



РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»



ДВЕНАДЦАТЫЕ ПЕТРЯНОВСКИЕ И ТРЕТЬИ ФУКСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

МОСКВА, 14 – 16 ОКТЯБРЯ 2019 ГОДА

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	
КИНЕТИКА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ В АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦАХ Лушников А.А.	9
ВКЛАД НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ ЛАБОРАТОРИИ АЭРОЗОЛЕЙ В 100-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА Филатов Ю.Н.	10
О ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ МАЛЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ В АТМОСФЕРЕ С УЧАСТИЕМ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ Ермаков А.Н., Алоян А.Е., Арутюнян В.О.	11
ВРЕМЕННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ И ЭМИССИЙ АЭРОЗОЛЯ В МОСКОВСКОМ МЕГАПОЛИСЕ И ПРИМЕРЫ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРЫ. Еланский Н.Ф.	13
АЭРОЗОЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Насибулин А.Г.	14
НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ДЛЯ МАЛЫХ СИСТЕМ И ИХ СЛЕДСТВИЯ Товбин Ю.К.	17
ПЕТРЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ. РАЗРАБОТКА И МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ НАНО- И МИКРОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	18
NANO VS MACRO: SMALL SIZE DOES MATTER Arlin Stein A.	21
ОТ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ К 3D-ПРОТОТИПИРОВАНИЮ. О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАРКАСОВ БИОКОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ И ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ Минашкин В.М., Товмаш А.В., Шепелев А.Д., Губанова Д.П., Костромин В.Е.	22
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСПИННИНГА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ Тенчурин Т.Х., Политова Е.Д., Шепелев А.Д., Калева Г.М., Костромин В.Е.	23
ТЕРМОФОРЕТИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ АЭРОЗОЛЯ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК С КОНТРОЛИРУЕМОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ Красников Д.В., Марунченко А.Н., Хабушев Э.М., Романов С.А., Гильштейн Е.Г., Насибулин А.Г.	24
ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЕ ПОЛИБЕНЗИМИДАЗОЛОВ И НЕТКАНЫЕ НАНОВОЛОКНИСТЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ Пономарев И.И., Филатов Ю.Н., Филатов И.Ю., Пономарев Ив.И., Скупов К.М., Разоренов Д.Ю., Басу В.Г., Жигалина О.М., Суфиянова А.Э.	26
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МНОГОСЛОЙНОГО ВЫСОКОПОРИСТОГО ЯЧЕИСТОГО ФИЛЬТРА Соловьев С.А., Хусаинов Р.Р., Яфизов Р.Р.	29
СРАВНЕНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО И ВЫСОКОПОРИСТОГО ЯЧЕИСТОГО ФИЛЬТРА ПРИ РАВНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРАХ Соловьева О.В.	31
	34

ОПРЕ
ФИЛЕ
Солов
РАЗР
СОДЕ
С ЦЕ
Тенчу
ЭФФ
В Вы
Мард
ОСО
МАТ
Обви
Пота
УЛА
Кирп
УЛА
СЛО
Кирп
ФИЛ
Кирп
ОСС
ЭЛЕ
Шар
Гом
ИСС
ДЛЯ
Аре
ФУ
МЕ
ПЕ
КИ
ИСС
ОТ
Гор
О В
НА
Ма
ДИ
Гор
ПА
АЛ
Кар
ФУ
МА
Чн

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ МНОГОСЛОЙНОГО ВЫСОКОПОРИСТОГО ЯЧЕЙСТОГО ФИЛЬТРА

Соловьев С.А., Хусанов Р.Р., Яфизов Р.Р.

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Введение

В последнее время твердые частицы в воздухе стали одной из наиболее серьезных экологических проблем [1-3]. Чтобы уменьшить количество твердых частиц в воздухе, который попадает через систему вентиляции, в общественных зданиях обычно используются высокоэффективные волокнистые фильтры для очистки от твердых частиц. Однако волокнистые фильтры, не смотря на высокую эффективность, имеют большой перепад давления и связанные с этим большие затраты на энергопотребление [4, 5]. Применяемые фильтры зачастую могут стать неэффективны в связи с быстрой забивкой. Высокая пористость ячеистых материалов приводит к уменьшению значения перепада давления и повышению механической прочности при использовании их в качестве фильтров. Уменьшение перепада давления при фильтрации воздуха важно для сохранения мощности систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [6, 7].

Постановка задачи

Геометрия расчетной области создается слоями с тремя диаметрами ячеек, каждый из которых имеет длину 2 см. Диаметры ячеек первого, второго и третьего слоя равны $d_c = 4$ мм, $d_c = 5$ мм и $d_c = 6$ мм соответственно. Общая длина пористой вставки составляет 6 см, длины входной и выходной трубок равны 4 см каждая. Данная геометрия является моделью многослойного фильтра и направлена на снижение общего сопротивления фильтра, осаждение крупных частиц в первом слое и осаждение мелких частиц в последующих слоях. На рисунке 1 показано сечение трубки с ячейками, изменяющимися по слоям.

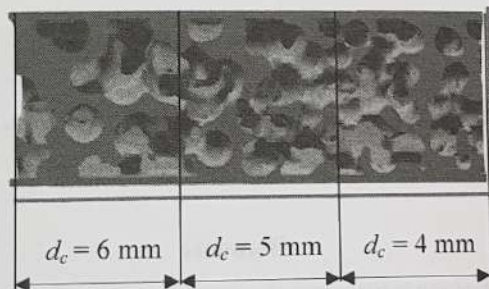


Рис. 1. Геометрия пористой среды – центральное сечение модели с изменяющимся по слоям размером ячеек.

Для расчета движения аэрозоля в пористой среде используется внутренний объем геометрии, поскольку поток возникает в пространстве между порами. Среднее количество элементов сетки составляет 20 миллионов, что гарантирует точность расчетов.

Гидродинамический расчет основан на решении уравнения Навье-Стокса в программном обеспечении ANSYS Fluent CFD с использованием метода конечных объемов.

Результаты численного моделирования и экспериментальных данных.

На рисунке 2 изображены кривые изменения эффективности осаждения частиц для четырех вариантов геометрии при фиксированной пористости среды $\varepsilon = 0,6$ и разных диаметрах ячеек. Первые три модели имеют постоянное значение диаметра ячеек ($d_c = 6$ мм, $d_c = 5$ мм, $d_c = 4$ мм), диаметры ячеек четвертой модели изменяются по слоям в том же диапазоне. Максимальное значение эффективности осаждения частиц наблюдается для

геометрии с изменением диаметра ячеек по слоям при малых диаметрах частиц, что можно объяснить особенностью гидродинамики аэрозоля при пониженном сопротивлении в первых двух слоях по сравнению с постоянным диаметром ячеек по всей толщине пористой области. С увеличением диаметра частиц кривая эффективности осаждения с диаметром ячеек, изменяющимся по слоям, накладывается на кривую эффективности для $d_p = 4$ мкм. Можно сделать вывод, что для случая инерционных частиц средней диаметр ячеек можно

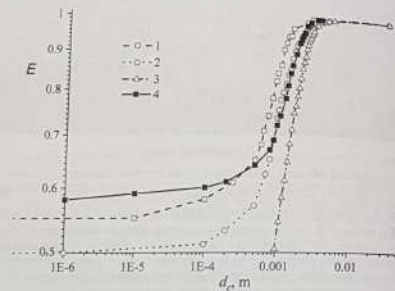


Рис. 2. Эффективность осаждения частиц для четырех случаев: 1 – геометрия с диаметром ячейки $d_p = 4$ мм, 2 – геометрия с диаметром ячейки $d_p = 5$ мм, 3 – геометрия с диаметром ячейки $d_p = 6$ мм, 4 – геометрия с диаметрами ячеек $d_1 = 6$ мм, $d_2 = 5$ мм, $d_3 = 4$ мм, созданными по слоям.

Выводы

1. Проведены экспериментальные исследования и численное моделирование течения аэрозоля в трубках, содержащих пористую среду.
2. Рассматривались четыре варианта пористой среды с диаметрами ячеек 4, 5 и 6 мм, а также с ячейками, изменяющимися в диаметре по слоям. Геометрия с переменным диаметром ячейки слоя имеет более низкое аэродинамическое сопротивление по сравнению с геометрией с диаметром ячейки 4 мм. В этом случае эффективность осаждения частиц определяется средним размером пор для инерционных частиц и значительно превышает эффективность осаждения частиц по сравнению с вариантом наименьшего диаметра ячейки.
3. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что использование фильтра с изменяемым размером пор по слоям целесообразно для случая слабонерционных частиц.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-07-01188.

Список литературы

1. Kampa M., Castanas E. Human health effects of air pollution // *Environmental pollution*. – 2008. – V. 151. – № 2. – P. 362-367.
2. Zhang Y., Mo J., Weschler C. J. Reducing health risks from indoor exposures in rapidly developing urban China // *Environmental health perspectives*. – 2013. – V. 121. – № 7. – P. 751-755.
3. Liu G., et al. A review of air filtration technologies for sustainable and healthy building ventilation // *Sustainable cities and society*. – 2017. – V. 32. – P. 375-396.
4. Del Fabbro L., et al. Air flows and pressure drop modelling for different pleated industrial filters // *Filtration & separation*. – 2002. – V. 39. – № 1. – P. 34-40.
5. Bourrous S., et al. Measurement and modeling of pressure drop of HEPA filters clogged with ultrafine particles // *Powder technology*. – 2016. – V. 289. – P. 109-117.
6. Geange Z. HVAC efficiency: Can filter selection reduce HVAC energy costs? // *Filtration & separation*. – 2007. – V. 44. – № 1. – P. 20-22.
7. Montgomery J. F., et al. Financial implications of modifications to building filtration systems // *Building and Environment*. – 2015. – V. 85. – P. 17-28.