

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Бифуркация стационарных неоднородных структур в области сверханомалии куэттовского течения структурированной жидкости в плоском зазоре

Кузнецов Константин Петрович

Аспирант

*Сыктывкарский государственный университет, Математический факультет,
Сыктывкар, Россия*

E-mail: k.o.n.s.t@mail.ru

Течение ряда структурированных жидкостей, вязкостные свойства которых изменяются вследствие взаимного превращения структурных единиц, может сопровождаться процессами самоорганизации – спонтанным возникновением и развитием некоторой структуры в первоначально однородной среде. Для течения псевдопластической жидкости характерно падение напряжения при возрастании скорости деформации, для дилатантной – падение скорости деформации при возрастании напряжения, – так называемые явления «сверханомалии вязкости».

Было проведено исследование области немонотонного поведения реологической кривой (что соответствует области "сверханомалии вязкости") для одномерной модели куэттовского течения псевдопластической и дилатантной жидкостей в плоском зазоре, состоящей из уравнения движения, диффузионно-кинетического уравнения, соответствующих начальных и граничных условий.

В области монотонности реологической кривой существует одно устойчивое решение для степени структурных превращений, тогда как в области сверханомалии появляется три стационарных однородных решения, одно из которых неустойчиво. В результате потери устойчивости однородного стационарного состояния формируются пространственно-неоднородные стационарные состояния - диссипативные структуры [1,2].

Существование и локализация области сверханомалии зависит от параметров системы. В работе [1] найдено критическое значение одного из таких параметров, определяющее возникновение области немонотонности реологической кривой.

Проведенный параметрический анализ позволил выделить диапазон значений выбранного параметра, задающий область сверханомалии при фиксированных значениях остальных параметров. Для выбранной пары параметров и различных наборов значений других параметров построены бифуркационные диаграммы (кривые кратности и нейтральности), позволившие для любых значений выделенных параметров установить число стационарных однородных состояний и их устойчивость.

С помощью бифуркационного метода (процедура Ляпунова-Шмидта) в аналитическом виде получено неоднородное решение, ответвляющееся от стационарного однородного решения в точке бифуркации. Показано, что бифуркация из однородного решения надкритическая. Исследование аналитического решения подтвердило вид полученной с помощью численных расчетов (методом прогонки) диссипативной структуры, возникающей в области сверханомалии течения псевдопластической жидкости.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, ГК 02.740.11.0618

Литература

1. Худяев С.И. Пространственная неоднородность и автоколебания при течении структурированной жидкости // Математическое моделирование. 2002. Т. 14. №7. С. 53-73.
2. Беяева Н.А. Неоднородное течение структурированной жидкости // Математическое моделирование. 2006. Т. 18. №6. С. 3-14.