

Исследование конвективных течений в тонких пленках жидкости

ВАРАВВА АРТЕМ ИГОРЕВИЧ

ГОУ ВПО "Тюменский государственный университет" (Тюмень), Россия
e-mail: artevar@yandex.ru

ТАТОСОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ

ГОУ ВПО "Тюменский государственный университет" (Тюмень), Россия

При наличии на свободной поверхности жидкости градиента поверхностного натяжения тангенциальные капиллярные силы, направленные в сторону его увеличения, будут вызывать перенос вещества вдоль границы двух сред. Такие течения называются термокапиллярными и характеризуются деформацией свободной поверхности – термокапиллярным прогибом. Во многих случаях на термокапиллярные течения оказывает влияние гравитационная конвекция, вызванная различием плотности неравномерно нагретых слоев жидкости.

Актуальность исследования течений, инициируемых поверхностными силами, связана с их широким практическим применением. В частности, потребность исследования скорости термокапиллярных течений и величины термокапиллярного прогиба возникает в металлургии, при лазерной резке и сварке металлов, лазерной бесконтактной диагностики свойств жидкости, микрофлюидике. Например, в работах [1] и [2] проведены экспериментальные исследования рассматриваемых конвективных течений в тонких пленках жидкостей и предложен ряд их практических применений.

Целью данной работы является численное исследование конвективных течений, возникающих в неравномерно нагретых тонких пленках жидкостей.

В ходе проведенного исследования на основе VOF-метода [3] была построена математическая модель, позволяющая учесть явление конвекции Релея и Марангони в задачах с межфазной границей. При построении математической модели использовались следующие приближения: флюиды считались несжимаемыми, их плотности не зависят от давления и от температуры; приближение Буссинеска, свойства жидкостей за исключением плотности и поверхностного натяжения не зависят от температуры; модель непрерывного поверхностного натяжения, поверхностные силы вычислялись из градиента цветовой функции [4]; отсутствуют фазовые переходы.

В работе была показана достоверность используемой модели путем сравнения результатов расчета с аналитическим решением, результатами, полученными другими исследователями и с экспериментом. Более подробно было рассмотрено поведение флюида в кювете, подогреваемого снизу, было оценено распределение температур в кювете, а также динамика и особенности формирования термокапиллярного вихря. Таким образом, результаты численных расчетов дополнили экспериментальное исследование [2].

Список литературы

- [1] BEZUGLYI B. A., FLYAGIN V. M. Thermocapillary convection in a liquid layer with a quasi-point heat source in the substrate // Fluid Dyn. — 2007. — Vol. 42, № 6, P. 978–986.
- [2] ФЕДОРЕЦ А. А. Фотоиндуцированный термокапиллярный эффект и его применение для измерения свойств жидкости / Тюмень: Тюменский государственный университет, 2002.
- [3] HIRT C., NICHOLS B. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries // J. Comput. Phys. — 1981. — Vol. 39, № 1, P. 201–225.
- [4] BRACKBILL J., KOTHE D., ZEMACH C. A continuum method for modeling surface tension