УДК 532.526
Дорош М. – ст. гр. ПК-11
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБОЛЕНТНОГО ПРИМЕЖОВОГО ШАРУ НА ПЛОСКІЙ ПЛАСТИНІ

Науковий керівник: к.т.н. Романюк Л.А.

Для розподілу швидкості при $Re \le 5 \cdot 10^6$ добре наближення дає закон однієї сьомої:

$$V_x(y) = V_\infty \left(\frac{y}{\delta} \right)^{\frac{1}{7}} \tag{1}$$

Для опису зміни напруження тертя вздовж поверхні можна користуватися гіпотезою Прандтля, яка з врахуванням (1), дає наступний вираз:

$$\tau_{om} = 0{,}0225\ \rho\ V_\infty^3 \left(\frac{1}{Re_\delta} \right)^{\frac{1}{4}} \tag{2}$$

де

$$Re_\delta = \frac{V_\infty \delta}{\nu}$$

Знайдемо значення інтегралів, що входять в інтегрально-диференціальне рівняння примежового шару врахувавши (1):

$$\rho \int_0^{\delta(x)} V_x dy = \rho\ V_\infty \int_0^{\delta(x)} \left(\frac{y}{\delta} \right)^{\frac{1}{7}} dy = \frac{7}{8} \rho V_\infty \delta; \quad \rho \int_0^{\delta(x)} V_x^2\ dy = \rho\ V_\infty^2 \int_0^{\delta(x)} \left(\frac{y}{\delta} \right)^{\frac{2}{7}} = \frac{7}{9} \rho\ V_\infty^2 \delta .$$

Врахувавши формулу (2), отримаємо диференціальне рівняння:

$$\frac{7}{12} \rho V_\infty^2 \frac{d\delta}{dx} = 0{,}0225\, \rho V_\infty^2 \left(\frac{\nu}{V_\infty \delta} \right)^{\frac{1}{4}} .$$

Розділимо змінні:

$$\delta^{\frac{1}{4}} d\delta = 0{,}0225 \frac{12}{7} \left(\frac{\nu}{V_\infty} \right)^{\frac{1}{4}} dx .$$

Проінтегруємо і визначимо сталу C з умови $x = 0$. Отримаємо вираз для δ_m:

$$\delta_m = 0{,}37 \left(\frac{\nu}{V_\infty x} \right)^{\frac{1}{5}} x = \frac{0{,}37\, x}{\sqrt[5]{Re_x}} \tag{3}$$

Очевидно, що товщина турбулентного примежового шару пропорційна $x^{\frac{4}{5}}$. З (2) та (3) отримуємо формулу для напруження тертя:

$$\tau_{om} = \frac{0{,}0289\, \rho V_\infty^2}{\sqrt[5]{Re_x}} \tag{4}$$