

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826, 621.6.04, 543.428.3

DOI: 10.17223/00213411/63/1/135

Д.А. ГОНЧАРОВА¹, Д.А. СВИНЦИКИЙ^{2,3}, О.А. СТОНКУС^{2,3}, В.А. СВЕТИЧНЫЙ¹, А.И. БОРОНИН^{2,3}**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И МОРФОЛОГИИ МЕДЬ-ЦЕРИЕВЫХ НАНОПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИЕЙ ***

Медь-цериевые нанопорошки $\text{CuO}_x\text{--CeO}_2$ (массовое соотношение $\text{Cu}:\text{Ce} = 6:100$) приготовлены смешиванием дисперсий оксидов меди и церия, полученных методом импульсной лазерной абляции (ИЛА) в жидкости с последующей сушкой. Исходные дисперсии оксидов меди были приготовлены методом ИЛА мишени металлической меди в дистиллированной воде или 1 %-м растворе перекиси водорода, оксида церия – ИЛА металлического церия в дистиллированной воде. Показано, что при абляции меди в воде и водном растворе перекиси формируются частицы оксидов меди разной морфологии и состава (структуры). Установлено, что в медь-цериевых нанопорошках, полученных из отдельных дисперсий, не формируются отдельных кристаллических фаз оксидов меди. При таком подходе к формированию медь-цериевых наночастиц происходит распределение окисленной меди в виде тонкого слоя на поверхности CeO_2 , что демонстрируют результаты исследования таких частиц методами просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения и рентгеновской дифракции. Образование интерфейса Cu--O--Ce на границе раздела фаз способствует образованию дефектов на поверхности CeO_2 , что подтверждено спектроскопией комбинационного рассеяния. Исследование состава и электронного состояния поверхности наночастиц CuO_x и нанопорошков $\text{CuO}_x\text{--CeO}_2$, проведенное методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, показало присутствие меди в виде комбинации Cu (I) и Cu (II) с преобладающим вкладом одновалентного состояния для нанопорошков $\text{CuO}_x\text{--CeO}_2$, что может быть результатом взаимодействия частиц CuO_x и CeO_2 .

Ключевые слова: оксид меди, медь-цериевые нанопорошки, импульсная лазерная абляция, наночастицы, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния.

Введение

Наночастицы (НЧ) меди и медьсодержащих наноструктур – перспективные многофункциональные материалы для различных высокотехнологичных применений в оптоэлектронике [1, 2], сенсорике [3, 4], биомедицине [5, 6] и других областях. Одно из важных практических приложений медьсодержащих наноструктур – гетерогенный катализ [7]. Катализаторы на основе меди могут составлять достойную конкуренцию благородным металлам и широко используются в промышленности для дегидрирования спиртов до альдегидов и кетонов [8, 9], разложения метанола [10], прямого разложения N_2O до N_2 [11], селективного каталитического окисления аммиака в азот [12], окисления CO [13, 14] и других важных с прикладной точки зрения процессов. Каталитические свойства медных наноструктур сильно зависят от природы и дисперсности активного компонента [9, 15]. Зачастую взаимодействие между активным компонентом и носителем является одной из причин высокой каталитической активности [16]. Так, например, особая активность медь-цериевых катализаторов объясняется синергетическими окислительно-восстановительными свойствами, возникающими при образовании интерфейсных структур между наночастицами оксида меди и церия [16–18]. Также ионы активного компонента могут внедряться в решетку CeO_2 с образованием фаз взаимодействия, что способствует формированию высокодиспергированных форм меди [16, 17, 19]. Таким образом, установление природы взаимодействия высокодисперсных частиц CuO_x и CeO_2 является важным этапом в исследовании высокоэффективных медь-цериевых катализаторов с заданными каталитическими свойствами. Более того, знания об эволюции структуры активного компонента на поверхности носителя в ходе реакционных обработок являются необходимыми для обсуждения механизмов каталитических реакций. В научной литературе до сих пор ведутся споры о механизме окисления CO на поверхности медь-цериевых катализаторов. При этом рассматривают либо механизм Ленгмюра – Хиншельвуда, либо окислительно-восстановительный механизм Марса – ван-Кревелена. Эта дискуссия обуславливает, в том числе и необходимость развития новых подходов к синтезу медь-цериевых катализаторов, а также необходимость проведения их детального исследования с применением современных физико-химических методов.

* Результаты получены в рамках выполнения проекта РФФИ № 19-33-50028_мол_нр.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>