

ПОЛЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОГО ГАЗА В СИСТЕМЕ ВОЛОКОН ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Болашенко Т.И.

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

Движение аэрозольных частиц в системе волокон тесным образом связано с теорией фильтрации аэрозолей волокнистыми фильтрами, которая, в свою очередь, была и остается перспективным направлением исследований в физике аэрозолей. Развитию указанного направления посвящено множество работ, как теоретического, так и прикладного характера. Наибольшую трудность в теоретическом описании поведения частиц в системе волокон представляет определение поля течения газа.

В настоящей работе изложены результаты решения задачи о поле течения газа в системе волокон прямоугольной формы, расположенных в шахматном порядке и расположенных перпендикулярно однородному течению. Особенностью данной модели является возможность учесть эффект наложения поля течения соседних волокон и, таким образом, использовать для оценки эффективности улавливания одиночного волокна и перепада давления такую характеристику реальных фильтров, как пористость. Известны аналитические решения задач о поле вязкого течения газа в системе цилиндрических волокон и волокон, расположенных в шахматном порядке. Вместе с тем, упомянутые поля течения были рассчитаны на достаточном удалении от поверхности волокна, что не позволяет использовать их для оценки эффективности улавливания одиночного волокна. Поэтому для сохранения точности в описании поля течения газа используется численное решение системы уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности с соответствующими граничными условиями. Изменение давления газа в потоке представлено в виде двух составляющих, одна из которых линейно уменьшается вдоль направления потока, а вторая – меняется по периодическому закону в соответствии с положением волокон в пространстве.

Расчеты поля течения были выполнены для нескольких значений плотности упаковки волокон (α) и отношения сторон волокна (b/w , где b – размер стороны волокна прямоугольного сечения, расположенной вдоль направления потока, а w – размер стороны, ориентированной перпендикулярно потоку). Кроме того, в процессе вычислений варьировались значения чисел Рейнольдса $Re = \frac{UD_h}{\nu}$, где ν – кинематическая вязкость газового потока, U – средняя скорость воздуха, нормальная к входящему на границе потоку, D_h – гидродинамический диаметр волокна. Рассчитаны линии тока поля течения вокруг волокна прямоугольного сечения с отношением сторон 1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 2:1, 5:1, 10:1, числом Рейнольдса в диапазоне от 0,01 до 10, плотностью упаковки волокон от 0,004 до 1 и параметром β , определяющим массовый поток вблизи границы заданной области, в пределах от 500 до 1000. Для проверки метода подобные расчеты выполнены для системы волокон цилиндрической формы, аппроксимированных шаговой моделью. Показано, что аналитическое и численное решение задачи для случая цилиндрических волокон дают одинаковый результат. Это свидетельствует о достоверности результатов применяемого численного метода при расчетах поля течения газа вблизи волокон любой формы.