

Возникновение автоколебаний в вертикальном слое жидкости с движущимися границами

Моршнева И.В., Андрос Н.В.

Институт математики, механики и компьютерных наук, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

andross@mail.ru, ivmorshneva@sfedu.ru

К докладу на семинаре 25 декабря 2020 года

Рассматривается задача о возникновении пространственных вторичных автоколебательных режимов конвекции в бесконечном вертикальном слое жидкости с твердыми и изотермическими границами, которые движутся по вертикали с одинаковыми по величине, но противоположными по направлению скоростями. Движения, возникающие в жидкости, описываются системой уравнений конвекции в приближении Обербека-Буссинеска. Уравнения движения имеют стационарное решение (основной режим) с кубическим профилем скорости и линейным распределением температуры. Известно, что при некоторых значениях параметров возможна колебательная потеря устойчивости этого режима.

Изучается возникновение автоколебаний, возникающих при колебательной потере устойчивости основного режима относительно пространственных возмущений, периодических по однородным переменным. Уравнения возмущений имеют группу симметрии $O(2) \times O(2)$, и применима теория бифуркации рождения циклов в системах с такой симметрией [1]. Из результатов теории следует, что в случае общего положения при переходе параметра через критическое значение от основного равновесия могут ответвиться циклы, которым отвечают автоколебания типа горизонтальных бегущих волн, косых бегущих волн и различных нелинейных суперпозиций косых бегущих волн.

При различных критических значениях параметров, соответствующих колебательной потере устойчивости, проводится анализ характера ветвления и устойчивости возникающих пространственных автоколебательных режимов в вертикальном слое с движущимися границами. Для этого были найдены аналитические выражения для коэффициентов системы уравнений разветвления рассматриваемой задачи. Эти коэффициенты представляют собой функционалы, которые выражаются через собственные функции линейной и сопряженной задач устойчивости, решения ряда неоднородных краевых задач с правыми частями, явно зависящими от этих же собственных функций. Для возникающих автоколебательных режимов выписаны первые два члена ряда по степеням параметра надкритичности.

[1] Morshneva I. V. The Andronov-Hopf Bifurcation in a Dynamical Systems with Symmetry and its applications in hydrodynamics // Rostov-on-Don, SFEDU. 2010. 140 p.