

Исследование структуры турбулентности в плоском автомоделном МГД потоке

Суворова Елизавета Владимировна

аспирант

*Томский государственный университет, Механико-математический факультет, Томск,
Россия*

E-mail: suv-liza@yandex.ru

Процессы турбулентного переноса импульса и тепла имеют важное значение во многих технологиях, в камерах сгорания, используемых для гражданских и военных целей, поршневых двигателях, прямооточных воздушно-реактивных двигателях, охлаждающих системах для ядерного реактора и т.д. Перенос импульса и тепла в ламинарном потоке изучался многими исследователями. Однако, в турбулентном потоке указанные субстанции переносятся более интенсивно, поэтому турбулентный МГД перенос - более интересная и важная задача для практических применений. Несомненно, эти процессы еще нуждаются в детальном изучении.

Рассматривается турбулентное течение электропроводящей жидкости между двумя параллельными пластинами, расположенными перпендикулярно вектору напряженности внешнего стационарного однородного магнитного поля. Изучается влияние указанных полей на турбулентную структуру и величину сопротивления трения.

Математическая модель включает уравнение импульсов для осредненной скорости и уравнение для продольной компоненты магнитной индукции [1]:

$$\frac{d}{dy} \left[(\mu + \mu_t) \frac{dU}{dy} \right] = \Delta p + \frac{B_0}{\mu_0} \frac{dB}{dy}, \quad \frac{d}{dy} \left[\left(1 + a_1 \frac{\mu_t}{\mu} \right) \frac{dB}{dy} \right] = \sigma \mu_0 B_0 \frac{dU}{dy},$$

уравнения $(k - \varepsilon)$ модели турбулентности [2]:

$$\frac{d}{dy} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{dk}{dy} \right] + \mu_t \left(\frac{dU}{dy} \right)^2 - \rho \varepsilon - \gamma^2 B_0^2 \sigma k = 0,$$
$$\frac{d}{dy} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{d\varepsilon}{dy} \right] + C_1 f_1 \mu_t \left(\frac{dU}{dy} \right)^2 \frac{\varepsilon}{k} - C_2 f_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k} = 0$$

а также транспортные уравнения для отдельных компонент тензора турбулентных напряжений $\overline{u'^2}$, $\overline{v'^2}$, $\overline{u'v'}$.

Все уравнения модели содержат члены, учитывающие воздействие магнитных полей. Данные уравнения модели совместно с однородными граничными условиями решались численно с помощью метода прогонки.

Рассчитана величина трения и профили скорости жидкости при различных числах Рейнольдса и Гартмана. Получено хорошее согласование расчетов с экспериментальными данными.

Литература

1. Тананаев А.В. (1970) Гидравлика МГД-машин. М.: Атомиздат, 1970.
2. Wang, X., Zhang, N., (2005) Numerical Analysis of Heat Transfer in Pulsating Turbulent Flow in a Pipe // International Journal of Heat and Mass Transfer, № 48, p. 3957-3970.
3. Jones, W.P., Launder, B.E. (1973) The Calculation of Low-Reynolds-Number Phenomena with a Two-Equation Model of Turbulence // International Journal of Heat and Mass Transfer, № 16, p. 1119-1130.