

ОДНОСТАДИЙНЫЙ РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛ-ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ

Зезин А.А., Фельдман В.И., Зезина А.А., Абрамчук С.С., Белопушкин С.И.

*Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, кафедра электрохимии, лаборатория
радиационной химии*

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН

Металл-полимерные наноконпозиты представляют класс перспективных функциональных материалов для широкого круга различных приложений [1]. Большинство известных методов получения таких систем являются многостадийными и имеют существенные ограничения физико-химического и технического характера (проблемы выбора прекурсоров, диффузии реагентов, возможности эффективного контроля распределения наночастиц по размеру). В работе предложен новый подход к одностадийному получению металлических наночастиц непосредственно в полимерных матрицах. В качестве прекурсоров используются тройные полимер-металлические комплексы полиакриловая кислота – полиэтиленимин – ион металла (ПАК-ПЭИ- Me^{n+}), которые могут содержать относительно большие количества ионов металлов (до 30 масс. %), причем концентрацию ионов легко варьировать в широких пределах. Как показали проведенные исследования [2 – 4], облучение пленок комплексов, набухших в водно-спиртовой среде, приводит к эффективному восстановлению ионов металлов (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Ag^+ , Pd^{2+}) и образованию соответствующих металлических наночастиц, что подтверждается данными ЭПР, оптической спектроскопии, просвечивающей электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа. Размеры наночастиц и характер их распределения определяются видом излучения, природой восстанавливаемых ионов и их содержанием в исходном образце. Так, при использовании гамма-излучения удается получать однородный наноконпозитный материал с достаточно узким распределением наночастиц по размерам (2 – 5 нм, рис. 1), в то время как использование рентгеновского излучения позволяет формировать упорядоченные ансамбли наночастиц на поверхности и в объеме пленок (рис. 2). Сформулирована качественная модель процессов формирования наночастиц в различных условиях, основанная на учете доминирующих механизмов поглощения фотонов различных энергий и особенностей транспорта восстанавливающих активных частиц.

Основные преимущества предложенного метода состоят в его универсальности, возможности управления процессами формирования, размерами и морфологией наночастиц, чистоте получаемых наноконпозитов.

Метод потенциально пригоден для получения различных нанокомпозитов в форме пленок и волокон. Возможные области применения металл-полимерных нанокомпозитов: создание каталитических и оптических материалов (узкополосные фильтры, материалы для нелинейной оптики), сенсоров, бактерицидных систем.

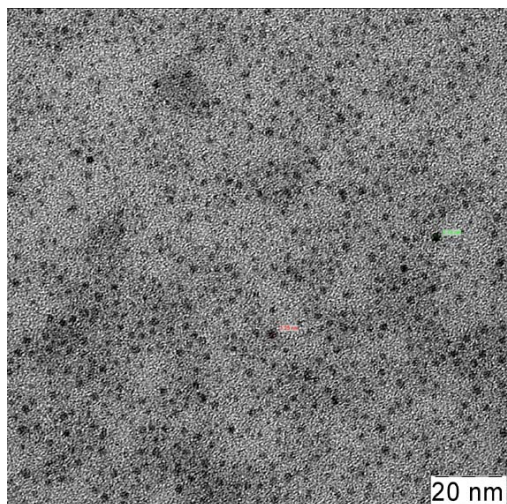


Рис. 1. Структура металл-полимерного нанокомпозита, полученного при радиационно-химическом восстановлении ионов меди в комплексе ПАК-ПЭИ- Cu^{2+} с использованием гамма-излучения ^{60}Co (данные ПЭМ)

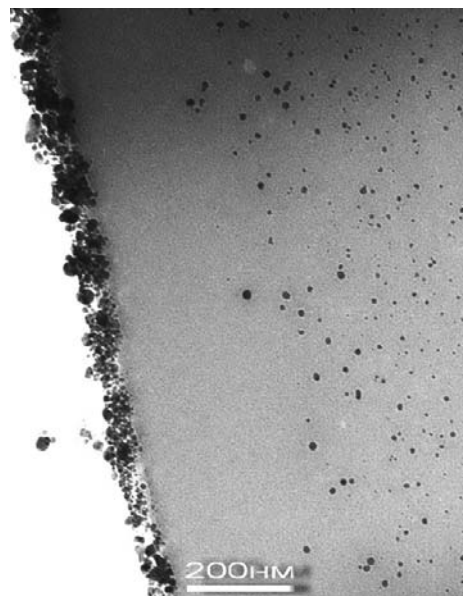


Рис. 2. Структура металл-полимерного нанокомпозита, полученного при радиационно-химическом восстановлении ионов серебра в комплексе ПАК-ПЭИ- Ag^+ с использованием рентгеновского излучения гамма-излучения с $E_{\text{eff}} = 30$ кэВ (данные ПЭМ)