

## Формирование металлополимерных нанокомпозитов из термореактивных систем

Сенчихин И.Н.<sup>a</sup>, Урюпина О.Я.<sup>a</sup>, Уродкова Е.К.<sup>a, b</sup>, Хасанова Р.Р.<sup>b</sup>, Жаворонок Е.С.<sup>b</sup>  
<sup>a</sup> ИФХЭ им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва, Россия  
<sup>b</sup> РТУ МИРЭА, ИТХТ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: isenchikhin@gmail.com

Создание металлополимерных нанокомпозитов, в частности, содержащих наночастицы серебра и золота, вызывает большой интерес, который особенно усилился в последнее время. Это обусловлено возможностью получения из них новых материалов с каталитической и бактерицидной активностью, а также другими уникальными свойствами (например, оптическими). Разработке методик формирования нанокомпозитов в различных средах посвящено большое число работ, однако возможные механизмы восстановления металла при этом обычно не рассматриваются. Однако важным фактором, влияющим на закономерности формирования нанокомпозита, является природа среды (матрицы), в которой происходит формирование наночастиц.

В настоящей работе исследовано восстановление серебра из его нитрата в среде диановых и/или алифатических эпоксидных олигомеров, отличающихся наличием и количеством протондонорных групп. Показана принципиальная возможность синтеза наночастиц серебра в жидких эпоксидных системах без использования дополнительно вводимых восстановителей. Образование наночастиц в исследованных системах подтверждено методами динамического светорассеяния и УФ-видимой спектрофотометрии. Средний размер наночастиц серебра в полученных нанодисперсиях составляет, в зависимости от соотношения олигомеров в бинарной смеси, порядка 20–35 нм.

Установлено, что в условиях эксперимента возможно восстановление ионов серебра без химического участия среды, за счет фотохимических процессов. Скорость восстановления определяется скоростью растворения исходной соли серебра в органической среде и возможностью образования сольватов этими компонентами. Для наблюдения за кинетикой растворения нитрата серебра в эпоксидных олигомерах и образования наночастиц серебра предложено использовать рефрактометрию. Получены стабильные дисперсии наночастиц серебра в среде эпоксидных олигомеров. Рассмотрены временная и температурная стабильность полученных систем, предложен возможный вариант механизма восстановления серебра.

Последующее отверждение полученных нанодисперсных систем олигоамином приводит к образованию агрегатов наночастиц серебра и росту их среднего размера, что было показано методом растровой электронной микроскопии. Вместе с тем, отмечена и возможность получения нанокомпозитов с изолированными (индивидуальными) наночастицами серебра.

Полученные закономерности позволяют развить подходы для направленного синтеза металлополимерных нанокомпозитов на основе эпокси-аминных систем.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №17-08-00630).