В. Н. Колодежнов, С. С. Капранчиков (Воронеж, ВГТА). **Моделирование диссипативного разогрева при течении жидкости для одного частного случая зависимости вязкости от скорости сдвига.**

Было рассмотрено течение по цилиндрическому каналу радиуса R и длины L жидкости смешанного типа, вязкость которой определяется следующим образом:

$$\mu(\dot\gamma) = \begin{cases} \mu_1, & 0 < -\dot\gamma < \dot\gamma_0, \\ (\mu_1/2)(|\dot\gamma|/\dot\gamma_0 + \dot\gamma_0/|\dot\gamma|), & -\dot\gamma > \dot\gamma_0, \end{cases} \qquad \dot\gamma = \frac{du}{dr}, \quad \dot\gamma_0 > 0, \tag{1}$$

где μ_1 — ньютоновская вязкость жидкости; $\dot\gamma_0$ — пороговое значение скорости сдвига; $u(r)$ — распределение скорости течения жидкости в зависимости от радиальной координаты r.

Выражение (1) предполагает разбиение области течения на две зоны: ньютоновского течения в центральной части канала и неньютоновского в окрестности стенки канала. Принимая за основу уравнения динамики, неразрывности потока жидкости и уравнение конвективного теплопереноса с учетом диссипации, а также удовлетворяя граничным условиям первого рода для температуры, были (с рядом упрощающих допущений) получены в аналитическом виде выражения для распределения скоростей и температур по зонам течения. Решение задачи структурно можно записать в виде:

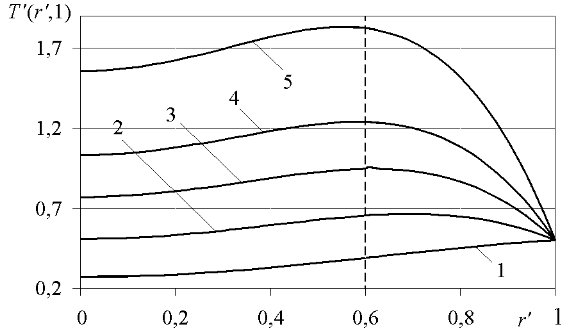
$$\begin{gathered} u' = \begin{cases} u_1(r', La, K_G, R'_\mu, \mathrm{Re}, \dot\gamma'_0), & 0 \leqslant r' \leqslant R'_\mu, \\ u_2(r', La, K_G, R'_\mu, \mathrm{Re}, \dot\gamma'_0), & R'_\mu < r' \leqslant 1, \end{cases} \\ T' = \begin{cases} T'_1(r', z', La, K_G, R'_\mu, \mathrm{Re}, \dot\gamma'_0, Ec, \mathrm{Pr}), & 0 \leqslant r' \leqslant R'_\mu, \\ T'_2(r', z', La, K_G, R'_\mu, \mathrm{Re}, \dot\gamma'_0, Ec, \mathrm{Pr}), & R'_\mu < r' \leqslant 1, \end{cases} \end{gathered} \tag{2}$$

$$La = \frac{2R\Delta P}{\mu_1 u_s}, \quad K_G = \frac{2R}{L}, \quad R'_\mu = \frac{8\dot\gamma'_0}{La\,K_G}, \quad \dot\gamma'_0 = \frac{\dot\gamma_0 R}{u_s},$$

$$\mathrm{Re} = \frac{2\rho R u_s}{\mu_1}, \quad Ec = \frac{u_s^2}{c\Delta T}, \quad \mathrm{Pr} = \frac{\mu_1 c}{\lambda}.$$

Здесь и далее верхним штрихом обозначены безразмерные величины.

В соотношениях (2) приняты следующие обозначения: Pr, Ec, Re, La — критерии подобия Прандтля, Эккерта, Рейнольдса и Лагранжа, соответственно; K_G — геометрический критерий подобия; $r' = r/R$, $z' = z/L$ — радиальная и продольная координаты; R'_μ — радиальная граница раздела зон течения; u_s — некоторая характерная скорость течения; ρ, c, λ — плотность, теплоемкость, теплопроводность среды, соответственно; ΔP — перепад давления жидкости по длине канала; ΔT — характерный перепад температур.



В рамках предложенной математической модели 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 зависмости от радиальной координаты r'. Построение кривых проводилось при температуре стенки канала $T'_w = 0,5$ и следующих значениях параметров модели: $K_G = 0,1$; $\mathrm{Pr} = 2,717 \cdot 10^8$; $\mathrm{Re} = 1,867 \cdot 10^{-6}$; $La = 133$; $\dot{\gamma}'_0 = 1$; $Ec = 10^{-9}$ (1); 10^{-8} (2); $2 \cdot 10^{-8}$ (3); $3 \cdot 10^{-8}$ (4); $5 \cdot 10^{-8}$ (5). Пунктирной линией показана граница раздела зон течения $r' = R'_\mu = 0,6$.

Проводя анализ представленной зависимости, можно сделать вывод о том, что при увеличении значения критерия подобия Эккерта происходит более интенсивное прогревание потока жидкости вблизи стенки канала за счет диссипации энергии, что приводит к возникновению экстремума температуры.