

С. С. Капранчиков (Воронеж, ВГТА). **Анализ влияния параметров модели диссипативного разогрева при течении неньютоновской жидкости смешанного типа.**

Был рассмотрен диссипативный разогрев неньютоновской жидкости смешанного типа при ее течении по цилиндрическому каналу радиуса R и длины L . Основной особенностью таких жидкостей является то, что реологическая модель динамической вязкости μ предполагает, вообще говоря, различные законы ее зависимости от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ на различных интервалах изменения $\dot{\gamma}$. В работе, представленной данным сообщением, принимался следующий вид такой зависимости:

$$\mu(\dot{\gamma}) = \begin{cases} \mu_1, & 0 < -\dot{\gamma} < \dot{\gamma}_0, \\ \mu_1 + \mu_0(2 + \dot{\gamma}/\dot{\gamma}_0 + \dot{\gamma}_0/\dot{\gamma}), & -\dot{\gamma} > \dot{\gamma}_0, \end{cases} \quad \dot{\gamma} = \frac{du}{dr}, \quad \dot{\gamma}_0 > 0, \quad (1)$$

где μ_1 — ньютоновская вязкость жидкости; μ_0 — реологическая константа; $\dot{\gamma}_0$ — пороговое значение скорости сдвига; $u(r)$ — распределение скорости течения жидкости в канале в зависимости от радиальной координаты r . Показано, что такая модель вязкости имеет ограниченную область своей применимости по $\dot{\gamma}$. Ограничения на скорость сдвига с учетом числовых значений реологических параметров записываются в форме

$$\begin{cases} -(2\mu'_0 + 1) - \sqrt{4\mu'_0 + 1}/(2\mu'_0) < \dot{\gamma}' < 1, & \text{если } \mu'_0 > 0, \\ \dot{\gamma}' < -1, \quad -1/4 \leq \mu'_0 < 0, & \text{если } \mu'_0 < 0, \end{cases} \quad \mu'_0 = \frac{\mu_0}{\mu_1}, \quad \dot{\gamma}' = \frac{\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}_0}.$$

Здесь и далее верхним штрихом обозначены безразмерные величины.

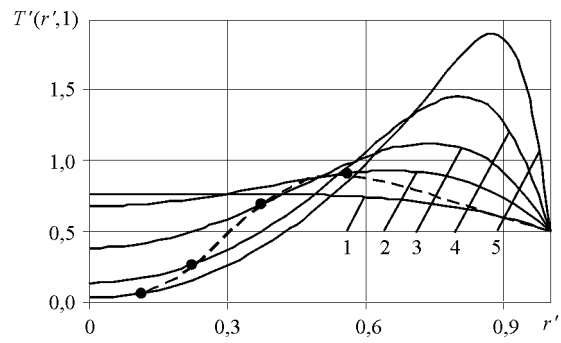
Разбивая в соответствии с (1) область течения на две зоны: ньютоновского течения в центральной части канала и неньютоновского в окрестности стенки канала, было получено выражение для распределения скоростей. Используя это распределение скоростей, аналитически получено решение задачи конвективного теплопереноса в канале с учетом диссипации. Структурно полученное решение для температуры жидкости можно представить в виде

$$T' = \begin{cases} T'_1(r', z', La, Ec, Pr, K_G, R'_\mu, Re, \mu'_0), & 0 \leq r' < R'_\mu, \\ T'_2(r', z', La, Ec, Pr, K_G, R'_\mu, Re, \mu'_0), & R'_\mu \leq r' \leq 1, \end{cases}$$

$$K_G = \frac{2R}{L}, \quad R'_\mu = \frac{8}{La K_G}, \quad La = \frac{2R\Delta P}{\mu_1 u_s},$$

где Pr , Ec , Re — критерии подобия Прандтля, Эккерта и Рейнольдса, определяемые традиционным образом, соответственно; La — критерий подобия Лагранжа; K_G — геометрический критерий подобия; $r' = r/R$, $z' = z/L$ — радиальная и продольная координаты, соответственно; R'_μ — радиальная граница зон течения; u_s — некоторая характерная скорость течения, принимаемая в качестве масштабной; ΔP — перепад давления жидкости по длине канала.

При помощи ЭВМ были проведены численные эксперименты по оценке влияния основных параметров системы на процесс диссипативного разогрева. Для примера на рис. представлено распределение безразмерной температуры T' в выходном сечении канала в зависимости от радиальной координаты r' . Расчеты проводились при следующих значениях параметров: $K_G = 0,1$; $Pr = 2,717 \cdot 10^6$; $\mu'_0 = 0,01$; $Ec = 1,863 \cdot 10^{-8}$ и для $Re = 1120$ (1); 2000 (2); 3000 (3); 5000 (4); 10000 (5). Пунктирной линией показана граница раздела зон течения $r' = R'_\mu$.



Проводя анализ представленной зависимости, можно сделать вывод о том, что при увеличении значения критерия подобия Рейнольдса зона ньютоновского течения сокращается и происходит более интенсивное прогревание потока жидкости вблизи стенки канала.