

**В. Б. Довгалюк
В. О. Мілейковський**

СПРОЩЕНА ГЕОМЕТРИЧНА ТА КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИМЕЖОВИХ ШАРІВ З ТУРБУЛЕНТНОЮ МАКРОСТРУКТУРОЮ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація

Запропонована спрощена геометрична та кінематична модель примежових шарів, що містять великомасштабні вихори (клуби). Такими є струминні примежові шари, примежовий шар змішування тощо. Вирішені прикладні задачі опалення та повітророзподілення у системах вентиляції.

Ключові слова: турбулентний примежовий шар, турбулентна макроструктура, струминний примежовий шар, примежовий шар змішування

Abstract

Simplified geometric and kinematic simulation model of boundary layers with large-scale vortices (puffs) is proposed. The boundary layers are jet boundary layer, mixing boundary layer etc. Applied tasks of heating and ventilation air distribution are solved.

Keywords: turbulent boundary layer, turbulent macrostructure, jet boundary layer

Вступ

При вирішенні задач, пов'язаних з турбулентними потоками, виникає проблема недостатнього розвитку теорії таких потоків. Обчислювальна гідромеханіка базується на диференційних рівняннях, які можуть бути розв'язані тільки чисельно [1]. Процес дослідження формально аналогічний фізичним експериментам. Такі підходи вимагають значних вкладень коштів у апаратне та програмне забезпечення. Моделі містять експериментальні коефіцієнти, що можуть змінюватися для різних задач. Тому в комерційному програмному забезпеченні використовують узагальнені значення.

На відміну від цих підходів, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київського національного університету будівництва і архітектури А. Я. Ткачук запропонував теорію турбулентних течій [2]. Оскільки в розвинутих турбулентних потоках вплив в'язкості є опосередкованим, такі потоки можуть розглядатися як потоки ідеальної рідини з вихорами, що виконують роль чужорідних тіл (особливостей). Поверхня розриву тангенціальної складової швидкості моделюється як вихрова пелена з вихрових шнурів. Для пристінних примежових шарів з дрібними вихорами були теоретично отримані відомі дослідні залежності.

Метою роботи є розробка та реалізація спрощеної моделі примежових шарів з великомасштабною турбулентною макроструктурою з урахуванням її особливостей.

Принципи побудови моделі

Для побудови спрощеної моделі використано аналогічний принцип. Примежовий шар подається як вихрова пелена з великомасштабних вихорів (рис.1,а,б). У вільних плоских струмин вихори двох прилеглих примежових шарів укладаються в шаховому порядку, що чітко візуалізується лише при відносно малих числах Рейнольдса. Однак, оскільки параметри струмин у широкому діапазоні числа Рейнольдса змінюються мало, то для багатьох прикладних задач така модель залишається адекватною і при більших значеннях числа Рейнольдса. На відміну від примежових шарів з дрібними вихорами, вихрові шнури змінюють діаметр протягом руху (рис.1,а,б). Їхній масштаб дозволяє виконувати геометричний і кінематичний аналіз. Моделювання зводиться до побудови спрощеної розрахункової схеми, її геометричного та кінематичного (в окремих випадків – теплового) аналізу та аналізу отриманих результатів. При цьому експериментальні коефіцієнти і фіктивні величини відсутні.

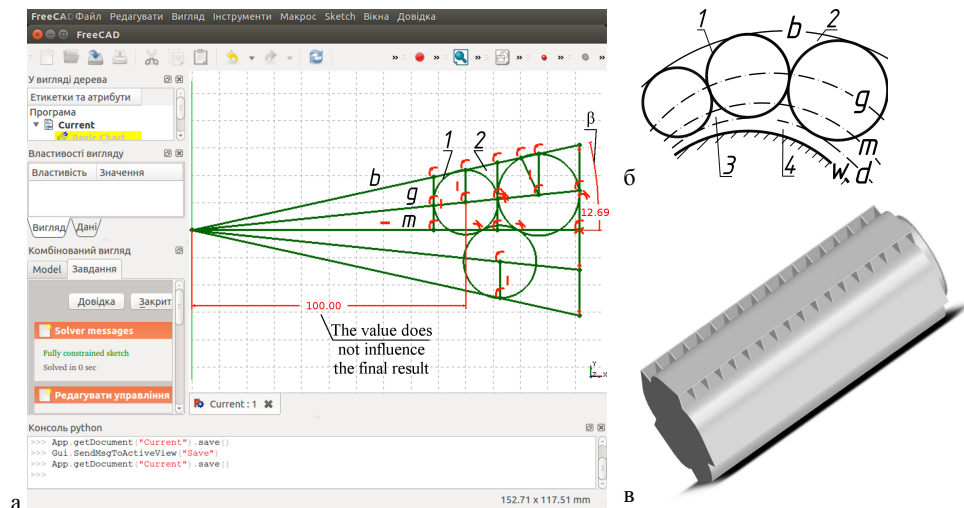


Рис.1. Спрощена схема макроструктури: а – вільна струмина, моделюванні у програмі FreeCAD; б – струмина, що насталяється; в – повітродозподільник ПЕТ: 1 – клуб; 2 – зовнішня частина міжклубного шару; 3 – внутрішня частина міжклубного шару; 4 – пристінний приміжовий шар

Результати дослідження

У результаті отримані відомі експериментальні залежності для струминних течій та приміжових шарів змішування. Вперше аналітично визначено залишкову теплопередачу радіаторів при перекритій верхній підводці приладового вузла вертикальної однотрубною системи опалення. При цьому моделювався приміжовий шар змішування між потоками в нижній підводці. Вперше аналітично визначено оптимальну кількість щілин багатощілинного повітродозподільника (рис. 1,в) з взаємодією і настиланням струмин на опуклу поверхню для швидкого затухання. Моделювання показало, що за будь-якої конструкції щілин після проходження струмини кута $70...75^\circ$, розширення струмини лавиноподібне, що унеможливує взаємодію. Мінімальна кількість щілин – п'ять. Отже, модель дозволяє розв'язувати прикладні задачі опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Висновки

Запропонована спрощена модель потоків повітря з великомасштабною турбулентною макроструктурою дозволяє розв'язувати прикладні задачі опалення і вентиляції без використання фіктивних величин та експериментальних констант.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарёв. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Ткачук А.Я. Аэродинамика вентиляции: навч. посібник / А.Я. Ткачук, В.Б. Довгалюк. – ІВНВКП «Укреліотех», 2009. – 376 с.

Довгалюк Володимир Борисович – к.т.н., зав. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

Мілейковський Віктор Олександрович – к.т.н., доц. кафедри теплогазопостачання і вентиляції, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, e-mail: v_mil@ukr.net

Dovhaliuk Volodymyr B., Ph. D (Eng.), Chair of Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

Mileikovskiy Viktor O., Ph. D (Eng.), Associate Prof., Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, e-mail: v_mil@ukr.net