

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕСЫЩЕНИЯ ВБЛИЗИ СТЕНОК ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КАНАЛА С ЛАМИНАРНЫМ ПОТОКОМ НАГРЕТОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Бодак В.А.

Научный руководитель - Скапцов А.С., к.ф.-м.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

При использовании перегретой парогазовой смеси возможно образования ядер конденсации. Это явление получило название гомогенной нуклеации. При определенных условиях образовавшиеся ядра способны увеличиваться в размерах за счет конденсации пара на частицах. Изучение гомогенной нуклеации и процессов конденсационного роста образовавшихся частиц осуществляют с применением каналов различной формы (например, цилиндрической). Для построения модели нуклеации и расчета скорости развития ансамбля частиц необходимо знание профиля пересыщения в канале. Ранее авторами настоящей работы были представлены результаты расчета пересыщения вблизи оси цилиндрического канала. Было показано, что максимум пересыщения S_{max} увеличивается с ростом числа Льюиса Le , а при $Le > 1$ он достигает наибольшего значения на оси канала.

Вблизи стенок канала вышеупомянутый подход не работает, поскольку уже недостаточно учитывать только первый член ряда функции:

$$\theta(r, z) = \sum_1^{\infty} a_i \chi_i(r) \exp(-\beta_i^2 z), \quad (1)$$

где a_i и β_i – известные константы, а $\chi_i(r)$ – функции, которые можно представить в виде бесконечного ряда в степени r^2 ($a_1 \approx 1,4764$; $\beta_1 \approx 2,704$; $\beta_2 \approx 6,679$). Уравнение (1) является известным решением Нусельта-Граетца. Вместо него для поиска $\theta(r, z)$ можно использовать решение для пограничного слоя, которое справедливо для малых значений z . Вблизи стенки канала, если $z \ll 1$ и $(1-r)/z^{1/3} \ll 1$, решение является приближенным и имеет вид $\theta(r, z) \approx \{3^{1/3}/\Gamma(1/3)\}(1-r)/z^{1/3}$, где $\Gamma(x)$ – гамма функция.

В этом случае максимум пересыщения определяется выражением вида:

$$S_{max} = \left[1 + \frac{\Delta T c_w}{\delta T_1 \Delta c Le^{1/3}} \right] Le^{1/3} \frac{\delta T_1}{\Delta T} \exp\left(\frac{B}{T_w + \delta T_1} - \frac{B}{T_w + \Delta T} \right). \quad (2)$$

Выражение (2) упрощается для слаболетучих жидкостей, если считать, что концентрация паров на стенке канала c_w равна нулю. Вместе с тем, это допущение неприменимо, например, для смеси воздух – водяной пар.