УДК 532.135.552.577

Э.А. ОРЕШКО

РАСЧЕТ ЛИНИЙ СКОЛЬЖЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВЯЗКО-ПЛАСТИЧНОЙ СИСТЕМЫ В НАСАДКЕ ЦИЛИНДР–КОНУС

Изучению вопроса движения вязко-пластичных систем в насадках с различными сечениями посвящено ряд работ [1...4]. Определены линии тока в трубах сложного сечения, бесконечных конусах с различными углами растворов и т.д. Однако для выяснения картины движения наибольший интерес представляет определение линии скольжения у твердых стенок насадка в области перехода цилиндра в конус.

Цель данной работы: рассчитать линию скольжения у стенок насадка цилиндр–конус при движении вязко-пластичной среды.

В основу расчета положены уравнения, полученные автором, характеризующие движение данной реологической системы в вышеуказанном насадке:

$$h = H - \sum_{k=2}^{n} D_k l^k ; \tag{1}$$

$$\sum_{k=2}^{n} D_k k l^{k-1} = \mathrm{tg}\alpha ; \tag{2}$$

$$\eta \left(\frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}\right) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k \sin\lambda_k y \cos\lambda_k x - \rho_0 g y ; \tag{3}$$

$$\psi(x, y) = Cy\,[f(x,y)]^2 ; \tag{4}$$

$$f(x, y) = y - H + \sum_{k=2}^{n} D_k x^k ; \tag{5}$$

$$\lambda_k = \frac{\pi k}{H}; \quad C_k = \frac{2}{\pi k} P_{вх}(1 - \cos\pi k), \tag{6}$$

где H, h, l, α – параметры насадка цилиндр–конус (H – радиус входного отверстия, h – радиус выходного отверстия, l – длина насадка, α – угол раствора конуса); η – вязкость системы; ρ_0 – плотность.

Для выполнения расчета должны быть известны конструктивные параметры насадка, реологические характеристики (η, ρ_0) системы и давление на входе ($P_{вх}$) и выходе ($P_{вых}$).

Для определения коэффициентов ряда Фурье C_k при нечетном k воспользуемся уравнением (6).

Решим совместно уравнения (3) и (4)

$$\frac{\partial\psi}{\partial y} = C[f(x,y)]^2 + C2y[f(x,y)]\frac{\partial f}{\partial y}\ ; \quad \frac{\partial f}{\partial y} = 1;$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} = 2C[f(x,y)]\frac{\partial f}{\partial y} + 2C[f(x,y)] + 2Cy\frac{\partial f}{\partial y}\ ;$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} = 4C[f(x,y)] + 2Cy\ .$$

Величина $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}$ представляет собой $\frac{\partial V_y}{\partial x}$. Принимая во внимание, что V_y (поперечная скорость) мала и незначительно изменяется по x, то можно в первом приближении допустить $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} \approx 0$:

$$2C\eta[2(y - H + \sum_{K=2}^{n} D_K x^K) + y] = \sum_{K=1}^{\infty} C_K \sin\lambda_K y \cos\lambda_K x - \rho_0 g y;$$

$$4C\eta(\frac{3}{2}y - H + \sum_{K=2}^{n} D_K x^K) = \sum_{K=1}^{\infty} C_K \sin\lambda_K y \cos\lambda_K x - \rho_0 g y\ ;$$

$$\sum_{K=2}^{n} D_K x^K = H - \frac{3}{2}y + \varepsilon_1(\sum_{K=1}^{\infty} C_K \sin\lambda_K \cos\lambda_K x - \rho_0 g y)\ , \qquad (7)$$

где $$\varepsilon_1 = \frac{1}{4C\eta}\ . \qquad (8)$$

Для определения неизвестных коэффициентов D_K и ε_1 решим систему уравнений (1), (2) и $(n - 2)$ уравнений (7). Для этого выберем у стенки $(n-2)$ точек с координатами $x_1, y_1;\ x_2, y_2, \dots, x_{n-2}, y_{n-2}$ и для каждой из них составим уравнение (7).

Для решения системы n уравнений по определению $(n-1)$ коэффициентов D_K и ε_1 составляется соответствующая матрица определителя. Для нахождения членов определителя автором разработана программа для ЭВМ "Минск-22".

После подстановки в уравнение (5) полученных значений коэффициентов D_K и ε_1, определяются точки, характеризующие положение линии скольжения.

Основную трудоемкость представляет решение сравнительно большого числа уравнений, что с появлением нового поколения ЭВМ не является принципиальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. К и м А.Х. Некоторые вопросы реологии вязко-пластичных дисперсных систем.– Мн., 1960. 2. К и м А.Х. Некоторые осесимметричные задачи движения вязко-пластичного торфа. Автореф. докт. дис. – Мн., 1966. 3. К о з е е в М.П. Приближенное решение задачи нестационарного движения вязко-пластичных систем в круглой цилиндрической трубе. – В сб.: Физико-химическая механика дисперсных материалов. Мн., 1969. 4. К о з е е в М.П. Пристенное скольжение в торфяных машинах. – Промышленность Белоруссии, 1969, № 9.

УДК 532.135

В.И.ГЛУБОКИЙ

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ СТАБИЛИЗАЦИИ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Наполненные дисперсные системы в широком диапазоне скоростей деформации в зависимости от особенностей структурообразования могут являться сложными реологическими системами. Исследование наполненных кремнийорганических полимеров показало, что реологические свойства кремнийорганических вазелинов существенно зависят от времени воздействия на дисперсную систему определенной скорости деформации, т.е. являются функцией степени стабилизации. Влияние степени стабилизации на изменение характера кривых течения и реологические параметры уравнений состояния зависит от особенностей структуры дисперсной системы различных типов кремнийорганических вазелинов. Объектами исследований являлись кремнийорганические вазелины КВ-3 (МРТУ6-02-303-64) и КВ-Э/16(ТУП-92--67), представляющие собой смеси полиорганосилоксановых жидкостей с мелкодисперсным наполнителем и имеющие различные особенности строения структуры дисперсной системы. Исследуемые нестабилизированные дисперсные системы указанных кремнийорганических вазелинов в зависимости от их структурных особенностей имеют тиксотропно-псевдопластический (КВ-3) или тиксотропно-дилатантный (КВ-Э/16) характер течения. Тиксотропно-псевдопластическая нестабилизированная дисперсная система имеет свойства структурированной жидкости в широком диапазоне скоростей сдвига, а тиксотропно-дилатантная имеет при сравнительно малых скоростях сдвига неньютоновский псевдо-пластический характер течения, переходящий в более высоком диапазоне скоростей в дилатантный.

В процессе стабилизации, как отмечалось в работе [1],при деформировании дисперсной системы проявляются, с одной стороны, эффект разрыва тиксотропных связей и разрушение коагуляционных структур,и это ведет к понижению вязкости, с другой – эффект переупаковки частиц и перераспределение жидкой фазы, что способствует усилению межчастичного взаимодействия, и, следовательно, вязкость возрастает. В зависимости от особенности