

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ СРЕД ОТ НАНОРАЗМЕРНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Гришин А.Г., Ягодкин И.В.
ФГУП «ГНЦ РФ-ФЭИ» (г. Обнинск)

Проблема газоочистки на АЭС, ТЭС, предприятиях атомной, радиохимической, приборостроительной и других отраслей промышленности является одним из самых важных направлений в области технологий защиты окружающей среды от аэрозолей различного происхождения, в том числе радиоактивных и токсичных, поэтому во всех странах мира она вызывает повышенный интерес. Увеличение мощности АЭС и повышение требований к чистоте газовых выбросов предприятий требуют непрерывного совершенствования средств и методов газоочистки.

Экологическая, в том числе и радиационная безопасность, связанная с эксплуатацией оборудования предприятий радиохимической, атомной, приборостроительной и др. отраслей промышленности во многом определяется состоянием воздушной среды. Поэтому особую важность приобретает качество используемого фильтрационного оборудования, в частности, аэрозольных фильтров, способных при минимальных затратах обеспечить высокоэффективную очистку воздушных сред от наноразмерных аэрозолей.

Известно, что чем мелкодисперснее аэрозоли, тем глубже они проникают в дыхательные пути и, тем, следовательно, они опаснее для человека. Защитная способность организма недостаточна при попадании в легкие человека очень мелких частиц диаметром не более 1 мкм, которые отлагаются, главным образом, в альвеолярной ткани. До 70% аэрозолей, отложившихся в легких людей, пораженных силикозом, состоят из таких частиц [Хульквист Б., 1959].

Наночастицы могут длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии и перемещаться воздушными потоками на большие расстояния.

Токсикологические исследования показали, что наночастицы могут потенциально влиять на здоровье человека [Oberdörster G 2000 Phil. Trans. Roy. Soc. London Ser. A 358 2719].

В связи с развитием нанотехнологий и наноматериалов. Количество работников, подвергающихся воздействию наночастиц, в будущем будет увеличиваться.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ № 4/2 2011

В этой связи необходимо создание высокоэффективных систем очистки воздуха от наноразмерных аэрозольных частиц.

Развитие фильтрующих материалов достигло своего предела. Оно шло по пути уменьшения размера фильтрующих волокон (рисунок 1). Сегодня дальнейшее уменьшение размера волокон становится экономически невыгодным дорогостоящим мероприятием. Можно нарастить «нанонити» на волокнах фильтрующего материала, но пока не существует технологий, которые позволили бы сделать это в промышленных масштабах и по конкурентной цене с уже используемыми высокоэффективными фильтрующими материалами. В связи с этим актуальна проблема поиска других путей развития фильтрации не за счет уменьшения размеров волокон фильтрующего материала, а за счет изменения свойств фильтруемой среды, воздействуя на нее различными методами.

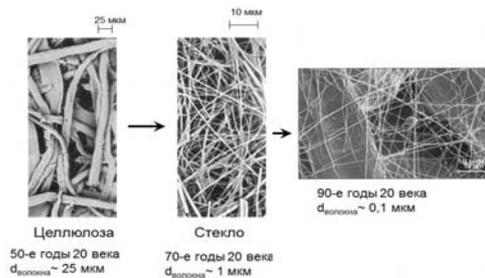


Рисунок 1 – Этапы развития фильтрующих материалов

Существует огромное количество методов очистки аэрозолей использующих различные воздействия на очищаемую среду: механическая очистка газов, включающая в себя сухие и мокрые методы (гравитационное осаждение, инерционное осаждение, центробежные методы очистки газов, насадочные скрубберы, скрубберы Вентури, центробежные скрубберы), электростатическая очистка газов, но не один из перечисленных методов не подходит для улавливания наноразмерных аэрозольных частиц. Для улавливания наноразмерных аэрозольных частиц предлагается использовать метод электрофизического воздействия на дисперсную среду с последую-

щим улавливанием наноаэрозольных частиц на высокоэффективном фильтроматериале.

Метод электрофизического воздействия на дисперсную среду основан на создании заряда на частицах с целью их последующего более эффективного улавливания высокопористой фильтрующей средой.

Физические процессы, которые сопровождают формирование заряженных аэрозолей и их взаимодействие с другими материалами, многообразны и сложны. К ним относятся процессы зарядки аэрозольных частиц различного размера и состава, процессы движения заряженных частиц в собственных и внешних электрических полях, процессы взаимодействия заряженных аэрозольных частиц между собой и другими аэрозольными частицами (процессы электрической коагуляции), процессы осаждения и взаимодействия заряженных аэрозольных частиц с различными объектами и другие. Особый интерес представляет исследование возможных физических механизмов, условий и тенденций воздействия аэроионизации на аэрозольные частицы с целью обеспечения их более эффективного улавливания в различных фильтрующих системах, что могло бы найти перспективное применение в целом ряде технологических процессов и устройств.

Были проведены экспериментальные исследования влияния аэроионизации на эффективность улавливания аэрозольных частиц диаметром менее 0,1 мкм грубым фильтрующим материалом (класс G2), в ходе которых определены оптимальные характеристики электродной и фильтрующей системы, при которых может быть обеспечено эффективное улавливание аэрозольных частиц из воздушного потока. Максимальная эффективность обеспечивается фильтрующей системой состоящей из полиэфирного фильтроматериала, металлической сетки и металловолокна, в которой последовательным расположением диэлектрических и проводящих элементов достигается возможность задействовать максимальное количество физических механизмов захвата заряженных аэрозольных частиц. Среди рассмотренных электродных систем максимальная эффективность (снижение проскока до 10%) достигается при использовании пилообразных электродов. Найдены оптимальные для эффективного улавливания аэрозольных частиц межэлектродные расстояния и диапазон питающего высокого напряжения.

Проведенные экспериментальные исследования показали положительный резуль-

тат применения аэроионизации, за счет чего удалось увеличить эффективность улавливания аэрозольных частиц диаметром 0,1 мкм на «грубом» дешевом фильтроматериале с 3-5% до 90-95% (рисунок 2).

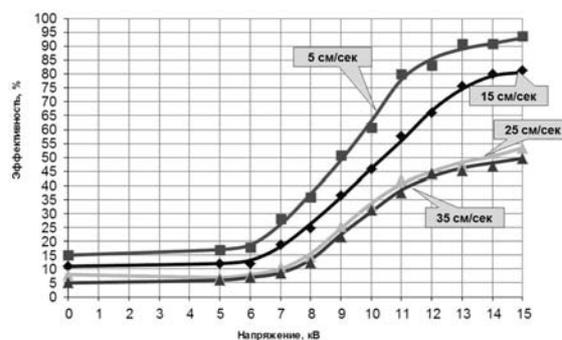


Рисунок 2 – Зависимость эффективности улавливания аэрозолей диаметром 0,1 мкм для различных скоростей воздушного потока от напряжения

В настоящее время активно развиваются нанотехнологии и производство наноматериалов, которые требуют внедрения нового фильтрационного оборудования, в частности, аэрозольных фильтров, способных обеспечить очистку воздушных сред от наноразмерных аэрозолей различного происхождения.

Полученные результаты показали эффективность применения аэроионизации для улавливания аэрозольных частиц диаметром 0,1 мкм. При подборе оптимальных параметров, влияющих на эффективность улавливания аэрозолей из воздушного потока, при использовании аэроионизации можно добиться улавливания наноразмерных аэрозольных частиц из воздушного потока.

Как видно из таблицы разработка

- для операторских пультов и рабочих мест в производственных помещениях с высоким содержанием дисперсных частиц (горно-обогажительные комбинаты; литейные производства металлургических и машиностроительных предприятий; химической и др.);

- для технологических процессов производства лекарственных препаратов в химико-фармацевтической промышленности (производство антибиотиков, витаминных препаратов и др.);

- для технологических процессов в пищевой промышленности;

- для инфекционных медицинских учреждений, операционных залов, хирургических отделений.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ СРЕД ОТ НАНОРАЗМЕРНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ

Таблица 1 – Сравнение разработки с аналогами

Параметр	Фильтр электрический типа ФЭКВ 2,5/2	Электростатические фильтры ЭФВА 1,5-13	Новая разработка
Номинальный расход фильтруемой среды (приведенный к нормальным условиям Т=20°С, Р=0,1 МПа), м ³ /ч	2500	1300	до 3500
Эффективность очистки, не менее	94-98% для частиц диаметром более 0,3 мкм	93-99% для частиц диаметром более 0,3 мкм	99,95% для частиц диаметром 10 нм
Перепад давления при номинальном расходе фильтруемой среды, Па, не более	50	50	50
Массогабаритные характеристики: - габаритные размеры, мм, не более - масса, кг, не более	1555x1080x1070 278	620x730x1170 185	636x610x572 35
Стоимость, руб.	203 000	120 000	60 000

Риски отрицательного результата НИ-ОКР минимизированы, так как предварительные испытания подтвердили высокую эффективность метода.

Финансовые риски могут возникнуть на стадии освоения производства, при приобретении необходимого оборудования. Решение этой возможной проблемы может быть осуществлено при помощи привлечения дополнительных инвесторов или привлечение кредитных средств.

Для продвижения продукции на рынок планируется запуск реклама продукции в сми, газетах, научных журналах. Участие в специализированных выставках по фильтрационному оборудованию, выставках связанных со строительством и эксплуатацией АЭС и ТЭЦ, Экологии, Микроэлектронике, Медицине и др. Создание сайта, на котором будет размещена продукция. Продвижение данного сайта. Размещение рекламных объявлений о продаже новой разработки на различных интернет страницах, и др.

Внедрение опытного образца устройства для очистки воздуха от наноразмерных аэрозольных частиц на предприятия топливно-энергетического комплекса.

Использование данного устройства позволит продлить ресурс эксплуатации дорогостоящих высокоэффективных аэрозольных фильтров как минимум в 2 раза, тем самым уменьшить затраты связанные с их преждевременной заменой.

Разработка имеет низкое аэродинамическое сопротивление не превышающее 50 Па, что существенно снижает аэродинамические эксплуатационные расходы

Высокоэффективные аэрозольные фильтры, использующиеся сегодня на АЭС являются источником большого объема радиоактивных отходов подлежащих захоронению, продлевая ресурс высокоэффективных аэрозольных фильтров мы уменьшаем количество радиоактивных отходов.

Социально-экономические эффекты от внедрения разработанного продукта заключаются в повышении безопасности предприятий атомной, радиохимической, приборостроительной и других отраслей промышленности, в сохранении жизни и здоровья людей, улучшении экологической ситуации, снижении материало- и энергоёмкости производства.

Структура сбыта может быть реализована, как через систему дилерских компаний (посредников), так и собственными силами.

Основную систему сбыта продукции планируется проводить через ООО «ОЦНТ», который имеет большой опыт в организации производства сбыта наукоемкой продукции, в том числе в продаже оборудования для отечественных (более 100 потребителей России) и зарубежных потребителей (Китай, Иран, Индия, Литва).