

УДК 532.5:536

Ю. Мартинів

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРО- ТА ТЕРМОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ CFD-АНАЛІЗУ В СЕРЕДОВИЩІ SOLIDWORKS

Yu. Martyniv

MODELING HYDRO- AND THERMODYNAMIC PROCESSES USING CFD- ANALYSIS IN SOLIDWORKS ENVIRONMENT

Використання систем автоматизованого проектування і розрахунку (CAD) є невід'ємною частиною розробки і впровадження обладнання на сучасному виробництві. Обчислювальна гідрогазодинаміка (CFD) – це галузь в гідромеханіці, що вирішує задачі пов'язані з обчисленням руху рідини з використанням чисельного аналізу та структур даних. CFD-аналіз може включати аналіз теплопровідності, що забезпечує ширше уявлення про характеристики обладнання.

Переважно CFD є інтегрованим в середовище системи CAD. Найпопулярнішими CAD системами, які мають інтегрований CFD-аналіз є: SolidWorks (Flow Simulation) [1–4], Autodesk CFD, ANSYS Fluent, SimScale, CATIA, Siemens NX, COMSOL Multiphysics. SolidWorks Flow Simulation і Autodesk CFD є найпростішими для освоєння при цьому охоплюючи достатньо широкий функціонал.

Flow Simulation – це розширення повністю інтегроване в програмне середовище SolidWorks, яке використовується для моделювання потоків рідин і газів, для дослідження теплопередачі в рідинах і твердих тілах. В цьому розширенні для обчислення використовується метод скінченних об'ємів, який використовує інтегральну форму рівняння Нав'є-Стокса. Завдяки інтеграції в SolidWorks забезпечується прямий зв'язок між 3D моделями і середовищем розширення, що дозволяє безпосередньо виправляти модель залежно від поставлених задач.

Для прикладу розрахунку розглянемо розрахунок втрат температури по довжині трубопроводу, та розподіл швидкостей по перерізу трубопроводу (рисунок 1,2).

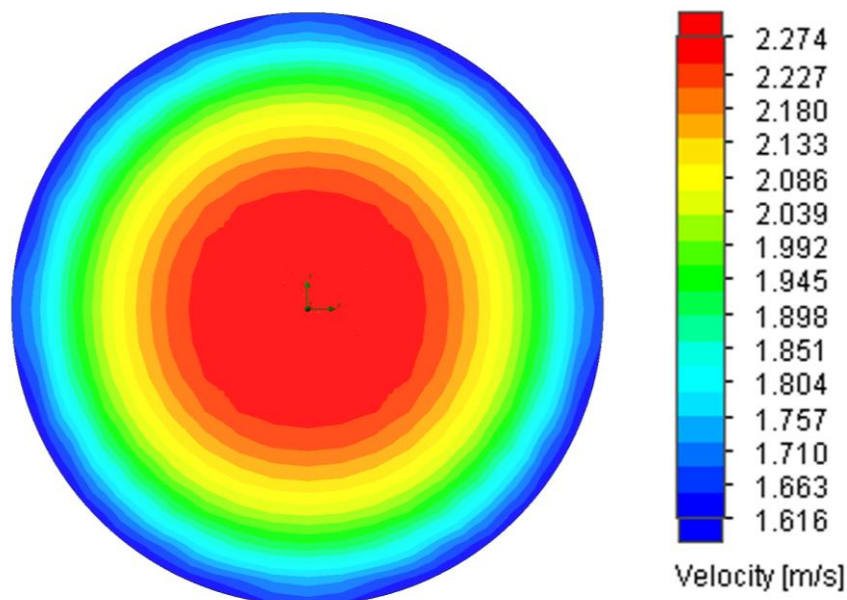


Рисунок 1. Розподілення швидкості потоку по діаметру трубопроводу

Довжина трубопроводу 1 м, внутрішній діаметр 30 мм, товщина стінки 2мм. Також візьмемо шар ізоляції товщиною 3,5мм. Матеріали візьмемо з бази даних SolidWorks, для трубопроводу це буде нержавіюча сталь 302 з коефіцієнтом теплопровідності 16,3 Вт/(м·°К), для ізоляції скловата для якої візьмемо 0,04 Вт/(м·°К). В якості досліджуваної рідини буде вода, середня швидкість потоку рідини 2м/с. Матеріали взяті з бази даних мають попередньо задані фізичні характеристики, деякі з них, наприклад густина, задані параметрично і не потребують додаткового коректування в залежності від початкових даних.

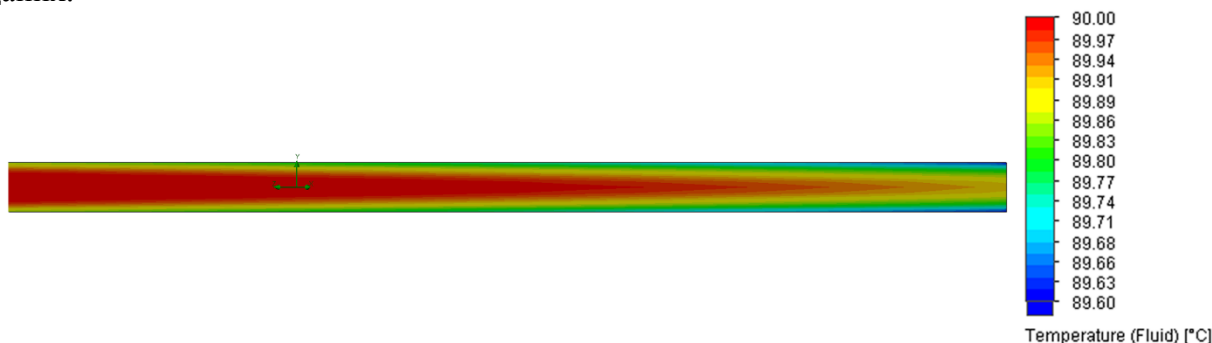


Рисунок 2. Втрати температури рідини по довжині трубопроводу

Для проведення симуляції необхідно задати початкові параметри такі як вид аналізу (зовнішній або внутрішній), досліджувана рідина або декілька рідин, обрати параметри які врахувати (гравітація, теплопровідність, кавітація та ін.). Після цього генерується робоча область та сітка, від параметрів сітки залежить точність розрахунків та час необхідний на обчислення. При проведенні внутрішнього аналізу необхідно переконатись, що модель трубопроводу є “Герметичною”, якщо ні, то необхідно створити заглушки для яких у подальшому можна задати потрібні параметри. Також можна виконувати аналіз вільної поверхні рідини але цей метод потребує детальнішого налаштування.

Після обчислень можна отримати двох або трьох вимірну візуалізацію цікавих нам параметрів. Для покращення сприйняття або виділення необхідного діапазону, можна відредагувати верхню і нижню межу значень шкали або встановити межі рівні найбільшому або найменшому значенню для перерізу чи всієї симуляції. Також можна змінити кількість поділок шкали або кольорову гаму. Для детальнішого ознайомлення з результатами симуляції можна переглянути графіки зміни величин або сформувати повноцінний звіт, попередньо вказавши дані які нас цікавлять.

Отже, SolidWorks Flow Simulator є потужним інструментом для CFD-аналізу, який є легким в опануванні, але здатним забезпечити точність та інформативність на високому рівні. Використовуючи обчислювальну гідрогазодинаміку можна суттєво скоротити час необхідний на обчислення складних гідро- та термодинамічних процесів які проходять в обладнанні, що проектується. Аналіз термодинаміки дозволяє скоротити втрати енергії, що позитивно впливає на навколишнє середовище. Також комп'ютерний аналіз дозволяє підвищити точність розрахунків, що позитивно впливає на експлуатаційні характеристики та довговічність обладнання.

Література

1. Lombard M. Mastering SolidWorks. Sybex, 2019. 1219 p.
2. Matsson J.E. An Introduction to SolidWorks Flow Simulation 2019. SDC Publications, 2019. 350 p.
3. Tran P. SolidWorks 2016 Advanced Techniques. SDC Publications, 2016. 728 p.
4. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.