**Химическое сшивание пленок оксида графена с легированием фтором и азотом**

***Митюшев Н.Д.1,2, Панин Г.Н.2, Баранов А.Н.2,3***

*Студент, 4 курс бакалавриата*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*2* *Институт технологии микроэлектроники и особо чистых материалов Российской академии наук, Московский район, Черноголовка, Россия  
3Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* [*nikita.mit55@gmail.com*](mailto:nikita.mit55@gmail.com)

В настоящее время все активнее исследуются различные 2D материалы из-за их уникальных проводящих, химических и оптических свойств. На их основе можно изготавливать самые различные полупроводниковые устройства – транзисторы, фотодетекторы, сенсоры, мемристоры. Из всего разнообразия данных материалов выделяется оксид графена благодаря тому, что его очень просто химически модифицировать за счет большого количества реакционноспособных кислородосодержащих функциональных групп. В работе был предложен способ химического сшивания пленок оксида графена с возможностью контроля проводимости в широких диапазонах путем легирования донорными атомами азота [1].

Синтез пленок включал в себя два этапа – 1) термическую обработку оксида графена, с целью дегидратации карбоксильных групп на концевых участках частиц и их последующее сшивание в латеральной плоскости, и 2) восстановление гидразином в присутствии фторид ионов, варьирование концентрации гидразина определяло соотношение sp2/sp3 гибридизации углерода, а также количество азотных групп в составе решетки оксида графена.

С помощью оптических, SEM и TEM фотографий была оценена морфология полученных пленок, EDX картирование доказало равномерность встраиваемых атомов азота и фтора по всей площади пленки. С помощью КР, ИК и РФЭ спектроскопии было доказано изменение соотношение sp2/sp3 гибридизации углерода после термической обработки и восстановления, декарбоксилирование группы O=C-OH на краевых участках чешуек оксида графена приводило к их сшиванию в субсантиметровые пленки. Также было показано наличие связанных функциональных фтор и азотсодержащих групп, а также динамика изменения состава функциональных групп пленок при варьировании концентрации гидразина на этапе гидротермального синтеза. С помощью измерения вольтамперных характеристик было выявлено снижение проводимости при увеличении концентрации гидразина, что связано с увеличением донорных центров в виде графитизированного азота и уменьшением числа кислородосодержащих групп, являющихся акцепторными центрами.

Данная методика позволяет получать тонкопленочные проводящие структуры, перспективные для изготовления сенсоров, оптоэлектронных устройств и ячеек памяти

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №* *23-49-00159*

**Литература**

1. Mitiushev, Nikita, Eugene Kabachkov, Kirill Laptinskiy, Anatoly Firsov, Gennady Panin, and Andrei Baranov. One-Stage Process of Reduction, Fluorination, and Doping with Nitrogen of Graphene Oxide Films // ACS Applied Materials & Interfaces. 2023. V. 15, no.45. P. 52853-52862.