**Исследование механизма формирования гибридной наноструктуры графен-ZrO2**

***Теплова А.Ю.1,2, Афзал А.М.2, Пономарев И.В.2***

*Студент, 3 курс бакалавриата*

*1* *Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия*

*2* *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, Москва, Россия*

*E-mail: teplova2004@gmail.com*

В настоящее время чтобы соответствовать растущим требованиям к новым материалам для широкого круга изделий от малоразмерных устройств до гибридных электромобилей и крупного промышленного оборудования необходимы разработки, в основе которых лежит углубленное понимание электрохимических взаимодействий на наноуровне. Особый интерес вызывают гибридные системы, состоящие из нанокристаллов оксидов металлов, «обернутых» листами графена, поскольку они обладают уникальными физико-химическими свойствами (улучшенные механические и электрические свойства, термическая устойчивость). Однако создание их на практике – задача трудная, требующая большой теоретической проработки обширного научного эксперимента.

Нами разработан способ, сочетающий сонохимический и золь-гель подходы, для синтеза гибридных структур на основе бескислородного графена и нано-ZrO2 с содержанием графена 0,60-1,99 масс. % [1]. Установлена роль sp2-электронной системы бескислородного графена в сорбции Zr-содержащих частиц золя на его листах в отсутствие дополнительных ионов, способных к координации. Проведено исследование влияния содержания графена на морфологию ZrO2 в композите. Исследования синтезированных порошков с использованием просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения (ПЭМВР), позволили доказать химическую однородность композита и подтвердить отсутствие агломерации как графена, так и ZrO2, что имеет решающее значение при получении из порошка химически однородной мелкозернистой керамики. Показано, что синтезированные гибридные наноструктуры состоят из листов малослойного графена, толщиной в 2-3 нм и регулярно распределенных округлых кристаллитов ZrO2 с размерами менее 10 нм. По данным РФА, порошки не содержали углеродной 3D фазы и были идентифицированы в соответствии с картой JCPDS № 24-1164 как тетрагональный ZrO2. Экспериментально обоснованы и предложены механизмы формирования суспензии бескислородного графена при ультразвуковой эксфолиации в жидких средах и последующем синтезе композита на основе ZrO2.

Разработанные композиты, характеризующиеся равномерным распределением графена на наноуровне, представляют собой перспективные исходные (raw materials) для создания функциональных керамических 3D-материалов и покрытий, пригодных для широкого спектра применений, благодаря включению в их состав бескислородного графена.

*Автор приносит благодарность научным руководителям от ИМЕТ РАН к.х.н Трусовой Елене Алексеевне и от РУДН им. Патриса Лумумбы к.х.н. Сафроненко Марине Геннадьевне.*

*Исследование выполнено в ИМЕТ РАН в соответствии с государственным заданием 075-00319-25-00.*

**Литература**

1. Trusova E.A., Afzal A.M., Titov D.D., Rumyantsev B.A., Crystallization of Nano-Zirconia on Graphene Sheets in an Isopropanol-Aqua Medium // Ceram. Int., 2025, Vol. 51, Is. 2, P. 2577-2588. DOI: 10.1016/j.ceramint.2024.11.241.