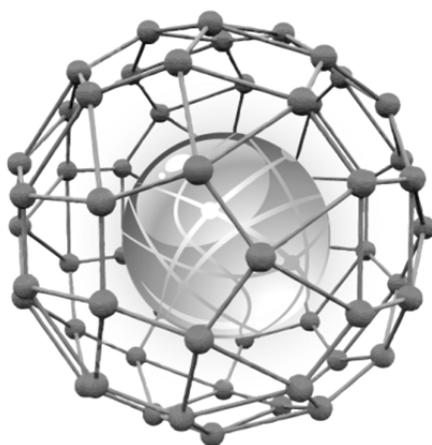


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Химический факультет

# **ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

**Материалы Международной научной конференции  
21–22 мая 2015 г.**

**Том 1**



**Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2015**

### References

1. Kazankin O.N., Markovskij L.Ya. Neorganicheskie lyuminofovy. L.: Himiya, 1975. 192 s.
2. William M. Yen, Shigeo Shionoya, Hajime Yamamoto. Phosphor handbook. London: CRC Press, 2006. P. 1056.
3. Hong Jeong Yu, Wonkeun Chung, Hyunchul Jung and others. Luminous properties of color tunable strontium thio-selenide phosphor for LEDs application. // Materials Letters. 2011. Vol. 65. P. 2690–2692.
4. Yoshiyuki Kojima, Takeshi Toyama. Effect of strontium and lithium ions on afterglow time of red-emitting CaS:Eu<sup>2+</sup>, Pr<sup>3+</sup> phosphor upon visible-light irradiation // Journal of alloys and compounds. 2008. Vol. P. 1–5.

УДК 544.5

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА ТИТАНА ВОЗДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАЗВУКА И ПОСТОЯННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

**Смирнова Валентина Владимировна**, ассистент кафедры общей и неорганической химии, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт физики высоких технологий, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, E-mail: smirnovavv@tpu.ru

**Ильин Александр Петрович**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры общей и неорганической химии, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт физики высоких технологий, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, E-mail: ilyin@tpu.ru

**Бричков Антон Сергеевич**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отдела Новые материалы ЭиХП, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: anton\_br@rambler.ru

**Заболотская Анастасия Владимировна**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. отдела Новые материалы ЭиХП, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Химический факультет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, E-mail: salon7878@mail.ru

Актуальность работы обусловлена поиском способов модифицирования поверхности известных неорганических материалов для придания им новых физико-химических свойств.

Цель работы: заключалась в установлении влияния ультразвука и постоянного электрического поля на природу и структуру функциональных групп на поверхности диоксида титана.

Методы исследования: дифференциальный термический анализ, инфракрасная спектроскопия, рентгенофазовый анализ, газо-адсорбционный анализ.

Результаты: установлена корреляция природы функциональных групп на поверхности диоксида титана после обработки ультразвуком и постоянным электрическим полем с местоположением TiO<sub>2</sub> в межэлектродном пространстве.

**Ключевые слова:** диоксид титана, модифицирование поверхности, ультразвук, постоянное электрическое поле, дифференциальный термический анализ, инфракрасная спектроскопия.

## THE ELECTRIC FIELD-AND-ULTRASONIC TREATMENT CASING OF TITANIUM DIOXIDE

**Valentina V. Smirnova**, Assistant of Department of General and Inorganic Chemistry, National Research Tomsk Polytechnic University, Institute of High Technology Physics, 30, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: smirnovavv@tpu.ru

**Alexander P. Ilyin**, D.Sc., Professor of Department of General and Inorganic Chemistry, National Research Tomsk Polytechnic University, Institute of High Technology Physics, 30, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: ilyin@tpu.ru

**Anton S. Brichkov**, Ph.D., Senior Researcher of Department of New Materials for Electrotechnical and Chemical Industries, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: anton\_br@rambler.ru

**Anasnasy V. Zabolotskaya**, Ph.D., Senior Researcher of Department of New Materials Electrotechnical and Chemical Industries, National Research Tomsk State University, Chemistry Department, 36, Lenina Avenue, Tomsk, 634050, Russia, E-mail: salon7878@mail.ru

Relevance of the work due to a search for ways to modify the surface of known inorganic materials to give them new physical and chemical properties.

The main aim of the study determine the influence ultrasound and constant electric field on the nature and the structure of the functional groups on the surface of titanium dioxide

The methods used in the study: differential thermal analysis, infrared spectroscopy, x-ray diffraction analysis, gas adsorption analysis.

The results: correlation nature of functional groups on the surface of titanium dioxide after ultrasound and constant electric field with the location of  $\text{TiO}_2$  in the interelectrode space.

**Key words:** titanium dioxide, surface modification, ultrasound, a constant electric field, differential thermal analysis, infrared spectroscopy.

Диоксид титана получали гидролизом  $\text{TiCl}_4$  с последующей нейтрализацией гидроксидом натрия. Образовавшуюся суспензию промывали дистиллированной водой и прокаливали при  $700^\circ\text{C}$  в муфельной печи для формирования кристаллической полиморфной структуры состава анатаз-рутил [1].

Полученный  $\text{TiO}_2$  помещали в дистиллированную воду и подвергали воздействию ультразвука (УЗ) в течение 10 минут до формирования устойчивой водной суспензии. Установлено, что после воздействия УЗ площадь удельной поверхности ( $S_{\text{уд. (BET)}}$ )  $\text{TiO}_2$  составила  $4\text{--}5 \text{ м}^2/\text{г}$ , что с учетом относительной погрешности измерения  $\Delta \pm 10\%$  свидетельствует о диспергировании агломератов  $\text{TiO}_2$  в дистиллированной воде без их значительного разрушения.

Влияние постоянного электрического поля (ПЭП) на модифицирование поверхности  $\text{TiO}_2$  изучали, пропуская через его водную суспензию постоянный электрический ток в течение 30 минут. За это время происходили следующие процессы: поляризация и ориентация (в поле электродов) агломератов и частиц  $\text{TiO}_2$ , электролиз среды диспергирования и электрофоретическое разделение частиц диоксида титана сопровождающееся перезарядкой их поверхности. Образцы диоксида титана отбирали из трех частей межэлектродного пространства (в середине межэлектродного пространства – образец  $S_1$ , анодной области – образец  $S_2$  и катодной области – образец  $S_3$ ) и подвергали физико-химическому анализу. Протекающие под действием ПЭП процессы поляризации, электролиза, электрофореза и перезарядки поверхности позволили получить образцы  $\text{TiO}_2$  с различным содержанием функциональных групп различной природы. Результаты дифференциального термического анализа показали, что при нагревании образцов  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  до  $1200^\circ\text{C}$  в атмосфере воздуха наблюдается плавное, без резко выраженных участков стабилизации, уменьшение массы всех образцов. Тем не менее, на термограмме каждого исследуемого образца можно выделить несколько температурных интервалов, в которых процесс десорбции протекал с ускорением (не линейно), результаты представлены в табл. 1.

Из представленного в табл. 1 расчета суммарного снижения массы образцов  $\text{TiO}_2$ , активированных УЗ и ПЭП и взятых в разных частях межэлектродного пространства можно сделать заключение о том, что в зависимости от того, в какой части межэлектродного пространства находился образец он содержал на своей поверхности неодинаковое количество функциональных групп (и/или молекул адсорбированной воды), которые способны полностью десорбироваться при нагревании образцов до  $1200^\circ\text{C}$ .

Данные инфракрасной спектроскопии изучаемых образцов  $\text{TiO}_2$  (табл. 2) также подтверждают факт изменения соотношения различных функциональных групп на поверхности в зависимости от места положения образца в электрохимической ячейке. Интенсивность максимумов полос поглощения возрастает от образца  $S_2$  к  $S_3$ : интенсивность полос поглощения образца  $S_3 \sim$  в 1,7 раза больше, чем для образца  $S_2$  (за исключением

полосы поглощения  $\nu$  (ОН), интенсивность которой в целом не изменяется и остается высокой).

Таблица 1

**Уменьшение массы (мас.% от массы исходной навески) образцов диоксида титана, обработанных УЗ и ПЭП в дистиллированной воде, в зависимости от температуры нагрева**

Обозначение образца	Уменьшение массы исследуемых образцов (мас. % от массы исходной навески) в зависимости от температуры нагрева					Суммарное уменьшение массы, мас.%	Величина эндозффекта, Дж/г (t, °С)	
	20-200	200-400	400-600	600-800	800-1000		< 60 °С	< 200 °С
S <sub>1</sub>	0,56	0,49	0,43	0,12		1,6	98,8 (44 °С)	124,4 (181 °С)
S <sub>2</sub>	0,45	0,27	0,40	0,18		1,3	104,1 (34 °С)	96,2 (184 °С)
S <sub>3</sub>	0,64	0,75	0,24	0,17		1,8	93,0 (51 °С)	146,7 (180 °С)

Таблица 2

**Максимумы полос поглощения (и их интенсивность) в ИК-спектрах образцов диоксида титана, обработанных УЗ и ПЭП в дистиллированной воде и взятых в разных частях межэлектродного пространства**

	Обозначение образцов			Отнесение полос поглощения
	S <sub>1</sub> (середина межэлектродного пространства)	S <sub>2</sub> (анодная область)	S <sub>3</sub> (катодная область)	
Максимум полосы поглощения (см <sup>-1</sup> ) – интенсивность (%)	3734 – 9	3734 – 6	3730 – 10	$\nu$ (ОН)
	3465 – 26	3425 – 18	3472 – 28	
	3318 – 27	3341 – 18	3318 – 29	
	1626 – 15	1625 – 9	1635 – 18	$\delta$ (H <sub>2</sub> O)
	1467 – 13	1462 – 8	1426 – 17	$\delta$ (≡Ti-O(H)-Ti≡)
	1144 – 46	1136 – 32	1033 – 51	$\delta$ (TiOH)
	734 – 88	728 – 86	731 – 89	$\nu$ (TiO)
	664 – 90	686 – 87	687 – 90	
	549 – 88	536 – 86	652 – 90	

Наличие хорошо разрешенных, широких полос поглощения с высокой интенсивностью, относящихся к колебаниям  $\nu$  (TiO) и  $\nu$  (ОН), свидетельствует о наличии на поверхности диоксида титана достаточного количества функциональных групп, способных формировать положительно и отрицательно заряженные центры адсорбции. Увеличение интенсивности этих полос от образца S<sub>2</sub> к S<sub>3</sub> доказывает изменение количества различных по природе функциональных групп на поверхности диоксида титана в результате воздействия постоянного электрического поля.

### Список литературы

1. Ханова Е. А. Исследование параметров пористой структуры диоксида титана, полученного электрохимическим синтезом на переменном токе / Е. А. Ханова, В. В. Коробочкин // Известия Томского политехнического университета. 2003. Т. 306, № 4. С. 86–91.

### References

1. Hanova E. A. Issledovanie parametrov poristoy strukturyi dioksida titana, poluchennogo elektrohimicheskim sintezom na peremennom toke / E. A. Hanova, V. V. Korobochkin // Izvestiya Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2003. T. 306, No 4. S. 86–91.