

В. Н. Колодежнов, С. С. Капраничikov (Воронеж, ВГТА).
Методика обработки экспериментальных данных по определению констант одной реологической модели вязкости.

При исследовании реологических свойств жидкостей существует проблема определения констант моделей вязкости. В частности, это относится к жидкостям смешанного типа с дилатантным поведением на неньютоновском участке, при течении которых зависимость касательных напряжений τ от скорости сдвига $V = \dot{\gamma}$ (обозначим также $V_0 = \dot{\gamma}_0$) имеет вид

$$\tau(V) = \mu(V)V = \begin{cases} \mu_1 V, & 0 < -V < V_0, \\ \mu_1 (|V|/V_0 + V_0/|V|), & -V > V_0, \end{cases} \quad V_0 > 0. \quad (1)$$

Для практического использования модели (1) необходимо знать значения ньютоновской динамической вязкости μ_1 и порогового значения скорости сдвига V_0 исследуемой жидкости.

Определение реологических констант модели (1) предлагается проводить из условия минимума следующей функции невязки:

$$F(\mu_1, V_0) = \sum_{i=k}^{N_{\max}} \left[\left(-\frac{\mu_1 V_i^2}{2V_0} - \frac{\mu_1 V_0}{2} \right) + \tau_i \right]^2. \quad (2)$$

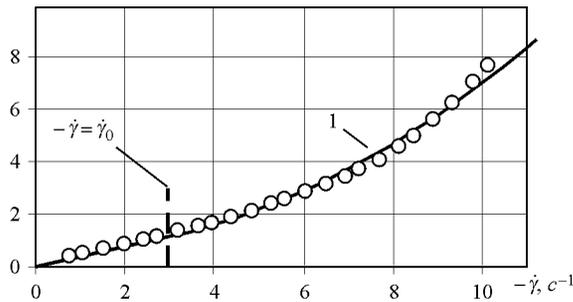
где N_{\max} — число точек в полном массиве экспериментальных данных, $V_i = \dot{\gamma}_i < 0$, $\tau_i < 0$ — экспериментальные значения скорости сдвига и соответствующие им значения касательного напряжения, k — номер точки в полном массиве, с которой начинается отсчет экспериментальных данных, задействованных в обработке. При этом в выражении (2) заранее неизвестно, какая часть экспериментальных точек соответствует неньютоновскому участку кривой течения модели (1).

В этой связи был разработан алгоритм и реализующая его программа [1] для ПЭВМ нахождения V_0 и μ_1 из условия минимума средней относительной погрешности между расчетными и экспериментальными значениями. На основе предложенной методики были обработаны известные экспериментальные данные [2] для 53% раствора кукурузного крахмала в воде при 25° С.

В результате для данного диапазона изменения скорости сдвига было получено пороговое значение скорости сдвига $V_0 = 2,966 \text{ с}^{-1}$, а также значение ньютоновской динамической вязкости $\mu_1 = 0,382 \text{ Па с}$.

Средняя относительная погрешность δ отклонения расчетных значений от экспериментальных данных составляет 7,21%.

На рис. представлена зависимость напряжения от скорости сдвига 53% раствора кукурузного крахмала в воде при 25° С: 0 — экспериментальные точки из [2]; 1 — кривая, построенная согласно модели (1), с учетом найденных реологических параметров.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о регистрации программной разработки № 2010617542 РФ. Программа для обработки экспериментальных данных по определению параметров реологической модели вязкости жидкости смешенного типа и дилатантным поведением на неньютоновском участке. [Текст] / В. Н. Колодежнов, А. В. Колтаков, С. С. Капранчиков; заявитель и правообладатель Колодежнов В. Н. — № 2010615779; заявл. 21.09.2010; опубл. 15.11.2010.
2. *Steffe J. F.* Rheological Methods in Food Process Engineering. East Lansing, MI: Freeman Press, 1996, p. 428.