

СЕКЦИЯ 8 «ХОЛОДИЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕПЛОФИЗИКА»

УДК 539.612

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АДГЕЗИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАНОМЕТРИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ С ПОВЕРХНОСТЬЮ

Бобцова Е.А.

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

Знание особенности движения аэрозольных частиц нанометрических размеров через системы волокон имеет широкую область приложения. Она включает в себя задачи фильтрации ультратонких аэрозолей волокнистыми фильтрами, разработку методов измерения параметров аэрозолей и другие.

В настоящей работе рассмотрено движение наночастиц в устройствах, состоящих из системы волокон, ориентированных произвольным образом. Для описания поведения частиц использована классическая модель фильтрации, в которой одной из основных величин, определяемых теоретически и в процессе эксперимента, является коэффициент проскока.

Классическая теория фильтрации предполагает, что для наночастиц эффективность адгезии системы частица-поверхность равна 1, т.е. при попадании на поверхность вероятность отскока частицы равна нулю. В классической теории рассматривают различные модели осаждения только с целью определения коэффициента захвата частиц. Основными причинами захвата частиц волокнами являются инерция, прямой захват, действие электрических сил и диффузия частиц. Электрическими силами в теории фильтрации нанометрических частиц, как правило, пренебрегают ввиду того, что заряд частиц размером менее 30 нм не превышает одного элементарного заряда. Для нанометрических частиц доминирующим механизмом, определяющим осаждение частиц на волокнах, является броуновская диффузия частиц. Именно благодаря хаотическому характеру движения частиц происходит контакт частиц с поверхностью волокон. В дальнейшем удержание частиц на поверхности происходит вследствие действия сил адгезии. Механизм адгезии частиц к поверхности является достаточно сложным и зависит от целого ряда факторов, определить роль каждого из которых представляется весьма трудной задачей. Поэтому часто говорят просто об адгезии частиц к поверхности, а в качестве характеристики применяется эффективность адгезии.

Одним из устройств, широко используемых на практике, и моделирующих систему волокон, ориентированных произвольным образом, является диффузионная батарея сеточного типа. Осаждение ультратонкого аэрозоля в этом устройстве происходит таким же образом, как и в системе волокон. Проводя подобную аналогию и применяя теоретическое описание осаждения частиц в диффузионной батарее можно рассчитать коэффициент проскока через систему волокон. Далее, используя формулы для расчета геометрии течения и параметров диффузионной батареи, удалось получить выражение для эффективности адгезии монодисперсных частиц к поверхности волокон:

$$\varepsilon = \chi r^{4/3} \ln P,$$

где P – коэффициент проскока частиц, r – радиус частиц, χ – некоторый параметр, связанный с течением газа и размерами системы волокон. Как следует из представленной формулы, эффективность адгезии зависит от размера частиц. С уменьшением размера эффективность улавливания частиц волокнами уменьшается, что находится в полном соответствии с результатами исследования эффекта теплового отскока нанометрических частиц. Действительно, чем меньше размер частицы, тем больше ее скорость теплового движения. Если скорость частицы превышает критическую, то вероятность ее отскока от поверхности близка к единице.