

## ПСЕВДОСПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ТРЕХМЕРНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЗАМКНУТЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ОБЪЕМАХ

Пивоваров Д. Е.

Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН, г. Москва, Россия

Замкнутые прямоугольные объемы являются составными элементами большого количества технических устройств и конструктивных элементов. Их ориентация может быть произвольно задана согласно техническим требованиям или выбираться из расчета соблюдения оптимальных параметров теплообмена. В зависимости от условий теплоотдачи на ограничивающих поверхностях в теплопроводной жидкости, заполняющей объем, возникают естественно-конвективные течения.

Взаимодействие конвективных потоков, вызванных течениями, развивающимися в поле силы тяжести или при наличии поля микроускорений на борту космической станции, проявляется в богатстве режимов теплообмена. Это приобретает важное

значение в связи с необходимостью управления характеристиками температурного расслоения и перемешивания, влияющих на структуру течения в масштабах производственных установок. Тонкая структура взаимодействий может влиять на качество получения материалов для электронной промышленности. Примером здесь служит выращивание кристаллов из расплава в условиях космического полета [1].

Помимо метода моделирования движения вязкой жидкости на основе нелинейных уравнений [2] применяется подход, связанный с анализом устойчивости течения в линейном приближении. Основой данного подхода служит формулировка дифференциальной спектральной задачи для поиска определяющих критических параметров, влияющих на устойчивость течения относительно пространственных возмущений.

Настоящая работа посвящена разработке и реализации псевдоспектрального метода решения этой задачи в трехмерной постановке. За основу был взят ранее разработанный метод, позволяющий проводить анализ устойчивости при замыкании объема только в одном направлении [3]. В остальных измерениях возмущения предполагались периодическими. Настоящий подход отличается замыканием объема по всем трем координатам с заданием граничных условий 1, 2 и 3 рода.

В работе представлено описание алгоритма решения спектральной задачи с использованием дифференциальных матриц. Проведены тестовые расчеты и сравнение полученных результатов с экспериментальным материалом и данными других численно-аналитических работ. Обсуждается целесообразность применения данной метода по сравнению с традиционным спектральным методом на основе метода Галеркина.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Polezhaev V.I., Myakshina M.N., Nikitin S.A. Heat transfer due to buoyancy-driven convective interaction in enclosures: Fundamentals and applications // Int. J. Heat Mass Transfer. 2012. V. 55. № 1–3. P. 156–165.
- [2] Бессонов О.А. Эффективный метод расчета течений несжимаемой жидкости в областях регулярной геометрии. Препринт № 1021. М.: ИПМех, 2012. 59 с.
- [3] Павловский Д.С. Решение задачи конвективной устойчивости многокомпонентных жидкостей. Препринт № 416. М.: ИПМех, 1989. 37 с.