

ОБРАЗОВАНИЕ СПЕКТРА АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ОТ ИСТОЧНИКА ВЕЩЕСТВА ПОСТОЯННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Сканцов А.С.

Могилевский государственный университет продовольствия»
г.Могилев, Республика Беларусь

Известны два теоретических подхода к описанию нуклеации и роста аэрозольных частиц. Первый из них основан на классическом описании кинетики образования новой фазы и ориентирован на поиск выражения для свободной энергии образования критических кластеров. Второй подход включает в себя решение системы кинетических уравнений Смолуховского. Численное решение системы позволяет оценить динамику развития крупного ансамбля взаимодействующих частиц и провести теоретический анализ процессов, протекающих в аэрозольной системе. Решая систему уравнений, можно выполнить анализ спектра размеров аэрозольных частиц, образующихся в результате перехода газа в дисперсную фазу в режиме высоких пересыщений. Под словами «высокие пересыщения» подразумеваются такие пересыщения, при которых образующиеся зародыши новой фазы являются кластерами молекулярных размеров (кластер состоит из 2-10 мономеров). Такая пересыщенная система часто возникает в результате быстрого смешения разнотемпературных потоков или адиабатического расширения нагретого и насыщенного парами вещества потока газа, при котором температура системы резко уменьшается.

В настоящей работе представлены результаты численного решения задачи коагуляции для случая свободно молекулярного режима. Выполнен анализ начальной стадии образования спектра размеров для широкого диапазона временных интервалов и изучена эволюция спектра размеров.

Исследовалась кинетика изменения концентрации частиц для различных значений числа мономеров j в кластере (минимальный кластер содержит 20 мономеров, а самый крупный - 10^4 мономеров). Согласно выполненным оценкам характерное время достижения максимума для случая $j=20$ составляет 10^{-6} с. Расчеты показывают, что в случае длительного процесса образования аэрозоля концентрация частиц резко увеличивается, а после достижения некоторого максимума – медленно уменьшается. Зародыш с числом мономеров $j=10^4$ приблизительно соответствует частице размером 10 нм по диаметру, а $j=200$ – соответствует частице размером 1 нм.

Если учитывать испарение мономеров из образующихся наночастиц, то характер изменения концентрации частиц от времени не меняется, но увеличивается время достижения максимума концентрации. Это объясняется тем, что на доминирующий процесс коагуляционного роста частиц накладывается процесс уменьшения размера за счет испарения части мономеров.

Уменьшение концентрации с течением времени объясняется процессом коагуляционного роста частиц, который постепенно замедляется по мере увеличения размера наночастиц. Через достаточно продолжительный промежуток времени для всех значений j концентрация практически не меняется, что свидетельствует о переходе системы наночастиц в некоторое равновесное состояние.

Установлена зависимость максимума концентрации частиц N_{\max} от минимального числа мономеров в кластере j . С увеличением j от 2 до 100 наблюдается линейный характер зависимости $\lg(N_{\max})$ от $\lg(j)$. При образовании более крупных частиц линейность нарушается.