

УДК 532.517.4

Л. Романюк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ МОДЕЛІ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

L. Romaniuk

DIFFERENTIAL TURBULENCE MODEL

Традиційно диференціальні моделі турбулентності класифікують за кількістю рівнянь і за принципом використання гіпотези Буссінеска. Коли формула Буссінеска є складовою цих моделей, локальність взаємодії турбулентного та осередненого рухів враховується через турбулентну в'язкість ν_t , яка хоча й визначається через локальні значення параметрів турбулентного руху, але самі вони обчислюються в результаті розв'язання відповідних рівнянь перенесення. Такий підхід допомагає описати взаємодію перебігу процесів конвекції, дифузії, генерації та дисипації складових турбулентного руху, що враховуються моделлю, яка при відповідному моделюванні зазначених ефектів забезпечує опис динаміки турбулентності з урахуванням особливостей зміни межових умов та формування осередненої течії. Теоретична база моделей диференціального рівняння була сформована завдяки фундаментальним результатам Колмогорова, Прандтля, Невзглядова, Чоу, котрі заклали теоретичні основи феноменологічного опису процесів енергетичного обміну та дисипативних механізмів у турбулентних течіях. Необхідним є врахування зв'язку між компонентами тензора напружень й локальними параметрами турбулентності. Вибравши як масштаб $\sqrt{u^2}$ швидкості й довжини λ_g - просторовий поперечний мікромасштаб, для коефіцієнта турбулентної в'язкості взято таке співвідношення:

$$\nu_t = \text{const} \frac{\overline{u^2} \lambda_g^2}{\nu}.$$

Виміри Таунсенда показали, що енергія турбулентності в поперечному перетині сліду залишається майже незмінною, через це запропоновано видозмінений варіант коефіцієнта турбулентної в'язкості

$$\nu_t = \text{const} \frac{k \lambda_g^2}{\nu}.$$

Існує й така досить вдала формула для коефіцієнта турбулентної в'язкості

$$\nu_t = C_k L \sqrt{k}.$$

Колмогоровим запропоновано іншу формулу для коефіцієнта турбулентної в'язкості $\nu_t = C_w \frac{k}{w}$,

де w - частота.

$$w = \text{const} \frac{\sqrt{k}}{L}.$$

Практичному впровадженню диференціальних математичних моделей та подальшому їх розвитку заважає значна ресурсомісткість числового розв'язування диференціальних рівнянь у частинних похідних, якими, за аналогією з рівнянням перенесення імпульсу, є відповідні рівняння перенесення характеристик турбулентності, недостатня розвиненість відповідних числових методів і неможливість отримання розв'язку аналітичним шляхом. Розв'язок модельних рівнянь турбулентного руху є спряженою задачею з визначенням характеристик осередненого руху.