

В. Н. Колодежнов (Воронеж, ВГУИТ). **Моделирование поля скоростей при течении в плоском канале жидкости, демонстрирующей проявление эффекта «отвердевания».**

Рассматривается одномерное установившееся течение в плоском канале ширины $2h$ и длины L жидкости, которая при стремлении модуля скорости сдвига $\dot{\gamma}$ к некоторому критическому значению $\dot{\gamma}_{crit2}$ демонстрирует проявление эффекта «отвердевания». Реологическая модель такой жидкости предложена в [1]. В соответствии с этой моделью, динамическая вязкость имеет две ветви, условно говоря, псевдопластического и дилатантного поведения, соответственно.

В зависимости от значения перепада давления на длине канала возможны три различные схемы течения. Первая схема представляет собой течение нелинейно вязкой (псевдопластической) жидкости со степенным законом вязкости. Вторая схема предполагает реализацию двух ветвей зависимости динамической вязкости от скорости сдвига, соответственно, в различных зонах основной области течения. И, наконец, третья схема характеризуется тем, что в окрестности каждой из стенок канала формируется слой «отвердевшей» жидкости. При этом собственно течение жидкости, для которого по-прежнему реализуются обе ветви зависимости динамической вязкости от скорости сдвига, происходит уже в более узком канале неизвестной заранее ширины $2h_{\mu 2}$.

Для третьей схемы течения с учетом постановки соответствующих граничных условий было показано, что распределение скорости $u(y)$ в зависимости от поперечной координаты y , отсчитываемой от оси симметрии канала, определяется выражением вида

$$u'(y') = \begin{cases} u'_1(y') = Bh'_{\mu 1} - C_2 + C_1(h'_{\mu 1}{}^{(1+n_1)/n_1} - |y'|^{(1+n_1)/n_1}), & |y'| \leq h'_{\mu 1}, \\ u'_2(y') = (h'_{\mu 2} - |y'|) - C_2(1 - (|y'| - h'_{\mu 1})/(Bh'_{\mu 1}))^{(1+n_2)/n_2}, & h'_{\mu 1} \leq |y'| \leq h'_{\mu 2}, \end{cases}$$

$$y' = y/h, \quad u' = u/(h\dot{\gamma}_{crit2}), \quad C_1 = n_1\dot{\gamma}'_{crit1}/((1+n_1)h'_{\mu 1}{}^{1/n_1}), \quad C_2 = n_2Bh'_{\mu 1}(1 - \dot{\gamma}'_{crit1})/(1+n_2), \quad G = 2h/L, \quad La = 4\Delta p/\tau_{crit2}, \quad \dot{\gamma}'_{crit1} = \dot{\gamma}_{crit1}/\dot{\gamma}_{crit2}, \quad B = (\tau_{crit2}/(K_1\dot{\gamma}_{crit1}^{n_1})) - 1, \quad h'_{\mu 1} = h_{\mu 1}/h = 8/(GLa(1+B)), \quad h'_{\mu 2} = h_{\mu 2}/h = h'_{\mu 1}(1+B),$$

$$\Delta > L\tau_{crit2}/h, \tag{1}$$

где K_1 , τ_{crit2} , $\dot{\gamma}_{crit1}$, $\dot{\gamma}_{crit2}$, n_1 , n_2 — эмпирические константы реологической модели из [1], G — безразмерный геометрический параметр, La — число Лагранжа, $2h_{\mu 1}$ — ширина полосы (зоны) в области течения, внутри которой реализуется степенной закон вязкости (область псевдопластического поведения), B , C_1 , C_2 — промежуточные параметры, принятые для сокращения записи. Здесь и ниже верхним штрихом отмечены безразмерные величины.

Объемный расход жидкости для третьей схемы течения определялся из выражения $Q' = Q/(2h^2\dot{\gamma}_{crit2}) = \int_0^{h'_{\mu 1}} u'_1(y') dy' + \int_{h'_{\mu 1}}^{h'_{\mu 2}} u'_2(y') dy'$.

Был проведен анализ влияния исходных параметров задачи на характеристики течения. Показано, что возрастание перепада давления (при одновременном выполнении условия (1) существования третьей схемы течения) приводит к снижению объемного расхода. Последнее обстоятельство можно объяснить «запиранием» канала в связи с уменьшением его проходного сечения за счет расширения зон, заполненных материалом «отвердевшей» жидкости.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 12-08-00629.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колодежнов В. Н.* Моделирование течения неньютоновских жидкостей, демонстрирующих проявление эффекта «отвердевания». — В кн: Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики. Труды международной конференции. Ч. 1. Воронеж: ИПЦ Воронежского гос. ун-та, 2012, с. 193–195.