

К. А. Поляков (Самара, СамГУ). **Математическая модель обтекания шара вязкой несжимаемой жидкостью при наличии скольжения на стенке.**

Задача обтекания различных тел набегающим потоком воздуха, несмотря на хорошую изученность, остается актуальной в сферах авиационной, космической, автомобильной, железнодорожной промышленности и других областях техники. В научной литературе описаны частные решения, полученные для процессов обтекания тел простой геометрической формы: цилиндра [2], шара [1]. В данной работе исследовано влияние жидкой пленки на поверхности шара при обтекании его потоком вязкого несжимаемого газа на распределении плотности и давления. В упрощенной постановке задачи течение пленки может быть смоделировано заданием скорости скольжения на поверхности шара.

Задача об обтекании шара вязкой средой для малых чисел Рейнольдса при отсутствии скольжения на стенке может быть решена, если воспользоваться цилиндрической системой координат и положить течение потенциальным [2]

$$v_r = -\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z}; \quad v_z = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r}. \quad (1)$$

Тогда уравнения Навье-Стокса для стационарного процесса течения и случая, когда конвективными слагаемыми в левой части можно пренебречь могут быть преобразованы к условию

$$\Delta \psi = 0.$$

Для учета скольжения были использованы модифицированные граничные условия.

На поверхности шара: $R = a : v_r = 0, \quad v_\theta = u_0 \sin \theta.$

На бесконечном удалении от шара: $R = \infty : v_r = v_\infty \cos \theta, \quad v_\theta = -v_\infty \sin \theta.$

Использование этих условий приводит к следующему выражению для функции тока

$$\psi = \sin^2 \theta \left(\frac{v_\infty}{2} R^2 - \frac{1}{2} Ra \left(\frac{3v_\infty}{2} - v_0 \right) + \frac{1}{4} \frac{a^3}{R} (v_\infty - 2v_0) \right).$$

Компоненты скорости тогда, согласно (1) определяются из следующих соотношений

$$v_r = \cos \theta \left(v_\infty \left(1 - \frac{3}{2} \frac{a}{R} + \frac{1}{2} \frac{a^3}{R^3} \right) + v_0 \left(\frac{a}{R} - \frac{a^3}{R^3} \right) \right), \quad (2)$$

$$v_\theta = \sin \theta \left(v_\infty \left(1 - \frac{3}{4} \frac{a}{R} - \frac{1}{4} \frac{a^3}{R^3} \right) + v_0 \frac{1}{2} \left(\frac{a}{R} + \frac{a^3}{R^3} \right) \right). \quad (3)$$

Видно, что проекции скорости складываются из двух слагаемых. Первое слагаемое представляет собой решение при отсутствии скольжения на стенке. Второе слагаемое определяет вклад скорости проскальзывания. Таким образом, система уравнений (2), (3) определяет поле скоростей при обтекании шара вязкой несжимаемой жидкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мазо А. Б., Поташев К. А.* Гидродинамика. Учебное пособие. Казань: КГУ, 2008, 126 с.
2. *Слезкин Н. А.* Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: ГИТТЛ, 1955, 521 с.