

УДК 532.517.4

Л. Романюк, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## ГІБРИДНА АЛГЕБРО-ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА ДВОПАРАМЕТРИЧНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРИСТІННОЇ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

L. Romaniuk

### HYBRID ALGEBRAIC-DIFFERENTIAL TWO-PARAMETER MATHEMATICAL MODEL OF THE WALL FLOW

Аналіз результатів розрахунків пристінних турбулентних течій показує, що алгебраїчні моделі найкраще відтворюють властивості дрібномасштабної квазіізотропної турбулентності внутрішньої області. Диференціальні ж моделі більшою мірою адаптовані до відтворення інерційних властивостей, притаманних динаміці великомасштабної турбулентності. Їх головним недоліком є низька достовірність передбачення властивостей турбулентності поблизу обтічної поверхні, де порушується принцип локальної рівноваги, закладений під час побудови модельних зображень транспортних рівнянь. Тому наведене ніби підштовхнуло до розбудови гібридних моделей, якими у пристінній області застосовні алгебраїчні, а у зовнішній – диференціальні моделі коефіцієнтів турбулентної в'язкості.

Розглянемо гібридну модель, для якої характерним є те, що у пристінній області використовувалася алгебраїчна, а в зовнішній – двопараметрична  $k - \varepsilon$  - модель.

$$v_t = v_{t_{out}} th \frac{v_{tin}}{v_{t_{out}}}$$

Пристінна область

$$v_{tin} = l D_m,$$

$$l = k y \sqrt{\tau^+} v_*,$$

$$D_m = th \frac{sh^2 \left[ k_1 y^+ \sqrt{\tau^+} \right] th \left[ sh^2 \left( k_2 y^+ \sqrt{\tau^+} \right) \right]}{k y^+ \sqrt{\tau^+}}$$

Зовнішня область

$$v_{t_{out}} = C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon},$$

$$C_\mu = 0.09$$

З метою з'ясування збіжності розрахункових значень коефіцієнта турбулентної в'язкості з дослідними результатами проводиться тестування експериментами Клебанова, а також Таунсенда. Необхідні для проведення розрахунків значення кінетичної енергії турбулентності  $k$  та швидкості її дисипації  $\varepsilon$  можна взяти з експериментальних даних Клебанова.

При оцінюванні можливостей моделей, що ґрунтуються на гіпотезі Колмогорова-Прандтля, рівняннях кінетичної енергії турбулентності та її дисипації, для описання пристінних течій у разі значних перепадів тиску, необхідно пам'ятати, що вказані моделі, як правило, спочатку напрацьовувалися для вільних течій, а потім почали переноситись на пристінні течії без необхідного врахування процесів перенесення та структури течії у пристінній області. Використання пристінних функцій чи емпіричних залежностей, що враховують вплив локального числа Рейнольдса, не ґрунтуються на врахуванні реальних змін структури турбулентних потоків. Так, наприклад, використання пристінних функцій, що засновані на класичному логарифмічному законі, мають підставу для застосування тільки в разі незначних перепадів тиску. Навіть більше, вказаний прийом не можна вважати прийнятним у передвідривній області, оскільки логарифмічний закон у ній не діє.