

Сыргакбек к. Д., Сатывалдиев А.С., Эмил Омурзак

КҮМҮШТҮН НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮН НАТРИЙ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТЫНЫН КАТЫШУУСУНДА СИНТЕЗДӨӨ

Сыргакбек к. Д., Сатывалдиев А.С., Эмил Омурзак

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В ПРИСУТСТВИИ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТА НАТРИЯ

Syrgakbek k. D., A.S. Satyvaldiev, Emil Omurzak

THE SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES IN THE PRESENCE OF SODIUM DODECYLSULFATE

УДК: 541.182.023.4+546.57

Күмүштүн иондорун гидразин менен натрий додецилсульфатынын катышуусунда калыбына келтиргенде, өлчөмдөрү реакциялык чөйрөнүн курамынан көз каранды болгон, металлдын нанобөлүкчөлөрүнүн пайда болушун рентген фазалык анализ методу менен көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: калыбына келтирүү, күмүш, гидразин, нанобөлүкчөлөр, дифрактограмма, натрий додецилсульфаты.

Методом рентгенофазового анализа показано, что при восстановлении ионов серебра гидразином в присутствии додецилсульфата натрия происходит образование наночастиц металла, размеры которых зависят от состава реакционной среды.

Ключевые слова: восстановление, серебро, гидразин, наночастицы, дифрактограмма, додецилсульфат натрия.

By the method of X-ray diffraction was showed that the reduction of silver ions with hydrazine in the presence of sodium dodecylsulfate it is formed metal nanoparticles whose dimensions depend on the composition of the reaction medium.

Key words: reduction, silver, hydrazine, nanoparticle, diffraction pattern, sodium dodecylsulfate.

В последние годы увеличивается число исследований, посвященных получению и изучению свойств наночастиц серебра. Синтез наночастиц серебра является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений коллоидной химии [1].

Несмотря на то что наночастицы серебра обладают превосходными оптическими свойствами по сравнению с наночастицами золота, они не находят широкого применения, т.к. не стабилизированные наночастицы серебра подвергаются окислению и агрегированию. Поэтому актуальной задачей является получение стабильных наночастиц серебра с узким распределением по размерам.

Основным методом получения наночастиц серебра является химическое восстановление из раствора, что не требует сложного оборудования и позволяет контролировать размер и морфологию образующихся частиц. Ранее [2] нами методом рентгенофазового анализа показано, что при восстановлении ионов серебра гидразином происходит образование наночастиц металла, размеры которых зависят от присутствия и природы поверхностно-активных веществ. Поэтому целью данного исследования является установление оптимальных условий

синтеза наночастиц серебра из водного раствора ионов серебра с помощью гидразингидрата в присутствии додецилсульфата натрия в качестве стабилизатора.

Синтез наночастиц серебра проводился путем восстановления ионов серебра, находящихся в растворе нитрата серебра, с использованием в качестве восстановителя гидразина. Раствор, содержащий ионы серебра, был приготовлен из нитрата серебра AgNO_3 марки «хч». Гидразин использовался в виде 63% раствора гидразина N_2H_4 марки «хч». Гидразин от других восстановителей отличается тем, что продуктом его окисления является молекулярный азот, который не загрязняет серебро. Поэтому нами изучены возможности получения наноразмерного серебра при восстановлении его ионов гидразином в нейтральной, аммиачной и щелочной среде в присутствии додецилсульфата натрия.

В качестве стабилизатора высокодисперсных частиц серебра использован додецилсульфат натрия $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$ (ДДСН), который является катионоактивным стабилизатором. Концентрация раствора исходного стабилизатора составляла 0,4%.

Синтез нанопорошков серебра проводился в нейтральной, аммиачной и щелочной среде в присутствии ДДСН по следующей методике. Для синтеза нанопорошков серебра в нейтральной среде берется определенное количество раствора нитрата серебра. Для получения нанопорошков серебра в аммиачной среде в раствор серебра добавляется 10% раствор аммиака до достижения pH раствора до 11. В раствор, содержащий определенное количество серебра, для проведения синтеза в щелочной среде, добавляется насыщенный раствор NaOH до pH=11. Затем в растворы добавляется такое количество 0,4%-раствора стабилизатора, чтобы в конечном растворе концентрация стабилизатора составляла 0,2%. Полученные смеси нагреваются в водяной бане до 40°C и затем в эти растворы добавляется раствор гидразина в 5 кратном избытке по отношению к ионам серебра. Реакция завершается, когда перестает выделяться газ. Осадок отделяется на центрифуге и промывается водой до нейтральной реакции, затем спиртом и высушивается при 50-60°C.

В аммиачной и щелочной среде ионы серебра образуют комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ и гидроксид

AgOH и в результате происходит сдвиг значения электродного потенциала серебра в более отрицательную область (0,373 В для $[Ag(NH_3)_2]^+$) по сравнению с потенциалом простого иона Ag^+ (0,799 В) [3]. Это приводит к уменьшению скорости восстановления серебра, а это должен способствовать к получению наночастиц серебра более высокой дисперсности.

Определение фазового состава продуктов восстановления серебра проводился методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении.

Дифрактограммы, продуктов восстановления серебра в присутствии ДДСН, представлены на рис., а результаты их расчетов приведены в табл. 1.

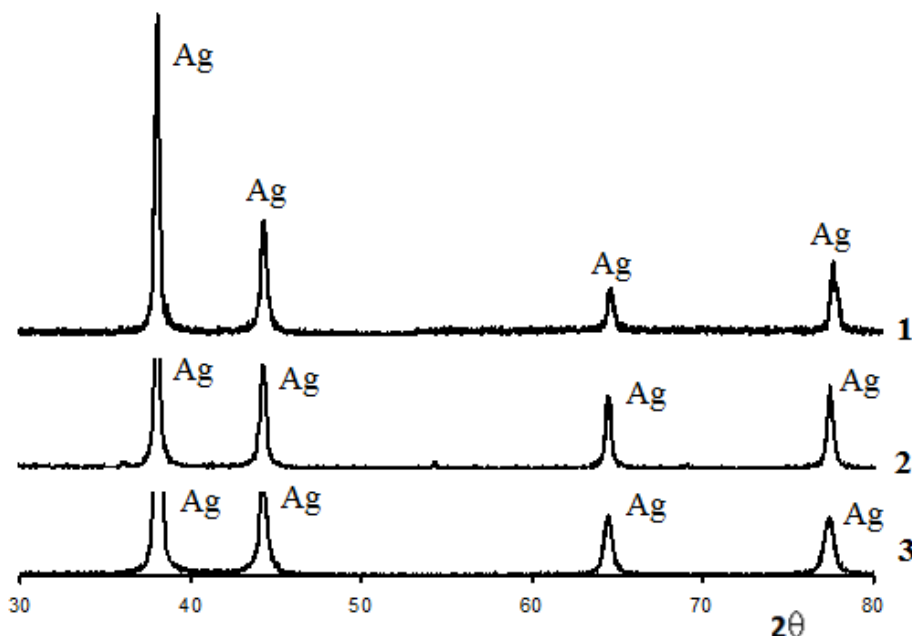


Рис. Дифрактограммы продуктов восстановления серебра в присутствии ДДСН в нейтральной (1), аммиачной (2) и щелочной (3) среде

Анализ дифрактограмм продуктов восстановления серебра показывает, что на фазовый состав продуктов ДДСН не оказывает влияние, поэтому они, независимо от состава реакционной среды, состоят из одной фазы (рис.), которая представляет собой металлическое серебро с гранцентрированной кристаллической решеткой. Среднее значение параметра решетки синтезированных порошков серебра в зависимости от реакционной среды составляет от 0,4091 нм до 0,4096 нм (табл.1).

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограмм продуктов восстановления серебра в присутствии ДДСН в нейтральной, аммиачной и щелочной среде

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
	I	d, нм	Ag	
			hkl	a, нм
Нейтральная среда				
1	100	0,23654	111	0,4097
2	36	0,20481	200	0,4096
3	16	0,14475	220	0,4094
4	23	0,12354	311	0,4097
Аммиачная среда				
1	100	0,23630	111	0,4093
2	34	0,20462	200	0,4092
3	25	0,14459	220	0,4090
4	28	0,12332	311	0,4090

Щелочная среда				
1	100	0,23630	111	0,4093
2	31	0,20473	200	0,4095
3	20	0,14455	220	0,4088
4	19	0,12327	311	0,4088

Проведена оценка размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) частиц серебра синтезированных в присутствии ДДСН по уширению рефлексов на дифрактограммах по формуле Шеррера – Селякова [4]:

$$d = \frac{\lambda_{Cu}}{\beta \cdot \cos \theta}$$

где d – размер ОКР, нм; λ_{Cu} – длина волны излучения медного анода (0,1540 нм); θ – угол рассеяния; β – физическое уширение линии на дифрактограмме

$$\beta = \frac{\omega \cdot \pi}{180}$$

ω – ширина дифракционного максимума на половине его высоты.

Результаты расчета размеров ОКР порошков серебра, синтезированных в присутствии ДДСН представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр кристаллической решетки (a) и размеры ОКР (d) наночастиц серебра, синтезированных в присутствии ДДСН

№	Условие синтеза	a, нм	d, нм
1	Нейтральная среда	0,4096	23,1
2	Аммиачная среда	0,4091	23,3
3	Щелочная среда	0,4091	18,9

Результаты расчета размеров ОКР подтверждают образование наночастиц серебра при химическом восстановлении в присутствии ДДСН (табл. 2). Размеры частиц порошка серебра зависят от состава реакционной среды. Более низкоразмерные нанопорошки серебра образуются при восстановлении ионов серебра в щелочной среде.

Таким образом, методом рентгенофазового анализа показано, что при восстановлении ионов серебра

ра гидразином в присутствии ДДСН происходит образование наночастиц металла, на величину которых влияет состав реакционной среды.

Литература:

1. Крутиков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы // Успехи химии, 2008, т.77, №3. – С.242-269.
2. Свиридов В.В. Воробьева Т.Н. Гаевская Т.В. Степанова Л.И. Химическое осаждение металлов из водных растворов.- Минск: Университетское, 1978.-392 с.
3. Сыргакбек к. Динара, Ондербаева Г.Д., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н. Синтез наночастиц серебра методом химического восстановления // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2016, №1. - С.78-80
4. Авчинникова Е.А., Воробьева С.А. Синтез и свойства наночастиц меди, стабилизированных полиэтиленгликолем // Вестник БГУ, 2013, сер.7, №3. –С. 12-16.

Рецензент: к.х.н., доцент Сагындыков Ж.С.