

А.С. Лавицкая, О.А. Алисиенок,
(Белорусский государственный технологический университет)
Е.Е. Шумская, А.А. Рогачев
(Институт химии новых материалов НАН Беларуси)

МОДИФИКАЦИЯ ПЭТФ-МЕМБРАН ДИОКСИДОМ ТИТАНА

Композиционные материалы и структуры на основе диоксида титана находят широкое применение в качестве фотокатализаторов [1]. В наночастицах (НЧ) TiO_2 под действием излучения происходит образование электрон-дырочной пары, с последующим выходом носителей заряда на поверхность частицы, где они принимают непосредственное участие в каталитической реакции. С практической точки зрения наиболее эффективным видится использование TiO_2 в качестве покрытия, наносимого на пористую матрицу. При таком подходе системы типа «пористая матрица + НЧ TiO_2 » могут использоваться для процессов водоподготовки или фильтрации воздуха [2]. Например, в работе [3] в качестве основы рассматривается мезопористый SiO_2 , а в работе [4] – трековые мембраны (ТМ) на основе полиимида. Принимая во внимание, что одним из наиболее используемых сегодня полимеров является полиэтилентерефталат (ПЭТФ), в работе проводится исследование покрытий TiO_2 , нанесенных на ПЭТФ ТМ методом вакуумного магнетронного напыления.

Еще одной проблемой на пути практического применения систем «пористая матрица + НЧ TiO_2 » является ширина запрещенной зоны диоксида титана, которая составляет $\sim 3,0\text{--}3,2$ эВ. В связи с этим фотокатализаторы на основе TiO_2 могут поглощать только ультрафиолетовый свет и небольшую область видимого диапазона. Расширить диапазон фотопоглощения диоксида титана можно за счет химического или физического допирования различными катионными и анионными примесями. Ионная имплантация широко используется для эффективного улучшения фотоэлектрохимических характеристик материалов.

В работе демонстрируется возможность получения системы «пористая матрица ПЭТФ + НЧ TiO_2 » простым химическим методом, а также предлагается метод модификации структуры НЧ TiO_2 посредством низкоэнергетического облучения, что в итоге должно сказаться на фотокаталитической активности фильтрационных систем на основе ПЭТФ мембран, покрытых частицами диоксида титана.

Из ПЭТФ пленки толщиной 23 мкм типа Hostaphan® (Mitsubishi Polyester Film (Германия)) были получены ионно-трековые мембраны с пораами 500 ± 20 нм и флюенсом 10^6 см⁻².

Гидрозоли диоксида титана получали двухстадийным методом.

На первом этапе гидратированный диоксид титана осаждали из растворов тетрахлорида титана в воде и изопропиловом спирте. Образовавшиеся осадки отфильтровали и промывали до отрицательной реакции на ионы хлора. На втором этапе гидратированный осадок диоксида титана подвергали пептизации. В качестве пептизирующей кислоты использовались сильные одноосновные неорганические кислоты: азотная и хлороводородная. ПЭТ ТМ промывали в ацетоне, сушили, затем погружали в золь с концентрацией 0,5 мас.% и выдерживали 60 с.

Полученные образцы наноструктурированного покрытия TiO_2 исследованы СЭМ (рис.1).

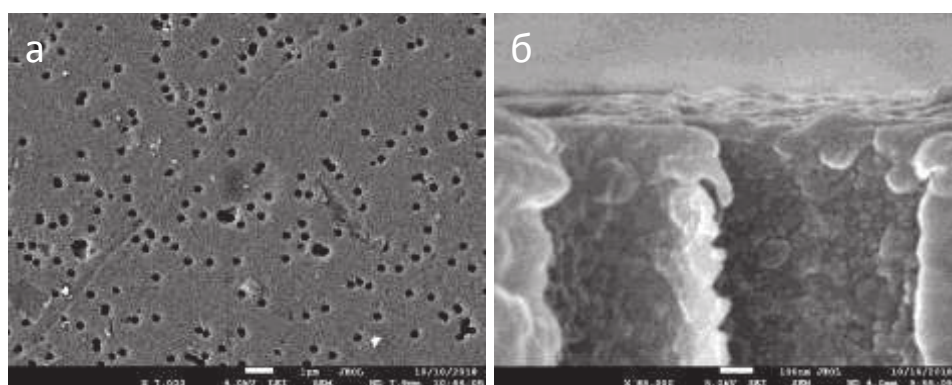


Рис 1. СЭМ-изображение системы «ПЭТФ+ TiO_2 »: поверхность (а), скол (б).

Система «пористая матрица ПЭТФ + НЧ TiO_2 » представляет собой ТМ с плотным наноструктурированным слоем TiO_2 , закрепленным низкотемпературной ($120\text{ }^{\circ}\text{C}$) обработкой. На изображении скола различимы НЧ TiO_2 размерами не более 50 нм.

Литературные данные по анализу фотокаталитической активности диоксида титана различных кристаллических фаз (анатаза, рутила и брукита) показывают, что анатаз является наиболее активным по сравнению с двумя другими. Таким образом, контроль состава кристаллической фазы частиц важен для создания материала с необходимыми фотокаталитическими параметрами. Из анализа рентгена видно, что на всех образцах регистрируется анатаз.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.L. Linsebigler, et al., Chem. Rev. 95 (1995) 735–758
2. Saqib N, Environ Sci Pollut Res Int. 2016; 23(16):15941-51
3. T. Froeschl, et al., Chem. Soc. Rev. 41 (2012) 5313–5360.
4. D. Fink, et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 90 (2006) 1458–1470