

НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ: ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ, СТРУКТУРА, СВОЙСТВА, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Викарчук¹ А.А., Грызунова¹ Н.Н., Дорогов¹ М.В., Романов^{1,2} А.Е.

¹Тольяттинский государственный университет, Тольятти, Россия

²Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия

³Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

gryzunova-natalja@yandex.ru

В настоящее время ведутся интенсивные работы по получению и изучению функциональных, сорбирующих и каталитически активных материалов, которые обладают особыми физическими, химическими характеристиками и могут иметь широкую область применения в газоперерабатывающей, нефтехимической, химической промышленности и экологии.

На основе таких функциональных материалов можно создавать нанокатализаторы для переработки попутных нефтяных газов, синтеза анилина, для конверсии углеводородов, а также сорбенты и нанопористые материалы для очистки жидкостей от различных загрязнений.

Однако надо учитывать, что все эти материалы наряду с особыми физическими и химическими характеристиками должны иметь хорошо развитую поверхность, которая бы обеспечивала более интенсивное протекание каталитических и сорбционных процессов. Поэтому поиск методов создания развитой поверхности у нано- и микрочастиц металлов и материалов из них, является актуальным.

В работе предлагаются способы получения частиц, слоев и покрытий с развитой поверхностью на основе меди и ее оксидов, приведены результаты исследования их структуры, свойств, рассмотрены возможные области применения таких материалов.

Для получения развитой поверхности в работе используются следующие технологические приемы: электроосаждение, электрокристаллизация с механоактивацией катода, термообработка в различных средах, химическое травление, и их сочетание (рис.1).

В частности:

1) методом электроосаждения на металлический носитель в виде сетки, пластины, стержня наносится слой икосаэдрических малых частиц меди (ИМЧ). Такие частицы имеют 6 осей симметрии пятого порядка, содержат дисклинации и двойниковые границы, обладают огромной запасенной в объеме упругой энергией, которая может трансформироваться в поверхностную энергию при их химическом травлении или в процессе термообработки (рис.1).

2) методом электрокристаллизации с одновременной механоактивацией катода выращивается слой дефектных кристаллов, которые образуют медное покрытие с развитой поверхностью непосредственно после электроосаждения (рис. 1). Дальнейшее увеличение удельной поверхности такого покрытия можно осуществить последующей термической обработкой или химическим травлением (рис. 1).

По нашему мнению, условием появления развитой поверхности ИМЧ или дефектных кристаллов при их отжиге, является наличие в них далекодействующих внутренних напряжений (например, дефектов дисклинационного типа) и кислородосодержащей среды.

Так, например, если проводить термическую обработку ИМЧ микронных размеров в кислородосодержащей атмосфере их удельная поверхность увеличивается за счет формирования нановискерных структур на 3 порядка от 0,6 до 100 м²/г. А варьируя режимы термообработки и состав атмосферы можно на поверхности ИМЧ создавать не только вискеры, но развитую нанопористую структуру (рис. 1).

Концентрация нанопор при определенных условиях достигает значений 10^{10} см⁻², а внутри частицы формируется крупная полость, занимающая до 70–80% ее объема.

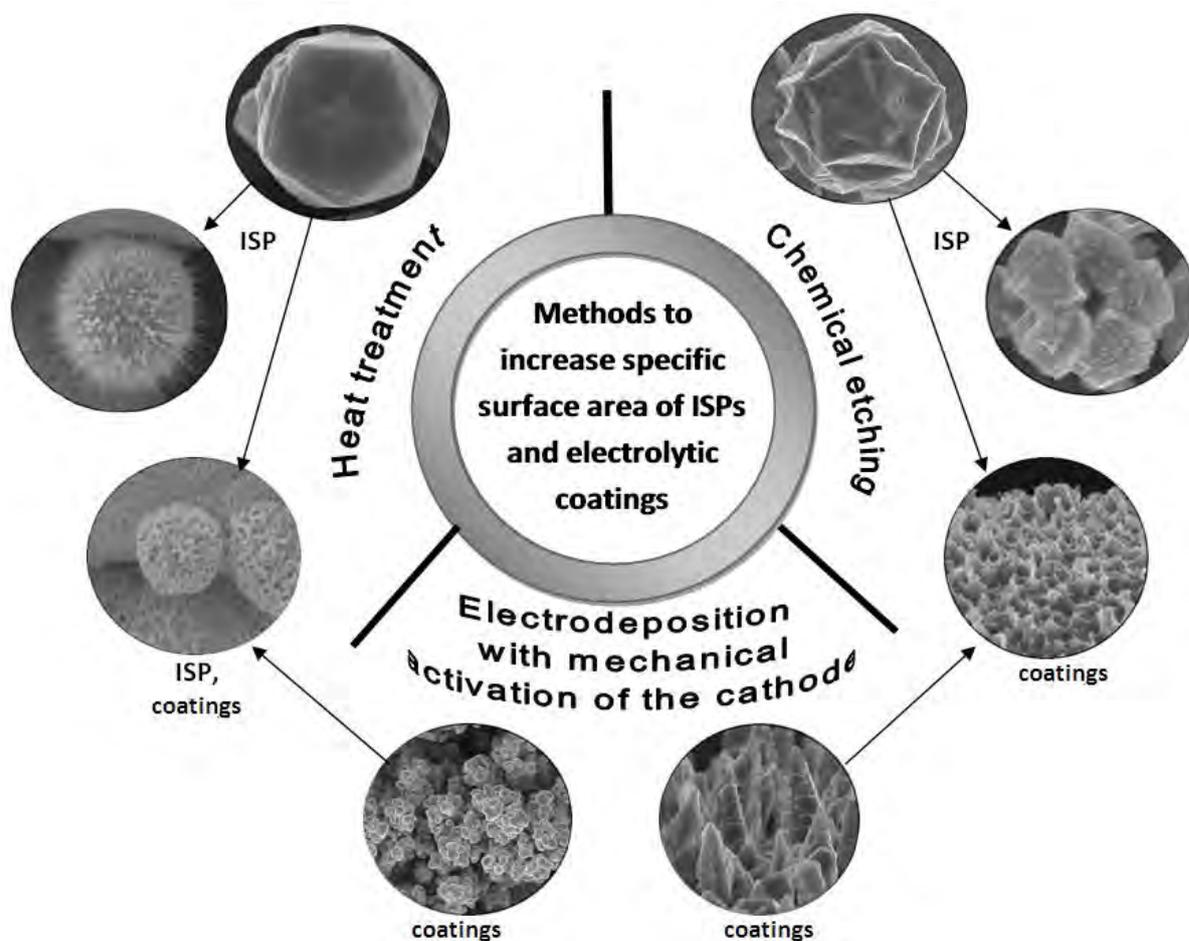


Рис. 1. Методы создания развитой поверхности медных ИМЧ и покрытий

Такие микрообъекты с нанопорами на поверхности и полостью внутри могут быть использованы в качестве эффективных катализаторов в реакторах с псевдоожиженным слоем или в качестве микроконтейнеров.

Механоактивация в процессе электрокристаллизации металла также позволяет формировать дефектные кристаллы и покрытия из них с развитой поверхностью в виде специфического рельефа, последующие химическое травление или термическая обработка увеличивают удельную поверхность кристаллов, слоев и покрытий из них на порядки. Сочетание электроосаждения с активацией катода и с последующей термообработкой позволяет создавать эффективные медные катализаторы на сетчатом носителе для получения анилина из нитробензола.

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации, постановление № 220, в ФГБОУ ВПО "Тольяттинский государственный университет", договор № 14.B25.31.0011.