

УДК 532.5

Математическое моделирование конвективных течений жидкости с учетом испарения в приближении тонкого слоя

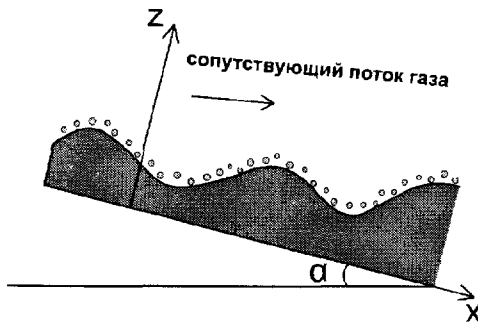
О.Н. Гончарова, Я.А. Тарасов
АлтГУ, г. Барнаул

Изучается тонкий слой вязкой несжимаемой жидкости, стекающий по наклонной, неравномерно нагретой подложке под действием сопутствующего потока газа и в условиях испарения с границы раздела. Для математического моделирования испаряющегося слоя жидкости в длинноволновом приближении используется система уравнений Навье-Стокса, обобщенные кинематическое, динамические и энергетические условия на термокапиллярной границе раздела [1–3].

Построению математических моделей, описывающих течения вязкой жидкости в приближении тонкого слоя, исследованию корректности моделей, качественных свойств и устойчивости решений, а также численному исследованию посвящены многие работы (Пухначёв и Копбосынов, 1983; Burelbach et al., 1988; Oron et al., 1997; Мирзаде, 2005; Miladinova, Slavchev and Legros, 2006; Shklyayev and Fried, 2007). При этом в работах (Oron et al., 1997; Miladinova, Slavchev and Legros, 2006; Shklyayev and Fried, 2007) представлены модели испаряющихся пленок.

Проводится безразмерный анализ уравнений и обобщенных условий на границе раздела с испарением. Представлены значения характерных величин, безразмерных параметров задачи для таких жидкостей, как этанол, FC-72 и других, в случае сопутствующего потока азота.

Предполагается, что имеется два различных масштаба длины (поперечный и продольный), а их отношение представляет собой малый параметр ϵ . В работе представлены результаты математического моделирования конвективных течений с испарением в приближении тонко-



сти моделей, качественных свойств и устойчивости решений, а также численному исследованию посвящены многие работы (Пухначёв и Копбосынов, 1983; Burelbach et al., 1988; Oron et al., 1997; Мирзаде, 2005; Miladinova, Slavchev and Legros, 2006; Shklyayev and Fried, 2007). При этом в работах (Oron et al., 1997;

го слоя: постановки задач для главных и первых членов разложения и точные решения.

В случае умеренных чисел Рейнольдса представлены подробно постановки задач для главных и первых членов разложений (по степеням ε) и решения вида:

$$u^0 = (C_0)_x \frac{z^2}{2} - \gamma_1 \sin \alpha \frac{z^2}{2} + C_1 z, \quad w^0 = -(C_0)_{xx} \frac{z^3}{6} - (C_1)_x z,$$

$$p^0 = -\gamma_2 \cos \alpha z + C_0, \quad T^0 = A(x, t)z + \Theta_0(x, t),$$

$$u^1 = (\bar{C}_0)_x \frac{z^2}{2} + \bar{C}_1 z, \quad w^1 = -(\bar{C}_0)_{xx} \frac{z^3}{6} - C_1 \frac{z^2}{2},$$

$$p^1 = \bar{C}_0(x, t), \quad T^1 = B(x, t)z.$$

В работе выведено длинноволновое эволюционное уравнение для толщины слоя, учитывающее эффекты гравитации, капиллярности и термокапиллярности, вязкости и испарения.

Работа выполнена в рамках проекта № 7.3975.2011 Алтайского государственного университета (поддержан Министерством образования и науки РФ) и Интеграционного проекта СО РАН № 96.

Библиографический список

1. Гончарова О.Н. Моделирование течений в условиях тепло- и массопереноса на границе // Известия АЛТГУ. Барнаул, 2012.–№1/2 (73). – С. 12–18.
2. Goncharova O.N., Rezanova E.V. Mathematical models of the liquid films with evaporation based on the generalized interface conditions // Seventh International Topical Team Workshop on Two-Phase Systems for Ground and Space Applications. Beijing, China, September 17-21, 2012. Book of Abstracts, p. 30.
3. Goncharova O.N., Rezanova E.V. Mathematical modeling of the evaporating liquid films with evaporation on the basis of the generalized interface conditions // The 6th Conference of the International Marangoni Assotiation IMA6. Haifa, Israel, June 17-21, 2012. Book of Abstracts, p. 25.