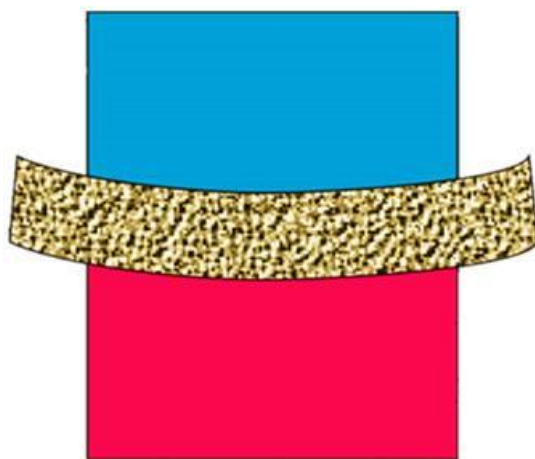


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Отделение химии и наук о материалах РАН
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова РАН
Научный совет РАН по керамическим и стеклообразным материалам
Объединенный научный совет по химическим наукам СПб НЦ РАН
Российское керамическое общество
Российский фонд фундаментальных исследований

XXIII ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ ПО НЕОРГАНИЧЕСКИМ И ОРГАНОСИЛИКАТНЫМ ПОКРЫТИЯМ

Посвящается 100-летию со дня рождения
академика РАН М.М. Шульца



Сборник тезисов докладов

7-9 октября 2019 г.
г. Санкт-Петербург

ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

изделий, в том числе медицинского назначения, а также в качестве основы при разработке антимикробных и фунгицидных покрытий.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХРОМАТОНА N-AW СО СЛОЕМ ОКСИДА КРЕМНИЯ

Фаустова Ж.В., Матвеева Т.Н., Пахнута М.Д., Слизов Ю.Г.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, Томск, пр. Ленина, 36
zhv.xf@mail.ru

Несмотря на большое разнообразие пористых материалов, оксид кремния является одним из наиболее распространенных и востребованных соединений при синтезе адсорбентов и катализаторов. Главным критерием массового использования SiO_2 является возможность варьирования их текстурных характеристик в широком диапазоне значений в зависимости от поставленных задач.

В данной работе были получены сорбенты на основе Хроматона N-AW (0,20–0,25 мм) со слоем SiO_2 , синтез которого осуществляли золь-гель методом с использованием тетраэтоксисилана (ТЭОС) в качестве предшественника. Готовили серию образцов с различным количественным содержанием ТЭОС (0,0015; 0,003; 0,006; 0,04 моль ТЭОС на 1 г Хроматона N-AW), в качестве темплатов применяли цетилтриметиламмоний бромид (C_{16} -ЦТАБ) и полиэтиленгликоль (ПЭГ-115). При получении данных сорбентов применяли следующее мольное соотношение компонентов: 1,0 ТЭОС:0,3 C_{16} -ЦТАБ:0,1 HCl :20,0 H_2O :20,0 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и 1,0 ТЭОС:0,6 ПЭГ:0,1 HCl :20,0 H_2O :20,0 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

Текстурные характеристики полученных сорбентов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Текстурные характеристики сорбентов, синтезированных на поверхности Хроматона N-AW.

Образец	$S_{\text{бэт}}$, $\text{м}^2/\text{г}$	V_p , $\text{см}^3/\text{г}$	d_p , нм	$C_{\text{бэт}}$	Q_m	C_{16} - ЦТАБ	ПЭГ- 115
SiO_2	1023	0,27	2,1	219	10,49	+	
Хроматон N-AW+ SiO_2 (0,04 моль)	622	0,17	2,5	201	6,38	+	
Хроматон N-AW+ SiO_2 (0,006 моль)	165	0,06	2,5	56	1,69	+	
Хроматон N-AW+ SiO_2 (0,003 моль)	87	0,05	2,6	45	0,89	+	
Хроматон N-AW+ SiO_2 (0,0015 моль)	54	0,03	2,5	93	0,56	+	
Хроматон N-AW+ SiO_2 (0,003 моль)	97	0,05	3,2	58	0,99		+

Примечание: 0,04; 0,006; 0,003; 0,0015 моль – количество ТЭОС, используемое в синтезе в расчете на 1 грамм Хроматона N-AW.

Силикагель, полученный без Хроматона N-AW, имеет большую удельную поверхность (~1000 $\text{м}^2/\text{г}$) и полидисперсность с преобладанием мелкой фракции размером менее 0,10 мкм, что затрудняет его применение в качестве сорбента для газовой хроматографии. Из представленных данных видно, что при уменьшении количества ТЭОС происходит снижение площади удельной поверхности и объема пор, при этом размер пор изменяется незначительно.

Количество поверхностных гидроксильных групп определяли методом ТГ/ДТА при температурах 600–1000 °С [1], полученные результаты приведены в таблице 2.

ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ

Таблица 2. Содержание гидроксильных групп на поверхности синтезированных сорбентов по данным термогравиметрического анализа.

Образец	$S_{\text{бэт}}, \text{ м}^2/\text{г}$	Содержание гидроксильных групп		
		потеря массы, %	$n_{\text{ОН}}, \text{ ммоль/г}$	$N_{\text{ОН}}, \text{ групп/нм}^2$
Хроматон N-AW+SiO ₂ (C16-ЦТАБ)	87	0,32	0,36	2,46
Хроматон N-AW+SiO ₂ (ПЭГ-115)	97	0,21	0,23	1,45

Синтезированные сорбенты незначительно различаются по количеству силанольных групп, однако следует отметить, что при использовании ПЭГ в качестве темплата поверхность полученных материалов является более гидрофобной.

Результаты газохроматографических исследований адсорбционных свойств синтезированных сорбентов в области предельно малых заполнений поверхности и относительно высоких температурах представлены в таблице 3.

Таблица 3. Удерживаемые объемы V_m (мл/г) при 150 °С, теплоты адсорбции Q (кДж/моль) и энтропии адсорбции $-\Delta S$ (Дж/моль К) тестовых соединений для синтезированных сорбентов.

Адсорбат	Хроматон N-AW+SiO ₂											
	0,0015(C16-ЦТАБ)			0,003(C16-ЦТАБ)			0,006(C16-ЦТАБ)			0,003(ПЭГ-115)		
	V_m	Q	$-\Delta S$	V_m	Q	$-\Delta S$	V_m	Q	$-\Delta S$	V_m	Q	$-\Delta S$
Гексан	7	63	175	7	52	156	31	42	122	13	51	146
Гептан	12	65	173	15	57	160	63	46	125	25	38	109
Нонан	27	60	153	68	64	164	222	49	120	108	41	105
Бензол	10	88	231	12	54	155	32	34	102	17	45	130
Толуол	18	93	235	28	67	180	80	37	102	39	37	104
НП	10	96	248	13	55	158	36	42	120	12	51	147
Метанол	7	87	231	8	74	205	21	46	127	9	42	127
Этанол	17	89	234	16	77	207	47	49	136	17	44	127
Ацетон	33	88	290	46	74	194	112	54	130	33	29	85
МЭК	68	109	264	54	68	175	227	58	143	71	36	97
Гептен-1	12	92	237	18	53	151	59	38	106	-	-	-

Представленные данные свидетельствуют о том, что с увеличением количества ТЭОС при синтезе сорбентов дифференциально-мольная теплота и энтропия адсорбции уменьшаются. Сорбент, полученный с использованием ПЭГ-115 в качестве темплата, менее полярный по сравнению с сорбентом на основе C₁₆-ЦТАБ при одинаковом количестве ТЭОС. Следует отметить, что при близких значениях температур кипения неполярного гексана и полярного метанола значения теплот адсорбции на сорбенте, полученном при 0,0015 моль ТЭОС, существенно различаются. Теплота адсорбции метанола превышает значение теплоты адсорбции гексана на 24 кДж/моль, а на сорбенте полученном при 0,006 моль ТЭОС теплоты адсорбции данных соединений имеют близкие значения 42 кДж/моль и 46 кДж/моль. Это свидетельствует об уменьшении полярности сорбентов с увеличением количества SiO₂ на поверхности Хроматона N-AW.

В данной работе исследованы закономерности формирования пористой структуры силикагеля на поверхности носителя Хроматона N-AW в зависимости от количества ТЭОС. Установлено, что дифференциально-мольная теплота адсорбции по отношению к тестовым молекулам адсорбатов уменьшается при увеличении количества ТЭОС.

1. Kozlova S.A., Parfenov V.A., Tarasova L.S., Kirik S.D. The state of silanol coverage of the mesostructured silicate material MCM-41 as a result of postsynthetic activation // Journal of Siberian Federal University. Chemistry. 2008. V. 4. Pp. 376-388.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В СИСТЕМЕ $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛКОКСОАЦЕТИЛАЦЕТОНАТОВ МЕТАЛЛОВ

Фисенко Н.А.^{1,2}, Симоненко Н.П.¹, Симоненко Е.П.¹, Севастьянов В.Г.¹, Кузнецов Н.Т.¹

¹Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова, Россия, 119991, Москва, Ленинский пр., 31

²Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, 125047, Москва, Миусская пл., 9
fisenkonk@yandex.ru

Прозрачные проводящие оксиды (ТСО) находят все большее применение в современном мире. За счет высокой электропроводности и прозрачности в видимом диапазоне ТСО являются важнейшим компонентом в различных оптоэлектронных устройствах, таких как жидкокристаллические дисплеи, солнечные элементы, сенсорные экраны, OLED дисплеи и т.п. Наилучшими показателями по проводимости и прозрачности среди прозрачных электродов обладают материалы в системе $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ (ITO). Но у ITO имеется и несколько недостатков, один из которых – дороговизна, обусловленная редкостью индия и сложностью методов осаждения. В этой работе рассматривается решение вопроса о методе получения тонких плёнок ITO, которое может существенно снизить затраты на производство, а также повысит воспроизводимость. Сейчас большинство плёнок ITO получают методом напыления конденсацией из газовой фазы (PVD), а также методом химического осаждения из газовой фазы (CVD). Потребность в сложном и дорогостоящем оборудовании серьезно ограничивает возможность использования таких технологий для промышленного применения. В данной работе рассматривается перспективный метод получения наноструктурированных материалов различного типа - золь-гель синтез, основанный на применении в качестве прекурсоров алкокси- β -дикетонатов металлов [1-5]. Целью работы являлось получение тонкопленочных наноструктур в системе $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ на поверхности стеклянных и кварцевых подложек золь-гель методом и изучение их характеристик. Рассмотрено два метода нанесения плёнок: плоттерная печать и погружение подложки в раствор прекурсоров (dip-coating).

Приготовленные растворы алкоксиацетилацетонатов индия и олова были изучены с помощью ИК- и УФ-вид-спектрофотометрии, а также рефрактометрии. Полученные с помощью данных растворов плёнки $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$ также исследовались спектральными методами, а их морфология изучена с помощью оптической, растровой электронной и сканирующей зондовой микроскопии; кристаллическая структура материалов исследована методом рентгенофазового анализа. В частности, было показано, что формируемые планарные структуры являются наноструктурированными и обладают низкой шероховатостью (рис. 1).

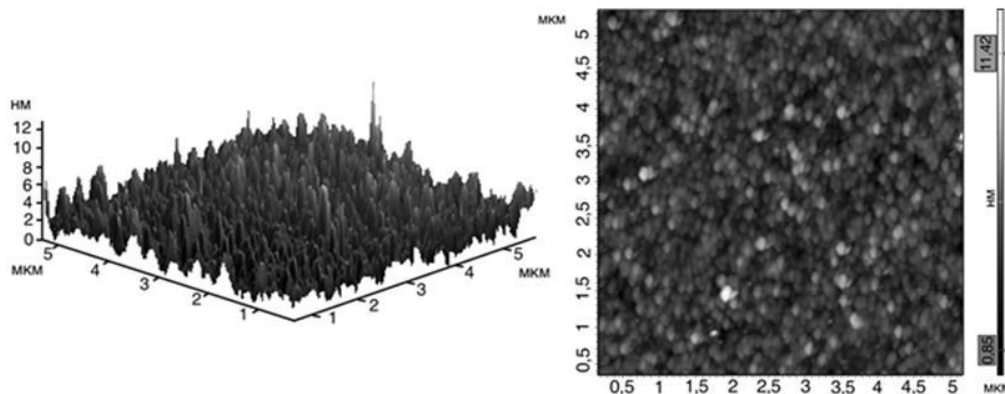


Рис. 1. Микроструктура пленки состава $\text{In}_2\text{O}_3\text{-10%SnO}_2$, нанесенной на стеклянную подложку методом dip-coating (по данным сканирующей зондовой микроскопии)