

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА БАЗЕ ZnO С ПРИМЕСЯМИ Al₂O₃/Cu

Тинку А. (Университет ИТМО), Шелеманов А.А (Университет ИТМО),

Научный руководитель – д.х.н., доцент Евстропьев С.К. (Университет ИТМО)

В работе рассмотрены композиты, синтезированные полимерно-солевым методом, на базе ZnO с примесями Al₂O₃ и Cu различных концентраций. С помощью рентгенофазового анализа (РФА), фотолюминесцентного анализа и бактерицидных тестов были исследованы структурные, оптические и фотокаталитические свойства композитов.

Введение. Оксиды некоторых металлов, таких как TiO₂, ZnO, ZrO и др. проявляют высокие фотокаталитические свойства. Связано это, в первую очередь, со свойствами самих оксидов, а также возможностью изменения этих свойств путем примесей различных элементов. Композиты на базе фотокатализаторов широко применяются в медицине и в экологических целях (очистка воды, воздуха и т.д.). Нетоксичность, дешевизна и высокая химическая и физическая устойчивость оксида цинка делают его отличным материалом для синтеза фотокаталитических композитов. В качестве метода синтеза композитов был использован полимерно-солевой метод, т.к. он является простым, дешевым и нетребовательным к условиям синтеза.

Основная часть. Фотокатализ – процесс, при котором происходит ускорение реакции под действием оптического излучения. Упрощенно процесс фотокатализа можно разделить на несколько этапов: поглощение кванта света фотокатализатором, генерация пары электрон-дырка, генерация активного (синглетного) кислорода, окисление органических соединений. Фотокаталитические свойства композитов, исходя из вышесказанного, можно улучшить несколькими методами: увеличив дисперсность композитов (т.к. процесс фотокатализа поверхностный), изменив структурные свойства так, чтобы число нерекombинирующих пар электрон-дырка превалировало. Для этого в работе были синтезированы и исследованы композиты с примесями Al₂O₃ и Cu в различных концентрациях.

Полимерно-солевой метод синтеза композитов, использованный в данной работе, широко распространен из-за своей простоты и дешевизны. Суть метода заключается в смешивании солей металлов в присутствии стабилизатора, в роли которого выступает поливинилпирролидон (PVP).

В ходе работы были получены порошки ZnO-ZnAl₂O₄-CuO в концентрациях 10к1, 8к1, 6к1 и 4к1 с примесью 0.5 массовых % Cu. На основании данных РФА анализа были высчитаны размеры элементарных ячеек полученных композитов. Самый маленький размер принадлежит композиту с концентрацией 8к1 и равен 8.2 нм. Исследование генерации синглетного кислорода, проводимое с помощью метода фотолюминесценции при облучении образцов длинами волн 405 нм и 370 нм и регистрации излучения на 1270 нм (характерная полоса люминесценции кислорода), показало слабое, но увеличение генерации фотоактивного кислорода.

Для исследования влияния меди на фотоактивные свойства композитов был синтезирован ряд порошков с концентрацией ZnO/Al₂O₃ 8к1 и концентрациями меди 0.1%, 0.25%, 0.75% и 1% от массы порошка. Данные рентгенофазового анализа не выявили существенных изменений размеров элементарной ячейки, однако генерация синглетного кислорода значительно выросла с повышением концентрации меди. Данные РФА также показали отсутствие пиков меди на дифрактограммах, что, скорее всего, связано с замещением ионов цинка ионами меди. Данные композиты люминисцируют в диапазоне от 350 до 540нм. Для ряда образцов был проведен бактерицидный тест: композиты помещались в

чашки петри с бактериями (кишечная палочка и золотистый стафилококк). Наличие свободных полостей вокруг композитов в чашах с грамположительными бактериями *Staphylococcus aureus* свидетельствовало о проявлении фотоактивных(бактерицидных) свойств (уничтожение бактерий).

Вывод. В ходе работы были исследованы композиты ZnO-ZnAl₂O₄ с примесями Cu, синтезированные полимерно-солевым методом. Изменение относительных концентраций ZnO/Al₂O₃ при фиксированной массовой доле Cu приводит к уменьшению размеров элементарной ячейки, что приводит к увеличению генерации активного кислорода. Повышение концентрации меди также положительно влияет на фотокаталитические свойства. Также в ходе работы композиты проявили себя как преобразователь жесткого УФ (200нм) излучения в УФА (320нм-400 нм) излучение, полезное для организма, однако эти свойства требуют более детального исследования.

Тинку А.(автор)

A handwritten signature consisting of a stylized, rounded shape with a horizontal line underneath, and the letters 'IA' inside.

Евстропьев С.К. (научный руководитель)

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'Evstropiev'.