

Сыргакбек кызы Д., Ондербаева Г.Д., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н.

**КҮМҮШТҮН НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮН ХИМИЯЛЫК КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ
МЕТОДУ МЕНЕН СИНТЕЗДӨӨ**

Сыргакбек кызы Д., Ондербаева Г.Д., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н.

**СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО
ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Syrgakbek kyzy D., G.D. Onderbaeva, A.S. Satyvaldiev, G.N. Osmonkanova

**SYNTHESIS OF ARGENTUM NANOPARTICLES BY THE METHOD
OF CHEMICAL REDUCTION**

УДК: 541.182.023.4+546.57

Күмүштүн иондорун гидразин менен калыбына келтиргенде, өлчөмдөрү беттик активдүү заттардын катышуусунан жана жаратылышынан көз каранды болгон, металлдын нанобөлүкчөлөрүнүн пайда болушун рентген фазалык анализ методу менен көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: калыбына келтирүү, күмүштүн иондору, гидразин, нанобөлүкчөлөр, беттик активдүү заттар, дифрактограмма, торчонун параметри.

Методом рентгенофазового анализа показано, что при восстановлении ионов серебра гидразином происходит образование наночастиц металла, размеры которых зависят от присутствия и природы поверхностно-активных веществ.

Ключевые слова: восстановление, ионы серебра, гидразин, наночастицы, поверхностно-активные вещества, дифрактограмма, параметры решетки.

By the method of X-ray diffraction it was showed that at the reduction of argentum ions by hydrazine occurs formation of metal nanoparticles whose dimensions depend on the presence and nature of the surface-active reagents.

Key words: reduction, argentums ions, hydrazine, nanoparticles, surface-active reagents, XRD pattern, lattice parameter.

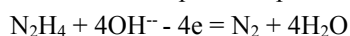
В настоящее время значительно возрос интерес к изучению наноразмерных частиц. Это связано с открытием новых перспективных возможностей использования наноматериалов во многих областях науки и техники. В этом плане большой интерес представляют наночастицы серебра, т.к. они обладают редким сочетанием ценных качеств: уникальными оптическими свойствами, обусловленными поверхностным плазменным резонансом; высокоразвитой поверхностью; каталитической активностью; высокой емкостью двойного электрического слоя и др. Благодаря этому наночастицы серебра служат материалом для создания электронных, оптических, сенсорных устройств нового поколения [2], но не стабилизированные должным образом наночастицы серебра подвергаются быстрому окислению и легко агрегируют в растворах, что затрудняют их применение. Поэтому целью настоящей работы является получение устойчивых наночастиц серебра методом химического восстановления.

Синтез наночастиц серебра проводился путем восстановления ионов серебра, находящихся в

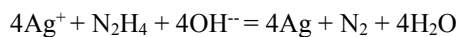
растворе нитрата серебра, с использованием в качестве восстановителя гидразина. Раствор, содержащий ионы серебра, был приготовлен из нитрата серебра AgNO₃ марки «хч». Гидразин использовался в виде гидразин гидрата N₂H₄·H₂O марки «хч». Гидразин от широко используемых восстановителей отличается тем, что продуктом его окисления является молекулярный азот, который не загрязняет серебро. Поэтому нами изучены возможности получения наноразмерного серебра при восстановлении его ионов гидразином в присутствии в качестве стабилизатора поливинилпирролидона (ПВП), додецилсульфат натрия (ДДСН) и бромид гексадецилпиридиния (БГДП), которые являются, соответственно, неионогенным, анионо-активным и катионо-активным поверхностно-активными веществами (ПАВ). Концентрация ПАВ в растворах ионов серебра составляла 0,2 %.

Восстановление серебра проводился из аммиачных растворов, т.к. редокс-потенциал гидразина зависит от pH раствора и более отрицательное значение имеет в щелочной области (-1.15 В при pH=14) [2]. Поэтому гидразин является активным восстановителем в щелочной среде.

Окисление гидразина протекает по схеме:



Восстановление серебра гидразином протекает по уравнению:



Восстановление серебра в присутствии ПАВ проводился по следующей методике. В раствор, содержащий определенное количество серебра, добавляется 10%- раствор NH₄OH до достижения значение pH раствора до 11. В полученный раствор прибавляется 0,4%-раствор ПАВ в таком количестве, чтобы в конечном растворе содержание ПАВ составляло 0,2%. Раствор нагревается до 40°C и затем приливается определенный объем 30%-раствора гидрат гидразина. Раствор периодически перемешивается и выдерживается при температуре 40°C в течение 1 часа. Выпавший осадок отделяется декантацией, промывается водой до нейтральной реакции, затем промывается этиловым спиртом (96%) и высушивается при комнатной температуре.

В аммиачной среде ионы серебра образуют комплексный ион [Ag(NH₃)₂]⁺ и в результате

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

Определение фазового состава продуктов восстановления серебра проводился методом рентгенофазового анализа.

Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении.

На рисунке 1 представлены дифрактограммы продуктов восстановления серебра в аммиачной среде в отсутствии и присутствии ПАВ, а результаты их расчетов приведены в таблице 1.

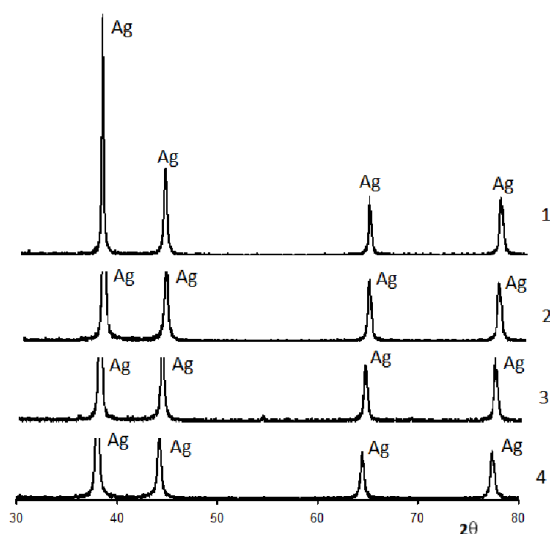


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов восстановления серебра гидразином в аммиачной среде в отсутствии (1) и присутствии ПВП (2), ДДСН (3) и БГДП (4)

Анализ дифрактограмм продуктов восстановления серебра показывает, что продукты, независимо от присутствия ПАВ, состоят из одной фазы (рис. 1), которая представляет собой металлическое серебро с гранцентрированной кристаллической решеткой. Среднее значение параметра решетки синтезированных порошков серебра в зависимости от присутствия и природы ПАВ составляет от 0,4089 нм до 0,4091 нм (табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограмм продуктов восстановления серебра гидразином в аммиачной среде в отсутствии и присутствии ПВП, ДДСН и БГДП

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
	I	d, нм	hkl	a, нм
Аммиачная среда				
1	100	0,23630	111	0,4093
2	33	0,20437	200	0,4087
3	21	0,14459	220	0,4090

4	21	0,12327	311	0,4088
ПВП				
1	100	0,23618	111	0,4091
2	35	0,20462	200	0,4092
3	27	0,14451	220	0,4087
4	27	0,12327	311	0,4088
ДДСН				
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
БГДП				
1	100	0,23654	111	0,4097
2	31	0,20429	200	0,4086
3	23	0,14463	220	0,4091
4	24	0,12329	311	0,4089

Проведена оценка размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) частиц 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 методом химического восстановления представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр кристаллической решетки (a) и размеры ОКР (d) наночастиц серебра, синтезированных методом химического восстановления

№	Условие синтеза	a, нм	d, нм
1	Отсутствует ПАВ	0,4089	51
2	ПВП	0,4089	48
3	ДДСН	0,4089	49
4	БГДП	0,4089	44

Результаты расчета размеров ОКР подтверждают образование наночастиц серебра при химическом восстановлении (табл. 2). Размеры частиц порошка серебра составляют от 44 до 51 нм в зависимости от присутствия и природы ПАВ. Более высокодисперсные нанопорошки серебра образуются при восстановлении ионов серебра в присутствии в качестве стабилизатора бромид гексадецилпиридиния.

Таким образом, методом рентгенофазового анализа показано, что при восстановлении ионов серебра гидразином происходит образование наночастиц металла, на величину которых влияют присутствие и природа поверхностно-активных веществ.

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. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1977. – 376 с.
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.хим.н., доцент Муксумова З.С.
