

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Семилетова А.С., Сапегин А.М.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск*

Ключевые слова: синтез, химический метод, наночастицы серебра, раствор серебра, восстановитель, стабилизатор.

Аннотация. Среди различных металлических наночастиц широко используются именно наночастицы серебра (AgNP), поскольку они обладают уникальными оптическими, химическими, физическими, а также биологическими свойствами, AgNP могут быть синтезированы тремя методами, а именно физическим, химическим и биологическим. В данной статье были рассмотрены некоторые химические методы синтеза наночастиц серебра.

CHEMICAL METHODS FOR THE SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES

Semiletova A.S., Sapegin A.M.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Keywords: synthesis, chemical method, silver nanoparticles, silver solution, reducing agent, stabilizer.

Abstract. Among various metal nanoparticles, it is silver nanoparticles (AgNPs) that are widely used, because they have unique optical, chemical, physical as well as biological properties, AgNPs can be synthesized by three methods, namely physical, chemical and biological. In this article, some chemical methods for the synthesis of silver nanoparticles were considered.

По сравнению с другими методами химические способы синтеза коллоидов серебра более распространены из-за широких возможностей контроля процесса путем использования широкого спектра химических соединений (восстановителей, стабилизаторов), а также варьированием концентраций и условий.

Химический подход широко используется для синтеза AgNPs с использованием воды или органических растворителей. Это простой способ синтезировать AgNP в растворе. Однако, определенное количество токсичного материала может быть произведено в виде остатков. Некоторые восстановители, такие как борогидрид, цитрат, аскорбат и глюкоза были использованы для решения этой проблемы.

Метод химического восстановления был предложен для синтеза AgNP с использованием AgNO_3 в качестве соли серебра, 8% додецилсульфат натрия в качестве стабилизирующего агента, гидразин-гидратный раствор и раствор цитрата натрия в качестве восстановительного агента. Такая смесь дает AgNP со средним диаметром 24 нм [1].

В другом опыте AgNO_3 так же использовали в качестве соли серебра, NaBH_4 в качестве восстановитель и тринатрийцитрат в качестве стабилизатора. 100 мл раствор, содержащий AgNO_3 и $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ готовили при перемешивании в течение 30 с. Затем в раствор добавляли 1 мМ NaBH_4 и перемешивали в

течение 60 с. Было установлено, что диаметр AgNPs немного уменьшился с увеличением количества боргидрида.

С момента изобретения «серебряного зеркала» Юстуса фон Либиха в 1835 реакция стала популярным методом химического осаждения и производства серебряных покрытий на различных типах подложек.

Сущность реакции серебряного зеркала заключается в образовании слоя металлического серебра в результате окислительно-восстановительной реакции, путем взаимодействия аммиачного раствора оксида серебра в присутствии альдегидов.

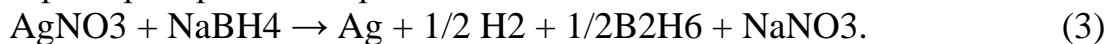
В водном растворе аммиака оксид серебра создает соединение гидроксида диамминсеребра:



которого своим действием на альдегид запускает окислительно-восстановительную реакцию, в следствии которой образуются соли аммония:



Наночастицы серебра способны образовываться в результате восстановительной реакции в водных растворах нитрата серебра при контролируемых условиях, что наблюдается в примере с добавлением избыточного количества боргидрида натрия в водный раствор AgNO₃, данный метод является универсальным для получения наиболее стабильного раствора с наночастицами серебра. Это реализуется за счет простоты проведения реакции и высокой восстановительной способности тетрагидридобората натрия. Боргидрид выступает в роли восстановителя и стабилизатора для образующихся частиц, поэтому его применение способствует получению нано частиц серебра с размерами в диапазоне 2-8 нм. Ниже представлена реакция восстановления нитрата серебра боргидридом натрия.



AgNO₃ в виде соли серебра, анилин в качестве восстановителя и цетилтриметиламмонийбромид в качестве стабилизатора также используются для синтеза AgNPs [2]. Используя этот метод, AgNPs имеют размер 10–30 нм. Изучение привело к выводу, что используемый восстановитель не имел значительного влияние на форму, размер или распределение по размеру AgNPs.

AgNPs были получены путем принятия AgNO₃ в качестве серебра, смесь гидразингидрата и цитрата натрия в качестве восстановителя и додецилсульфат натрия в качестве стабилизатора. Этот метод был в состоянии синтезировать AgNPs с размерами от 40 до 60 нм.

Наносеребро с различными морфологиями, такими как нанокубы, нанопроволоки и наносферы также могут быть образованы в результате синтеза полиолов [3]. Серебряные нанокубики были получены путем восстановления нитрата серебра с использованием этилена гликоль в присутствии поли (винилпирролидона) и Na₂. Было подтверждено, что образование серебряных нанокубиков было в основном из-за наличия обоих поли (винилпирролидон) и Na₂. Используя этот метод, серебряные нанокубики с контролируемой длиной ребер могут достигать диапазон 18–32 нм. Другая морфология - сферические AgNPs могут быть получены с использованием этилена гликоль и поли (винилпирролидон) в качестве восстановителя и стабилизирующего агента,

соответственно. Изменяя нагрев и скорости впрыска, сферические AgNPs можно получить с размерами 18 и 17 нм соответственно.

Список литературы

1. Guzman M.G., Dille J., Godet S. Int. J. Chem. Bio. Eng. 2009, 2, 104.
2. Khan Z., Al-Thabaiti S.A., Obaid A.Y., Al- Youbi A.O. Colloids Surf. B: Biointerfaces 2011, 82, 513.
3. Slistan-Grijalva A., Herrera-Urbina R., Rivas- Silva J.F., Avalos-Borja M., Castellón-Barraza F.F., Posada-Amarillas A. Phys. E: Low Dimens. Syst. Nanostruct. 2005, 25, 438.

Сведения об авторах:

Семилетова Анастасия Сергеевна – магистрант;

Сапегин Александр Михайлович – магистрант.