

Секция «Математика и механика»

Применение методов бифуркационного анализа для решения задачи о вторичном стационарном течении вокруг осциллирующего цилиндра.

Нуриев Артём Наилевич

Аспирант

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского, Казань, Россия

E-mail: Artem.Nuriev@ksu.ru

В задаче рассматриваются вторичные стационарные течения, возникающие при периодических колебаниях цилиндра в вязкой несжимаемой жидкости в условиях малой амплитуды и высокой частоты колебаний. Уравнения движения, описывающие такие течения получены в рамках асимптотического анализа [1]. Вне тонкого пограничного слоя на цилиндре в главном члене течения удовлетворяют стационарной системе уравнений Навье-Стокса, где число Рейнольдса (Re) строится по линейной скорости колебаний и толщине стоксовского нестационарного пограничного слоя.

Исследование задачи проводится численно, для дискретизации используется конечно-разностная схема второго порядка точности. Решение дискретизованной системы проводится методами бифуркационного анализа [2]. Основные компоненты анализа: задача локализации решений, продолжения по параметру, исследования точек бифуркаций. Задача локализации служит для поиска вещественных решений системы при фиксированном значении Re . Для ее решения используется FPN метод гомотопии [3]. Задача продолжения по параметру призвана обеспечить движение по выделенным локализацией ветвям решения в фазово-параметрическом пространстве системы. Метод ее решения основан на подходе «предиктор-корректор». В качестве предиктора в работе используется метод касательной, в качестве корректора метод Мура-Пенроуза. Исследование точек бифуркаций позволяет провести заключительную стратификацию ветвей и построить бифуркационную диаграмму, для этого в работе решается спектральная задача.

Применение методов бифуркационного анализа позволяет обнаружить в области $0 < Re < 150$ чисел Рейнольдса 9 решений задачи, принадлежащих 5 различным, непересекающимся ветвям и построить бифуркационную диаграмму фазово-параметрического пространства задачи.

Литература

1. Riley N. Oscillatory Viscous Flows. Review and Extension. // IMA Journal of Applied Mathematics. 1967. V. 3, Issue 4. P. 419-434.
2. Нуриев А.Н. Использование методов бифуркационного анализа при исследовании системы уравнений Навье-Стокса для приложения в задачах гидромеханики и химической технологии. // Вестн. Каз. технологического ун-та. 2011. 16. С. 334-336.
3. Rahimian S. K. et al. A new homotopy for seeking all real roots of a nonlinear equation. // Computers Chemical Engineering. 2011. V. 35, Issue 3. P. 403-411.