

Жаснакунов Ж.К., Кызаева Н.М., Сатывалдиев А.С., Абдулазизов Т.А.

Ag ЖАНА Cu ЭЛЕКТРОДДУК ЖУБУНУН ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ ПРОДУКТУЛАРЫ

Жаснакунов Ж.К., Кызаева Н.М., Сатывалдиев А.С., Абдулазизов Т.А.

О ПРОДУКТАХ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПАРЫ Ag И Cu

Zhasnakunov Zh.K., Kyzaeva N.M., Satyvaldiev A.S., Abdulazizov T.A.

ABOUT PRODUCTS OF ELECTRO-DISPERSION ELECTRODE PAIR Ag AND Cu

УДК: 546.56+546.57

Күмүш менен жезди биргеликте гександа жана суда электр учкундук дисперстөө продукталарынын негизги фазасы жездин күмүштөгү кату эритмеси, ал эми экинчи фаза күмүштүн жездеги кату эритмеси болору далилденди. Спирте Cu@Ag биметаллы пайда болот. Катуу эритмелер өлчөмү 20-30 нм нанодисперстүү бөлүкчөлөрдөн турарын электрондук микроскопия ыкмасы менен көрсөтүлдү.

Установлено, что главной фазой продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в гексане и воде является твердый раствор меди в серебре, а второй фазой твердый раствор серебра в меди. В спирте образуется биметалл Cu@Ag. Методом электронной микроскопии показано, что твердые растворы состоят из нанодисперсных частиц с размерами 20-30 нм.

It is established that the main phase of products of electrodispersion of silver and copper in hexane and water is a solid solution of copper in silver, and the second phase is solid solution of silver in copper. In the alcohol bimetal is formed Cu and Ag. Using electron microscopy method it was shown that solid solutions are composed of nanosized particles of 20-30 nm size.

По многим причинам система Ag-Cu представляет научный и практический интерес. К ним относятся близость физико-механических свойств элементов, отсутствие интерметаллических соединений, перспективы электротехнического и медицинского применения, хорошая изученность структуры и свойств как чистых металлов, так и сплавов на их основе [1]. Поэтому определенный интерес представляет изучение поведения системы Ag-Cu в условиях искрового разряда, т.к. метод электроискрового диспергирования обладает рядом технологических и физических преимуществ [2]. Он достаточно прост в аппаратном оформлении, процесс протекает под действием высоких температур (~10000°C) и сопровождается сверхвысокой скоростью охлаждения (>10⁹ K/c), а образующиеся продукты характеризуются высокой дисперсностью [2].

Для получения продуктов системы Ag-Cu использована лабораторная электроэрозионная установка с одиночными электродами. Electrodes were prepared from silver and copper rods with diameter 5-6 mm, length 30-40 mm, and in liquid medium hexane, ethyl alcohol and water. Products of electro-spark dispersion of Ag-Cu system are in solid phase, which is separated from liquid phase by decantation. The separated product is washed with alcohol and then dried in a drying cabinet at 90-100°C. Phase composition of products is studied by X-ray phase analysis, and their diffraction patterns are taken on diffractometer RINT-2500 HV. Dispersibility of products is studied by electron microscopy. Microphotographs of products are taken on emission scanning electron microscope JOELJSM-7600F.

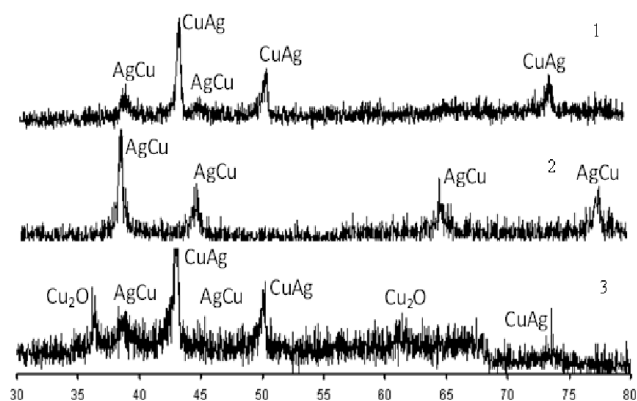


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в гексане (1), спирте (2) и воде (3)

На рис. 1 представлены дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в гексане, а результаты их расчетов в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограмм продуктов электроискрового диспергирования системы Ag-Cu

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
			AgCu		CuAg		Cu ₂ O	
	I	d, А°	hkl	a, А°	hkl	a, А°	hkl	a, А°
Гексан								
1	40	2,3320	111	4,039				
2	100	2,0923			111	3,624		
3	22	2,0161	200	4,032				
4	54	1,8085			200	3,617		
5	53	1,2836			220	3,630		
Спирт								
1	100	2,3535	111	4,076				
2	40	2,0368	200	4,074				
3	45	1,4451	220	4,087				
4	40	1,2319	311	4,086				
Вода								
1	41	2,4655					111	4,270
2	39	2,3197	111	4,018				
3	100	2,1024			111	3,641		
4	28	2,0093	200	4,018				
5	52	1,8166			200	3,633		
6	31	1,5101					220	4,271
7	26	1,2851			220	3,635		

Анализ дифрактограмм показывает, что фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди зависит от природы жидкой среды. В гексане продукт представляет собой двухфазную систему, состоящую из твердых растворов на основе серебра и меди. Результаты расчета параметров кристаллической решетки этих фаз показывают, что они имеют гранцентрированную кубическую (ГЦК) кристаллическую решетку с параметрами соответственно 4,035 А° и 3,624 А° (таб.1). Значение параметра кристаллической решетки первой фазы меньше, чем параметр решетки металлического серебра (4,067 А°), а параметр решетки второй фазы больше параметра решетки меди (3,597 А°). Поэтому первая фаза представляет собой твердый раствор меди в серебре, а вторая фаза – твердый раствор серебра в меди. Из литературы [3] известно, что в системе Ag-Cu существует ограниченная растворимость. На равновесной фазовой диаграмме максимальная растворимость достигается при 780°С Agв Сидо 15 ат.%, Сув Ag до 5 ат%. Твердый раствор на основе меди является основной фазой. В системе Ag-Сине выполняется правило 15% Юм-Розери. Для Ag и Cu, ГЦК-изоструктурных d-переходных металлов с близкими значениями сродства к электрону, относительное отклонение в размерах ионных радиусов составляет до 23%. Большая разница в размерах ионов является причиной ограниченной растворимости в системе Ag-Cu.

Продукт электроискрового диспергирования системы Ag-Cu в спирте состоит из одной фазы с параметром решетки 4,080 А°. Значение параметра решетки данной фазы больше, чем параметр решетки серебра. Возможно, данная фаза представляет собой биметалл Cu@Ag, где ядро состоит из меди, а оболочка из серебра. В результате происходит искажение кристаллической решетки, а это приводит к увеличению параметра.

При электроискровом диспергировании электродной пары Ag-Cu в воде образуется продукт, состоящий из трех фаз. Основной фазой является твердый раствор на основе меди, параметр решетки которого составляет 3,636 А°, второй фазой является твердый раствор меди в серебре с параметром решетки 4,018 А°. В результате частичного окисления меди под действием кислорода, выделяющегося при разложении молекулы воды в условиях электроискрового диспергирования, в составе продукта появляется оксид одновалентной меди Cu₂O.

Различные значения параметров кристаллической решетки для одного и того же твердого раствора указывает на различное соотношение металлов в соответствующем твердом растворе.

В таблице 2 приведено содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди. Это содержание определено на основе расхода электродов при диспергировании. Расход электродов устанавливался взвешиванием электродов до и после процесса.

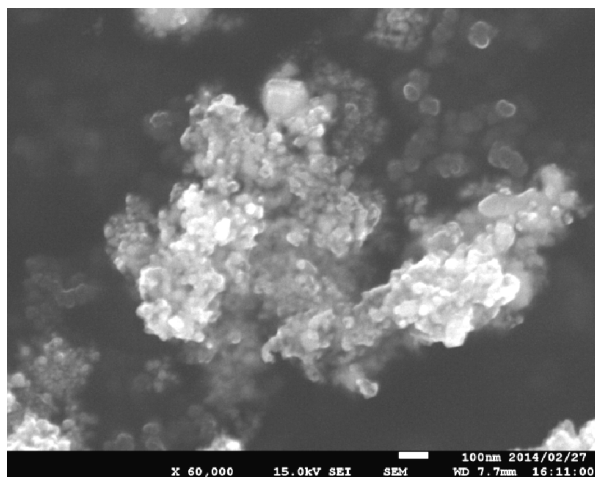
Таблица 2

Содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в жидкой среде

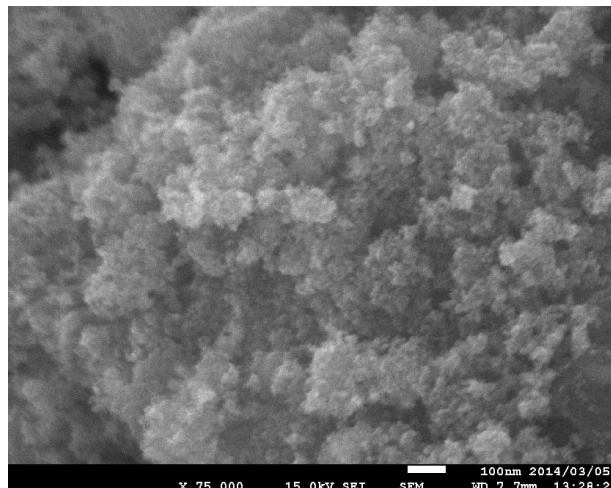
Металлы	Содержание металлов		
	в г	в масс. %	в атом. %
Гексан			
Серебро	0,340	41,00	28,97
Медь	0,490	59,00	71,03
Спирт			
Серебро	0,183	27,56	18,48
Медь	0,481	72,44	81,52
Вода			
Серебро	0,063	13,49	8,69
Медь	0,404	86,51	91,31

Из таблицы 2 видно, что в составе продуктов содержание серебра составляет от 8 до 29% (ат.) в зависимости от природы жидкой среды, а содержание меди превышает количество серебра 3-10 раза. Это указывает на то, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди диспергируемость меди значительно выше, чем серебра. Поэтому в составе продуктов основными фазами являются твердые растворы на основе меди.

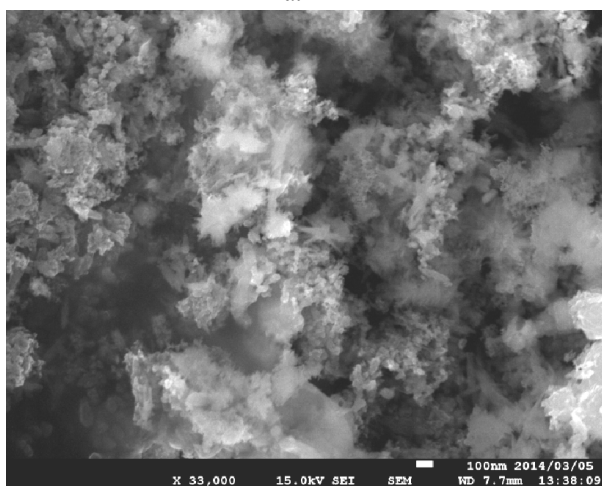
Определенный интерес представляет изучение дисперсности продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди, поэтому их микрофотографии представлены на рис. 2.



а.



б.



в.

Рис. 2. Микрофотографии продуктов совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в гексане (а), спирте (б) и воде (в)

Из анализа микрофотографий видно, что продукты совместного электроискрового диспергирования серебра и меди в гексане, спирте и воде представляют собой нанодисперсную систему. Не зависимо от природы жидкой среды частицы имеют размеры 20-30 нм и они образуют агрегаты различных размеров и форм.

Таким образом, методами рентгенофазового анализа установлено, что при совместном электроискровом диспергировании серебра и меди в гексане и воде образуются ограниченные твердые растворы меди в серебре и серебра в меди, не превышающие концентрационные пределы диаграммы состояния системы Ag-Cu, а в спирте образуется одна фаза представляющая собой биметалл данной системы. Методом электронной микроскопии показано, что продукты совместного электроискрового диспергирования серебра и меди представляют собой нанодисперсную систему с размерами частиц 20-30 нм.

Литература:

1. Толмачев Т.П., Пилюгин В.П., Солодова И.П., Анчаров А.И. и др. Механическое формирование сплавов из элементов порошков Cu-Ag, Cu-C и их свойства при вылеживании и последующих нагревах//Вестник ЮУрГУ, Серия «Металлургия», 2013, т.13, №1. – С.115-121.
2. Дубовой А.Г., Перекос А.Е., Лавренко В.А., Руденко Ю.М. и др. Влияние магнитного поля на фазово-структурное состояние и магнитные свойства высокодисперсных порошков Fe, полученных электроискровым диспергированием // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии, 2013, №1. – С.131-140.
3. Диаграммы состояния двойных металлических систем/Под ред. Н.П. Лякишева.– М.: Машиностроение, 1997, т.1.– 992 с.

Рецензент : к.х.н., доцент Молдошев А.М.