

*О.Ю. Ящишина, А.Е. Бураков, А.С. Заикин, Ю.А. Герасимова**

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В КАЧЕСТВЕ МОДИФИКАТОРА ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ СВЕРХТОНКОГО ОБЕСПЫЛИВАНИЯ

Проблема сверхтонкого обеспыливания воздуха и газов приобрела весомое значение в современных технологиях, науке и медицине в связи с развитием микроэлектроники, производства чистых веществ и лекарств, повышением требований к охране окружающей среды и к средствам индивидуальной защиты органов дыхания [1].

Фильтрующие материалы сверхтонкого обеспыливания применяются для высокоэффективной очистки газов производственных помещений, для предотвращения выбросов в атмосферу радиоактивных и токсичных аэрозолей различного происхождения, а также экологически вредных выбросов химических и других производств.

Несмотря на большое разнообразие фильтрующих материалов, наибольшее распространение для тонкой очистки воздуха от субмикронных аэрозольных частиц получили материалы из ультратонких волокон. Материалы, из которых изготавливают такие волокнистые фильтры, разнообразны: различные полимеры, стекловолокно, металлы, керамика и т.д.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ТГТУ» А.Г. Ткачева.

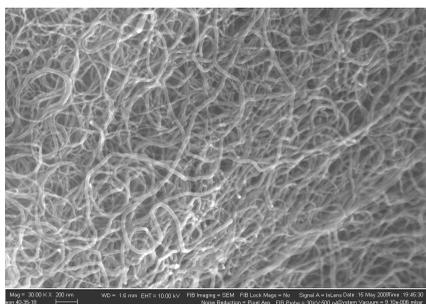


Рис. 1. СЭМ-изображение структуры УНТ (1:30000)

Однако весьма актуальной является проблема повышения качественных показателей фильтрующих материалов сверхтонкого обеспыливания. Перспективным выглядит применение для этой цели углеродных нанотрубок (УНТ) (рис. 1).

Тонкая оболочка УНТ превращает грубоволокнистый фильтр, который является подложкой, в суперфильтр, пригодный для улавливания аэрозольных наночастиц.

Цель разработки состоит в создании высокопористого высокоэффективного фильтра с малым сопротивлением потоку из микроволокон, на поверхность которых нанесен проницаемый слой УНТ, обладающий оптимальной толщиной и проницаемостью для заданных условий эксплуатации.

Авторами разработана технология модифицирования фильтровальных высокотемпературных волокон путем газофазного химического осаждения на них слоя углеродного наноматериала (УНМ) (технологическая схема производства и оборудование для его получения спроектированы ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов).

Данная технология была апробирована для создания опытных образцов финишных фильтров. С целью создания на волокнах-носителях пористой оболочки из УНТ был выбран кремниевый фильтровальный материал специального назначения (ФМСН), а также кремнеземные волокна SuperSil (табл. 1).

Получены образцы данных фильтрующих материалов, поверхность волокон которых покрыта пористой оболочкой УНТ (рис. 2).

1. Свойства высокотемпературных материалов-носителей

Марка материала	Рабочая температура $t_{\text{раб}}$, °С	Радиус волокна $a_{\text{в}}$, мкм
ФМСН	900	0,5...3
SuperSil	1200	3...5

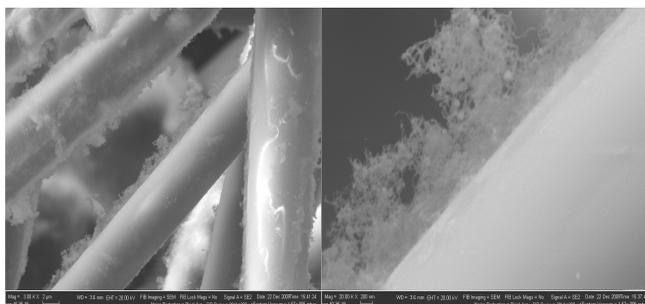


Рис. 2. Кремнеземные волокна-носители, покрытые слоем УНТ

Пропитка образцов осуществлялась активированным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНМ, имеющим следующий состав: Ni–Co–MgO (50 – 10 – 40% мас. соответственно) [2]. Время пропитки составило 10...30 мин. Термическая обработка образца производилась при температуре 500...600 °С в течение 1 часа, после чего проводился синтез УНТ на поверхности волокон-носителей. В качестве источника углерода выступала пропан-бутановая смесь. Время синтеза 25...35 мин.

Анализ показал, что образцы представляют собой волокна, имеющие диаметр 4...10 мкм, однородно покрытые проницаемым слоем УНТ (диаметр 20...40 нм). Пористость слоя порядка 70...90%. Высота слоя – 0,2...0,4 радиуса волокон.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что материал образцов соответствует минимальным требованиям, предъявляемым к материалам фильтров для тонкой очистки газов от взвешенных субмикронных частиц.

Полученные фильтрующие элементы из неорганических волокон с синтезированными на их поверхности пористыми оболочками из УНТ являются новым перспективным материалом для создания экономичных фильтровальных систем.

Возможно также применение УНТ для модифицирования полимерных волокнистых фильтрующих материалов.

Цель разработки состоит во внесении однородного коллоидного раствора УНТ в различных органических растворителях, а также водных средах в полимерную пластичную массу, которая впоследствии подвергается процессу электроспиннинга. В качестве возможного материала для модифицирования планируется использовать продукцию ООО «РУСМАРКО» (г. Москва).

ООО «РУСМАРКО» на основе научных разработок производит широкую линейку инновационных материалов-мембран с покрытием из тончайших (нано) волокон. Продукция производится на уникальном оборудовании методом электроформования (рис. 3).



Рис. 3. Нановолокна, полученные методом электроформования

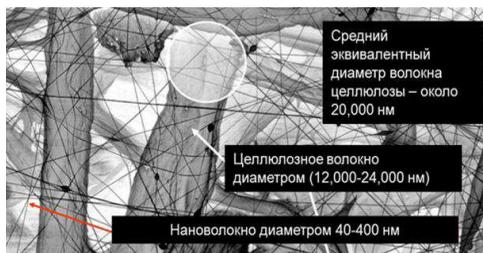


Рис. 4. Структура полимерного аэрозольного фильтра

Фильтры «РУСМАРКО» на основе нановолокон применяются в газовой промышленности для очистки газов от песка, смолистых взвесей, окалины, пыли и других твердых примесей. Они предназначены для очистки природного газа, воздуха, азота и других неагрессивных газов (рис. 4).

Структура данного материала гарантирует максимально эффективную очистку газов. Добавление различных сорбентов в фильтрующий слой позволяет его использовать также для защиты от «кислых» газов (HF , HCl , SO_2 , CO и др). Кроме того, модифицирование фильтрующего материала УНТ увеличит активную удельную поверхность волокон, повысит физико-механические свойства.

В дальнейшем планируется модификация прекурсора полимера шаржированием УНТ, а также диспергирование УНТ в полимерной массе методом сдвиговых деформаций в межвалковом зазоре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириш, В.А. Осаждение аэрозольных наночастиц в фильтрах из волокон с пористыми оболочками / В.А. Кириш // Коллоидный журнал. – 2007. – Т. 69, № 5. – С. 655 – 660.
2. Исследование активации металлоксидных катализаторов для синтеза многослойных углеродных нанотрубок / Е.А. Буракова, А.Е. Бураков, И.В. Иванова и др. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 337 – 341.

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопроductов»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*