В. Н. Колодежнов, **С. С. Капранчиков** (Воронеж, ВГТА). **Методика определения реологических констант одной модели вязкости жидкости смешенного типа.**

Для жидкостей смешенного типа, при течении которых касательные напряжения τ зависят от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ следующим образом:

$$\tau(\dot{\gamma}) = \mu(\dot{\gamma})\,\dot{\gamma} = \begin{cases} \mu_1\dot{\gamma}, & 0 < -\dot{\gamma} < \dot{\gamma}_0, \\ \mu_1(|\dot{\gamma}|/\dot{\gamma}_0 + \dot{\gamma}_0/|\dot{\gamma}|)\dot{\gamma}/2, & -\dot{\gamma} > \dot{\gamma}_0, \end{cases} \quad \dot{\gamma}_0 > 0, \tag{1}$$

существует проблема определения значений ньютоновской динамической вязкости μ_1 и порогового значения скорости сдвига $\dot{\gamma}_0$ на основе экспериментальных данных.

Рассмотрим подход к определению реологических констант $\dot{\gamma}_0$, μ_1. Допустим, что экспериментальные данные зависимости касательного напряжения $\tau_{\rm exp}$ от скорости сдвига $\dot{\gamma}$ для данной жидкости достаточно хорошо описываются функцией вида

$$\tau_{\rm exp} = -b_2\dot{\gamma}^2 - b_0, \quad \dot{\gamma} < 0, \quad \tau_{\rm exp} < 0, \tag{2}$$

где b_0, b_2 — эмпирические константы.

Заметим, что функция $\tau(\dot{\gamma})$ при $|\dot{\gamma}| > \dot{\gamma}_0$ также является параболической:

$$\tau(\dot{\gamma}) = -\mu_1\dot{\gamma}^2\dot{\gamma}_0/2 - \mu_1\dot{\gamma}_0/2. \tag{3}$$

Сравнивая выражения (2) и (3), получаем следующие соотношения для определения искомых реологических констант:

$$\mu_1 = 2\sqrt{b_0b_2}, \quad \dot{\gamma}_0 = \sqrt{b_0/b_2}, \quad b_0b_2 > 0. \tag{4}$$

Определение коэффициентов b_0, b_2 зависимости (2), описывающей набор экспериментальных данных, можно проводить из условия минимума следующей функции невязки:

$$F(b_2, b_0) = \sum_{i=1}^{N_{\max}} [(-b_2\dot{\gamma}_i^2 - b_0) + \tau_i]^2, \tag{5}$$

где $N_{\max}$ — число точек в полном массиве экспериментальных данных, $\dot{\gamma}_i < 0$, $\tau_i < 0$ — экспериментальные значения скорости сдвига и соответствующие им значения касательного напряжения, k — номер точки в полном массиве, с которой начинается отсчет экспериментальных данных, задействованных в обработке.

Однако определение $\dot{\gamma}_0$ и μ_1 по изложенной выше методике имеет следующую особенность, которая заключается в том, что априори неизвестно, какая часть экспериментальных точек соответствует нелинейному участку кривой течения по модели (1) и должна быть принята во внимание при реализации соотношений (2)–(5).

В этой связи предлагается следующий алгоритм нахождения $\dot{\gamma}_i$ и μ_1. Из имеющегося полного массива $N_{\max}$ экспериментальных данных выбираем $(N\max - k + 1)$ пар значений $(\dot{\gamma}_i, \tau_i)$ для $k \leqslant i \leqslant N_{\max} - 2$ и определяем соответствующие им $b_{0,k}$ и $b_{2,k}$. По этим значениям с учетом (4) определяется массив реологических параметров $\dot{\gamma}_{0,k}$ и $\mu_{1,k}$ модели вязкости. Для каждого $\dot{\gamma}_{0,k}$ отыскиваем среди всех экспериментальных данных ближайшее снизу к нему значение $\dot{\gamma}_{m_K}$. Вычисляем массив значений средних относительных погрешностей δ_k отклонения значений напряжений, рассчитанных по (1), от экспериментальных данных

$$\delta_k = \left[\sum_{i=k}^{m_K}\left|1 - \frac{\mu_{1,k}\dot{\gamma}_i}{\tau_i}\right| + \sum_{i=m_K+1}^{N_{\max}}\left|1 - \frac{\mu_{1,k}}{2\tau_i}\left(\frac{\dot{\gamma}_i^2}{\dot{\gamma}_{0,k}} + \dot{\gamma}_{0,k}\right)\right|\right]\frac{100\%}{N_{\max}}.$$

Из всего набора δ_k находим минимальное значение δ_j и окончательно принимаем $\dot{\gamma}_0 = \dot{\gamma}_{0,j}$, $\mu_1 = \mu_{1,j}$.