

УДК 519.87:532.5

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ І МЕТОДІВ ОБЧИСЛЕННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІДИНИ ПРИ ОБТІКАННІ ПЕРЕШКОД

Гета Д.В.

Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Єсілевський В.С.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ
м. Харків, Україна

тел. +38(097) 438-11-37, email: dmytro.heta@nure.ua

This article presents a review of mathematical models and methods for numerical simulation of fluid dynamics when flowing around an obstacle, focusing on the study of various aspects of the problem, including the mathematical description of fluid motion, the choice of numerical methods for solving the equations, and the specifics of modeling the flow around obstacles. Approaches used in numerical models to account for the complexities of obstacle flowing are described, and applications of such modeling in various fields are discussed. In general, the article presents a review of modern mathematical models and methods used for modeling fluid dynamics when flowing around an obstacle and points out possible directions for further research in this area.

В останні десятиліття вивчення динаміки рідини під час обтікання перешкод стало активною галуззю досліджень у різних наукових і технічних додатках, таких як аеродинаміка, океанографія, гідродинаміка, біомедична інженерія та інші. Ця проблема залишається складною і багатогранною через складність взаємодії між рідиною і перешкодою, а також безлічі факторів, що впливають на динаміку потоку. Взаємодія потоку та перешкоди може призвести до виникнення турбулентності, яка визначає локальну динаміку потоку та навіть великомасштабні циркуляції. Для чисельного моделювання таких процесів широко використовують математичні моделі та чисельні методи, такі як рівняння Нав'є-Стокса, що являє собою одну з найпоширеніших і найефективніших методик розв'язання рівнянь гідродинаміки.

Рівняння Нав'є-Стокса є одним з найпоширеніших математичних рівнянь, що використовуються для опису динаміки рідини під час обтікання перешкоди. У роботі він застосовуватиметься для моделювання та аналізу руху рідини навколо обтічного об'єкта.

Рівняння Нав'є-Стокса засновано на рівняннях збереження маси, імпульсу та енергії для ньютонівської рідини. Воно враховує в'язкість рідини і взаємодію між молекулами, що дає змогу точніше описувати її рух у складних умовах, таких як обтікання перешкод.

При використанні чисельного моделювання для аналізу динаміки рідини під час обтікання перешкоди необхідно враховувати ряд факторів,

таких як турбулентність потоку, нелінійність рівняння Нав'є-Стокса, а також взаємодія тіла та рідини. Однією з труднощів, пов'язаних з чисельним моделюванням, є необхідність точної апроксимації граничних умов, таких як граничні умови на поверхні тіла та граничні умови на вільній поверхні рідини. Останнім часом були розроблені нові методи апроксимації граничних умов, такі як метод граничних елементів та метод зануреного кордону.

Загалом застосування рівняння Нав'є-Стокса для обчислення динаміки рідини при обтіканні перешкоди має велике значення для багатьох наукових і технічних областей. Цей підхід дозволяє отримати точні дані про швидкість та тиск рідини при впливі на неї різних факторів, що може бути використане для проектування нових пристроїв та систем, оптимізації вже існуючих та передбачення їх роботи в різних умовах.

Однак, необхідно враховувати, що чисельне моделювання - це лише математичне наближення, яке не завжди відповідає реальним умовам. Тому результати, отримані за допомогою чисельного моделювання, мають бути перевірені на експериментальні дані. Крім того, для точного вирішення рівняння Нав'є-Стокса можуть знадобитися значні обчислювальні ресурси, що може бути обмеженням при вирішенні завдань великої розмірності.

Тим не менш, розвиток методів чисельного моделювання та вдосконалення існуючих підходів дозволяє покращувати точність розрахунків та розширювати сфери застосування рівняння Нав'є-Стокса, що робить його одним з найбільш важливих інструментів у дослідженні динаміки рідини та газу.

Очікувані результати дослідження динаміки рідини при обтіканні перешкоди за допомогою рівняння Нав'є-Стокса можуть включати:

Визначення поля швидкостей та тисків навколо тіла під час обтікання рідини, що може бути використане для проектування нових пристроїв та систем або оптимізації вже існуючих.

Прогнозування сил, що діють на тіло в процесі обтікання, що може бути корисним для оцінки його міцності та довговічності.

Оцінка впливу різних факторів на динаміку рідини, таких як зміна форми тіла, зміна швидкості потоку та наявність інших перешкод у потоці.

Список використаних джерел:

1. Landau, R., Paez, M., & Bordeianu, C. (2007). *Computational Physics Problem Solving with Computers*. WILEY-VCH.