

УДК 546.82

Студ. Е. В. Голубович

Науч. рук. проф. А. Н. Мурашкевич

(кафедра химии, технологии электрохимических производств
и материалов электронной техники, БГТУ)

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА
ТИТАНАТА НАТРИЯ, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ АЛКОКСИДОВ
ТИТАНА ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДОМ**

В настоящее время большое внимание уделяется созданию так называемых «умных материалов», механическими и физико-химическими свойствами которых можно управлять с помощью внешних воздействий (например, световым потоком, электрическим или магнитным полем). Одним из перспективных направлений является разработка дисперсий, обладающих электрореологическим эффектом (ЭРЭ). Электрореологическая дисперсия (ЭРД) – это суспензии поляризуемых частиц в диэлектрической среде, которые способны к резким, быстрым и обратимым изменениям вязкости под действием внешнего электрического поля. В отсутствие поля они ведут себя как обыкновенные суспензии с присутствующими им текучестью и вязкостью. При наложении электрического поля их вязкость резко увеличивается вплоть до достижения твердого состояния. Переход ЭРД из жидкого в твердое состояние может быть достигнуто за счет формирования волокнистых или цепочных структур, вызванных внешним электрическим полем. Благодаря их короткому времени отклика, обратимым изменениям, простой механике и низкому энергопотреблению они являются объектом интенсивных исследований. Размер и форма частиц наполнителя играют значительную роль в проявлении ЭРЭ.

Кроме наночастиц простой морфологии, такие наноматериалы как нанопроволока и нанотрубки с недавнего времени используются в качестве дисперсной фазы или добавки ЭРД. Благодаря наноразмерным характеристикам и анизотропной морфологии, они приводят к улучшению ЭР отклика.

В последние годы для получения нанокристаллических оксидных материалов все более широкое применение находит гидротермальный метод, который позволяет управлять морфологией дисперсного продукта за счет варьирования параметров проведения процесса (температуры, давления, продолжительности).

В этой связи целью настоящей работы являлось изучение условий и разработка метода получения титаната натрия с развитой удельной по-

верхностью изалкоксидов титана и исследование его физико-химических и функциональных свойств.

Титанат натрия получали двумя методами. Согласно методу №1 на первой стадии были получены монодисперсные сферические частицы диоксида титана управляемым гидролизом спиртовых растворов алкоксидов титана – тетраизопропоксида титана (ТИПТ) и тетрабутоксид титана (ТБТ). Суспензию выдерживали в статическом состоянии в течение 24 ч в закрытом сосуде при комнатной температуре. Порошок, осевший на дне сосуда, собирали и сушили при 60 – 70°C в течение 12 ч.

На второй стадии полученный диоксида титана смешивали при комнатной температуре с раствором NaOH, структурообразователем, в качестве которого использовали полиэтиленгликоль (ПЭГ). Автоклавную обработку проводили при температуре 110–180°C в течение 24 – 76 ч. Осадок фильтровали и промывали дистиллированной водой до pH= 9–10 с последующей термообработкой при 250°C.

В методе №2 титанат натрия получали гидротермальной обработкой ТБТ в растворе NaOH. Автоклавную обработку проводили при температуре 180°C в течение 24 ч. Осадок фильтровали и промывали дистиллированной водой до pH = 9–10 с последующей сушкой при 60°C в течение 12 ч.

В таблицах 1 – 2 представлены условия синтеза и результаты исследования свойств образцов, полученных по методу №1.

Таблица 1 – Условия и результаты гидролиза алкоксидов титана

№	Концентрация алкоксида, мас. %	Молярное соотношение H ₂ O:алкоксид	S _{уд} , м ² /г	Средний диаметр частиц, нм	Процент выхода, %
<i>Источник титансодержащего компонента – ТБТ</i>					
1	2,4	42:1	269	6	97,1
2	2,4	41:1	–	–	95,5
3	2,5	40:1	–	–	93,4
4	3,4	64:1	–	–	86,8
5	6,3	43:1	–	–	95,8
6	9,2	33:1	247	6	98,6
7*	9,3	33:1	307	5	88,0
<i>Источник титансодержащего компонента – ТИПТ</i>					
8	2,2	40:1	394	–	26,7
	7,4	30:1		4	85,3
	10,6	20:1	356	4	91,3
Примечание: * – гидролиз проводился при 50°C					

В таблице 1 видно что, удельная поверхность диоксида титана, полученного гидролизом ТИПТ заметно больше, чем у продукта, полученного из ТБТ, что обусловлено большей скоростью гидролиза ТИПТ и созданием в этой связи условий формирования частиц диоксида титана с большей дисперсностью.

Таблица 2–Условия получения и результаты исследования образцов после автоклава

№	Условия термообработки				Свойства полученных образцов				
	автоклавная обработка		после автоклавной обработки		$S_{уд}$, м ² /г	содержание Na, мас. %	потери при прокалке, мас. %	результаты рентгенофазового анализа	размер кристаллитов, нм
	T, °C	t, ч	T, °C	t, ч					
1	110	73,5	70	12	173	–	–	–	–
2	110	48,0	70	12	248	–	–	–	–
3	110	22,5	70	12	-	–	–	–	–
4	130	72,0	70	12	270	3,3	–	–	–
5	130	48,0	250	2	143	7,9	–	–	–
6	180	24,0	250	4	96	–	–	–	–
7	130	70,0	250	2	145	11,0	20,3	Начало кристаллизации Na ₂ Ti ₃ O ₇	–
8	150	26,20	250	2	110	9,0	11,7	Na ₂ Ti ₃ O ₇	10
9	150	48,0	250	2	122	–	5,5	Na ₂ Ti ₃ O ₇	9
10	130	71,0	250	2	151	–	8,5	Na ₂ Ti ₃ O ₇	10
11	130	76,0	250	2	130	–	13,0	–	–
12	130	72,0	250	8,4	137	9,9	7,8	Na ₂ Ti ₃ O ₇	9

Примечание: для образцов 1–6–диоксид титана получали из ТБТ; для образцов 7–12– из ТИПТ

Согласно результатам таблицы 2, удельная поверхность полученного титаната натрия изменяется в интервале 96–270 м²/г и существенно не зависит от природы источника титансодержащего компонента.

Таблица 3–Условия термообработки и удельная поверхность титаната натрия, полученного по методу № 2

№	Условия термообработки				$S_{уд}$, м ² /г
	автоклавная обработка		после автоклавной обработки		
	T, °C	t, ч	T, °C	t, ч	
1*	180	24	60	12	234
2**	180	24	60	12	98

Примечание: *–10 М раствор NaOH; **–1 М раствор NaOH

На рисунке 1 показаны зависимости напряжения сдвига τ и плотности тока j ЭРД, содержащих 5 мас.% наполнителя от напряженности электрического поля E (исследования выполнены в лаборатории реофизики и макрокинетики института тепло- и массообмена им. А. В Лыкова НАН Беларуси).

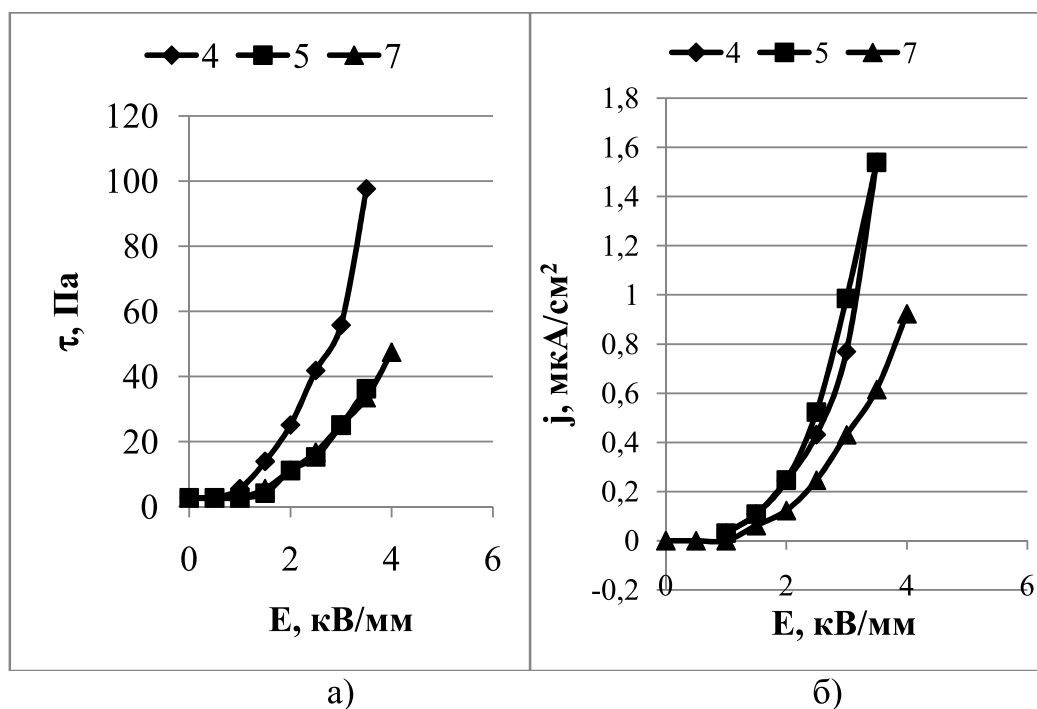


Рисунок 1 – Зависимости напряжения сдвига τ (а) и плотности тока j (б) ЭРД содержащих 5 вес.% от напряженности электрического поля (номер образца соответствует номеру в таб. 2)

Согласно результатам, приведенным на рисунке 1, полученные титанаты натрия демонстрируют в составе электрореологических дисперсий высокие ЭР отклики при сравнительно невысоких плотностях тока. По нашему мнению, это связано с развитой поверхностью, слоистой структурой и, согласно литературным данным, сложной иерархической структурой образцов [1].

ЛИТЕРАТУРА

1 Zhaobo, W. Bionic cactus-like titanium oxide microspheres and its smartelectrorheological activity/ W. Zhaobo, S. Xianfen, W. Baoxiang// Chemical Engineering Journal. – 2014.V. 256.– P. 268–279.