

С. В. У с а т и к о в, Н. И. В а с и л ь е в, Ю. П. А р е с т е н к о, А. С. П о л т а в е ц (Краснодар, КубГТУ). **Моделирование процесса теплопереноса при вынужденной конвекции кипящего охладителя.**

Представлена модель теплопередачи от нагретого стержня к кипящему потоку охладителя, движущемуся параллельно поверхности стержня, учитывающая гистерезис теплоотдачи при переходах от пленочного к пузырьковому кипению, градиент температуры на поверхности стержня, конвекцию кипящего охладителя, и проведено сравнение скорости движения температурной автоволны с имеющимися в литературе экспериментальными данными. Полагая малой тепловую инерцию выделенного пристеночного слоя охладителя, пренебрегая сжимаемостью и выделением теплоты при трении, уравнения теплового баланса для стержня и слоя, соответственно, имеют вид

$$c_p \rho \frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) + \frac{u}{s} \left[q_s - \frac{\lambda_y}{h} t(\theta - p) \right], \quad (1)$$

$$c_p \rho_p V_x(\theta, p) \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{h} \left[\frac{\lambda_y}{h} (\theta - p) - q(p) \right] \quad (2)$$

с начальными и граничными условиями. Здесь τ — время; x — вдоль стержня; $q_s = (s/u)q_v$ — плотность мощности теплового потока нагрузки; s, u — площадь и периметр сечения стержня; c, ρ, λ — теплоемкость, плотность и теплопроводность материала стержня; c_p, ρ_p, λ_y — теплоемкость, плотность, теплопроводность слоя; h — толщина слоя; $\theta(x, \tau)$ — температура стенки; $p(x, \tau)$ — температура пристенного слоя.

При вынужденной конвекции кипящего охладителя можно учитывать только наличие поля скорости V_x пристеночного слоя, в то время как роль его термического сопротивления несущественна. Тогда из (1), (2) следует уравнение

$$c_p \rho \frac{\partial \theta}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial x} \right) - V(\theta) c_p \rho \frac{\partial \theta}{\partial x} + \frac{u}{s} [q_s - q(\theta)], \quad (3)$$

где $V = V_x c_p \rho_p h / \{c p s / u\}$. При выводе (3) предполагалось, что производные по x профиля p и профиля температуры стенки θ близки. Здесь $q(\theta)$ — изотермическая стационарная кривая кипения и $V(\theta)$ — «конвективная скорость», их необходимо определять из экспериментальных данных в зависимости от давления P , массового расхода охладителя ρw и входного паросодержания $X_{вх}$. Предполагается, что неявным влиянием q_s на $V(\theta)$ через меняющееся вдоль трубы паросодержание здесь можно пренебречь.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 08-08-00091а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gabaraev B. A., Kovalev S. A., Molochnikov Yu. S., Soloviev S. L., Usatkov S. V. Boiling curve in temperature wave region. — International Journal of Heat and Mass Transfer, 2003, v. 46, p. 139–148.
2. Усатиков С.В., Тивков М.А. О температурных волнах при Z-образных кривых кипения. — В сб. орудов III Российской национальной конференции по теплообмену. Т. 4. М.: Изд-во МЭИ, 2002, с. 185–188.