

*Осипова Е. А., Бураков А. Е.*

## **СОЗДАНИЕ СИГАРЕТНОГО ФИЛЬТРА, МОДИФИЦИРОВАННОГО УГЛЕРОДНЫМИ НАНОМАТЕРИАЛАМИ**

*Работа выполнена под руководством к.т.н., доц. Михалевой Е. А.*

*ТГТУ, Кафедра «Техника и Технология  
машиностроительных производств»*

В последние годы проявляется высокий интерес к разработке и исследованию углеродных наноматериалов. Ведутся активные работы в области получения фуллеренов, углеродных нанотрубок, наноалмаза и других типов нанофрагментарного углерода. Из углеродных наноматериалов самыми распространёнными являются нанотрубки и нановолокна. На протяжении всего времени их изучения интерес к ним не пропадает, а наоборот, увеличивается количество исследователей.

К нановолокнам относят нитевидные образования, не имеющие внутренней полости или содержащие периодические перегородки в этой полости, а также трубки с внешним диаметром больше определённой величины (по данным разных авторов - больше 20,50 или 100 нм). Однослойные и многослойные трубки, а также многие нановолокна построены из графенов – тех же углеродных слоёв с гексагональным расположением атомов в слоях, которые содержатся в кристаллах графита.

Материалы, состоящие из углеродных нановолокнистых частиц, характеризуются высокоразвитой пористой структурой, включающей два типа пор: макропоры (с размерами в несколько микрон) и нанопоры с узким распределением их по размерам. Размеры нанопор могут варьироваться выбором различных параметров процесса получения УНМ (углеродные наноматериалы).

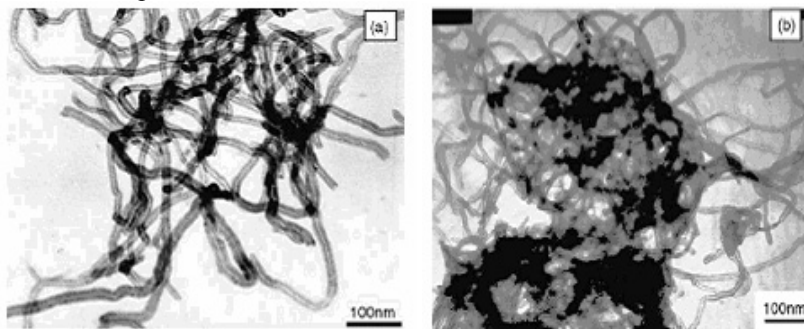
Такие материалы обладают удельной поверхностью до 1300 м<sup>2</sup>/г, что делает их ценными для использования в качестве эффективных адсорбентов для газов и жидкостей.

Углеродные материалы, полученные на основе углеродных нановолокон (УНВ) или нанотрубок, являются эффективными сорбентами компонентов из газовых и жидкостных потоков, носителями катализаторов и сами проявляют каталитические свойства. Анализ научно-технической литературы свидетельствует, что исследования, проводимые в этом направлении, практически не затрагивают вопросов влияния условий получения углеродных материалов на их физико-химические и эксплуатационные характеристики.

Углеродные материалы способны сорбировать водород, оксиды углерода, органические соединения из жидкой фазы.

Углеродные сорбенты, полученные на основе УНМ, обладают большей поглотительной способностью по водороду и оксидам углерода, а также проявляют большую активность при извлечении органических соединений из жидкой фазы по сравнению с традиционными сорбентами.

Было предложено использовать сорбционные свойства УНМ для создания фильтра для сигарет. Первыми, кто сделал это, оказались китайские ученые из Института физических и химических исследований города Ланьчжоу, которые создали новый экспериментальный сигаретный фильтр, способный значительно уменьшить количество ядовитого оксида углерода. В экспериментах использовали оксидированные углеродные нанотрубки, полученные при каталитическом пиролизе пропилена и последующей обработке в концентрированной азотной кислоте. Все сорбенты были помещены в фильтрующий мундштук сигарет. Процесс "курения" проводили автоматически в стандартных условиях. Главный поток дыма проходил через сорбенты, затем конденсат собирали на фильтрах и взвешивали. Анализ на никотин и смолу проводили методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии. Нанотрубки оказались наиболее эффективными сорбентами никотина (до 0.56 мг/сигарета, что соответствует 50 % эффективности "удаления" никотина) и смолы (до 13 мг/сигарета, что соответствует 80 % эффективности "удаления" смолы), несмотря на то, что их удельная поверхность гораздо меньше, чем у цеолита или активированного угля. На рис.1 приведены полученные с помощью электронной микроскопии изображения углеродных нанотрубок до и после адсорбции.



**Рис. 1. Углеродные нанотрубки до и после адсорбции**

Искривленные нанотрубки длиной от сотен нанометров до микрон образуют агрегированные поры размером 3-40 нм, которые подходят для сорбции всех типов молекул табачного дыма. Обработка азотной кисло-

той приводит к открытию нанотрубок, благодаря чему они используются как контейнеры, внутренние каналы и межслоевые пространства которых заполняются никотином и смолой. Часть вредных веществ адсорбируется на внутренней поверхности стенок нанотрубок, многие соединения (главным образом, полициклические ароматические углеводороды) сорбируются или конденсируются на внешней поверхности.

Необходимое для наиболее эффективного удаления никотина и смолы количество окисированных углеродных нанотрубок в фильтре сигареты по оценкам китайских ученых, равно 20 - 30 мг. Даже если стоимость сигареты с таким фильтром немного возрастет, польза для здоровья будет гораздо больше затрат.

На основании китайских исследований нами были приведены эксперименты по модифицированию сигаретного фильтра из ацетатцеллюлозного волокна углеродным наноматериалом «Таунит» на испытательном стенде (рис. 2).

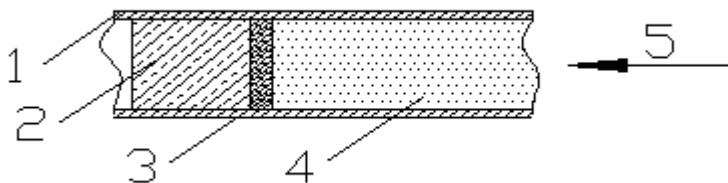
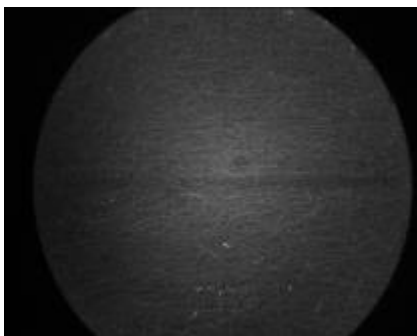


Рис. 2 Схема испытательного стенда

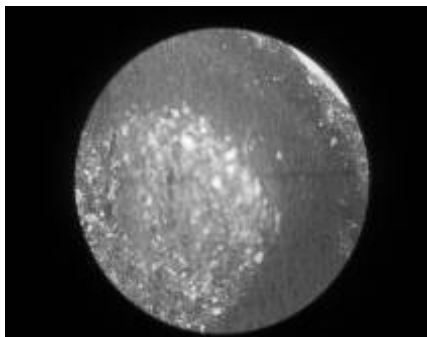
- |                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| 1.- стеклянная трубка            | 4.- сигарета |
| 2.- сигаретный фильтр            | 5.- воздух   |
| 3.- фильтровальный образец с УНМ |              |

В качестве образца был выбран фильтрующий элемент, представляющий собой многослойный цилиндр из нетканого полотна, на который в электромагнитном аппарате с вихревым слоем ферромагнитных частиц был нанесён углеродный наноматериал «Таунит» (рис. 3).



**Рис. 3. «Чистый» образец фильтрующего элемента с УНМ «Таунит»**

Через образцы прокачивался сигаретный дым, в результате чего на фильтровальном элементе появлялся осадок (рис.4), затем проводился весовой анализ загрязненности фильтров.



**Рис. 4. Отработанный образец (после прокуривания одной сигареты)**

Эксперименты показали, что экспериментальный образец толщиной около 0,5 – 0,9 мм демонстрировал такие же результаты очистки, как и угольный фильтр сигареты марки «Парламент» толщиной 10 мм.

Таким образом, найдена новая область применения углеродных нанотрубок – создание идеального фильтра для сигарет.