

**КОНВЕКТИВНЫЙ ПЕРЕНОС ТЕПЛА ПОД ПОВЕРХНОСТЬЮ ЖИДКОСТИ:  
ТЕНЕВОЙ ФОНОВЫЙ МЕТОД, ТЕРМОГРАФИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ**

*Н.А. Винниченко, А.В. Уваров, Ю.Ю. Плаксина*

физический ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра молекулярной физики  
119991, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В.Ломоносова, дом 1, строение 2

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований течения в приповерхностном слое жидкости. В зависимости от свойств жидкости и внешних условий может быть реализован один из двух режимов течения: режим с конвекцией Марангони, подвижной поверхностью и мелкими конвективными ячейками и режим неподвижной пленки, в котором конвективное течение происходит под поверхностью жидкости, в то время как сама поверхность неподвижна, а поле температур имеет крупноячеистую структуру. Режим неподвижной пленки характерен для вязких жидкостей с малой летучестью и высоким поверхностным натяжением, режим конвекции Марангони — для летучих жидкостей с низким поверхностным натяжением. В частности, при комнатной температуре неподвижная пленка реализуется в воде, а конвекция Марангони — в этиловом спирте. Продемонстрированы переходы между двумя режимами при нагреве или охлаждении жидкости, связанные с изменением скорости испарения и скрытого потока тепла.

Предложена методика исследования поля температуры в приповерхностном слое, заключающаяся в проведении одновременных измерений температуры поверхности методом инфракрасной термографии и распределения температуры в вертикальной плоскости теневым фоновым методом. Для испаряющейся жидкости, а также для жидкости, нагреваемой инфракрасным излучением сверху, проведен анализ точности измерений путем сравнения результатов, полученных двумя разными методами друг с другом, а также — в случае нагрева сверху — с аналитическим решением и результатами численного моделирования. Показано, что погрешность измерений составляет около 0.1 К. Обсуждается вопрос адекватного численного описания обоих режимов течения за счет выбора соответствующего граничного условия для горизонтальной компоненты скорости на границе раздела. Представлены результаты измерений мгновенных полей температуры при столкновении с поверхностью жидкости конвективной струи, созданной горизонтально натянутой под поверхностью проволокой. Показано, что скорость распространения тепла вдоль поверхности жидкости в режиме конвекции Марангони на порядок выше, чем в режиме неподвижной пленки. Таким образом, несмотря на то, что рассматриваются слои жидкости достаточно большой глубины, точное описание поверхностных явлений оказывается необходимым для описания течения в целом. Сравнение с результатами численного моделирования показывает, что режим неподвижной пленки хорошо описывается условием равенства горизонтальной скорости нулю на поверхности жидкости, а режим конвекции Марангони — условием для напряжения, учитывающим эффект Марангони.