

СОЗДАНИЕ ПЕРЕСЫЩЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ СМЕШЕНИИ РАЗНОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОТОКОВ

Балашенко Д.А., Рогалевич Н.С.

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

Одним из способов создания пересыщения, достаточного для гомогенной конденсации и образования зародышей, является смешение газовых потоков с разными температурами, один из которых содержит насыщенные пары вещества. В результате турбулентного смешения газов, а также молекулярной диффузии и теплопроводности происходит выравнивание температуры и давления смеси. Скорость турбулентного переноса тепла и массы значительно выше молекулярных процессов, поэтому при выполнении расчетов последними можно пренебречь. В зависимости от соотношения смешиваемых газов в системе возникает пересыщение, величину которого можно рассчитать, зная объемы и температуры смешиваемых газов, и содержание активной (конденсирующейся) компоненты.

Используя уравнение состояния идеального газа и уравнение теплового баланса можно получить выражение для расчета температуры газовой смеси после установления теплового равновесия. Полученное выражение, в свою очередь, позволяет рассчитать величину пересыщения, возникающего в зоне смешения потоков:

$$S = \frac{p_1 + m_{21} M_{12} p_2}{1 + m_{21} M_{12} p_{1s}(T)}, \quad (1)$$

где p_1 и p_2 – давление активной компоненты в смешиваемых газовых потоках, $M_{12} = M_1/M_2$, $m_{21} = m_2/m_1$, m_1 и m_2 – массы смешиваемых газов; M_1 и M_2 – средние молярные массы смешиваемых газов; $p_{1s}(T)$ – давление насыщенного газа.

Большинство величин, входящих в формулу (1), известны, за исключением m_{21} и $p_{1s}(T)$, которые меняются в зависимости от масс смешиваемых потоков и температуры образующейся смеси после установления теплового равновесия. Изменение m_{21} оказывает влияние на температуру, давление и пересыщение активной компоненты.

Анализ формулы (1) показывает, что функция пересыщения может иметь максимум при определенных значениях m_{21} . Исследование полученной функции на экстремум при условии $c_{21}=1$ и $M_{12}=1$ приводит к результату:

$$S = \frac{p_1 + m_{21} p_2}{1 + m_{21} \exp \left(A - \frac{B}{T_1 + m_{21} T_2} \right)}. \quad (2)$$

где T_1 и T_2 – абсолютные температуры смешиваемых потоков; A и B – некоторые численные коэффициенты. Значение параметра m_{21} , при котором возникает максимальное пересыщение, определяется отдельным уравнением. Величина пересыщения зависит от давления активной компоненты в смешиваемых газах и температуры газов. При фиксированном m_{21} максимум пересыщения увеличивается по мере роста перепада температур. Если перепад давлений между смешиваемыми потоками невелик ($p_1 \approx p_2$), то пересыщение будет определяться характером зависимости давления насыщенных паров активного вещества от температуры.