В. Н. Колодежнов (Воронеж, ВГТА). **Теплопернос в плоском канале для жидкости с ограничением на область применимости ньютоновской модели.**

Рассмотрим жидкость, для которой ньютоновская модель реализуется лишь в той зоне области течения, где второй инвариант I_2 тензора скоростей деформаций не превышает по модулю некоторого порогового значения $I_{2,crit} > 0$. В тех же зонах течения, где, наоборот, выполняется условие $-I_2 > I_{2,crit}$, будем считать, что реализуется неньютоновская реологическая модель со степенным законом вязкости. Принимая условие непрерывной дифференцируемости вязкости, как функции второго инварианта, на границе таких зон течения, будем полагать, что связь между компонентами тензора напряжениий τ_{ij} и тензора скоростей деформаций ε_{ij} можно представить в форме

$$\tau_{ij} = \begin{cases} -P\delta_{ij} + 2\mu\varepsilon_{ij}, & 0 < -I_2 < I_{2,crit}, \\ -P\delta_{ij} + 2\dfrac{\mu}{n}Q_{ij}\varepsilon_{ij}, & -I_2 > I_{2,crit}, \end{cases} \qquad i,j = 1,2,3, \tag{1}$$

где P — давление; δ_{ij} — символ Кронекера; μ — ньютоновская вязкость; n — эмпирическая константа;

$$Q_{ij} \equiv \left(\sqrt{-\frac{I_2}{I_{2,crit}}}\right)^{n-1} - (n-1)\sqrt{-\frac{I_{2,crit}}{I_2}}.$$

Для жидкости с реологической моделью (1) было рассмотрено одномерное установившееся течение в плоском канале длины L и ширины $2h$ с учетом диссипации механической энергии. При ряде упрощающих допущений показано, что для температурных граничных условий на стенке канала первого рода распределение безразмерной температуры описывается выражением вида

$$T(x',y') = f(y') + \sum_{k=0}^{\infty} C_k \cos(\varepsilon_k y') \exp\left\{-\frac{\varepsilon_k^2 x'}{A_1}\right\},$$

$$f(y') = \begin{cases} -\dfrac{A_2 y'^4}{12h_\mu'^2} + B_1, & 0 < -I_2 < I_{2,crit}, \\ -\dfrac{A_2 h_\mu'^2}{n(1+2n)}F + B_2 y' + B_3, & -I_2 > I_{2,crit}, \end{cases}$$

$$F \equiv \frac{1}{1+3n}\left[(1-n) + \frac{ny'}{h_\mu'}\right]^{3+1/n} - \frac{1-n}{1+n}\left[(1-n) + \frac{ny'}{h_\mu'}\right]^{2+1/n},$$

$$\varepsilon_k = \frac{\pi}{2}(1+2k), \quad x' = \frac{x}{L}, \quad y' = \frac{y}{h}, \quad T' = \frac{T-T_s}{T_w-T_s}, \quad G = \frac{2h}{L},$$

$$A_1 = \frac{G\,Pe\,u_m'}{2}, \quad A_2 = \frac{4Eu\,Ec\,Pe}{La}, \quad h_\mu' = \frac{h_\mu}{h} = \frac{8}{G\,La}, \quad u_m' = \frac{u_m}{2h\sqrt{I_{2,crit}}},$$

$$Pe = \frac{2h^2\sqrt{I_{2,crit}}}{a}, \quad Ec = \frac{4h^2 I_{2,crit}}{c(T_w-T_s)}, \quad Eu = \frac{\Delta P}{4\rho h^2 I_{2,crit}}, \quad La = \frac{2\Delta P}{\mu\sqrt{I_{2,crit}}}.$$

Здесь x, y — продольная и поперечная координаты в канале; T_w, T_s — температура стенки канала и некоторая характерная температура (например, температура на входе в канал); h_μ — половина ширины зоны ньютоновского течения; u_m — средняя скорость жидкости в канале; Pe, Ec, Eu, La — критерии подобия Пекле, Эккерта, Эйлера и Лагранжа, записанные применительно к выбору масштабной скорости в виде $2h\sqrt{I_{2,crit}}$; ΔP — перепад давления на длине канала; ρ, c, a — плотность, удельная теплоемкость и коэффициент температуропроводности жидкости.

В ходе решения задачи с учетом соответствующих граничных условий, в том числе и на границе зон ньютоновского и неньютоновского течений, получены выражения для определения средней скорости u'_m, а также констант B_1, B_2, B_3 и коэффициентов C_k.

Проведен анализ влияния основных критериев подобия системы на распределения температуры.