

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОПОРОШКА ДИОКСИДА ТИТАНА, ДОПИРОВАННОГО ОЛОВОМ И СЕРОЙ

Чиркунова Н.В.^{1,2}, Подлеснов Е.¹, Дорогов М.В.¹

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

²Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия
natchv@yandex.ru

Диоксид титана – полупроводник известный высокой фотокаталитической активностью и химической стабильностью. Однако, из-за широкой запрещенной зоны TiO_2 используется только небольшая доля ультрафиолетового (УФ) солнечного света (3–5%) для фотокаталитических реакций. До сих пор много усилий направлено на разработку фотокатализаторов, активных в видимом свете. Один из подходов к синтезу диоксида титана фотокаталитически активного в видимом свете является допирование атомами различных металлов и неметаллов [1]. Допирование относится к способу замены некоторых атомов в TiO_2 атомами других элементов, изменению его ширины запрещенной зоны путем изменения его края валентной зоны или зоны проводимости.

Допирование оловом и серой проводили на коммерчески доступном нанопорошке диоксида титана (Degussa P25) с размерами частиц менее 50 нм. Со-допирование Sn и S проводится механическим смешением TiO_2 и SnSO_4 с концентрациями 0,1–5 ат. % допирующих элементов в сумме. Далее проводится отжиг при температуре 360 – 400° С. Полученные образцы исследовали методами рентгеновской дифракции, энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, лазерной дифракции, спектрофотометрии.

Для определения ширины запрещенной зоны полученных образцов спектры диффузного отражения перестраивались по формуле Кубелки-Мунка в координатах Тауца [2]. Экстраполируя прямые участки на графиках зависимости $(\alpha h\nu)^{1/2} = f(h\nu)$ на пересечение с осью абсцисс, получаем значения оптической ширины запрещенной зоны. Ширина запрещенной зоны нелегированного образца составляет 3,31 эВ. Для образцов с содержанием олова 1, 2, 3, 4 и 5 ат.% она составила 3,2, 3,19, 3,16, 3,02 и 2,98 эВ соответственно.

Исследовали фотокаталитическую активность полученных образцов в классическом емкостном реакторе при разложении органического модельного загрязнителя метиленового синего в УФ и видимом диапазоне света. Концентрацию метиленового синего в водном растворе определяли с помощью спектрофотометрии. Наилучшую фотокаталитическую активность показал образец с содержанием 5 ат.%.

Представляет большой интерес фотоэлектрохимическое получение водорода из воды под действием солнечного света с использованием фотоэлектродов-катализаторов TiO_2 . Возможности применения диоксида титана в производстве водорода ограничиваются низкой эффективностью поглощения фотоанодами солнечной энергии вследствие большой ширины запрещенной зоны, а также большие омические потери в объеме полупроводника.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования, проект № 075-15-2021-1349.

1. S. Reghunath, D. Pinheiro, S. Devi. Journal of the Applied Surface Science Advances, 3, 2021, P. 100063
2. P. Kubelka. Journal of the Optical Society of America, 1948, P. 448