

УДК 677.014

**МНОГОСЛОЙНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОНАТОВ ОТ ЛЕТУЧИХ ВЕЩЕСТВ***Н.Ф. БОГДАН, А.А. ЛЫСЕНКО**(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)*

Вещества, содержащиеся в воздушной среде музеев, хранилищ и архивов, в сочетании с температурой и светом со временем приводят к разрушению экспонатов. В задачи музейной климатологии входит создание микроклиматических условий, находясь в которых музейные объекты как можно реже подвергаются реставрации. Для решения этих задач предусмотрены специальные конструкции герметичных витрин, заполненных инертным газом, которые используют, в основном, для очень ценных экспонатов, так как оборудование дорогостоящее и сложное в эксплуатации. Чаще всего витрины для хранения снабжают емкостями, наполненными сорбентом, как правило, это силикагель, предназначенный для поддержания необходимого уровня влажности [1] или активированный уголь для адсорбции летучих органических соединений [2].

Гибкие волокнистые структуры, обладающие сорбционными свойствами, более всего пригодны для равномерного распределения сорбента в витринах для хранения музейных экспонатов. Эти средства защиты обычно относятся к классу многослойных волокнистых материалов [3], так как содержат скрепленные между собой сорбционный и покровный слои. Сорбционные слои могут быть выполнены в виде порошков и гранул или текстильных материалов – тканей, трикотажа, нетканых материалов. Покровными слоями являются

различные полотна из химически инертных волокон. Эти слои предназначены для удерживания и/или скрепления частиц сорбента, а также для упрочнения конструкции полотна, снижения пылевыведения (что не редкость для углеродных материалов) и препятствия соприкосновению сорбента с находящимися на хранении объектами.

Технологии получения многослойных полотен включают механические способы скрепления волокнистых структур: прошивание, провязывание, иглопрокалывание, а также скрепление слоев с помощью инертных клеящих веществ, термоплавких волокон или порошков [4].

Различное сочетание материалов, входящих в конструкцию многослойных полотен, позволяет получать материалы с различными эксплуатационными и сорбционными характеристиками. К преимуществам материалов этого класса можно отнести следующие: возможность получения многослойных материалов с высокой степенью наполнения (до 98%) [5]; технология изготовления позволяет создавать структуры, в которых хорошо закреплен сорбент в любом виде (порошок, гранулы, готовые текстильные полотна), но при этом покровные слои не создают особых препятствий для доступа сорбируемых веществ; благодаря прочной, но проницаемой для воздуха или жидкостей структуре такие материалы можно использовать в

качестве механических фильтров; для получения этих материалов подходят стандартные линии оборудования. Очевидным преимуществом является возможность создания широкого ассортимента текстильных полотен этого класса. Многослойные материалы дешевле и проще в изготовлении композиционных материалов, в которых для скрепления частиц сорбента используют связующее, степень наполнения композитов сорбционно-активной компонентой, как правило, не превышает 40...60%, при этом часть поверхности сорбента может быть дезактивирована.

Нами разработан многослойный сорбционный материал, предназначенный для использования в различных объемах с целью хранения музейных экспонатов. Материал представляет собой комбинированное полотно, состоящее из активированно-

го углеродного нетканого или трикотажного материала и покровных слоев. Выбор такой композиции объясняется тем, что активированные углеродные материалы, наряду с активированными углями, являются эффективными поглотителями различных летучих органических соединений, но предпочтительней благодаря гибкой текстильной форме и более высоким сорбционно-кинетическим характеристикам.

Способ изготовления многослойного сорбционного полотна заключался в термической фиксации покровных слоев на поверхности активированных углеродных материалов. В качестве покровных слоев использовали полипропиленовый и целлюлозные нетканые материалы. В табл. 1 представлены виды многослойных материалов, полученных в результате термоскрепления.

Таблица 1

Покровные слои	Активированное углеродное полотно	
	трикотажное	нетканое
Полипропиленовый нетканый материал с поверхностной плотностью 40 г/м ²	ДТП 1 (дублированное трикотажное полотно)	ДНП 1 (дублированное нетканое полотно)
Бумажный нетканый материал с поверхностной плотностью 20 г/м ²	ДТП 2 (дублированное трикотажное полотно)	ДНП 2 (дублированное нетканое полотно)

В табл. 2 представлены результаты измерения разрывной нагрузки, удлинения и толщины углеродных полотен до скрепле-

ния с покровными слоями и готовых многослойных материалов.

Таблица 2

Показатели	Испытываемые образцы					
	трикотаж			нетканый материал		
	исходный	ДТП 1	ДТП 2	исходный	ДНТ 1	ДНТ 2
Разрывное удлинение, %	20	100	82	40	115	85
Разрывная нагрузка (на полоску), Н	35	103	82	45	96,7	83
Толщина, мм	0,36	0,68	0,71	1,09	1,41	1,44

Из представленных результатов видно, что покровные слои увеличивают прочность готового многослойного материала в два раза. При этом толщина разработанного многослойного материала вполне допускает использование его даже в качестве поглотителей кислых газов для предохра-

нения книг, когда сорбент закладывается между страницами.

Адсорбционно-структурные характеристики активированных углеродных материалов в идее трикотажа АУВТ и в виде нетканого полотна АУВН представлены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристики образца Материал	E_0 , кДж/моль	x , нм	$S_{ми}$, м ² /г	a_m , г/г	$V_{ми}$, см ³ /г	$V_{мез}$, см ³ /г	Адсорбция бензола, г/г	Адсорбция воды, г/г
АУВТ	27,8	0,33	803	0,164	0,27	0,07	0,30	0,41
АУВН	25,2	0,39	706	0,167	0,26	0,06	0,34	0,45

В табл. 3 E_0 – энергия абсорбции, кДж/моль; x – полуширина пор, нм; $S_{ми}$ – удельная поверхность микропор, м²/г; a_m – константа представляющая количество адсорбированного вещества, достаточное для покрытия поверхности плотным мономолекулярным слоем, г/г; $V_{ми}$, $V_{мез}$ – объем микро- и мезопор, см³/г.

Исследования показали, что сорбционные характеристики исходных материалов АУВТ и АУВН различаются незначительно. В выбранных для экспериментов сорбентах превалируют микропоры.

Нами разработаны модифицированные волокнистые углеродные сорбенты, способные эффективно поглощать NH₃ и H₂S. Эти газы наиболее часто встречаются в музейных помещениях и способны оказывать отрицательное влияние на экспонируемые объекты.

Исходные и модифицированные углеродные сорбенты испытывали в процессах адсорбции аммиака и сероводорода. Данные, характеризующие общий объем сорбционного пространства и поглощение аммиака, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Материал	Сорбируемые вещества	Исходные углеродные материалы: АУВТ и АУВН	Модифицированные углеродные материалы					
			АУВТм1 и АУВНм1		АУВТм2 и АУВНм2		АУВТм3 и АУВНм3	
			Доля закрепленной добавки, %					
			2,5	5	2,5	5	2,5	5
Адсорбция, г/г								
Трикотаж – АУВТ	бензола	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29	0,29	0,28
	аммиака	0,15	0,16	0,15	0,26	0,38	0,32	0,41
Нетканый материал – АУВН	бензола	0,34	0,31	0,33	0,29	0,32	0,30	0,32
	аммиака	0,16	0,17	0,15	0,29	0,39	0,46	0,51

П р и м е ч а н и е. АУВТм1, АУВТм2, АУВТм3 – трикотажные активированные углеродные полотна, модифицированные различными добавками; АУВНм1, АУВНм2, АУВНм3 – нетканые активированные углеродные полотна, модифицированные различными добавками.

Результаты проведенных исследований показывают, что модификации активированных волокнистых материалов практически не влияют на поглощение бензола. Это может свидетельствовать о том, что введение от 2 до 5% модифицирующих агентов в структуру активированных волокон не изменяет их пористости. Экспериментально доказано, что использование модифицирующих агентов существенно увеличивает (для АУВТм3 и АУВНм3 более чем в 3 раза) поглощательную способность по отношению к аммиаку. Увеличе-

ние содержания модифицирующих агентов в пределах 2,5...5% приводит к увеличению адсорбции аммиака в среднем на 34 и 11% соответственно для модифицированных материалов АУВТм2, АУВНм2 и АУВТм3, АУВНм3.

О величине и скорости адсорбции сероводорода судили по результатам, представленным на рис. 1-а и б (кинетические кривые поглощения сероводорода неткаными (а) и трикотажными (б) углеродными материалами).

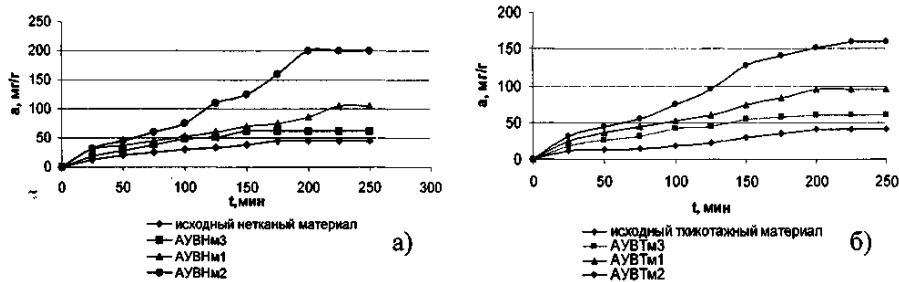


Рис. 1

Адсорбцию сероводорода вели при подаче пара воздушной со скоростью $0,5 \text{ л/мин} \cdot \text{см}^2$, концентрация сероводорода составляла $0,46 \text{ г/л}$. Наибольшая адсорбционная способность была зафиксирована для модифицированных сорбентов АУВНм2 и АУВТм2 и составила соответственно 200 и 160 мг/г , что более чем в 4 раза превышает поглотительную способность исходных материалов.

С использованием модифицированных углеродных сорбентов были изготовлены многослойные полотна с поверхностной плотностью $50 \dots 100 \text{ г/м}^2$. Прогнозируемая стоимость таких материалов в $2 \dots 2,5$ раза ниже существующих в настоящее время импортных аналогов.

ВЫВОДЫ

Разработаны способы модификации активированных углеродных волокнистых материалов с целью придания им специфической поглотительной способности по отношению к аммиаку и сероводороду.

На основе сорбционно-активных трикотажных и нетканых полотен получены многослойные текстильные структуры, обладающие высокой сорбционной способ-

ностью (до 200 мг/г по отношению к сероводороду и до 500 мг/г – к аммиаку).

Материалы рекомендованы к использованию для предохранения от воздействия вредных веществ в музеях и библиотеках.

ЛИТРАТУРА

1. Патент РФ № 2242278. Сорбционный материал для защиты объектов культурного наследия от воздействия окружающей среды в процессе хранения и экспонирования / В.И. Кобякова, Н.Ф. Богдан, А.В. Просвирницын и др. – 2004.
2. www.cwaller.de
3. Лысенко А.А. Новое в технологиях получения углеродных волокон-сорбентах. Полимеры и полимерные материалы: синтез, строение, структура, свойства // Сб. научн. тр. под ред. проф. Л.С. Гальбрайха. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005. С.55...60.
4. Барабанов Г.Л., Бершев Е.Н. Физико-механические способы производства нетканых материалов и валяльно-войлочных изделий: Учебник для вузов – М.: Легпромбытиздат, 1994.
5. Горчакова В.М., Биюшкина И.Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №1. С.34...37.

Рекомендована кафедрой технологии химических волокон и композиционных материалов. Поступила 25.12.06.