

УДК 517.958:537.812:621.372  
К РАСЧЁТУ ТОЛЩИНЫ ТЕПЛООВОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

П. Ю. ЧЕРНЯВСКИЙ

Научный руководитель А. А. РОМАНЕНКО, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Белорусско-Российский университет

Для вычисления безразмерной температуры при расчётах толщины теплового пограничного слоя используется выражение [1]

$$\vartheta(\eta) = \int_0^{\eta} \exp\left[-\text{Pr} \cdot \frac{m+1}{2} \int_0^{\xi} f(z) dz\right] d\xi / \int_0^{\infty} \exp\left[-\text{Pr} \cdot \frac{m+1}{2} \int_0^{\xi} f(z) dz\right] d\xi, \quad (1)$$

где  $m$  и  $\text{Pr}$  – параметры, а функция  $f(z)$  является решением граничной задачи

$$f''' + \frac{m+1}{2} f f'' + m(1-f'^2) = 0, \quad f(0) = f'(0) = 0, \quad f'(\infty) = 1, \quad (2)$$

которое получают численными методами. Расчёт интегралов в (1) на основе численных решений (2) – достаточно сложная задача [2]. Но для различных инженерных приложений и упрощения анализа не требуется высокая точность и поэтому используются различные приближения. В [3] получено аналитическое приближение для функции  $f(z)$ . Его использование в случае  $m = 0$  (безградиентное обтекание) приводит выражение (1) к следующему виду:

$$\vartheta(\eta) = \int_0^{\eta} \exp\left[-\text{Pr} \cdot \frac{\lambda}{4} \int_0^{\xi} (\xi-z)^2 e^{\frac{1}{12}\lambda z^3} dz\right] d\xi / \int_0^{\infty} \exp\left[-\text{Pr} \cdot \frac{\lambda}{4} \int_0^{\xi} (\xi-z)^2 e^{\frac{1}{12}\lambda z^3} dz\right] d\xi, \quad (3)$$

где  $\lambda$  – корень уравнения  $\lambda \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{1}{12}\lambda \tau^3\right) d\tau - 1 = 0$ .

Численный сравнительный анализ точных и приближенных расчётных значений  $\vartheta$  показал, что относительная погрешность вычисления  $\vartheta$  по формуле (3) не превышает 2 % для различных значений параметра  $\text{Pr}$ , а процедура расчёта  $\vartheta$  существенно проще.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория теплообмена: учебник для вузов / Под ред. А. И. Леонтьева. – Москва: Высшая школа, 1979.
2. **Афанасьева, Т. Н.** Численный расчёт некоторых интегралов в теории теплового пограничного слоя / Т. Н. Афанасьева, А. А. Романенко // Материалы 53 студ. науч. конф., Могилев, 21–22 мая 2017 г. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т. – С. 19.
3. **Лаптинский, В. Н.** Об одном аналитическом методе решения задачи о динамическом ламинарном пограничном слое в автомоделном случае / В. Н. Лаптинский // Учёные записки ЦАГИ. – 2013. – Т. XLIV, № 5. – С. 72–93.

