалізований за різними принциповими схемами [1, 7]. Вид яких визначається: технологічним призначенням машини; типом і схемою приєднання ГПТ до виконавчого, чи групи виконавчих гідродвигунів; характером вібронавантаження об'єкта технологічного впливу. Перевагами цього типу гідроімпульсного привода є: конструктивна простота; регулювання амплітуди вібрацій зміною тиску, що здійснюється простими механізмами (регульований гвинт); простота реалізації віброударного режиму. Як недолік розглянутих схем слід відмітити залежність амплітуди і частоти вібрацій від зміни технологічного зусилля [6].

Для глибокого і всебічного дослідження робочих процесів ГПТ була розроблена автоматизована система моделювання роботи ГПТ технологічних гідравлічних ВМ і ВУМ (рис. 1).

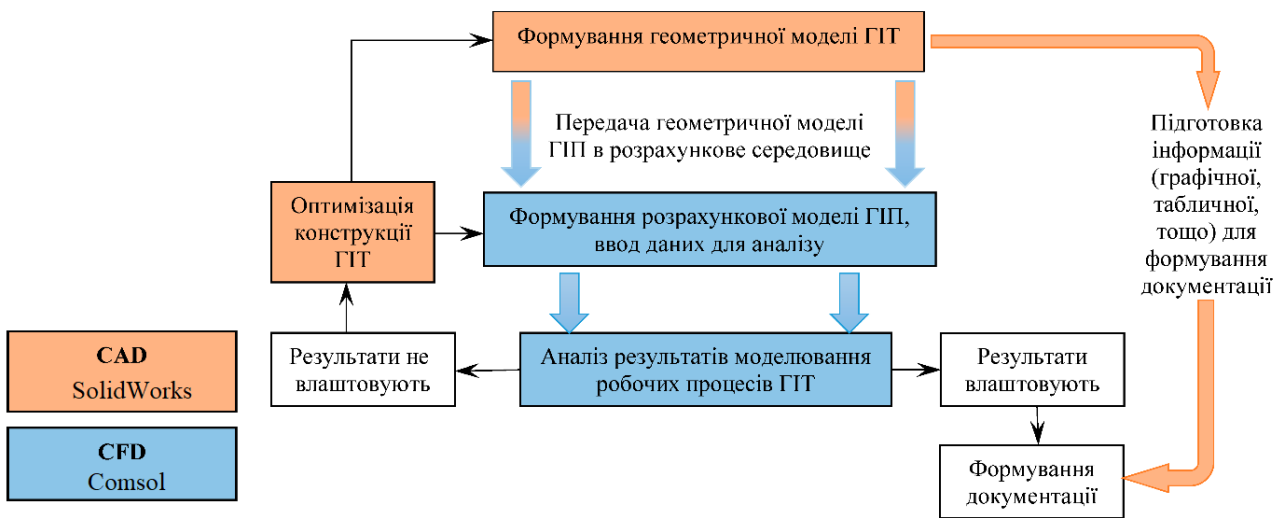


Рис. 1. Автоматизована система моделювання робочих процесів в ГПТ гідравлічних ВМ та ВУМ

У даній АСМПП в computer-aided designe (CAD) системі SolidWorks на базі конструкторської документації ВМ та ВУМ формується твердотільна модель ГПТ. На даному етапі також виконується підготовка інформації для формування звітної документації по результатам дослідження [5]. На другому етапі відбувається експорт CAD-моделі в computational fluid dynamics (CFD) систему Comsol (рис. 2).

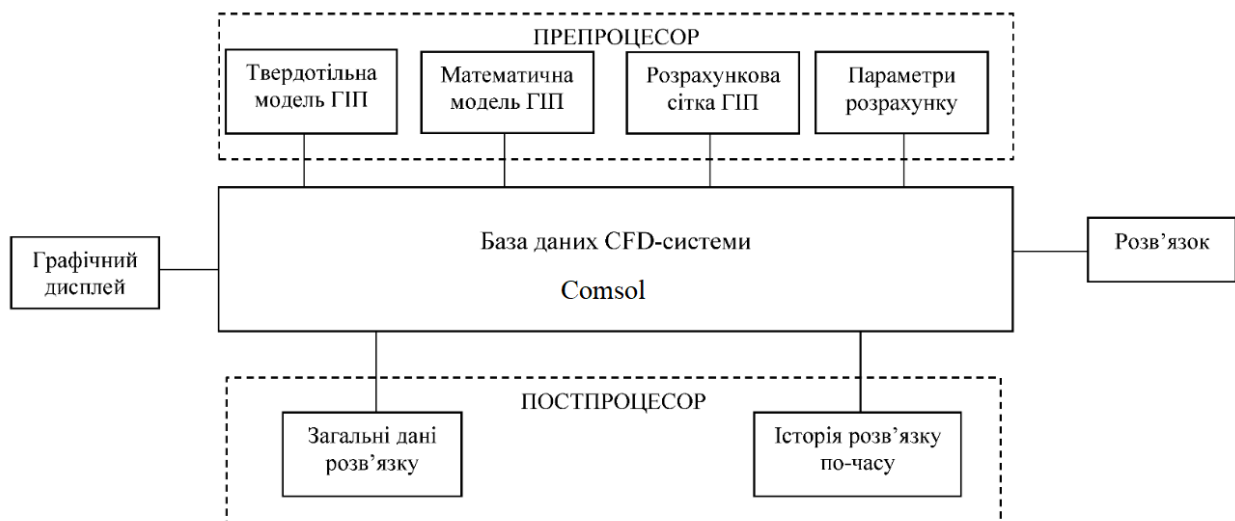


Рис. 2. Автоматизована система розрахунку гідродинамічних процесів в керуючій апаратурі ВМ та ВУМ

У даній CFD-системі в препроцесорі формується розрахункова модель ГП, розрахунок якої виконується базами даних Comsol. Результати розрахунку формуються у препроцесорі, із покроковим записом результатів розрахунку [4]. Результати розрахунку записуються у файл і можуть виводитись на дисплей. Якщо результати розрахунку влаштовують, тоді відбувається кінцеве формування документації результатів проектування. Якщо результати проектування не влаштовують, тоді в САД-системі оптимізують базу геометричну модель ГП, після чого повторюють процедуру моделювання.

Результатом розрахунку в АСМРП є розподіл тиску (рис. 3, а) і швидкості (рис. 3, б) робочої рідини в порожнині ГП.

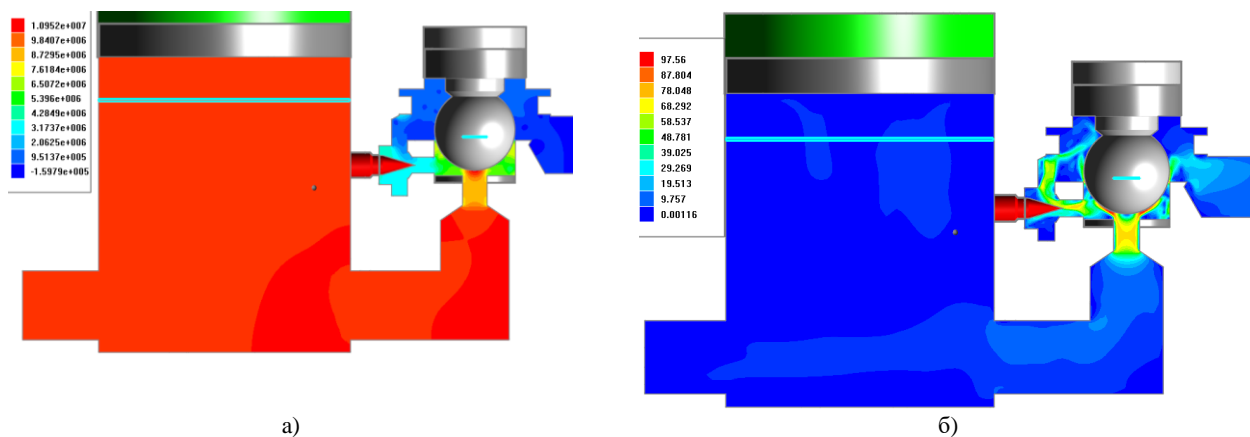


Рис. 3. Розподіл тиску (а) і швидкості (б) робочої рідини в порожнині керуючої апаратури ГП

Як видно, із результатів чисельного моделювання (рис. 3, а), на запірний елемент ГП кулькового типу діє додатковий тиск 6 МПа, спричинений швидкісним потоком робочої рідини. У порівнянні із ГП золотникового типу це вимагає використання регульовальної пружини із жорсткістю збільшеною в 3-4 рази. По результатам чисельного моделювання (рис. 3, б), швидкість робочої рідини в нижній зоні запірного елемента ГП кулькового типу складає 98 м/с. Дана висока швидкість робочої рідини утворює кавітаційні явища, що негативно впливають на якість поверхні запірного елемента ГП кулькового типу. У порівнянні із ГП золотникового типу це вимагає використання спеціального матеріалу та режиму технологічної обробки при виготовленні запірного елемента ГП кулькового типу [5].

Висновки

Розроблена автоматизована система моделювання робочих процесів в керуючій апаратурі технологічних ВМ та ВУМ, на базі однокаскадних клапанів-пульсаторів із кульковим і золотниковим запірними елементами. Методом кінцевих об'ємів за допомогою комп'ютерних систем отримані робочі залежності для визначення робочих характеристик технологічних ВМ та ВУМ.

Отримані результати чисельного моделювання роботи керуючої апаратури ГП, показав переваги обраного підходу до створення автоматизованих систем проектування, а також дозволив довести ефективність розроблених конструкцій ГП, на базі однокаскадних клапанів-пульсаторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іскович–Лотоцький, Р. Д. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів: Монографія / Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я. В. Іванчук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2012. – 156 с.
2. 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.
3. L. Guang, W. Min (2005). Modeling and controlling of a flexible hydraulic manipulator. *Journal of Central South University of Technology: Science & Technology of Mining and Metallurgy*, 12(5), 578-583.
4. C. Cheng, Z. Chen, H. Shi, Z. Liu, & Y. Xiong (2016). Modeling and controlling of a flexible hydraulic manipulator. *Shock and Vibration*, 2016, 1-9.

5. Iskovych–Lototsky R. Development of the evaluation model of technological parameters of shaping workpieces from powder materials [Текст] / 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.

6. 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.

7. Іскович–Лотоцький Р. Д. Аналіз використання гідроімпульсних вібророзвантажувальних пристроїв на автомобільному транспорті // Р. Д. Іскович–Лотоцький, Я.В. Іванчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011, – №6. – С. 228 – 231.

Замковий Олександр Дмитрович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 2knzamkovyi@gmail.com.

Павлович Роман Ігорович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: pavlovich.roma97@gmail.com.

Іванчук Ярослав Володимирович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Іскович-Лотоцький Ростислав Дмитрович – д-р техн. наук, професор кафедри галузевого машинобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: islord@ukr.net.

Zamkoviyy Oleksandr D. – graduate student of computer science department Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: 2knzamkovyi@gmail.com.

Pavlovich Roman I. – graduate student of computer science department Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: pavlovich.roma97@gmail.com.

Ivanchuk Yaroslav V. – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Iskovich-Lotoskiy Rostislav D. – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Industrial Engineering Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: islord@ukr.net.