УДК 536.24

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ КИПЕНИИ НА НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

О.Д. Асенчик, А.В. Овсянник, М.Н. Новиков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Анализ существующих моделей при кипении на изотермической поверхности показывает, что все они в своей структуре содержат такую количественную характеристику, как коэффициент теплоотдачи, который должен быть заранее задан или определен экспериментально, что не всегда возможно или крайне затруднительно. Такой подход к математическому или физическому моделированию не позволяет определить интенсивность теплоотдачи на теплоотдающей поверхности прямым путем, используя полученные формулы, без проведения экспериментальных исследований.

Модельные уравнения теплоотдачи для продольного и поперечного типов ребер были получены в следующем виде:

– продольное: $$\frac{d}{dX}(f_2(X)\frac{d\theta(X)}{dX}) = (C + p\theta(X))\theta(X)^3, \qquad (1)$$

– поперечное: $$\frac{d}{dX}(2\pi X f_2(X)\frac{d\theta(X)}{dX}) = (C + \frac{p\theta(X)}{X})\theta(X)^3, \qquad (2)$$

где $\theta(X)$ – зависимость безразмерной температуры от расстояния от вершины ребра, C, p – константы, зависящие от теплофизических параметров. Функция $f_2(X)$, определяющая форму ребра, выбиралась в виде:

– продольное (начало отсчета – вершина ребра):

$$f_2(X) = \frac{\delta_0}{2}X^n; \qquad (3)$$

– поперечное (начало отсчета – основание ребра):

$$f_2(X) = \begin{cases} \delta_0/2, \text{ если } n = 0 \\ \frac{\delta_0}{2b}\left((1+X_0)^n - X^n\right), \text{ если } n > 0, \end{cases} \qquad (4)$$

где δ_0 – толщина ребра в основании.

Принимая n = 0, мы получим прямоугольное в продольном сечении ребро, n = 1 – треугольное ребро, n = 2 – параболическое ребро.

Краевые условия для заданного уравнения выбирались следующим образом:

– продольное: $$\left.\frac{d\theta(X)}{dX}\right|_{X=0} = Nu\theta(0), \quad \theta(1) = 1; \qquad (5)$$

– поперечное: $$\theta(X_0) = 1, \quad \left.\frac{d\theta(X)}{dX}\right|_{X=1+X_0} = -Nu\theta(1+X_0), \qquad (6)$$

где Nu – число Нуссельта.

Решение задачи (1–6) было получено численно с использованием метода конечных разностей. В результате решения описанной задачи было получено распределение температур и коэффициента теплоотдачи по высоте ребра. Результаты численного расчета модели удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными, полученными при кипении ацетона и этилового спирта на продольных и поперечных ребрах различного профиля.