

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОТОКАТАЛИЗА ОТДЕЛЬНЫХ ПЛАЗМОННЫХ НАНОЧАСТИЦ

А.А. Аверкиев, Р.Д. Родригес, Е.С. Шеремет
Научный руководитель – PhD, профессор Р.Д. Родригес

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aaa75@tpu.ru

Плазмоны, состоящие из колебаний свободных электронов на поверхности благородных металлов, привели к открытию многих новых явлений в нанопотонике за последние два десятилетия, которые способствовали многообещающему применению в поверхностной спектроскопии и плазмонном фотокатализе. Такие эффекты возникают из-за локального усиления поля или из-за плазмон-индуцированных горячих носителей [1].

Вызванная влиянием плазмонов фотокаталитическая реакция может происходить из-за возбуждения электронов на поверхности плазмонных наночастиц (НЧ), но существуют и другие способы, благодаря которым возможны реакция переноса «горячего электрона» и фотокаталитическая реакция.

В целом это можно объяснить 1) процессом локального нагрева во время распада плазмонов за счет тепловыделения, 2) прямым захватом горячих электронов из плазмонной наноструктуры молекулами, адсорбированными на поверхности наноструктур, чтобы вызвать химические реакции, и 3) разделением электронно-дырочных пар, когда горячие электроны, вызванные плазмонами, перепрыгивают через барьер Шоттки и впрыскиваются в полупроводниковую зону проводимости, создавая возможность восстановления для химических реакций. Генерация тепла и горячих электронов является результатом распада плазмонов, которые действуют как фототермические или фотоэлектрические преобразователи [2].

Электромагнитный вклад в усиление комбинационного рассеяния является результатом усиления электрического поля за счет колебаний газа свободных электронов. Однако, если электроны теряют часть своей энергии в процессах рассеяния, которые приводят к выделению тепла, то усиление электрического поля должно уменьшаться, так как энергия, затрачиваемая на нагрев, не будет доступна для усиления поля. Следовательно, локальное тепловыделение должно происходить за счет уменьшения коэффициента усиления поля (Рисунок 1). Если это

так, то работы с использованием классической спектроскопии комбинационного рассеяния для определения температуры довольно неадекватны, поскольку наибольший вклад сигнала, который делает спектр комбинационного рассеяния, используемый для целей термометрии, никогда не будет представлять наиболее «горячие» точки.

В этом контексте мы стремимся решить данные проблемы, комбинируя два взаимосвязанных вопроса: 1) вносит ли локальный нагрев наибольшую роль в фотокаталитическую реакцию, вызванную плазмоном, и, если да, то 2) действительно ли локальное повышение температуры и усиление электрического поля антикоррелированы? Единственный способ разобраться в этом вопросе — это получить спектры из отдельных горячих точек и определить связи между самой высокой каталитической активностью и коэффициентами усиления на нанорурне.

В данной работе показано как фотокаталитическая активность молекулы может зависеть от температуры при использовании прямой наноразмерной визуализации или с помощью комбинационного рамановского спектроскопического анализа на микро- и нанорурне с использованием спектроскопии комбинационного рассеяния с усилением на наконечнике и моделированием методом конечных элементов.

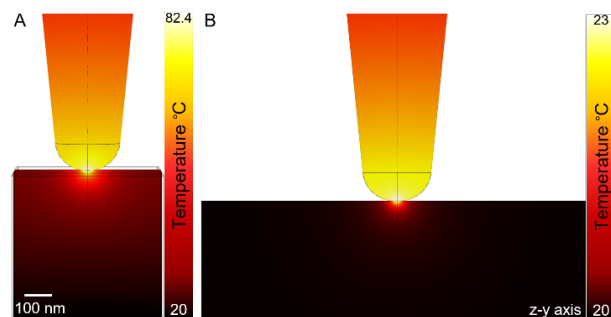


Рис. 1. Увеличение и распределение температуры во время спектроскопии комбинационного рассеяния с усилением на наконечнике с радиусом 20 нм

(А) Наконечник расположен на расстоянии 2 нм над серебряным нанокубом размером 100×100 нм, (В) Наконечник расположен на расстоянии 2 нм над кремниевой подложкой размером 1×1 мкм.

Список литературы

1. Lombardi A., Mertens J., Baumberg J.J., Scherman O.A. and Ding Tao. (2017). Light-Directed Tuning of Plasmon Resonances via Plasmon-Induced Polymerization Using Hot Electrons.– *ACS Photonics* 2017.– 4.– P.1453–1458.
2. Kim Minho & Lin Mouhong & Son Jiwoong & Xu Hongxing & Nam Jwa-Min. (2017).– *Hot-Electron-Mediated Photochemical Reactions: Principles, Recent Advances, and Challenges.*– *Advanced Optical Materials* 2017.– 5(15).– P.1700004–1700004.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ Al_2O_3/Ag

А.Ж. Айтмагамбетова, Чжоу Линь

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г.В. Лямина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tpi@tpi.ru

Известно что больше часть лекарственных препаратов эффективно работают в случае нанесения их на инертный носитель. На сегодняшний день в таком качестве используют полимерные материалы, наноматериалы на основе углерода, оксиды и кислородсодержащие соединения кремния, алюминия, кальция и др. [1, 2].

Использование оксидов в качестве носителей лекарственных препаратов имеет ряд преимуществ. Во-первых, они химически инертны, в отличие от полимеров, и медленнее подвергаются деградации в организме человека. Во-вторых, они имеют значительно больше возможностей

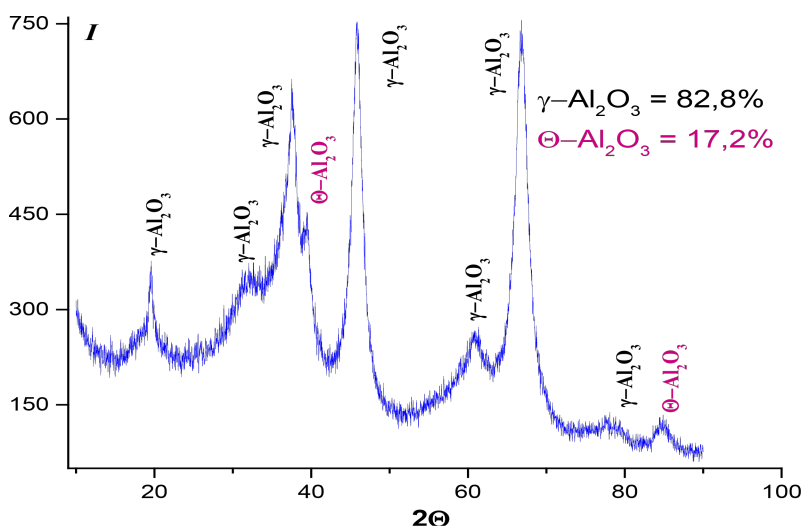


Рис. 1. Результат РФА оксида алюминия, полученного на установке Nano Spray Dryer B-90 после отжига при 600°C

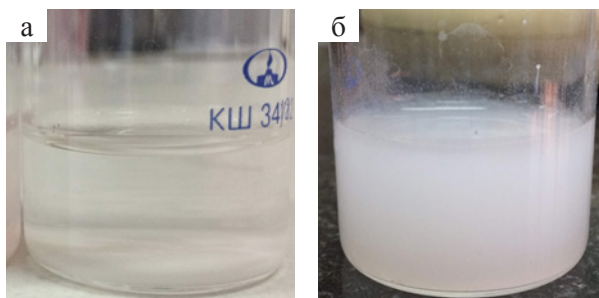


Рис. 2. Осажденное серебро в растворах (а), в растворах 2, содержащих частицы Al_2O_3 $C=0,04$ моль/л (б)

Таблица 1. Составы растворов для нанесения серебра на сферы Al_2O_3

| | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| №1 | $C(AgNO_3) 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л |
| №2 | $C(AgNO_3) 0,3 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $C(\text{глицерин}) = 9$ об. % |
| №3 | $C(AgNO_3) 0,28 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $C(\text{глицерин}) = 8,3$ об. %; $C(NH_4OH, 25\%, \text{масс}) = 8,3$ об. %. |