

Жаснакунов Ж.К., Аскарбекова А.А., Сатывалдиев А.С.

МЕТАЛЛДАРДЫН НАНОБӨЛҮКЧӨЛӨРҮНҮН ДИСПЕРСТҮҮЛҮГҮНӨ ТУРУКТАШТЫРГЫЧТЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ

Жаснакунов Ж.К., Аскарбекова А.А., Сатывалдиев А.С.

ВЛИЯНИЕ СТАБИЛИЗАТОРА НА ДИСПЕРСНОСТЬ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ

Zh.K. Zhasnakunov, A.A. Askarbekova, A.S. Satyvaldiev

EFFECT OF A STABILIZER ON THE DISPERSION OF METAL NANOPARTICLES

УДК: 546.56+546.57

Катуу телолорго энергетикалык эффективдүү таасирлердин бири электр учкундук дисперстөө болуп эсептелет. Электр эрозиянын энергетикалык таасири ток өткөрүүчү материалдарды бууга жана балкымага айлантат. Андан калыптанган бөлүкчөлөр, майдаланган материалдын табиятына жана чөйрөгө жараша аракеттенишет. Рентгенофазалык анализ жана электрондук микроскопия методдору менен күмүш жана жезди электр учкундук дисперстөөдөн өлчөмү 10 нанометрден кичине болгон нанобөлүкчөлөрдүн агрегаттары пайда болоору жана алар тоголок формада экендиги аныкталды. Желатин чөйрөсүндө алынган күмүш менен жездин нанобөлүкчөлөрүнүн, сууда алынган нанобөлүкчөлөргө караганда өлчөмдөрүнүн бирдей болушу, желатиндин бөлүкчөнүн сыртынан кабыкча пайда кылгандыгына байланыштуу, алар агрегацияга аз дуушар болгондугу менен түшүндүрүлөт жана бөлүкчөлөр майда болот.

Негизги сөздөр: күмүштүн нанобөлүкчөлөрү, жездин нанобөлүкчөлөрү, бөлүкчөлөрдүн өлчөмү, кристаллдык түзүлүшү, чөйрө, агрегаттар, таасири.

Одним из эффективных высокоэнергетических воздействий на твердое тело является электроискровое диспергирование. Энергия единичного энергетического воздействия электрической эрозии, превращает в пар и расплав любой токопроводящий материал. Из расплава и пара происходит формирование частиц, которые затем могут взаимодействовать со средой с образованием или без образования химических соединений в зависимости от сродства диспергируемого материала к компонентам окружающей среды. Методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлено, что при электроискровом диспергировании меди и серебра образуются наноразмерные частицы с размерами менее 10 нм, которые образуют агрегаты, в основном сферической формы. Узкое распределение размеров наночастиц меди и серебра полученные в присутствии желатина по сравнению с наночастицами полученные в воде связаны с тем, что желатин, образуя на поверхности наночастиц меди защитную пленку, предотвращает агрегацию и снижает средний размер наночастиц.

Ключевые слова: наночастицы серебра, наночастицы меди, размеры частиц, кристаллическая структура, среда, агрегаты, воздействие.

One of the effective high-energy effects on a solid is electrospark dispersion. The energy of a single energy effect of electrical erosion turns any conductive material into steam and melt. Particles are formed from the melt and vapor, which can then interact with the medium with or without the formation of chemical compounds, depending on the affinity of the material being dispersed to the environment components. Using X-ray analysis and electron microscopy, it has been established that electrically dispersed copper and silver produce nanosized particles with sizes less than 10 nm, which form aggregates, mostly spherical in shape. The narrow size distribution of copper and silver nanoparticles obtained in the presence of gelatin compared to nanoparticles obtained in water is due to the fact that gelatin, forming a protective film on the surface of copper nanoparticles, prevents aggregation and reduces the average size of nanoparticles.

Key words: silver nanoparticles, copper nanoparticles, particle sizes, crystal structure, medium, aggregates, impact.

Наиболее актуальной и стремительно развивающейся областью современной науки на сегодняшний день является нанотехнология, которая вызывает интерес не только обилием новых фундаментальных проблем и явлений, но и возможностью создания на базе уже известных явлений принципиально новых материалов, обладающих широкими функциональными возможностями. Такие системы могут найти применение в опто- и нанoeлектронике, информационных технологиях, в измерительной технике и т.д.

Определенный интерес представляет изучение диспергирования серебра и меди в условиях искрового разряда, т.к. метод обладает рядом преимуществ [1].

Для синтеза наночастиц металлов использована установка, разработанная нами для проведения экспериментов [2].

Электроэрозии электродов проводили при следующих электрических параметрах установки; напряжение - 220 В, частота - 50 Гц, емкость конденсатора - 2 мкф.

В качестве среды использованы дистиллированная вода и 0,2% водный раствор желатина.

Твердая часть, отделенная от жидкой фазы, промывалась и высушивалась.

Фазовый состав продуктов диспергирования металлов определяли на дифрактометре RINT-2500 HV. Для определения дисперсности продуктов ис-

пользован сканирующий электронный микроскоп JOEL JSM-7600F.

На рисунках 1 и 2 показаны дифрактограммы продуктов, а результаты их обработки в таблицах 1 и 2.

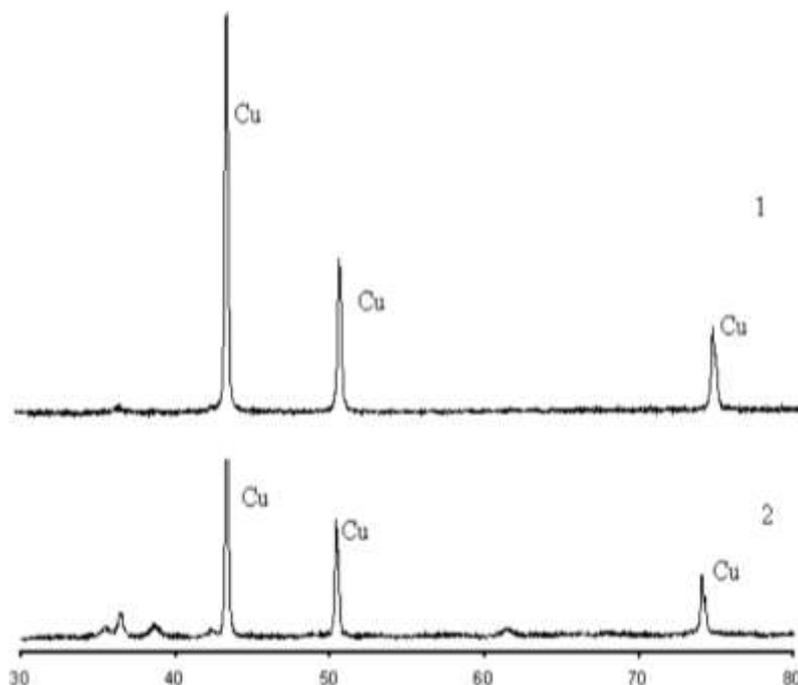


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов диспергирования меди в воде (1) и 0,2% растворе желатина (2).

Обработка данных показывает, что фазовый состав продуктов независим от жидкой среды. При электроэрозии меди в воде и растворе желатина основным продуктом является металлическая медь. На дифрактограммах также имеются линии оксида (I)

меди [4]. Результаты расчета дифрактограмм показывают, что продуктом электроискрового диспергирования меди является высокодисперсная медь (таблица 1).

Таблица 1

Результаты обработки дифрактограмм продуктов диспергирования металлов

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
			Cu	
	I	d, Å°	hkl	a, Å°
Вода				
1	100	2,0838	111	3,611
2	40	1,8065	200	3,613
3	32	1,2760	220	3,614
0,2% раствор желатина				
1	100	2,0845	111	3,612
2	39	1,8075	200	3,615
3	31	1,2766	220	3,615

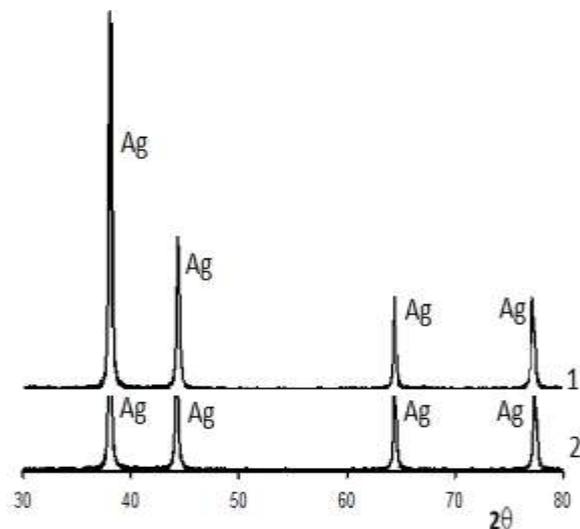


Рис. 2. Дифрактограммы продуктов диспергирования серебра в воде (1) и 0,2% растворе желатина (2).

Анализ дифрактограмм показывает, что фазовый состав продуктов не зависит от среды. При электроэрозии серебра в воде и 0,2% растворе желатина образуется металлическое серебро [5]. Результаты расчета показывают, что продуктом электроэрозии серебра является наночастицы серебра (табл. 2).

Таблица 2

Результаты обработки дифрактограммы продуктов диспергирования серебра.

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
	I	d, нм	Ag	
			hkl	a, нм
Вода				
1	100	0,23611	111	0,4091
2	37	0,20454	200	0,4092
3	20	0,14451	220	0,4090
4	21	0,12331	311	0,4091
0,2% раствор желатина				
1	100	0,23620	111	0,4092
2	35	0,20441	200	0,4088
3	22	0,14460	220	0,4090
4	22	0,12333	311	0,4090

На рисунках 3 и 4 представлены микрофотографии продуктов электроэрозии меди в воде и 0,2% растворе желатина.

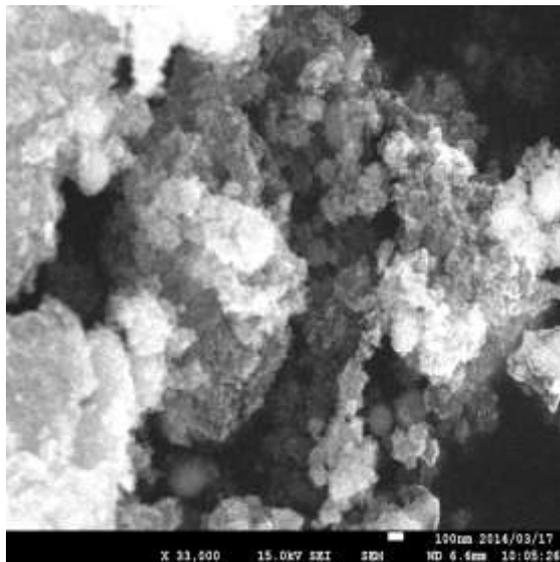


Рис. 3. Микрофотография наночастиц меди, полученной при диспергировании меди в воде.

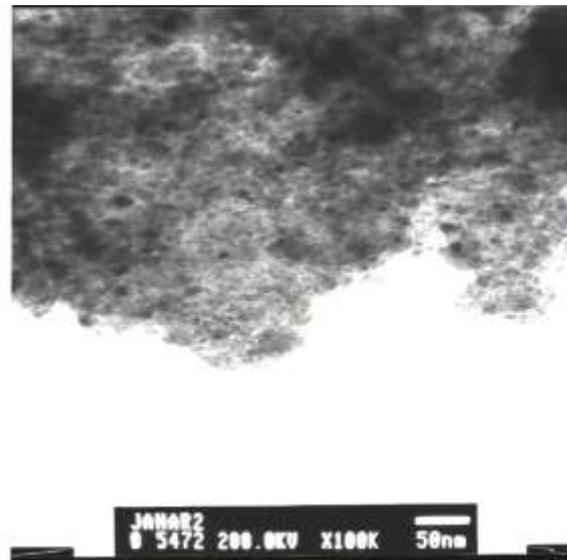


Рис. 4. Микрофотография наночастиц меди, полученной при диспергировании меди в 0,2% растворе желатина (просвечивающий электронный микроскоп).

Анализ фотографий продуктов электроэрозии меди показывает, что дисперсность меди не зависит от среды. Образец состоит из металлических наночастиц с размерами частиц менее 10 нм.

Фотографии наночастиц серебра, полученных методом электроэрозии серебра представлены на рисунках 5 и 6.

Фотографии показывает, что образец серебра представляют собой систему, состоящую из агрегатов разных размеров менее 10 нм.

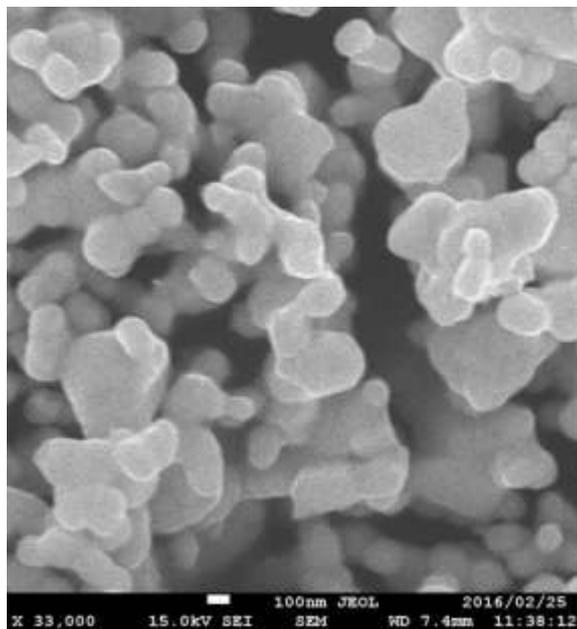


Рис. 5. Микрофотография наночастиц серебра, полученной при диспергировании серебра в воде.

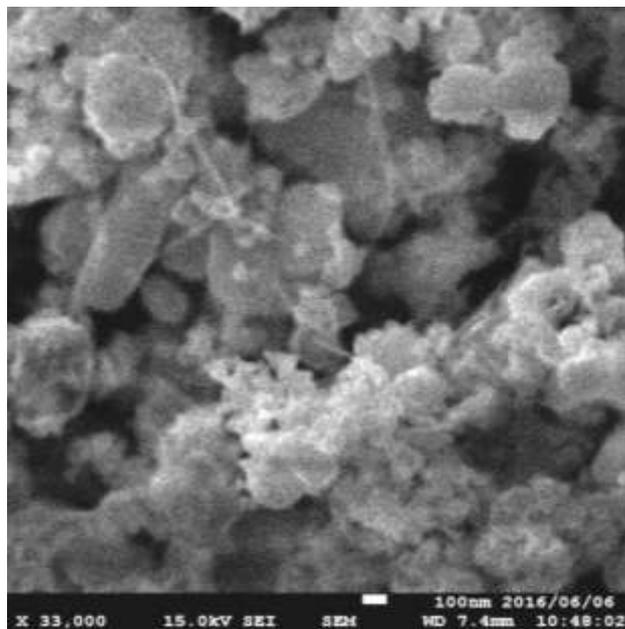


Рис. 6. Микрофотография наночастиц серебра, полученной при диспергировании серебра в 0,2% растворе желатина.

Методами рентгенофазового анализа и микроскопии установлено, что при электроэрозии металлов образуются наночастицы менее 10 нм, которые образуют агрегаты сферической формы. Такое узкое распределение размеров наночастиц полученные в желатине по сравнению с наночастицами полученными в воде связаны с тем, что желатин, образуя на поверхности наночастиц меди защитную пленку, предотвращает агрегацию и снижает средний размер наночастиц. Сравнительный анализ показал, что наночастицы меди склонны к некоторой агрегации, даже в присутствии стабилизатора.

Литература:

1. Асанов У.А. Физико-химические процессы в плазме искрового разряда, создаваемого в жидких диэлектриках. - Бишкек, 2001. - 403 с.
2. Жаснакунов Ж.К., Сатывалдиев А.С. Способ получения нанокompозита серебра и меди // Патент КР №2100 Патентообладатели Ж.К. Жаснакунов и А.С. Сатывалдиев. 2018. - Бюл. № 10.
3. Жаснакунов Ж.К., Сатывалдиев А.С. Синтез стабилизированных нанокompозитов серебра и меди методом химического восстановления // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2019. - №1. - С.53-59.
4. Сайкова С.В., Воробьев С.А., Николаева Р.Б., Михлин Ю.Л. Определение условий образования наночастиц меди при восстановлении ионов Cu^{2+} растворами гидрата гидразина // Журнал Общей химии, 2010. - Т. 80 - Вып. 6. - С. 952-957.
5. Карпов С.В., Герасимов В.С., Грачева А.С., Исаев И.Л. и др. Экспериментальные проявления взаимосвязи локальной структуры агрегатов наночастиц серебра и их спектров поглощения // Коллоидный журнал, 2007 - т.69, №2. - С. 190-200.
6. Толмачев Т.П., Пилюгин В.П., Солодова И.П., Анчаров А.И. и др. Механическое формирование сплавов из элементов порошков Cu-Ag, Cu-S и их свойства при вылеживании и последующих нагревах // Вестник ЮУрГУ, Серия «Металлургия», 2013, т. 13, №1. - С.115-121.