

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА В ТОНКИХ И СВЕРХТОНКИХ ПЛЕНКАХ ЖИДКОСТИ

Кабов О.А.

*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1*

Глобальной проблемой теплофизики является проблема, связанная с поиском новых методов повышения энергоэффективности технологий, в том числе с поиском новых методов интенсификации теплообмена. Данная проблема обостряется при создании новых высокоэффективных мини- и микро- двухфазных систем, что обусловлено высокими темпами развития электроники и медицины, а также глобальной миниатюризацией устройств в различных областях техники, таких как автомобилестроение, транспорт, авиация, космическая индустрия, химическая промышленность, биотехнологии. Задачей является научное обоснование методов реализации процессов переноса в двухфазных системах, позволяющих достигать коэффициентов теплоотдачи порядка $100\text{--}200\text{ кВт/м}^2\text{К}$ и более, тепловых потоков порядка $500\text{--}1500\text{ Вт/см}^2$ и более, и объемной плотности теплового потока порядка $500\text{--}1000\text{ Вт/см}^3$ и более. Один из способов существенного повышения производительности теплообменных аппаратов – это реализация процессов тепло- и массообмена с использованием тонких (10–100 мкм) и сверхтонких (1–5 мкм) пленок жидкости. Реализация таких течений стала возможной с использованием микроканалов и микро- и наноструктурированных поверхностей. Можно классифицировать следующие типы наноматериалов: наночастицы, нанотрубки и нановолокна, нанопористые структуры, нанопленки, нанокристаллические материалы. Примером перспективных поверхностей являются созданные с помощью литографии, химического травления, нанесения пленок сублимирующихся материалов, лазерного структурирования или масочного выращивания, симметричные кластерные структуры, обладающие контрастным или градиентным смачиванием. Использование микроканалов является принципиальным для целого ряда практических приложений (лаборатории в чипах, микроэлектроника, светодиодная техника). В работе выполнен обзор достижений в данной области, полученных коллективом, возглавляемым автором лекции, за последние несколько лет. Обсуждаются нерешенные проблемы, поставлены задачи новых исследований. Выполнены экспериментальные исследования течения и разрушения пленки воды, увлекаемой потоком газа в горизонтальном канале высотой 0.6–2.0 мм, при нагреве от локального источника тепла размером $1\times 1\text{ см}^2$. В экспериментах был достигнут рекордный для тонкой пленки (толщиной порядка 50–100 мкм) тепловой поток 400 Вт/см^2 , что на порядок превышает предельный тепловой поток для пленки жидкости, стекающей под действием гравитации, для того же расхода жидкости [1]. Для изучения тепломассообмена на свободной границе газ-жидкость при двухфазном течении в микроканале разработана трехмерная нестационарная математическая модель с учетом деформаций поверхности жидкости. Выполнено детальное исследование интенсивности испарения [2]. Исследовано разрушение пленок жидкости на поверхностях с различной смачиваемостью [3].

Список литературы:

1. O.A. Kabov, D.V. Zaitsev, Yu.O. Kabova, V.V. Cheverda; “Evaporation, dynamics and crisis phenomena in thin liquid films sheared by gas in a narrow channel”, Proc. of the 15th Int. Heat Transfer Conf., August 10–15, Kyoto, Japan, paper IHTC15-9537, 15 pages, 2014.
2. Yu.O. Kabova, V.V. Kuznetsov, O.A. Kabov; “Gravity Effect on Evaporation and Interfacial Deformations in Nonisothermal Liquid Film Moved by a Gas Flow in a Microgap”, Interfacial Phenomena and Heat Transfer, 2 (1), pp. 85–102, 2014.
3. Ю.В. Люлин, С.Е. Спесивцев, И.В. Марчук, О.А. Кабов; «Исследование динамики разрыва горизонтального слоя жидкости с точечным нагревом со стороны подложки», Письма в ЖТФ, том 41, вып. 21, с. 2015

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (идентификатор проекта RFMEFI61315X0038)