

СЕКЦІЯ «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАТЕМАТИКА»

УДК 536.24

Денисенко О.І.¹

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

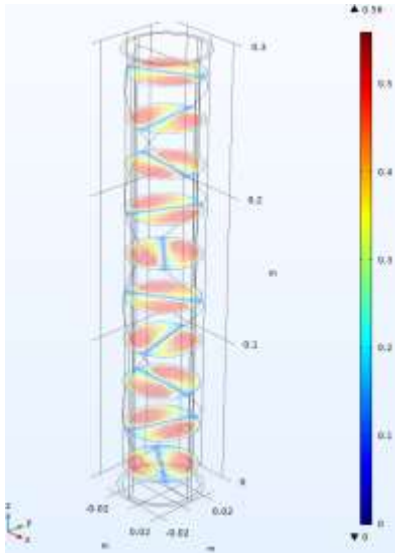
ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИЛІНДРИЧНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ З ТУРБУДІЗАТОРАМИ

З метою підвищення ефективності опалювального обладнання в теплообмінні елементи вбудовують різного роду турбулізатори. Враховуючи складну геометрію таких пристроїв дослідження аеродинамічних та теплофізичних процесів доводиться проводити або експериментально, або за допомогою чисельних методів. Використання чисельних методів та математичного моделювання дозволяє досліджувати характеристики теплообмінних елементів в широкому діапазоні геометричних та фізичних параметрів та зекономити на проведенні коштовних натурних експериментів.

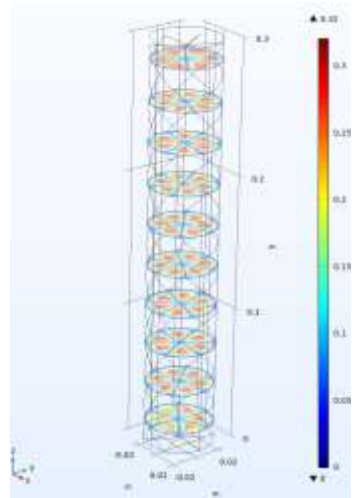
В роботі проводилось дослідження аеродинамічних характеристик циліндричних теплообмінників з вбудованими турбулізаторами у вигляді однієї, двох або трьох скручених стрічок. Чисельні експерименти проводились за допомогою програмного комплексу COMSOL Multiphysics. В якості математичної моделі використовувалась тривимірна система диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса. Чисельна реалізація моделі виконувалась методом скінчених елементів. Побудова геометрії та триангуляція розрахункової області виконувались за допомогою вбудованих в COMSOL Multiphysics інструментів.

Як показують розрахунки, використання турбулізаторів суттєво підвищує ефективність процесів теплообміну, але при цьому збільшує аеродинамічний опір для теплоносія. Оскільки рух газоповітряної суміші через теплообмінники в опалювальному обладнанні частіше всього відбувається за рахунок вільної конвекції, то необхідно забезпечити баланс між використанням надмірної щільності турбулізаторів та аеродинамічним опором теплообмінників, при якому б забезпечувалась гарантована евакуація продуктів горіння в несприятливих зовнішніх умовах.

Проведено серію чисельних розрахунків для різних значень геометричних параметрів теплообмінників та фізичних умов руху газоповітряної суміші. На рис.1 наведено результати розрахунків швидкості повітря в теплообмінниках для випадків однієї та трьох вбудованих скручених стрічок. Розрахунки дозволяють візуалізувати складну структуру закручених потоків, визначити розподіл тиску та витратні характеристики газоповітряної суміші. Розглядались також випадки нерівномірної щільності закрутки стрічок з метою перерозподілу теплообміну по висоті циліндра.



а



б

а – одна стрічка; б – три стрічки.

Рисунок 1 – Розподіл швидкостей в поперечних перерізах теплообмінників з вбудованими гвинтоподібними стрічками

В таблиці 1 наведені обраховані середні швидкості V та витрати повітря Q в залежності від кількості вбудованих стрічок та щільності закрутки.

Таблиця 1 – Витратні характеристики повітря через теплообмінник в залежності від щільності витків та кількості стрічок турбулізатора

| Кількість витків | 1 стрічка | | 2 стрічки | | 3 стрічки | |
|------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| | V , m/c | Q , m ³ /c | V , m ³ /c | Q , m ³ /c | V , m/c | Q , m ³ /c |
| 2 | 0,587 | 0,0011 | 0,2647 | 0,00051 | 0,264 | 0,00051 |
| 3 | 0,416 | 0,0008 | 0,204 | 0,00039 | 0,197 | 0,00038 |
| 4 | 0,305 | 0,00059 | 0,167 | 0,00032 | 0,153 | 0,00029 |
| 5 | 0,241 | 0,00046 | 0,139 | 0,00026 | 0,126 | 0,00024 |
| 6 | 0,186 | 0,00035 | 0,112 | 0,00021 | 0,102 | 0,00019 |