

*Ю.А. Кобцева, И.В. Романцова, А.Е. Бураков\**

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВОЛОКОН  
УНМ «Таунит»**

Необходимость получения совершенно чистого технологического воздуха, опасность радиоактивных аэрозолей, высокая токсичность субмикронных частиц некоторых металлов и соединений сделали про-

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ГОУ ВПО ТГТУ А.Г. Ткачева.

блему высокоэффективной очистки газовых сред от взвешенных субмикронных частиц весьма актуальной.

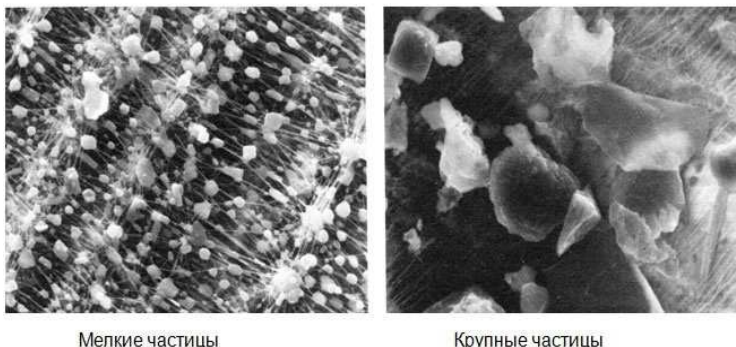
Волокнистые фильтровальные материалы оказались наиболее эффективным средством очистки, поскольку при одинаковом сопротивлении потоку эти материалы обладают наибольшей эффективностью улавливания частиц по сравнению со всеми другими типами фильтровальных пористых перегородок.

Волокнистые фильтровальные материалы используются для изготовления практически всех типов высокоэффективных фильтров: промышленных фильтров для очистки вентиляционных потоков, аналитических фильтров и респираторов. Вместе с тем такие фильтры являются единственным средством улавливания любых аэрозольных частиц размером около 1 мкм, концентрация которых не превышает  $0,2 \text{ мг/дм}^3$  (рис. 1).

Высокоэффективные волокнистые фильтровальные материалы представляют собой систему волокон, расположенных преимущественно перпендикулярно к направлению потока (рис. 2). Их пористость составляет 85...99%, а диаметр волокон варьируется от нескольких микрометров до сотых долей микрометров. Толщина этих фильтров составляет от нескольких миллиметров до нескольких десятков микрометров.

Однако следует учитывать, что ни один тип волокон не может быть универсальным. Фильтровальный материал, показывающий высокую эффективность при улавливании частиц размером в несколько микрометров, может оказаться совершенно непригодным для осаждения частиц размером 0,5 мкм и меньше.

Новое направление в решении актуальной проблемы совершенствования фильтровальных материалов аэрозольной фильтрации связано



**Рис. 1. Аэрозольные частицы**



**Рис. 2. Фильтровальный волокнистый материал**

с управляемым нанесением пористого проницаемого слоя нанотрубок на более толстые, микронные волокна. Нанесение высокопористого слоя может оказаться наиболее перспективным методом улучшения качества фильтров для существующей промышленной очистки воздуха и газов от взвешенных частиц [1, 2].

Авторами разработана технология модифицирования фильтровальных высокотемпературных неорганических волокон путем газофазного химического осаждения на них высокопористой структуры УНМ «Таунит»[3] (технологическая схема производства и оборудование для его получения спроектированы ООО «НаноТехЦентр», г. Тамбов).

Предлагаемая технология создания фильтровального элемента, модифицированного УНМ, включает следующие стадии:

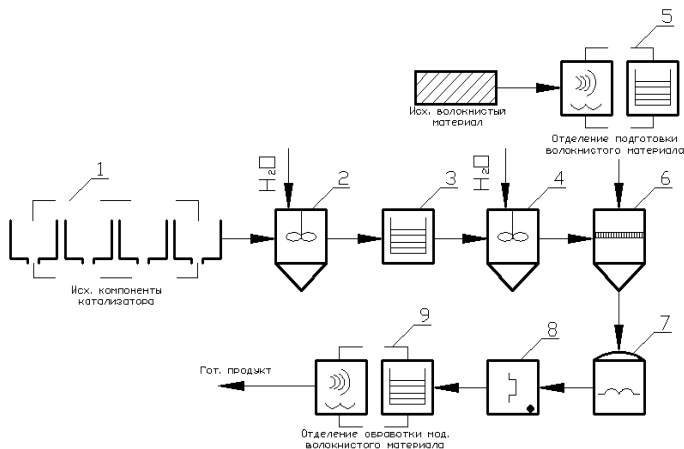
- приготовление исходного раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (основные компоненты: Ni, Co, Y, Mo, Mg, Al);
- подбор и предварительная обработка материала-носителя (механическая, химическая и т.д.);
- процесс пропитки образца волокнистого фильтрующего элемента исходным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНМ;
- процесс термической обработки пропитанного образца на воздухе при температуре 500...600 °С;
- процесс газофазного химического осаждения УНМ на подготовленном образце в промышленном реакторе ( $t_{\text{пр}} = 650$  °С).
- процесс финишной обработки полученного материала (механическое и химическое удаление примесей и агломератов УНМ, не зафиксированных на волокнах-носителях).

Фильтровальные волокна, модифицированные УНМ, обладают следующими преимуществами:

- практически не содержат аморфного углерода и частиц катализатора;
- при равномерном распределении катализатора на поверхности волокон происходит формирование сплошного нановолокнистого слоя углерода;
- зарождение УНМ происходит непосредственно на поверхности волокон, что обеспечивает хорошую адгезию между выращенным слоем УНМ и основой.

Для изготовления предлагаемых материалов в объемах опытно-промышленного производства разработана принципиальная схема аппаратурного оформления производства наномодифицированных волокнистых материалов тонкой очистки газов. Структурная схема производства представлена на рис. 3.

Исходные компоненты для приготовления раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (технология золь-гель) из емкостей отделения 1 поступают в аппарат смешения 2, куда подается дистиллированная вода. Затем водный раствор прекурсоров катализатора синтеза УНМ поступает в сушильный шкаф 3, где обрабатывается при температуре 80 °С в течение 3 часов. Затем разбавленный дистиллированной водой в требуемом соотношении раствор из аппарата смешения 4 подается в пропиточную камеру 6, где происходит пропитка волокнистого материала, предварительно обработанного в отделении подготовки 5 (механическое, химическое удаление примесей в



**Рис. 3. Структурная схема производства наномодифицированных волокнистых материалов**

присутствии ультразвукового воздействия, а также химическая обработка поверхности волокон-носителей с целью повышения качества последующей пропитки). Пропитанный образец проходит температурную обработку при 130 °С в течение 1 часа в индукционной печи 7, после чего происходит отжиг при температуре 600 °С. Затем образец помещается в реактор синтеза 8, где в результате каталитического пиролиза углеводородов происходит образование на поверхности волокон-носителей пористой структуры УНМ. После завершения процесса синтеза образец проходит окончательную обработку в отделении обработки модифицированного волокнистого материала 9 (удаление примесей, аморфного углерода, агломератов УНМ, не зафиксированных в структуре волокнистого материала).

Таким образом, в заключение статьи можно сделать следующий вывод: разработана технология и аппаратное оформление процесса модифицирования неорганических высокотемпературных волокнистых материалов углеродными нанотрубками, позволяющие создавать фильтровальные материалы, обеспечивающие требуемое качество очистки газовых сред.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киш, В.А. Аэрозольные фильтры из пористых волокон / В.А. Киш // Коллоидный журнал. – 1996. – Т. 58, № 6. – С. 786 – 790.
2. Киш, В.А. Осаждение аэрозольных наночастиц в фильтрах из волокон с пористыми оболочками / В.А. Киш // Коллоидный журнал. – 2007. – Т. 69, № 5. – С. 655 – 660.
3. Ткачев, А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур / А.Г. Ткачев, И.В. Золотухин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007.

*Кафедра «Техника и технологии производства наноматериалов» ГОУ ВПО ТГТУ*