

Заполнение одностенных углеродных нанотрубок халькогенами (S, Se, Te) и сульфидами Cd и Pb.

Вербицкий Н.И.¹, Елисеев А.А.², Киселева Е.А.²

¹- студент ²- ассистент ФНМ МГУ

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: katalizator88@rambler.ru

Наличие внутри углеродных нанотрубок (УНТ) полости с диаметром от 0,5 нм делает возможным ее заполнение различными соединениями, что, с одной стороны, приводит к модификации структуры и, следовательно, изменению электронных и механических свойств самой углеродной трубки за счет образования нанокompозита “соединение@УНТ”, а с другой стороны к формированию квазиодномерных структур внедряемых соединений, свойства которых будут отличаться от свойств объемных соединений.

Процессы интеркалирования в УНТ до сих пор остаются малоисследованными. В отличие от большинства описанных в литературе экспериментов, касающихся многостенных углеродных нанотрубок, в представленной работе изучается возможность заполнения одностенных углеродных нанотрубок (ОСНТ), обладающих четко выраженной атомной структурой, что позволит в дальнейшем проводить корреляции между свойствами заполненных и незаполненных УНТ. Отработаны методики интеркаляции в ОСНТ простых соединений, таких как S, Se, Te. Низкие температуры плавления халькогенов делают возможным заполнение ими ОСНТ из расплава в вакууме за счет капиллярного эффекта, для проявления которого с ОСНТ предварительно удалялись замыкающие сферы путем кратковременного отжига в токе сухого воздуха. Последующее медленное охлаждение системы позволило добиться кристаллизации расплава во внутреннем канале ОСНТ. Внедрение CdS и PbS проводилось через промежуточную стадию заполнения соответствующими иодидами, что связано с их низкой по сравнению с сульфидами температурой плавления, с последующим сульфидированием композитов $M_2@OCHT$ в расплаве серы. Это является первым примером проведения химической реакции во внутреннем канале ОСНТ.

Были получены образцы нанокompозитов $S@OCHT$, $Se@OCHT$, $Te@OCHT$, $PbI_2@OCHT$, $CdI_2@OCHT$, $PbS@OCHT$ и $CdS@OCHT$, причем в случае последнего нанокompозита удалось получить во внутренней полости ОСНТ хорошо закристаллизованный одномерный кристалл CdS. Заполнение ОСНТ и кристаллизация во внутреннем канале ОСНТ были доказаны методами Рамановской спектроскопии и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения.

Литература

1. C.-H. Kiang, J.-S. Choi, T.T. Tran, et al., Molecular Nanowires of 1 nm Diameter from Capillary Filling of Single-Wall Carbon Nanotubes // J. Phys. Chem., B, 103, 7449-7451, (1999)
2. J. Sloan, D.M. Wright, H.-G. Wooet, et al., Capillarity and silver nanowire formation observed in single walled carbon nanotubes // Chemical Communications, 8, 699-700, (1999)
3. T.W. Ebesen, Wetting, filling and decorating carbon nanotubes // Journal of Physics and Chemistry of Solids, 6-8, 951-955, (1996)
4. J. Sloan, A.I. Kirkland, J.L. Hutchison, M.L.. H. Green, Integral atomic layer architectures of 1D crystals inserted into single walled carbon nanotubes // Chemical Communications, 13, 1319-1332, (2002)