

Орозматова Г.Т., Сатывалдиев А.С., Абдыкеримова А.Ж.

**ХИМИЯЛЫК КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ МЕНЕН
СИНТЕЗДЕЛГЕН ЖЕЗДИН НАНОКУКУМДӨРҮНҮН ДИСПЕРСТҮҮЛҮГҮНӨ
БЕТТИК АКТИВДҮҮ ЗАТТАРДЫН ЖАРАТЫЛЫШЫНЫН ТААСИРИ**

Орозматова Г.Т., Сатывалдиев А.С., Абдыкеримова А.Ж.

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ДИСПЕРСНОСТЬ НАНОПОРОШКОВ МЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ
МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

G.T. Orozmatova, A.S. Satyvaldiev, A.Zh. Abdykerimova

**INFLUENCE OF SURFACTANTS NATURE ON THE
DISPERSITY OF COPPER NANOPOWDERS SYNTHESIZED
BY THE CHEMICAL REDUCTION METHOD**

УДК: 541.182: 546.56

Химиялык калыбына келтирүү менен алынган жездин нанобөлүкчөлөрү беттик активдүү заттын жаратылышына жараша ар түрдүү өлчөмдөгү агрегаттарды пайда кылышы электрондук микроскопия ыкмасы менен аныкталды.

Негизги сөздөр: *нанокүкүмдөр, жез, агрегаттар, химиялык калыбына келтирүү, беттик активдүү зат.*

Методом электронной микроскопии установлено, что наночастицы меди, полученные при химическом восстановлении образуют агрегаты различных размеров в зависимости от природы поверхностно-активного вещества.

Ключевые слова: *нанопорошки, медь, агрегаты, химическое восстановление, поверхностно-активное вещество.*

By the method of electron microscopy, it was revealed that copper nanoparticles obtained by chemical reduction form aggregates of various sizes depending on the nature of surfactant.

Key words: *nanopowders, copper, aggregates, chemical reduction, surfactant.*

Нанодисперсные медные порошки имеют широкие перспективы применения в качестве катализаторов при переработке нефти, окислении спиртов в альдегиды, окислении монооксида углерода и др. [1], а их антибактериальные свойства могут быть использованы для создания препаратов с высокой биологической активностью для применения в медицине и сельском хозяйстве [2]. Однако получение устойчивых нанопорошков меди связано с определенными трудностями. Поэтому целью данной работы является изучение зависимости дисперсности нанопорошков меди, синтезированных методом химического восстановления, от природы поверхностно-активного вещества.

Для синтеза нанопорошков меди применялся метод химического восстановления, который основан на

восстановлении ионов меди из растворов в присутствии поверхностно-активного вещества, являющегося стабилизатором наночастиц меди.

Из гидросульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ приготовлен раствор с концентрацией ионов меди 0,05Н. Восстановление ионов меди проводился гидразингидратом $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Роль стабилизатора наночастиц меди играют желатин, додецилсульфат натрия (ДДСН) и бромид гексадецилпиридиния (БГДП). Эти поверхностно-активные вещества содержат различные функциональные группы, что позволяют молекулам этих веществ взаимодействовать наночастицами меди с образованием стабильных комплексов.

Синтез наночастиц меди проводился из аммиачных растворов, т.к. ранее [3] установлено, что практически полное восстановление ионов меди до металла гидразином в присутствии поверхностно-активных веществ происходит из аммиачных сред.

Использование гидразина в качестве восстановителя связано с тем, что гидразина при окислении образует газообразный азот, который не загрязняет наночастицы меди:



Фазовый состав синтезированных наночастиц меди определялся методом рентгенофазового анализа. Для снятия дифрактограмм наночастиц меди использовался дифрактометр RINT-2500 HV с отфильтрованным Cu -излучением. Дисперсность наночастиц меди определялся методом электронной микроскопии. Микрофотографии наночастиц меди снимались на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F.

На рисунке 1 представлены дифрактограммы продуктов восстановления меди в присутствии желатина, ДДСН и БГДП.

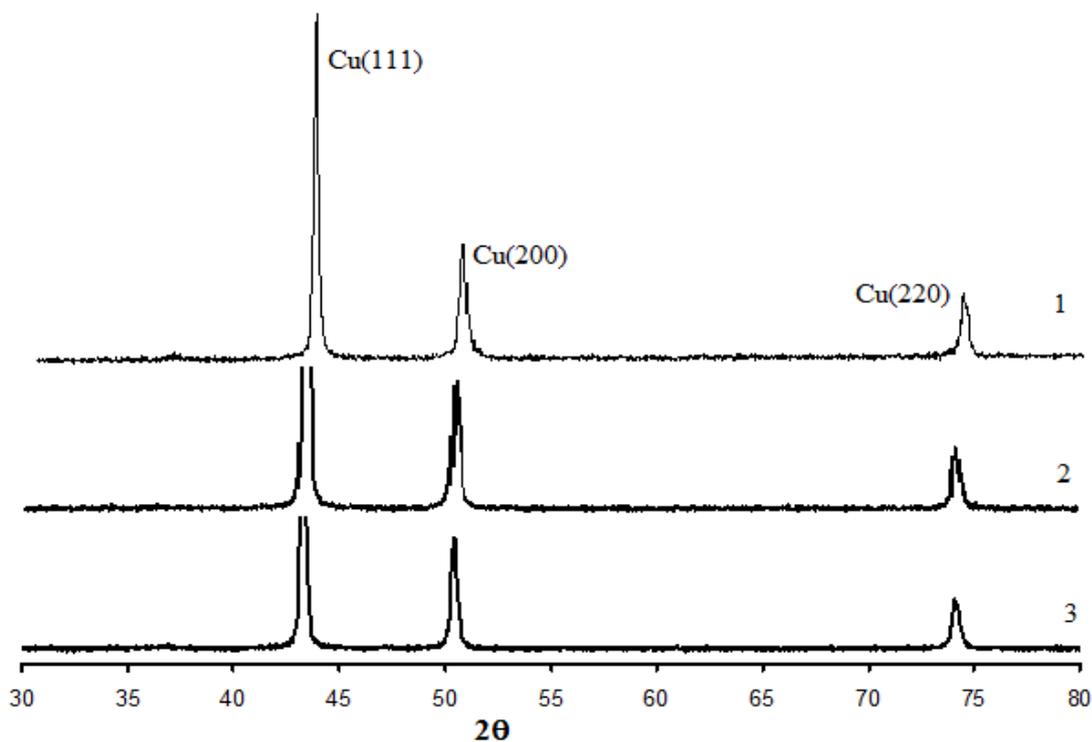


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов химического восстановления меди в присутствии желатина (1), ДДСН (2) и БГДП (3) в аммиачной среде.

Результаты расчета дифрактограмм продуктов восстановления меди показывают, что на восстановление ионов меди практически не влияет природа поверхностно-активного вещества (рис. 1). Все продукты восстановления ионов меди являются однофазной, которая представляет собой металлическую медь с гранецентрированной кубической решеткой.

На рисунках 2, 3 и 4 представлены микрофотографии и распределение по размерам нанопорошков меди, полученных в присутствии желатина, ДДСН и БГДП.

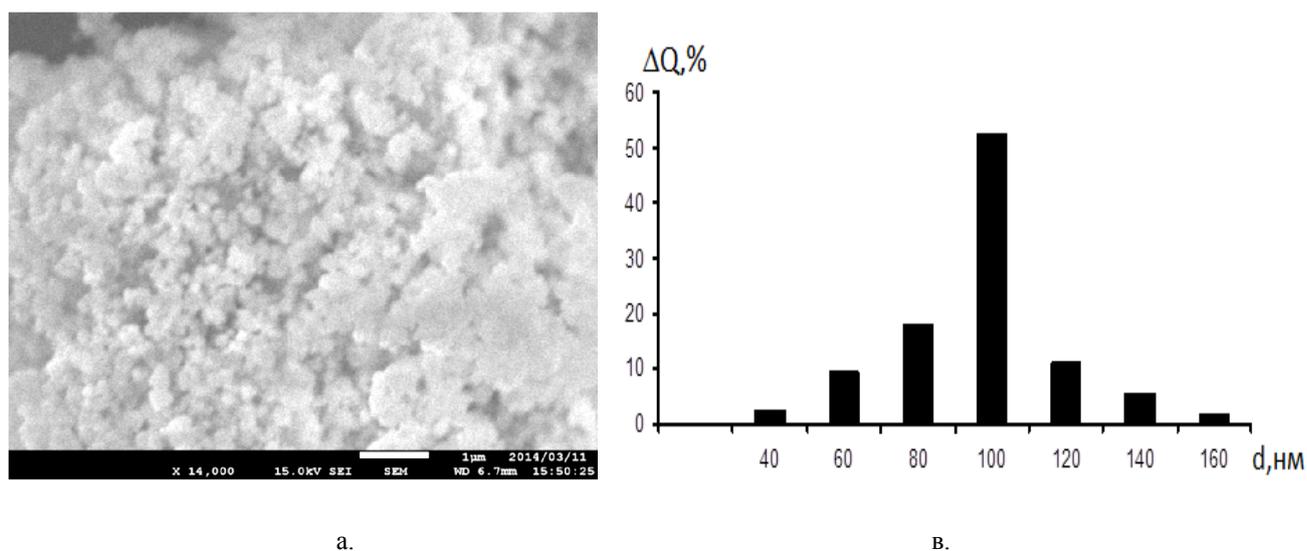
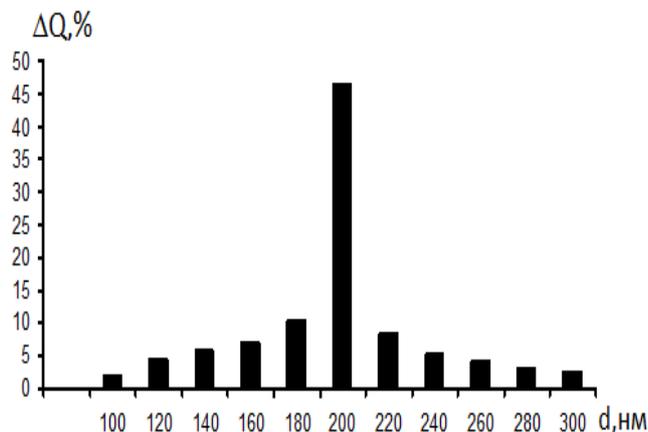
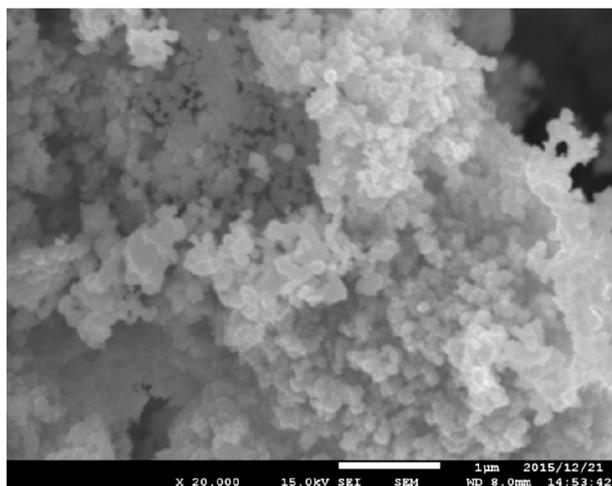


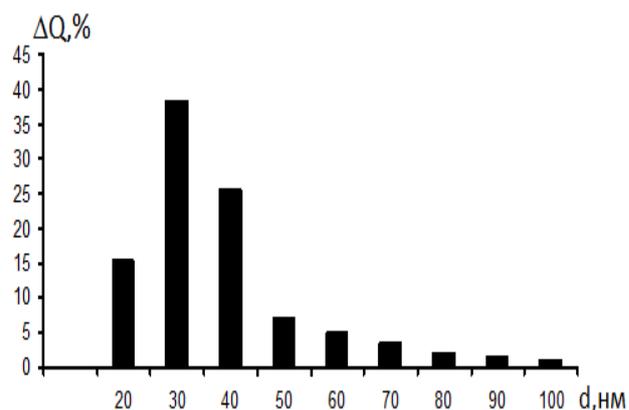
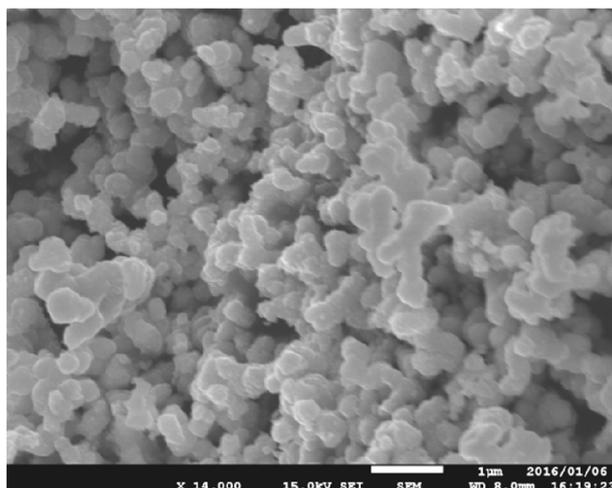
Рис. 2. Микрофотография (а) и распределение по размерам (в) нанопорошков меди, синтезированных в аммиачной среде в присутствии желатина.



а.

б.

Рис. 3. Микрофотография (а) и распределение по размерам нанопорошков меди (в), синтезированных в аммиачной среде в присутствии ДДСН.



а.

б.

Рис. 4. Микрофотография (а) и распределение по размерам (в) нанопорошков меди, синтезированных в аммиачной среде в присутствии БГДП.

Из анализа микрофотографий продуктов восстановления меди можно сделать следующий вывод. При восстановлении ионов меди гидразином происходит образование наночастиц меди, которые образуют агрегаты сферической формы. Размеры агрегатов зависят от природы поверхностно-активного вещества. Агрегаты состоят из наночастиц с размерами менее 10 нм.

Распределение агрегатов наночастиц меди по размерам показывает, что средний диаметр агрегатов зависит от условий синтеза наночастиц меди (таблица).

Таблица

Влияние условий синтеза на размеры агрегатов ($d_{агр.}$) и областей конгерентного рассеяния ($d_{окр}$) наночастиц меди

№	ПАВ	$d_{агр.}$, нм	Содержание агрегатов, %	$d_{окр}$, нм
1.	Желатина	100	52,5	25
2.	ДДСН	30	38,5	23
3.	БГДП	200	46,6	27

В присутствии ДДСН наночастицы меди образуют более низкоразмерные агрегаты со средним диаметром 30 нм. В присутствии желатина и БГДП наночастицы меди образуют более крупные агрегаты с диаметром соответственно 100 нм и 200 нм.

Это указывает на то, что агрегативная устойчивость синтезированных наночастиц меди зависит от природы поверхностно-активного вещества. В качестве стабилизатора наночастиц меди использованные поверхностно-активные вещества отличаются по структуре и содержанию функциональных групп. Желатин – это белковое вещество. Желатин состоит из смеси линейных белков с различной молекулярной массой и их агрегатов. В составе линейных полипептидов могут находиться до 18 аминокислот. Додецилсульфата натрия $C_{12}H_{25}SO_4Na$ и бромид гексадецилпиридиния $C_{12}H_{38}NBг$ являются соответственно анионно-активным и катионно-активным поверхностно-активными веществами [4].

Результаты расчета размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) синтезированных наночастиц меди по формуле Шеррера-Селякова [5] представлены в таблице. Из таблицы видно, что при восстановлении ионов меди в присутствии поверхностно-активного вещества происходит образование наночастиц. Размеры наночастиц меди составляют от 23 до 27 нм, в зависимости от природы поверхностно-активного вещества. Наименьшее значение $d_{ОКР}$ (23 нм) имеют частицы меди, синтезированные в присутствии додецилсульфата натрия, а более высоким значением $d_{ОКР}$ (27 нм) характеризуются наночастицы меди, полученные в присутствии бромида гексадецилпиридиния.

Ширина дифракционных линий (hkl), по уравнению Шеррера-Селякова, определяется средним размером области когерентного рассеяния в направлении нормали к плоскости (hkl). Среднее значение $d_{ОКР}$ определяется по достаточно большой площади поверхности образца исследуемого вещества. Считают, что значение $d_{ОКР}$ равно размеру нанокристаллита, т.к.

нанокристаллит не распадается на более мелкие частицы и соответственно состоит из одной области когерентного рассеяния.

Из таблицы видно, что средние размеры агрегатов и кристаллитов наночастиц меди различаются. Такое различие объясняется особенностями структуры образцов и методов анализа. Методом электронной микроскопии определяются размеры зерен, заключенных между высокоугловыми границами, а в методе рентгеноструктурного анализа определяется средний размер субзерен с любой разориентацией. Поэтому размеры агрегатов наночастиц меди, определенные на основе микрофотографий, полученных методом сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии в 3-7 раз больше, чем размеры нанокристаллитов, полученных из анализа уширения дифракционных линий.

Таким образом, при химическом восстановлении ионов меди в аммиачной среде в присутствии желатина, ДДСН и БГДП гидразином происходит образование наночастиц меди, которые образуют агрегаты, а размеры агрегатов зависят от природы поверхностно-активного вещества.

Литература:

1. Королева М.Ю., Коваленко Д.А., Шкинев В.М. и др. Синтез наночастиц меди, стабилизированных моноолеатом полиоксидиленсорбитана // Журнал неорганической химии, 2011. - Т. 56, №1. - С. 8-12.
2. Егорова Е.М., Ревина А.А., Ростовщикова Т.Н., Киселева О.И. Бактерицидные и каталитические свойства стабильных металлических наночастиц в обратных мицеллах // Вест. Моск. ун-та. - Серия 2, Химия, 2001. - Т. 42. - №5. - С. 332-338.
3. Орозматова Г.Т., Сатывалдиев А.С., Туратбек кызы Н. Влияние поверхностно-активных веществ на устойчивость гидрозолей наночастиц меди // Наука, новые технологии инновации Кыргызстана, 2017, №2. - С. 34-35.
4. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: Свойства и применение. - Л.: Химия, 1981. - 304 с.
5. Авчинникова Е.А., Воробьева С.А. Синтез и свойства наночастиц меди, стабилизированных полиэтиленгликолем // Вестник БГУ, 2013. - Серия 7. - №3. - С. 12-16.

Рецензент: к.хим.н., доцент Жаснакунов Ж.К.