

*А.Е. Кучерова, А.Е. Бураков, Ю.А. Герасимова,
А.С. Заикин, О.Ю. Яцишина**

УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МОДИФИКАТОР АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ СРЕД

Одним из наиболее перспективных адсорбентов, используемых для удаления из воды примесей и загрязнений, обусловливающих, в частности, ухудшение органолептических показателей, является активированный уголь (АУ). В настоящее время АУ занимают ведущее место среди сорбирующих материалов, область применения их сильно расширилась [1].

Применение АУ обеспечивает возможность устранения почти всех привкусов и запахов воды, значительное улучшение технологических показателей обработки воды другими реагентами и, наконец, интенсификацию обеззараживания в результате сорбции простейших, бактерий и других микроорганизмов.

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

При помощи АУ также осуществляют очистку различных водных сред, таких как, например, водно-спиртовые смеси (ВСС) ликероводочной промышленности. Качество обработанной АУ сортировки (нефильтрованный раствор спирта и очищенной воды) определяется содержанием сивушных масел, альдегидов и органолептических характеристик, а также улучшением вторичных показателей ВСС: жесткости, щелочности, окисляемости, прозрачности.

В данной работе рассмотрена возможность повышения качества воды и ВСС путем использования АУ, модифицированного углеродными нанотрубками (УНТ) (рис. 1).

Авторами разработана технология поверхностного наномодифицирования АУ, включающая:

- приготовление и активацию исходного раствора гетерогенной металлоксидной каталитической системы (основные компоненты: Ni, Co, Y, Mo, Mg, Al) [2];
- предварительную обработку материала-носителя (механическая, химическая и т.д.);
- процесс пропитки АУ исходным раствором веществ-прекурсоров катализатора синтеза УНТ;
- процесс термической обработки пропитанного образца на воздухе при температуре 160...220 °С;
- процесс газофазного химического осаждения УНТ на подготовленном образце в промышленном реакторе ($t_{\text{пр}} = 650$ °С);
- процесс финишной обработки полученного материала (механическое и химическое удаление примесей и агломератов УНТ, не зафиксированных на волокнах-носителях).

Получены образцы наномодифицированных АУ (БАУ-А, АГ-3) (рис. 2).

Опытные партии образцов наномодифицированных АУ были продиагностированы в лабораториях Всероссийского научно-исследовательского института пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) – очистка ВСС; Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (ИОНХ РАН) – очистка воды.

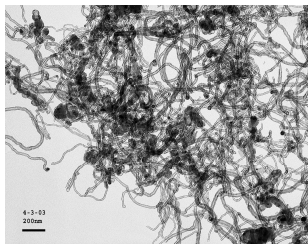


Рис. 1. Структура УНТ

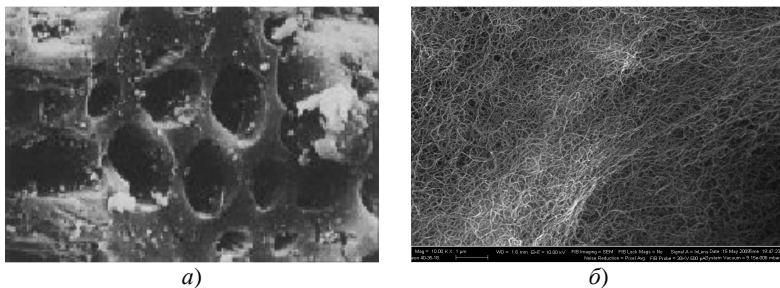


Рис. 2. Структура активированного угля:
а – стандартная; *б* – наномодифицированная УНТ

Методика исследований ВНИИПБТ заключалась в следующем. ВСС перемешивали с добавкой расчетного количества исследуемого материала (0,5 и 1,0 кг/тыс. дал) в течение 1 часа, затем оставляли в контакте еще на 1 час и фильтровали через бумажные фильтры, предварительно прокипяченные в 40%-ной сортировке.

Для образцов ВСС до и после фильтрации проводили газохроматографический анализ, определяли жесткость, щелочность, окисляемость, величину рН, содержание микроэлементов и дегустационные показатели (табл. 1)

Увеличение значений качественных показателей ВСС, приведенных в таблице, доказывает целесообразность использования УНТ в качестве поверхностного модификатора АУ.

Наномодифицированный АУ позволяет снизить содержание органических веществ и хлора, удалить запах, цвет, улучшить органолептические свойства воды.

Целью исследования, проводимого лабораторией ИОНХ, являлось установление эффективности удаления свободного хлора, хлороформа и меди (II) из водного раствора в динамическом режиме АУ, поверхность которого модифицирована УНТ (табл. 2).

1. Результаты физико-химического, микроэлементного анализа ВСС

Определяемый показатель	Исходная сортировка	Сортировка после наномодифицированного материала
Жесткость, °Ж	0,04	0,25...1,0
Щелочность (НСl)	0,1	0,3...0,55
Водородный показатель, рН	6,2	7,2...8,2
Прозрачность, Т	95	96...100
Окисляемость по Лангу, мин	10,5	11,4...15,2

2. Результаты сравнительных испытаний активированных углей

Объем раствора, л	Загрязнитель	Эффективность удаления с помощью угля, %	Эффективность удаления с помощью угля, модифицированного нанотрубками, %
10	Гипохлорит натрия	0	0
10	Сульфат меди (II) (Cu^{2+})	0	5
10	Хлороформ (CHCl_3)	0	13

Так как эффективность удаления вредных примесей с помощью АУ, модифицированного УНТ, показанная в таблице, выше, проведенные исследования доказывают целесообразность использования наномодифицированного АУ для улучшения качества воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кинг, Х. Активные угли и их применение / Х. Кинг, Х. Бадер. – М.: Химия, 1984. – 210 с.
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»*