

*Жаснакунов Ж.К., Абдираимова Г.А., Сатывалдиев А.С.*

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН КҮМҮШ ЖАНА  
ЖЕЗДИН НАНОКОМПОЗИТИН СИНТЕЗДӨӨ**

*Жаснакунов Ж.К., Абдираимова Г.А., Сатывалдиев А.С.*

**СИНТЕЗ НАНОКОМПОЗИТОВ СОДЕРЖАЩИХ СЕРЕБРО И МЕДЬ  
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ**

*Z.K. Zhasnakunov, G.A. Abdiraimova, A.S. Satyvaldiev*

**SYNTHESIS OF NANOCOMPOSITES CONTAINING SILVER AND COPPER  
BY THE METHOD OF ELECTROSPARK DISPERSION**

УДК: 546.56+546.57

*Рентгенофазалык анализ жана электрондук микроскопия методдору менен күмүш жана жезди бирге электр учкундук дисперстөөдөн, суюктук чөйрөнүн табиятына карабастан, күмүш менен жездин нанодисперстүү бөлүкчөлөрүнөн турган, нанокөмпозит калыптанаары аныкталды. Гександа алынган күмүш менен жездин нанокөмпозитинин бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү, суу чөйрөсүндө калыптанган бөлүкчөлөрүнө салыштырмалуу кенири өлчөмдү камтыйт.*

**Негизги сөздөр:** *электр учкундук дисперстөө, күмүш жана жездин нанокөмпозити, бөлүкчөлөрдүн өлчөмү, кристаллдык түзүлүшү.*

*Методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлено, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди, независимо от природы жидкой среды, происходит образование нанокөмпозита, состоящего из нанодисперсных частиц серебра и меди. Частицы нанокөмпозита серебра и меди, полученные в гексане имеют более широкое распределение по размерам по сравнению с частицами, полученными в среде воды.*

**Ключевые слова:** *электроискровое диспергирование, нанокөмпозит серебра и меди, размеры частиц, кристаллическая структура.*

*By means of X-ray phase analysis and electron microscopy, it is established that the joint electrospark dispersion of silver and copper, regardless of the nature of the liquid medium, produces a nanocomposite consisting of nanodispersed particles of silver and copper. The nanocomposite particles of silver and copper obtained in hexane have a broader distribution in size compared to particles obtained in a water medium.*

**Key words:** *electro-dispersion, nanocomposites silver and copper, sizes particles, lattice parameters, crystalline structure.*

Бинарные металлические системы на основе серебра представляет большой интерес в химии и биологии в связи с тем, что открылись новые перспективные возможности практического использования нанокөмпозитов во многих областях науки и техники. Нанокөмпозиты на основе серебра используется в качестве электропроводящего материала в полимерных и металлокерамических композитах, электронике, в качестве катализаторов, в химических источниках тока, ювелирной промышленности, медицине и т.д.

Нанокөмпозиты бинарных металлических систем получают как физическими, так и химическими

методами [1]. Некоторые из них требуют предварительного плавления двух одноэлементных веществ, другие предполагают приготовления водных растворов [2].

Для получения бинарных металлических систем определенный интерес представляет электроискровое диспергирование, т.к. энергия в основном затрачивается на разрушение металлических электродов с формированием метастабильных фаз какими являются наноструктурированные материалы [3].

Преимуществом представляемого метода является возможность комплексного воздействия различных видов физического воздействия на твердое тело с целью его наноструктурирования, встречающихся в уже известных способах [4].

Для синтеза порошка нанокөмпозита диспергировали электродов, изготовленную из серебра и меди. Дистиллированную воду или гексана использовали как среда.

Продукты, полученные при диспергировании электродов, отделяется от жидкой фазы центрифугированием и высушивается при 80<sup>0</sup>С.

Фазовый состав полученных продуктов определен методом рентгенофазового анализа. Для определения дисперсности и морфологию синтезированных порошков использован метод электронной микроскопии. Для определения размеров нанокөмпозита серебра и меди из анализа его микрофотографии использована компьютерная программа ImageJ и составлена гистограмма частиц нанокөмпозита.

Дифрактограммы образцов полученных при совместном диспергировании серебра и меди в воде и в гексане приведены на рисунке 1, а результаты их расчета в таблице 1.

Результаты расчета дифрактограммы образца полученной в воде показывают, что продукт состоит из металлических серебра, меди и оксида (I) меди. Среднее значение параметра решетки серебра и меди, составляет соответственно 0,406 нм и 0,364 нм (табл. 1). Расчеты показывают, что значение параметра кристаллической решетки серебра и меди соответствует для массивных металлов [5]. Отсюда можно предположить о том, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди в воде не образуется твердый раствор или интерметаллиды. Это указывает на то, что формируются нанокөмпозиты серебра и меди.

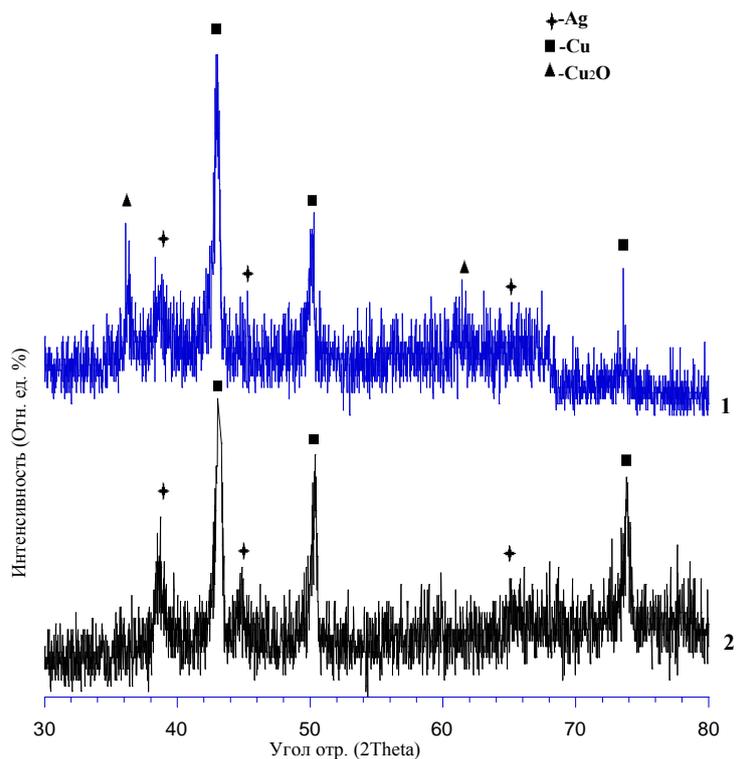


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в воде (1) и гексане (2).

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в воде (1) и гексане (2)

№	Экспериментальные данные			Фазовый состав					
				Ag		Cu		Cu <sub>2</sub> O	
	2θ	I	d, Å	hkl	a, нм	hkl	a, нм	hkl	a, нм
1									
1.	36,12	53	2,4721					111	0,428
2.	38,34	44	2,3476	111	0,407				
3.	42,94	100	2,1062			111	0,365		
4.	44,74	33	2,0255	200	0,405				
5.	50,26	34	1,8153			200	0,363		
6.	61,46	37	1,5086					220	0,427
7.	65,14	31	1,432	220	0,405				
8.	73,58	41	1,2872			220	0,364		
2									
1.	38,5	37	2,3382	111	0,405				
2.	43,22	100	2,0932			111	0,363		
3.	44,74	26	2,0255	200	0,405				
4.	50,38	50	1,8112			200	0,362		
5.	65,04	24	1,434	220	0,406				
6.	73,82	45	1,2836			220	0,363		
7.	77,64	31	1,2297	311	0,408				

Из литературы известно [6], что в системе Ag-Cu существует ограниченная растворимость. На равновесной фазовой диаграмме при 780°C максимальная растворимость Ag в Cu достигается до 15 ат.%, а Cu в Ag до 5 ат%. Поэтому при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди в среде воды образуется наноккомпозиты.

В результате частичного окисления меди под действием кислорода, выделяющегося при разложении молекулы воды в условиях электроискрового диспергирования, в составе продукта появляется оксид одновалентной меди  $Cu_2O$ .

Анализ микрофотографии (рис. 3) показывает, что продукт совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в воде представляет собой полидисперсную систему, состоящую из наночастиц и их агрегатов.

Анализ гистограммы (рис. 2) показывает, что в составе продукта преобладают частицы с размерами 20-40 нм.

Совместное электроискровое диспергирование серебра и меди проводилось также в среде гексана. Данные рентгеновской дифрактометрии продукта (рис. 1) свидетельствуют о формировании наночастиц серебра и меди ГЦК структурой. Среднее значение параметров решетки серебра и меди составляет соответственно 0,406 нм и 0,363 нм (табл. 1). В составе продукта отсутствуют оксидные и гидроксидные фазы.

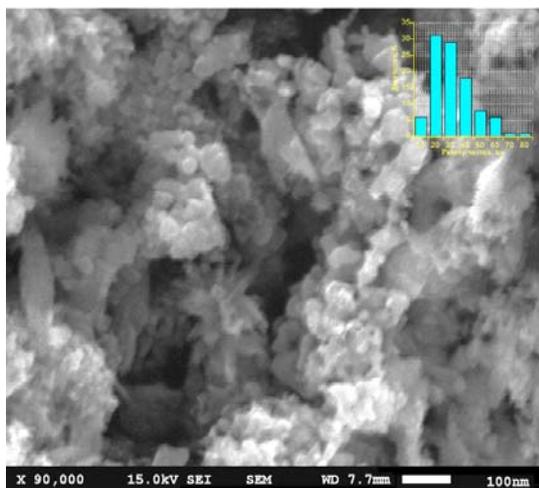


Рис. 2. Микрофотография и гистограмма порошка наноккомпозита серебра и меди, полученной в воде.

Это связано с тем что, при электроискровом диспергировании серебра и меди в гексанае формируется стабилизирующий углеродный слой на поверхности наночастиц композита [7].

Возникновение подобных капсул обусловлено каталитическими свойствами наночастиц металлов. При взаимодействии с аморфным углеродом, образовавшимся при термическом распаде молекул гексана в условиях искрового разряда, наночастицы металлов формируют вокруг себя углеродную оболочку [8].

На рисунке 3 приведена микрофотография и гистограмма продукта, полученного в гексанае. Анализ микрофотографии показывает, что частицы обра-

зуют агрегаты, состоящие из более мелких фракций. Анализ гистограммы (рис. 3) показывает преобладающие частицы с размерами 20, 30 и 40 нм.

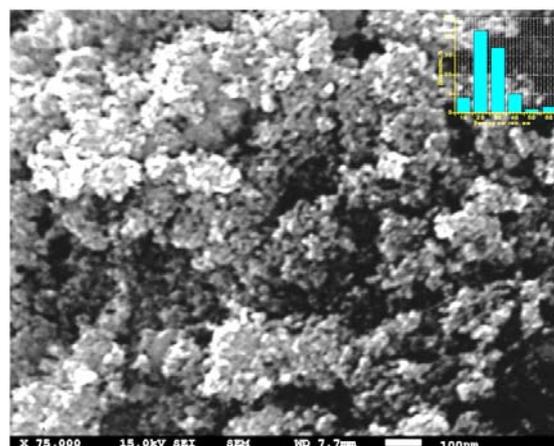


Рис. 3. Микрофотография и гистограмма порошка наноккомпозита серебра и меди, полученной в воде.

Частицы наноккомпозита, полученные в гексанае имеют широкое распределение по сравнению с частицами, полученными в воде. Это связано с тем что, в гексанае наночастицы металлов стабилизируются углеродной оболочкой, поэтому увеличивается размер наночастиц.

Таким образом, установлено, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди, происходит образование наноккомпозита, состоящего из наночастиц серебра и меди.

#### Литература:

1. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - М.: Химия, 2000. - 672 с.
2. Бадамшина Э.Р. Модифицирование углеродных нанотрубок и синтез полимерных композитов с их участием / Э.Р. Бадамшина, М.П. Гафурова, Я.И. Эстрин // Успехи химии. - 2010. - Т. 79, №11. - С. 1027-1063.
3. Лазаренко Б.Р. Лазаренко Н.И. Электрическая эрозия металлов. - М.-Л.: Госэнергоиздат, 1944. - 28 с.
4. Якушко Е.В., Муратов Д.Г., Кожитов Л.В., Попкова А.В., Пушкарев М.А. Формирование наноккомпозитов Ni/C на основе полиакрилонитрила под действием ИК-излучения // Изв. ВУЗов: Материалы электронной техники, 2013, №1. - С. 61-65.
5. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. - М., 1994. - 328 с.
6. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник: в 3 т.: Т.1 / Под общей ред. Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1996. - 992 с.: ил.
7. Кожитов Л.В., Козлов В.В., Костишин В.Г., Попкова А.В. Получение и свойства углеродных нанокристаллических материалов и многофункциональных металлополимерных наноккомпозитов // X Юбилейная Межд. науч. конф. «Химия твердого тела: наноматериалы, нанотехнологии». - Ставрополь, 2010. - С.71-98.
8. Kozhitov L.V., Kozlov V.V., Kostikova A.V., and Popkova A.V. Novel Metal Carbon Nanocomposites and Carbon Nanocrystalline Material with Promising Properties for the Development of Electronics // Russian Microelectronics, 2013, Vol. 42, №8, pp. 498-507.

Рецензент: к.хим.н., профессор Сагындыков Ж.