

пользователем и машинным кодом, включающий в себя как средства ввода информации, непосредственно необходимой для реализации всех программных алгоритмов, так и вывода обработанных данных, в том числе и в графическом представлении.

1. А. С. Прохоров, А. Г. Алексеев, В. Б. Лазарев и др., Физика плазмы, 155-162 (2004)
2. Э. И. Кузнецов, Д. А. Щеглов, Методы диагностики высокотемпературной плазмы, Атомиздат (1974).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРЕВОВИДНЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Русова Д.А.<sup>1</sup>, Звонарев К.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: [dariarusova@mail.ru](mailto:dariarusova@mail.ru)

## MODELING DENDRITIC STRUCTURES ON A WATER SURFACE

Rusova D.A.<sup>1</sup>, Zvonarev K.V.<sup>1</sup>, Martyushev L.M.<sup>1</sup>

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

The heated fluid movement is modelled with ANSYS FLUENT software. A tree-like temperature structures on the surface of the water is obtained. This result consistent with previous experimental observations.

Ранее в работе [1] было обнаружено на поверхности воды распределение температуры древовидной (фрактальной) формы. Условия эксперимента были следующие. Вода, нагретая до температур 30-40°C находилась в круглой стеклянной емкости (диаметром 100 мм). Глубина жидкости была 5-10 мм. Жидкость граничила с воздухом, находящимся при комнатной температуре. Наблюдение поверхности жидкости велось в тепловизор Infratec ImageIR. Древовидные ветви структур имели температуру примерно на 3 °С меньшую, чем окружающая жидкость. Природа этих структур до конца не понятна, с этой целью было предпринято их математическое моделирование.

Численное моделирование задачи выполнялось в пакете ANSYS FLUENT. Конвективное движение несжимаемой жидкости описывалось системой уравнений движения механики сплошных среды, которая включает в себя уравнение движения Навье-Стокса, уравнение переноса тепла и уравнение непрерывности. Зависимость плотности от температуры в данной системе уравнений учитывалась в приближении Буссинеска.

Использовались следующие граничные условия. На дне и боковых стенках слоя задается условие полного прилипания жидкости, т.е. скорость движения

жидкости равна нулю, а температура жидкости считается равной температуре стенок. Расчеты проводились при однородной температуре равной 40 °С. На верхней границе слоя  $z=d$  (свободная поверхность) задается условие не протекания (равенство нулю нормальной компоненты скорости) и сдвиговое напряжение (Shear Stress).

Температура свободной поверхности не известна заранее и должна определяться в процессе расчета. Поэтому вместо этой температуры задается плотность теплового потока, слагающегося из конвективного и испарительного отвода тепла, температура окружающей среды равна 25 °С.

Для расчетов необходима скорость испарения жидкости, выражение для которой бралось на основе [2].

Расчетная область представляет из себя цилиндрический слой воды толщиной 1 см и диаметром 10 см. Одна из полученных структур расчета представлена на рис.1. Важным результатом расчета стало обнаружение того, что при пренебрежении поверхностным натяжением (сдвиговое напряжение равно нулю) древовидные структуры исчезали.

В дальнейшем построенную модель предполагается использовать для анализа причин возникновения других наблюдаемых структур, возникающих при изменении глубины жидкости [1].

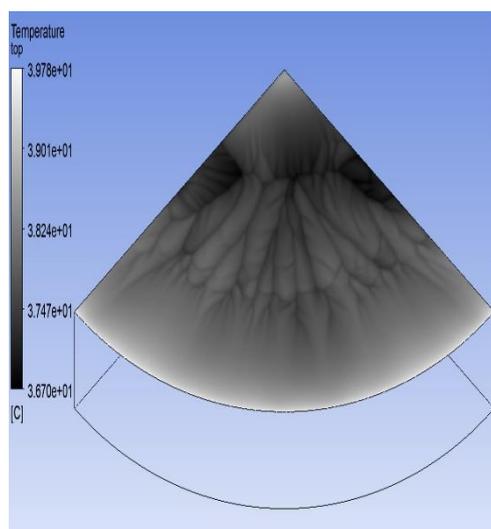


Рис. 1. Древовидная структура на поверхности, полученная в результате расчета. Число ячеек расчетной сетки  $3 \cdot 10^6$ .

1. D. A. Rusova, L. M. Martyushev, AIP Conf. Proc. 2174, 020162 (2019).
2. А. А. Хащенко, О. В. Вечер, Е. И. Дискаева, Известия АГИ, 89(1), 84 (2016).