

Немонотонное скольжение на твердой стенке в задаче о течении вязкой жидкости в прямом канале

Дьякова Ольга Алексеевна

Томский государственный университет (Томск), Россия

e-mail: olga.dyakova.1992@mail.ru

Борзенко Евгений Иванович

Томский государственный университет (Томск), Россия

НЕМОНОТОННОЕ СКОЛЬЖЕНИЕ НА ТВЕРДОЙ СТЕНКЕ В ЗАДАЧЕ О ТЕЧЕНИИ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ В ПРЯМОМ КАНАЛЕ

Многочисленные экспериментальные и теоретические исследования гидродинамических процессов показывают, что скольжение полимерной жидкости на твердой стенке может являться основной причиной неустойчивости течения, например, такой как неустойчивость вида «скольжение-прилипание» (stick-slip instabilities) [1]. В настоящей работе исследуется течение вязкой несжимаемой жидкости в плоском канале. Математическая постановка задачи включает уравнения Навье-Стокса и неразрывности [2]. Традиционное условие скольжения Навье предполагает, что касательная скорость на стенке прямопропорциональна касательному напряжению. В данной работе в качестве граничного условия на твердой стенке используется уравнение немонотонного скольжения [3], заключающееся в наличии трех режимов взаимодействия жидкости с границей с различными коэффициентами скольжения в зависимости от уровня касательных напряжений. При этом существуют участки, когда скорость растет по мере роста напряжений, и участки с обратной зависимостью. На входной границе задается однородный профиль скорости, на выходной – мягкие граничные условия.

Поставленная задача решается численно с помощью конечно-разностного метода. Для нахождения полей скорости и давления в узлах разнесенной сетки используется алгоритм SIMPLE [4].

В ходе работы проведен качественный анализ картины течения с учетом немонотонного скольжения жидкости на твердой стенке, проведены параметрические исследования влияния основных параметров задачи на картину течения. Выявлено существование двух режимов течения: устойчивого и неустойчивого. В первом однородный профиль скорости по мере продвижения вдоль канала перестраивается в параболический, при этом скорость скольжения вдоль стенки в каждом сечении постоянна. Неустойчивый режим характеризуется периодическими колебаниями значений касательной скорости на границе с течением времени.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-08-00313а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Georgiou G.C. The time-dependent, compressible Poiseuille and extrudate-swell flows of a Carreau fluid with slip at the wall/ *J. Non-Newtonian Fluid Mech.* № 109 – 2003 – P.93–114.
2. Лойцянский Л.Г. *Механика жидкости и газа* [Текст]/ Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1973. - 848с.

3. Chatziminaa M. Stability of the annular Poiseuille flow of a Newtonian liquid with slip along the walls/ M. Chatziminaa, G.C. Georgioua, K. Housiadasb, S. G. Hatzikiriakosc/ J. Non-Newtonian Fluid Mech. № 159 – 2009 – P.1–9.

4. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости [Текст]/ С. Патанкар. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152с.