

0.1. Кармушин С.Р. Нестационарные течения Пуазейля в вязкоупругой жидкости максвелла с двумя временами релаксации

Одной из характерных особенностей движения вязкоупругих сред, привлекающих внимание исследователей, является аномальное поведение жидкости при определенных параметрах течения. Ярким проявлением развития неустойчивости потока является эффект сдвигового расслоения (shear banding), когда в течении неньютоновской жидкости возникает конечное число однонаправленных слоев, отличающихся скоростью сдвига. Это явление охватывает широкий класс течений, характеризующихся возникновением внутренних разрывов и, в конечном итоге, приводит к резкому уменьшению сопротивления при транспортировке вязкоупругих жидкостей в каналах и трубах.

В работе [1] предложена и проанализирована нелинейная модель Джонсона — Сигалмана — Олдройда, которая объединяет в себе модель Джонсона — Сигалмана с несколькими временами релаксации и подход с введением искусственной ньютоновской вязкости в законе сохранения импульса. Ключевая особенность этой модели — немонотонная зависимость стационарного напряжения сдвига от скорости сдвига. Это приводит к образованию скачков скорости сдвига в стационарном течении, когда градиент давления превышает некоторое критическое значение. Благодаря этой особенности, модель позволяет описывать различные неустойчивости потока, включая shear banding. В работе [2] исследовано течение Куэтта в рамках модели Джонсона — Сигалмана с двумя временами релаксации, но без ньютоновской вязкости и построена численная модель для расчета нестационарных решений с учетом сдвигового расслоения потока.

В данной работе рассмотрены одномерные нестационарные течения несжимаемой вязкоупругой жидкости между параллельными пластинами и в трубе (течение Пуазейля) в рамках модели Джонсона — Сигалмана с двумя временами релаксации. Проведены нестационарные расчеты различных режимов течения, продемонстрировано возникновение внутренних линий скольжения при увеличении скорости потока (shear banding). Построены стационарные решения и исследована их структура. Показано, что стационарные решения с внутренними линиями скольжения могут быть получены как численный предел нестационарных течений. На основе нестационарных расчетов построены диаграммы зависимости напряжения сдвига от скорости для течений Куэтта и Пуазейля. Проанализировано явление гистерезиса при циклическом изменении скорости потока.

Результаты исследования были использованы при выполнении индустриального проекта по моделиро-

ванию трехмерного течения геля ГРП в пропантанной пакке.

Научные руководители — д.ф.-м.н. проф. Ляпидевский В. Ю., д.ф.-м.н. проф. РАН Головин С. В.

Список литературы

- [1] MALKUS D.S., NONEL J.A., PLOHR B.J. Analysis of new phenomena in shear flow of non-newtonian fluids // SIAM J. Appl. Math. 1991. Vol. 51. N. 4. P. 899–929.
- [2] Ляпидевский В. Ю. Течение Куэтта вязкоупругой среды максвелловского типа с двумя временами релаксации // Тр. МИАН. 2018. Т. 300. С. 146–157.