

Евграфова А.В.<sup>1</sup>, Кучинский М. О.<sup>2</sup>, Сухановский А. Н.<sup>1</sup><sup>1</sup> Институт механики сплошных сред УрО РАН, Пермь<sup>2</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет

E-mail: eav@icmm.ru

В неравномерно нагретой жидкости, находящейся в поле силы тяжести, равновесие, как правило, невозможно. Наличие градиента температуры будет приводить к возникновению конвективных движений, изучению которых посвящен широкий спектр как экспериментальных, так и численных работ.

В последнее десятилетие интерес сместился в сторону изучения конвективных движений от локализованных источников тепла. Актуальность ряда работ обусловлена широким распространением подобного рода систем. В [1] предложена математическая модель процессов теплообмена в радиоэлектронной аппаратуре и электронной техники. Модель представляла собой замкнутую прямоугольную полость с локализованным источником тепла. В [2] численно исследовано распространение примеси от мощного теплового источника в атмосфере (на примере возгорания нефти). В [3] авторы представили результаты по лабораторному моделированию течений вблизи нагретой круглой пластины, расположенной в центре кубической полости (Urban Heat Island Effect). Лабораторный аналог тропического циклона предложен в серии работ Богатырева Г. П. [4]. Исследовано возникновение конвективного вихря во вращающемся слое жидкости над нагретым диском. Показано, что возникающее в такой системе вихревое движение схоже по структуре со структурой урагана, а предложенная конфигурация перспективна для изучения природы циклонов. Дальнейшие исследования конвекции в неподвижных и вращающихся цилиндрических слоях жидкости при наличии локализованного нагрева показали существование в зоне нагрева системы вторичных конвективных валов [5, 6], существенное влияние нагрева и скорости вращения на структуру крупномасштабного вихря [7]. Действительно основной причиной возникновения тропических циклонов полагается взаимодействие силы Кориолиса с массовыми силами, обусловленными неоднородностью нагрева поверхности океана солнечным излучением. А вторичные движения, являясь неотъемлемой частью не только пограничных слоев циклонов и ураганов [8, 9], но и ряда технологических приложений, существенно влияют на процессы массопереноса и определяют интенсивность теплообмена.

В данной работе экспериментально исследованы процессы теплообмена в горизонтальном слое жидкости локально подогреваемом снизу. Постановка задачи максимально приближена к постановке [4, 5, 7].

Экспериментальная модель представляла собой цилиндрический слой жидкости диаметров 300 мм. Нагрев осуществлялся при помощи медного теплообменника диаметром 104 мм, расположенного за-

подлицо с дном модели Питание нагревателя происходило через источник переменного тока. Температура нагревателя контролировалась с точностью до 0,5 К через Termodat. Высота слоя жидкости составляла 30 мм. В качестве рабочих жидкостей использованы силиконовые масла различной вязкости. Для измерения температуры была использована линейка термопар – 13 термопар, расположенных на расстоянии 10 мм друг от друга. Линейка размещалась по диаметру нагревателя. Было изучено влияние управляющих параметров задачи на интенсивность теплообмена.

1. Шеремет М. А., Мартошев С. Г. Численный анализ конвективно радиационного теплопереноса в замкнутой воздушной полости с локальным источником энергии // Компьютерные исследования и моделирование. 2014. Vol. 6. P. 383–396.
2. Шварц К. Г., Шкляев В. А. Численное моделирование мезомасштабных вихревых структур вблизи мощного горячего источника примеси в пограничном слое атмосферы // Вычислительная механика сплошных сред. 2009. Vol. 1. P. 96–106.
3. J. Lu, S. Pal Arya, W. H. Snyder, R. E. Lawson, Jr A Laboratory Study of the Urban Heat Island in a Calm and Stably Stratified Environment. Part I: Temperature Field // Journal of Applied Meteorology. 1997. Vol. 36. P. 1377–1391.
4. Bogatyrev, G.P., Excitation of a cyclonic vortex or a laboratory model for a tropical cyclone // Pisma Zh.Eksp. Teor. Fiz. 1990. V. 51. P. 557–559.
5. A. Sukhanovskii, A. Evgrafova, E. Popova Horizontal rolls over localized heat source in a cylindrical layer // Physica D: Nonlinear Phenomena. 2016. Vol. 316. P. 23–33
6. Boubnov B. M., van Heijst G. J. F. Experiments on convection from a horizontal plate with and without background rotation // Experiments in Fluids. 1994. Vol. 16. P. 155–164.
7. A. Sukhanovskii, A. Evgrafova, E. Popova Laboratory study of a steady-state convective cyclonic vortex // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2016. Vol. 142. P. 2214–2223
8. Wurman J., Winslow J. Intense Sub-Kilometer-Scale Boundary Layer Rolls Observed in Hurricane Fran // Science. 1998. Vol. 280. P. 555.
9. J. A. Zhang, K. B. Katsaros, P. G. Black et al. Effects of Roll Vortices on Turbulent Fluxes in the Hurricane Boundary Layer // Boundary-Layer Meteorology. 2008. Vol. 128. P. 173–189.

Работа поддержана РФФИ (грант № 16-31-00150).