



UNIVERSAL INSIGHTS CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIETY international scientific conference

СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УГЛЕРОД–ОКСИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Ражабова З.А., Адизов Б.З.

Институт общей и неорганической химии АН Республики
Узбекистан, Ташкент.

zayka3400@gmail.com

***Аннотация.** В работе рассмотрены многофункциональные углерод–оксидные наноконпозиты. Показано, что сочетание развитой поверхности и пористости углеродной матрицы с функциональными свойствами оксидов металлов позволяет регулировать адсорбционные и электрохимические характеристики композитов. Рассмотрены перспективы их применения для адсорбции газов и электрохимического накопления энергии.*

***Ключевые слова:** углеродные материалы, наноконпозиты, оксиды металлов, адсорбция газов, пористость, электрохимические свойства, накопление энергии.*

Углеродные материалы широко применяются при создании функциональных композитов благодаря высокой удельной поверхности, пористой структуре, электропроводности, химической устойчивости и возможности модификации поверхности. К наиболее изученным относятся активированный уголь, углеродные нанотрубки, графен и углеродные нановолокна. Их структурные и поверхностные особенности определяют области практического применения.

Одним из перспективных направлений является получение композитов, в которых углеродная матрица сочетается с

UNIVERSAL INSIGHTS CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIETY international scientific conference

неорганическими компонентами, в частности с оксидами металлов. Такое сочетание позволяет объединить свойства углеродной основы с химической и электрохимической активностью оксидной фазы [1]. Функциональные характеристики композитов зависят от состава, структуры, размера частиц и их распределения.

Свойства углерод–оксидных нанокompозитов. Углеродная матрица обеспечивает развитую пористую структуру и доступную поверхность, определяющие доступность активных центров для молекул газа или ионов электролита. Существенное влияние оказывают размер и распределение пор, а также химическое состояние поверхности.

Введение оксидов металлов позволяет модифицировать углеродную основу, формируя дополнительные активные центры и изменяя химические свойства поверхности. При равномерном распределении наночастиц повышается доступность функциональных центров. Поэтому важными параметрами являются содержание оксидной фазы, размер частиц и характер их взаимодействия с углеродной матрицей.

Таким образом, сочетание углеродной и оксидной фаз позволяет формировать материалы с регулируемыми свойствами. Взаимосвязь между компонентами, структурой, свойствами и перспективными направлениями применения представлена на рис. 1.

UNIVERSAL INSIGHTS CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIETY

international scientific conference



Рис. 1. Схема формирования, свойств и перспектив применения углерод-оксидных наноккомпозитов

Для адсорбционных процессов сочетание пористой углеродной структуры с активными центрами оксидной фазы способствует взаимодействию с газовыми молекулами. Металл-оксид-модифицированные активированные угли рассматриваются для удаления CO₂ и H₂S, при этом возможны физическая адсорбция и химическое взаимодействие с поверхностью [2].

В электрохимических системах углеродная составляющая обеспечивает электропроводность и перенос заряда, а оксидная фаза участвует в накоплении заряда и окислительно-восстановительных процессах. Такое сочетание позволяет регулировать ёмкостные характеристики, скорость заряда-разряда и циклическую стабильность электродных материалов [3].

Таким образом, функциональные свойства углерод-оксидных наноккомпозитов определяются сочетанием пористой структуры, электропроводности, химии поверхности и свойств оксидной фазы.

UNIVERSAL INSIGHTS CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIETY international scientific conference

Перспективы применения. Основные области практического использования углерод–оксидных нанокompозитов связаны с очисткой газовых потоков и электрохимическим накоплением энергии. Для удаления CO_2 и H_2S перспективны металл-оксид-модифицированные углеродные материалы [2], тогда как в электрохимических системах сочетание углеродной и оксидной фаз способствует накоплению заряда [3].

Дальнейшие исследования направлены на оптимизацию содержания и распределения функциональной фазы, сохранение пористой структуры, повышение стабильности и воспроизводимости характеристик материалов.

Особое значение имеет установление взаимосвязи «состав – структура – поверхность – функциональные свойства», что позволяет целенаправленно подбирать компоненты композита в соответствии с областью применения.

Заключение. Многофункциональные углерод–оксидные нанокompозиты представляют перспективный класс функциональных материалов, свойства которых определяются сочетанием характеристик углеродной матрицы и неорганической фазы. Сочетание развитой поверхности и пористости углеродных материалов с химическими и электрохимическими свойствами оксидов металлов позволяет формировать композиты с регулируемыми функциональными характеристиками.

Основными направлениями применения таких материалов являются адсорбция газообразных загрязнителей и электрохимическое накопление энергии. Дальнейшее развитие данного направления связано с оптимизацией состава и структуры композитов, контролем

UNIVERSAL INSIGHTS CONFERENCE ON SCIENCE AND SOCIETY international scientific conference

распределения функциональной фазы и установлением взаимосвязи «состав – структура – свойства».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Zhi M., Xiang C., Li J., Li M., Wu N. Nanostructured carbon–metal oxide composite electrodes for supercapacitors: a review // *Nanoscale*. 2013. Vol. 5, No. 1. P. 72–88. DOI: 10.1039/C2NR32040A.
2. Cesar R., Marques P. J. L., Tavares J. R. A. Biogas Refining: A Review on Advances in Metal-Oxide-Modified Activated Carbon for H₂S and CO₂ Removal // *Energy & Fuels*. 2025. Vol. 39, No. 1. P. 39–71. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.4c03493.
3. Ngidi N. P. D., Koekemoer A. F., Ndlela S. S. Application of metal oxide/porous carbon nanocomposites in electrochemical capacitors: A review // *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. 2024. Vol. 135. Article 103698. DOI: 10.1016/j.pce.2024.103698.