

*Бообекова А.А., Сатывалдиев А.С.*

**ЖЕЗДИ ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ  
ПРОДУКТУЛАРЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫНЫН СУЮК ЧӨЙРӨНҮН  
ЖАРАТЫЛЫШЫНАН КӨЗ КАРАНДЫЛЫГЫ**

*Бообекова А.А., Сатывалдиев А.С.*

**ЗАВИСИМОСТЬ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО  
ДИСПЕРГИРОВАНИЯ МЕДИ ОТ ПРИРОДЫ ЖИДКОЙ СРЕДЫ**

*A.A. Boobekova, A.S. Satyvaldiev*

**EFFECT OF LIQUID NATURE ON PHASE STRUCTURE OF COPPER PRODUCTS  
SYNTHESIZED BY ELECTROSPARK DISPERSION**

УДК: 621.9.048: 541.182: 546.56

*Жезди электр учкундук дисперстөө продуктуларынын фазалык курамы суюк чөйрөнүн жаратылышынан көз карандылыгы аныкталган. Жездин күкүмдөрүнөн турган бир фазалуу продукт гександа пайда болот.*

**Негизги сөздөр:** жез, электр учкундук дисперстөө, гексан, спирт, суу, желатиндин 0,2%-эритмеси, фазалык курам.

*Установлено, что на фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди влияет природа жидкой среды. Однофазный продукт, состоящий только из порошка меди образуется в гексане.*

**Ключевые слова:** медь, электроискровое диспергирование, гексан, спирт, вода, 0,2%-растворе желатини, фазовый состав.

*It is found that the phase structure of copper products synthesized by electrospark dispersion is affected by the nature of the liquid. Monophase pure copper powder was formed in hexane.*

**Key words:** copper, electrospark dispersion, hexane, alcohol, water, 0,2% solutions gelatin, phase structure.

Нанодисперсные порошки меди находят применение в качестве металлоплакирующей добавки в моторные масла, для создания электропроводящих клеев, высокотемпературной сверхпроводящей керамики, в катализе и химической промышленности, а также в медицине [1].

Одним из методов, позволяющих получать нанопорошки меди в коммерческих масштабах, является электрический взрыв проводников - неравновесный процесс, при котором материал проводника под действием импульсного электрического тока большой плотности нагревается до высоких температур и диспергируется с последующим формированием наночастиц [2]. Для предотвращения разогрева и спекания после получения в среде инертных газов нанопорошки металлов пассивируют медленным контролируемым напуском воздуха в разрядную камеру, в результате чего формируется защитная оксидная оболочка.

Считается, что пассивированные нанопорошки металлов относительно устойчивы к окислению при хранении. Свежеприготовленные электровзрывные нанопорошки меди характеризуются широким распределением частиц по размерам в интервале от 100 до 2000 нм, площадью удельной поверхности ~ 5 - 10

м<sup>2</sup>/г. Толщина поверхностного оксидного слоя достигает 15 нм, содержание металлической меди составляет 80-85%. При длительном хранении НП меди медленно окисляются, при этом происходит рост толщины оксидного слоя на поверхности частиц и увеличивается степень кристалличности оксидов. Согласно данным [3] возможно полное окисление частиц мелкой фракции.

В этом плане определенный интерес для получения нанопорошков меди представляет использование метода электроискрового диспергирования, который характеризуется одностадийностью, простотой аппаратного оформления. На стабильность нанодисперсных порошков металлов, полученных в условиях искрового разряда, определенное влияние оказывает их высокоскоростная закалка в условиях диспергирования [4].

Ранее [5] нами показаны возможности получения наноразмерного никеля в условиях электроискрового диспергирования.

Целью настоящей работы является изучение фазового состава продуктов электроискрового диспергирования меди в различных жидких средах.

Для получения нанопорошков меди в условиях электроискрового диспергирования нами использована лабораторная установка с одиночными электродами, где искровой разряд создается с помощью РС-генератора [6]. Электроды были изготовлены из меди с чистотой 99,9% и помещены в реактор с объемом 100 мл, заполненный жидкостью. В качестве диэлектрической среды были использованы гексан, этиловый спирт (96%), вода и 0,2%-раствор желатини.

Продукты электроискрового диспергирования меди находятся в составе твердой фазы, поэтому она отделялась от жидкой фазы декантацией. Продукты промывались этиловым спиртом и высушивались.

Фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди изучен методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы продуктов снимались на дифрактометре ДРОН-3 на медном излучении.

Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования меди представлены на рисунке 1, а результаты расчета дифрактограмм приведены в таблицах 1-3.

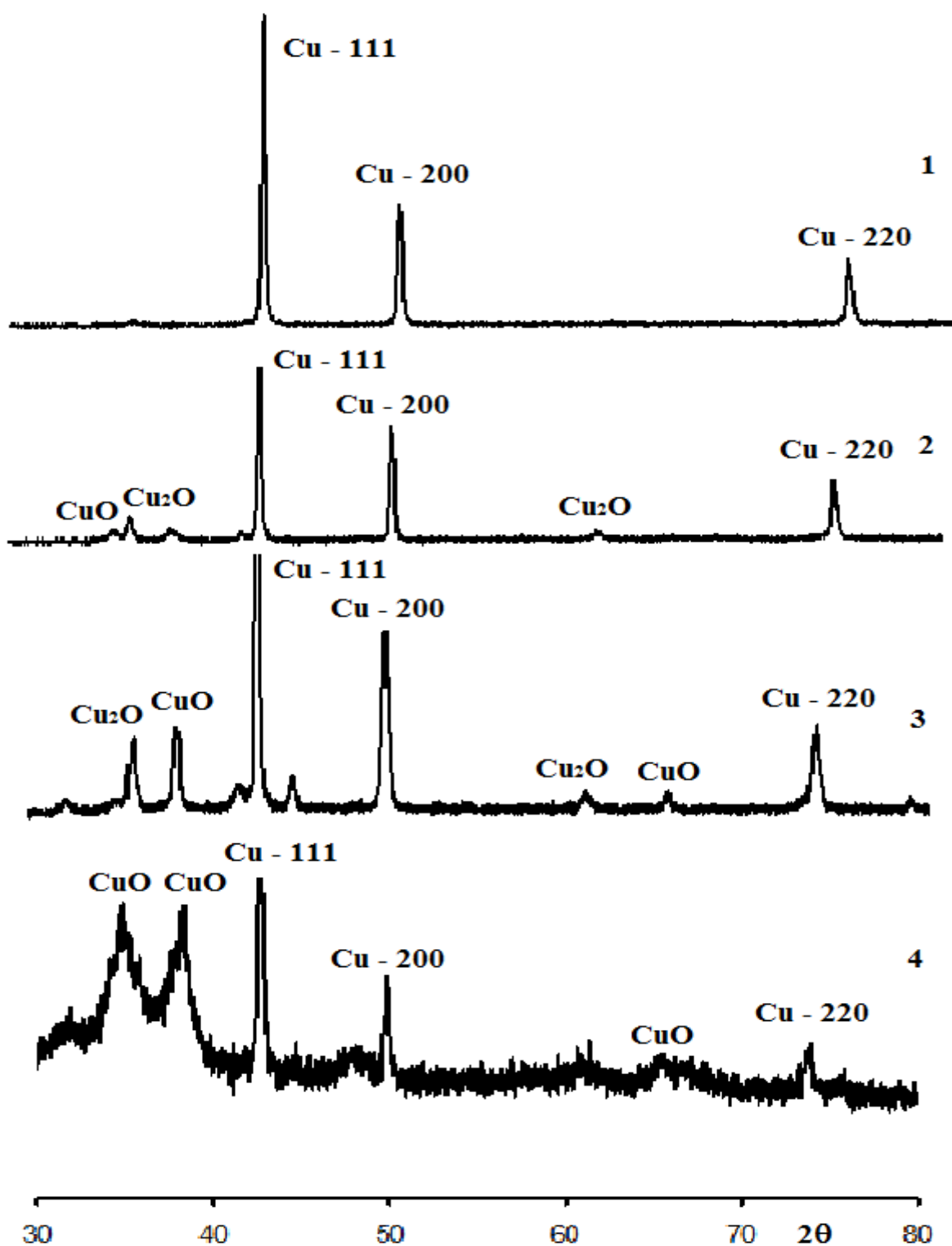


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования меди в гексане (1), спирте (2), воде (3) и 0,2%-растворе желатины (4).

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования меди в гексане

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
	I	d, A°	Cu	
			hkl	a, A°
1	100	2,0886	111	3,617
2	41	1,8092	200	3,618
3	22	1,2792	220	3,618

Таблица 2

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования меди в спирте

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
	I	d, A°	Cu		Cu <sub>2</sub> O		CuO	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°	hkl	d, A°
1	7	2,5081					002	2,52
2	8	2,4525			111	4,248		
3	6	2,3117					200	2,30
4	6	2,1203			200	4,241		
5	100	2,0886	111	3,617				
6	42	1,8092	200	3,618				
7	6	1,5042			220	4,254		
8	24	1,2795	220	3,619				

Анализ и расчет дифрактограмм показывают, что фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди зависит от природы жидкой среды. Продукт, полученный при электроискровом диспергировании меди в гексане, состоит из одной фазы, которая представляет собой металлическая медь (рис., табл.1). При электроискровом диспергировании меди в спирте часть частиц меди взаимодействуют с продуктами термического разложения молекул спирта кислородом с образованием оксидов, но главной фазой является высокодисперсная медь (рис., табл.2). Продукт, полученный в воде, также состоит из трех фаз (рис., табл.3). Главной фазой является высокодисперсный порошок меди. Содержание оксидов меди в этом продукте значительно больше, чем в продукте, полученном в спирте. При электроискровом диспергировании меди в 0,2%-растворе желатини образует продукт, состоящий из двух фаз. Основной фазой является металлическая медь, а второй фазой - оксид меди CuO.

Необходимо отметить о том, что во всех средах основным компонентом продуктов является высокодисперсный порошок меди. Медь характеризуется кубической решеткой. Значение параметра решетки полученных порошков меди приведено в таблице 5.

Таблица 3

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования меди в воде

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
	I	d, A°	Cu		Cu <sub>2</sub> O		CuO	
			hkl	a, A°	hkl	d, A°	hkl	d, A°
1	9	2,7210					110	2,76
2	23	2,5095					002	2,52
3	24	2,3500					200	2,30
4	13	2,1580			200	4,316		
5	100	2,1193	111	3,671				
6	45	1,8296	200	3,659				
7	11	1,5175			220	4,292		
8	11	1,4227					022	1,41
9	25	1,2857	220	3,636				

Таблица 4

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования меди в 0,2%-растворе желатини

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав			
	I	d, A°	Cu		CuO	
			hkl	a, A°	hkl	d, A°
1	12	2,7871			110	2,76
2	61	2,5721			002	2,52
3	57	2,3464			200	2,30
4	100	2,1175	111	3,668		
5	18	1,8820			202	1,85
6	48	1,8296	200	3,659		
7	14	1,5104			113	1,50
8	14	1,4181			023	1,41
9	21	1,2842	220	3,632		

Таблица 5

Зависимость параметра решетки (a) высокодисперсных порошков меди, синтезированных методом электроискрового диспергирования, от природы жидкой среды

№	Жидкая среда	Фазовый состав	a, A°
1	Гексан	Cu	3,618
2	Спирт	Cu, Cu <sub>2</sub> O, CuO	3,618
3	Вола	Cu, Cu <sub>2</sub> O, CuO	3,655
4	0,2%-раствор желатини	Cu, CuO	3,653

Порошки меди, полученные в воде и 0,2%-растворе желатини, характеризуются высоким значением параметра решетки. Это, возможно, связано с образованием на поверхности частиц меди оксидного слоя.

Таким образом, на фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди влияет природа жидкой среды. Однофазный продукт, состоящий только из порошка меди образуется в гексане. В этиловом спирте, воде и 0,2%-растворе желатини, кроме порошков меди, образуются также оксиды меди.

**Литература:**

1. Амелькович Ю.А., Назаренко О.Б., Сечин А.И., Фрянова К.О. Диагностика изменений состава и свойств нанопорошков меди после длительного хранения // Контроль. Диагностика, 2014, №13. - С. 42-46.
2. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2005. - С. 148.
3. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Тихонов Д. В. Особенности получения нанопорошков в условиях электрического взрыва проводников. - Томск: ТПУ, 2013. - С. 223.
4. Байрамов Р.К. Особенности электроискрового диспергирования некоторых металлов//ЖПХ, 2003, т.76, №5. - С. 771-773.
5. Котов С., Бообекова А.А., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н. О возможности получения наноразмерного никеля в условиях электроискрового диспергирования // Известия ВУЗов, 2013, №3. - С.116-118.
6. Асанов У.А., Петренко Б.Я., Денисов А.С. Установка для получения продуктов электроэрозии металлов // АС. № 322249, БН., 1972, №36.

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

---