

АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА, ШУНГИТА И ТАУРИТА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

В. В. Мирончик, Д. В. Столер

Т. В. Борботько – д. т. н., доцент

Исследованы оптические свойства порошкообразных неорганических материалов (диоксид титана, шунгита, таурита). В статье описан процесс изготовления данных материалов, а также методика их исследования в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне длин волн. Вычислены спектральные коэффициенты яркости и степень поляризации образцов. Проанализирована целесообразность увеличения объемного содержания порошкообразного материала (диоксид титана, шунгит, таурит) в композите

Композиционные материалы применяются в различных областях техники. Их уникальность обусловлена возможностью комбинирования объемного содержания входящих в них компонентов, что позволяет получать конструкции на их основе с требуемыми значениями механической прочности, жаропрочности, модуля упругости, абразивной стойкости, а также создавать композиции с необходимыми магнитными, диэлектрическими, радиопоглощающими и другими специальными свойствами. Такие композиции широко применяются для формирования различных покрытий, в том числе используемых в оптике.

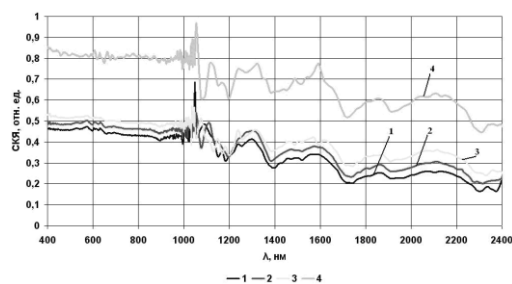
В процессе изготовления образцов исследуемых материалов компоненты синтезируемого материала смешивались в определенных пропорциях до образования однородной массы. Равномерность распределения порошкообразного материала в связующем веществе контролировалась визуально. Полученная масса формовалась в листы, которые подвергались сушке при комнатной температуре. В качестве порошкообразных наполнителей выбраны мелкодисперсные таурит, шунгит и диоксид титана (рутил). Для создания композиции использовалось связующее вещество – прозрачный силикон, стойкий к воздействию температур в диапазоне $-40...+150^{\circ}\text{C}$, позволяющий получать гибкие композиционные материалы обладающих низкой истираемостью при влажной очистке.

Для исследования влияния процентного содержания порошкообразного наполнителя на оптические свойства композитные материалы изготавливались материалы с объемным содержанием порошкообразного наполнителя 20 %, 30 % и 40 %.

Исследование образцов материалов выполнялось в видимом и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах длин волн 400...2400 нм. Для этой цели был использован спектрометр, который позволяет регистрировать спектральную плотность энергетической яркости (СПЭЯ) отраженную от образцов, а при использовании поляризационной насадки – СПЭЯ при различных положениях оси поляроида. В качестве источника света применялась галогеновая лампа. Угол падения коллимированного пучка света на исследуемый объект составлял 45° , а углы наблюдения – от 5° до 65° . В поляризационной насадке использовалось три положения оси поляроида относительно вертикальной плоскости: 0° , 45° и 90° . Полученные данные использовались для вычисления спектрального коэффициента яркости (СКЯ) и степени поляризации.

Для анализа спектров отражения и вычисления СКЯ исследуемого объекта были получены спектры отражения для эталонного образца, выполненного на основе молочного стекла МС-20 с равномерной индикатрисой рассеяния при условиях измерений, аналогичных условиям для исследуемых образцов. Спектральный коэффициент яркости вычислялся как отношения СПЭЯ исследуемого материала к СПЭЯ материала с равномерной индикатрисой рассеивания.

Выбранные для исследования порошкообразные и мелкодисперсные материалы диоксид титана, шунгит и таурит диффузно рассеивают электромагнитное излучение видимого и ближнего ИК диапазонов длин волн. Наибольшими значениями СКЯ (0,25...0,85) характеризуется диоксид титана, максимальное значение которого наблюдается в видимом диапазоне длин волн при угле наблюдения 65° (рисунок 1).

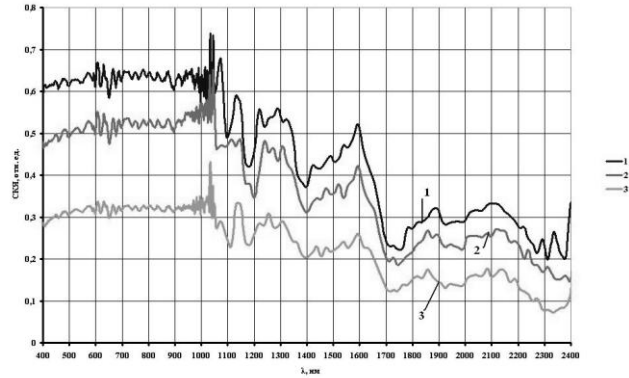


углы визирования: 1 – 5° ; 2 – 25° ; 3 – 45° ; 4 – 65°

Рис. 1 – Зависимость СКЯ от длины волны для диоксида титана

Наименьшим значением СКЯ (0,02...0,12) обладает порошкообразный шунгит в диапазоне длин волн 400...2400 нм. Максимальное значение степени поляризации наблюдается для порошкообразного шунгита (до 0,6), а минимальное значение – порошкообразного диоксида титана до 0,3 в диапазоне длин волн 400...2400 нм.

Увеличение объемного содержания порошкообразного диоксида титана на 20 % снижает СКЯ композита на 0,06...0,09 в видимом диапазоне длин волн и 0,05...0,1 в ближнем ИК диапазоне длин волн (рисунок 2). Поляризация отраженного излучения для такого композита в видимом диапазоне длин волн наблюдается при углах визирования более 25°, максимальное значение которой составляет 0,28. В ближнем ИК диапазоне степень поляризации значительно выше и составляет 0,3...0,9. Различие в значениях степени поляризации от объемного содержания порошкообразного наполнителя в композите в ближнем ИК диапазоне практически не наблюдаются.

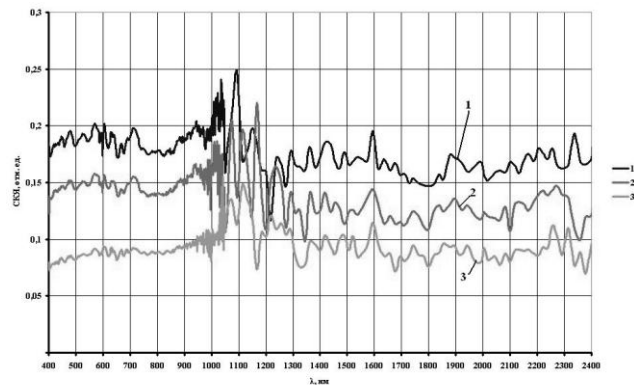


объемное содержание порошкообразного наполнителя: 1 – 20 %; 2 – 30 %; 3 – 40 %

Рис. 2 – Зависимость СКЯ от длины волны для композитного материала на основе порошкообразного диоксида титана при угле визирования 65°

Увеличение объемного содержания в композитах порошкообразного шунгита и таурита в пределах 20...30% не позволяет в таких широких пределах, как для диоксида титана, варьировать значения СКЯ (рисунок 3). Степень поляризации таких материалов существенно зависит от угла визирования и варьируется в пределах 0,04...0,82 для таурита и 0,06...0,9 для шунгита в видимом диапазоне длин волн и 0,29...0,98 в ближнем ИК диапазоне длин.

Таким образом, порошкообразные неорганические материалы в виду их структуры поверхности диффузно рассеивают электромагнитное излучение в диапазоне длин волн 400...2400 нм и характеризуются СКЯ не более 0,85 отн. ед. при степени поляризации не более 0,6. Увеличение объемного содержания порошкообразного материала (диоксид титана, шунгит, таурит) в композите более 40 % является не целесообразным, так как значительно снижаются прочностные характеристики материала.



объемное содержание порошкообразного наполнителя: 1 – 20%; 2 – 30%; 3 – 40%

Рис. 3 – СКЯ от длины волны для композитного материала на основе порошкообразного таурита при угле визирования 65°