

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ВРАЩАЮЩАЯСЯ ВОЛНА В ТОНКОМ СЛОЕ ВОДЫ. ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Керекелица И.В.<sup>1</sup>, Мартюшев Л.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия  
E-mail: ivan.kerekelica@mail.ru

## TEMPERATURE ROTATING WAVE IN A THIN LAYER OF WATER. NUMERICAL EXPERIMENT

Kerekelitsa I.V.<sup>1</sup>, Martyushev L.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The convection of water in a cylinder, the bottom of which is at a constant temperature, and heat removal occurs from the upper surface, is numerically studied. A temperature wave was detected in a small range of container sizes with a frequency of about 0.1 Hz, rotating parallel to the surface.

В тонких слоях жидкости с открытой верхней поверхностью, при подогреве снизу, образуются различные структуры благодаря конвекции [1]. Такие структуры можно легко наблюдать с помощью тепловизионной камеры [2]. Численное моделирование - удобный современный способ анализа конвективных структур. В настоящей работе была поставлена цель численно исследовать в пакете COMSOL систему, которая экспериментально и численно была предварительно изучена в работах [2,3].

Моделировался небольшой контейнер с водой (диаметр 90 мм, высота от 6 до 15 мм) с температурой дна и стенок от 28 до 47 °С. Свободная поверхность воды граничила воздухом при комнатных условиях. На верхней поверхности использовалось условие прилипания, моделирующее влияние адсорбционной примеси.

В процессе расчетов было обнаружено интересное численное решение: возникновение в горизонтальной плоскости воды изменения температуры в виде волны, вращающейся с постоянной угловой скоростью относительно центра контейнера (см. рис. 1). Наблюдаемое "вращение" температурного поля является следствием самоорганизации обычных термогравитационных вихрей.

Важным условием образования волны, является одновременный нагрев как стенок, так и дна контейнера. Если сохранять нагретой лишь дно, а стенки оставить при температуре окружающей среды (либо наоборот), то никаких волн не образуется.

Общий тепловой поток с поверхности жидкости для исследованного случая оказывается равным примерно 900 Вт/м<sup>2</sup>. Этот теплоотвод состоит из потоков энергии благодаря испарению (83%), конвекции (16%) и излучения (1%). Как

показал расчет, если исключить из теплоотода испарение или конвекцию, то температурная волна исчезает. Исключение потока излучения не оказывает влияние на существование вращающейся волны.

Обнаруженное волновое поведение требует дальнейшего исследования, в том числе подтверждения в экспериментах на воде с различными адсорбирующимся на поверхности примесями.

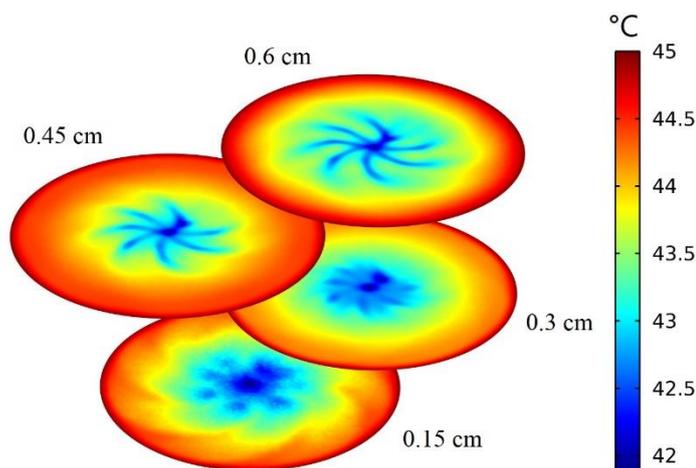


Рис. 1. Распределение температуры “вихря” по глубине.

1. M. C. Navarro, A. M. Mancho, H. Herrero, *Chaos* 17, 023105 (2007).
2. D.A. Rusova, L.M. Martyushev, *AIP Conf. Proceed.* 2174, 020162 (2019).
3. I.V. Kerekelitsa, K.V. Zvonarev and L. M. Martyushev, *AIP Conf. Proceed.* 00172 (2021).