**КОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ ЦЕЛЛЮЛОЗА-ОКСИД ГРАФЕНА, ПОЛУЧЕННЫЕ ПО MMO ПРОЦЕССУ, И ИХ МОДИФИКАЦИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЕМ ОКСИДА ГРАФЕНА**

Михайлов П.А., Макаров И.С., Левин И.С.

ИНХС РАН, Москва

e-mail: [pmih@ips.ac.ru](mailto:pmih@ips.ac.ru)

Нанокомпозиты на основе полимеров и нанолистов графена (НГ) - предмет активного исследования последних лет, благодаря уникальным электрическим, механическим, термическим свойствам графена и его чрезвычайно высокой удельной поверхности. НГ – графеноподобный материал, получаемый восстановлением оксида графена (ОГ). Наибольшее распространение получили химические и термические методы восстановления ОГ. В отличие от графена, получаемого CVD-методом, НГ доступны в промышленных масштабах. Одним из наиболее перспективных методов получения целлюлозных волокон (пленок) является т.н. ММО процесс, основанный на получении растворов целлюлозы в N-метилморофолин-N-оксиде (NMMO).

Часто для получения целлюлозных нанокомпозитов с НГ, раствор целлюлозы в подходящем растворителе смешивают с дисперсией НГ в том же растворителе. Поскольку, диспергируемость НГ хуже по сравнению с ОГ, предлагается сначала получить композит целлюлоза-ОГ, а затем восстановить в целлюлозной матрице наночастицы ОГ химическим восстановителем до НГ. Предположительно, это может дать возможность получать нанокомпозиты с более однородным распределением и с более высокой концентрацией НГ.

В работе получена серия целлюлозных пленок, с содержанием от 0,2%, до 1% ОГ по ММО процессу из 12%-ных растворов целлюлозы в NMMO при температуре 90-100 оС [1]. ОГ получен по улучшенному методу Хаммерса [2]. 1%-ная дисперсия ОГ в NMMO получена смешением 1%-ной водной дисперсии ОГ с NMMO c последующей отгонкой воды в вакууме. Для получения композитов с нужной концентрацией ОГ 1%-ная дисперсия ОГ в NMMO смешивалась с NMMO и целлюлозой с последующим формованием пленки традиционным способом. Восстановление ОГ в целлюлозной матрице проводилось в течение 2 часов в водном растворе гидразина при температуре 95 оС при перемешивании.

Механические испытания исходных пленок целлюлоза-ОГ и «восстановленных» пленок целлюлоза-НГ показали незначительное влияние восстановительной обработки гидразином на прочность и разрывное удлинение.

Для выделения НГ из композита «восстановленная» целлюлозная пленка с исходной концентрацией ОГ 1% была растворена в H3PO4, a полученный раствор отфильтрован через мембрану 0,22 мкм. Фазовый состав НГ~~, заключенного~~ в целлюлозной матрице исследовали методом рентгеновской дифракции.

**ССЫЛКИ**

1. Golova L.K*.*, RF Patent 1645308; 1992
2. Marcano D.C. [et.al]. Improved Synthesis of Graphene Oxide // ACS Nano. 2010. № 8 (4). P. 4806–4814.