

Фундаментальные задачи конвекции в неоднородных средах: теория, эксперимент и новые приложения (координатор член-корр. РАН В. В. Пухначев; ИГиЛ, ИВМ, ИТПМ; ИПМ, ИАПУ ДВО РАН; ИМСС УрО РАН)

На основе метода решеточных уравнений Больцмана (Lattice Boltzmann Equation, LBE) выполнено трехмерное компьютерное моделирование разрывов пленки. Для вещества пленки использовалось модельное уравнение состояния Ван-дер-Ваальса, для которого поверхностное натяжение уменьшается с увеличением температуры и стремится к нулю при приближении к критической точке. Для учета действия объемных сил (внутренних и силы тяжести) использовался метод точной разности. Вычисления по алгоритму LBE проводились на многопроцессорных графических картах типа GTX-580 с использованием технологии программирования CUDA.

На первом этапе в качестве модельной системы рассматривалась одна тонкая пленка жидкости в кювете со смачиваемыми стенками и несмачиваемым дном. Взаимодействие со стенками и дном кюветы моделировалось специальными силами взаимодействия между узлами, принадлежащими твердым границам, и узлами,

занятыми жидкостью или паром. На границах кюветы использовались условия непротекания и непроскальзывания. Результаты трехмерного компьютерного моделирования для одного отверстия, показанные на рис. 14, демонстрируют хорошее качественное соответствие с результатами гидродинамических экспериментов.

Для моделирования более сложной двухслойной системы несмешивающихся жидкостей (разрыва пленки на поверхности более тяжелой жидкой подложки) использовался метод LBE с двумя компонентами, имеющими свой комплект функций распределения. В двухслойной системе дно кюветы полагалось смачиваемым. Наличие вязкости жидкостей приводит к тому, что под действием течения пленки начинает двигаться и жидкость подложки. Показано, что течения в однослойной и в двухслойной постановке качественно схожи, но граница раздела при этом не остается плоской и из-за наличия поля тяжести происходит аккомодация поверхности раздела жидкостей (рис. 15).

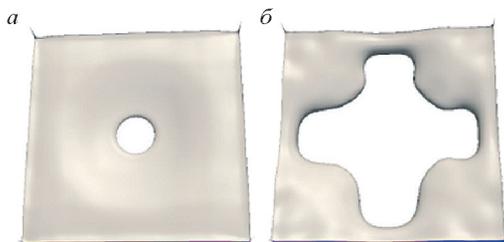


Рис. 14. Разрыв тонкой пленки в кювете с несмачиваемым дном, t : 3200 (а), 11800 (б).

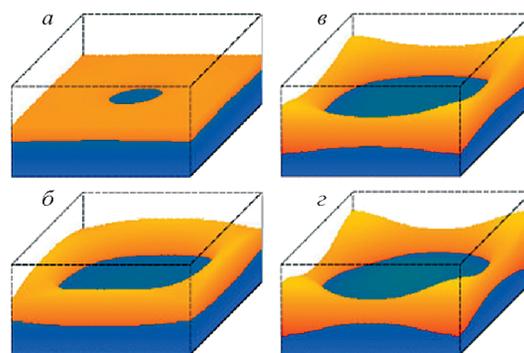


Рис. 15. Разрыв пленки на жидкой подложке, t : 3450 (а), 4450 (б), 4950 (в), 5550 (г).