

Сатывалдиев А.С., Садикалиева С.О., Осмонканова Г.Н.

**ЖЕЗ МЕНЕН КАЛАЙДЫН БИРГЕ ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ
ПРОДУКТУЛАРЫ**

Сатывалдиев А.С., Садикалиева С.О., Осмонканова Г.Н.

**ПРОДУКТЫ СОВМЕСТНОГО ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ
МЕДИ И ОЛОВА**

A.S. Satyvaldiev, S.O. Sadikalieva, G.N. Osmonkanova

PRODUCTS OF JOINT ELECTRO-DISPERSION OF COPPER AND TIN

УДК: 536.46:541.182

Установлено, что основной фазой продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова является твердый раствор металлов, имеющий тетрагональную решетку. Методом электронной микроскопии показано, что продукты состоят из нанодисперсных частиц с размерами 20-30 нм.

Жез менен калайдын бирге электр учкундук дисперстөө продуктуларынын негизги фазасы тетрагалдык торчого ээ металлдардын катуу эритмеси экендиги аныкталды. Продуктулар өлчөмү 20-30 нм нанодисперстүү бөлүкчөлөрдөн турары электрондук микроскопия ыкмасы менен көрсөтүлдү.

It has been established that the main phase of products of joint electro-dispersion of copper and tin is a solid solution of metal having a tetragonal lattice. By the method of electron microscopy was demonstrated that the product consisted of nanosized particles sizes of 20-30 nm.

Диаграмма состояния системы Cu-Sn является очень сложной. В данной системе существуют восемь фаз: (Cu), β , γ , δ (Cu₄₁Sn₁₁), ζ , ϵ (Cu₃Sn), η , (Sn) [1]. Три фазы β , γ и η образуются по перитектическим реакциям при температурах 798, 755 и 415°C соответственно. Остальные три фазы δ , ζ , ϵ образуются в результате превращений в твердом состоянии. При этом фаза ϵ образуется при температуре 676°C из фазы γ по реакции $\gamma \leftrightarrow \epsilon$, а фазы δ , ζ образуются по перитектоидным реакциям при температурах 640 и 590°C соответственно [1]. Поэтому определенный интерес представляет изучение поведение системы Cu-Sn в условиях искрового разряда,

т.к. метод электроискрового диспергирования обладает рядом технологических и физических преимуществ [2]. Он достаточно прост в аппаратурном 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 Cu-Sn использована лабораторная электроэрозионная установка с одиночными электродами. Electrodes were made from copper and tin rods with diameter 5-6 mm, length 30-40 mm, and used in dielectric medium hexane and ethanol. Products of electro-spark dispersion of Cu-Sn system are in the form of solid phase, which separates from liquid phase by decantation. The obtained 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. Dispersity of products is established by electron microscopy. Microphotographs of products are taken on emission scanning electron microscope JOELJSM-7600F.

На рисунке 1 представлены дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова в гексане и спирте, а результаты их расчетов в таблице 1.

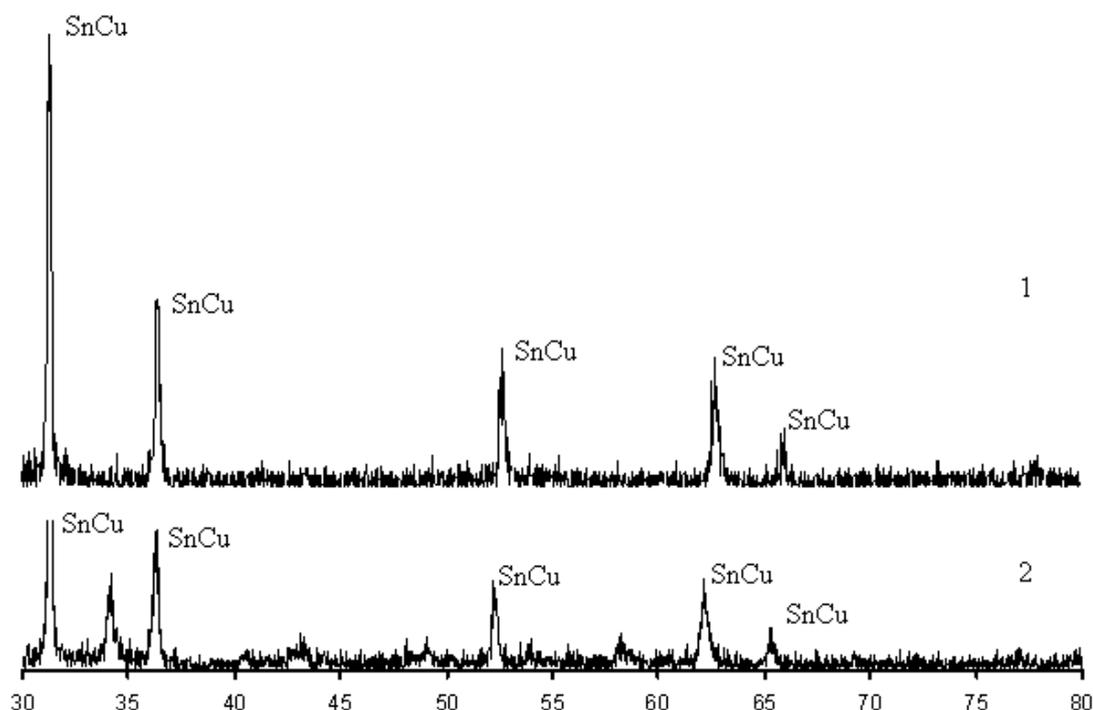


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова в гексане (1) и спирте (2)

Анализ дифрактограмм показывает, что фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова зависит от природы жидкой среды. В гексане продукт представляет собой однофазную систему, состоящую из твердого раствора меди и олова. Результаты расчета параметров кристаллической решетки данной фазы показывают, что она представляет собой твердый раствор на основе олова (таб. 1). Поэтому этот твердый раствор имеет тетрагональную решетку и он обозначен как SnCu. Продукт электроискрового диспергирования системы Cu-Sn в спирте состоит из двух фаз. Главной фазой является твердый раствор SnCu, а природа второй фазы не установлена из-за недостаточности рентгенографических данных.

В таблице 2 приведено содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова. Это содержание определено на основе расхода электродов при диспергировании. Расход электродов устанавливался взвешиванием электродов до и после процесса. Из таблицы 2 видно, что в составе продуктов содержание меди составляет от 16 до 21% (ат.) в зависимости от природы диэлектрической среды, а содержание олова превышает количество меди 3,5-5 раз.

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования системы Cu-Sn в гексане и спирте

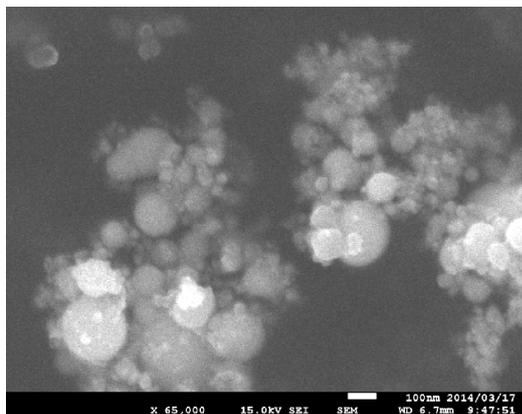
№	Экспериментальные данные		Фазовый состав		
	I	d, Å°	SnCu		
			hkl	a, нм	c, нм
Гексан					
1	100	2,8541	100	0,4367	
2	41	2,4708	002		0,5237
3	31	1,7491	101	0,4386	0,5264
4	29	1,4916	102	0,4386	0,5264
5	13	1,4277	110	0,4354	
6	6	1,2359	103	0,4372	0,5253
Спирт					
1	100	2,8595	100	0,4382	
2	23	2,6187			
3	35	2,4747	002		0,5263
4	23	1,7485	101	0,4378	0,5268
5	10	1,5841			
6	21	1,4916	102	0,4378	0,5268
7	8	1,4289	110	0,4372	
8	5	1,2362	103	0,4376	0,5261

Таблица 2

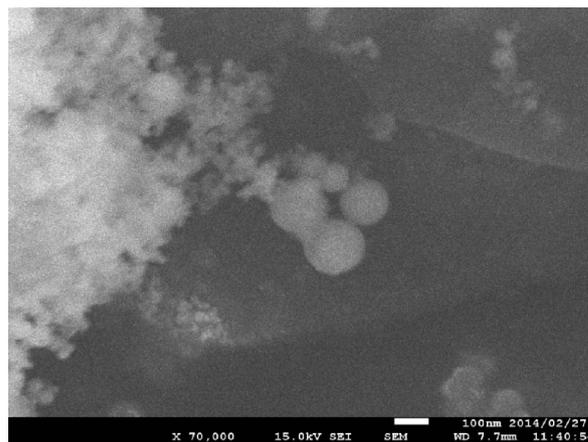
Содержание металлов в составе продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова в гексане и спирте

Металлы	Содержание металлов		
	в г	в масс. %	в атом. %
Гексан			
Медь	0,160	9,61	16,56
Олово	1,505	90,39	83,44
Спирт			
Медь	0,144	13,01	21,36
Олово	0,963	86,99	78,64

Это указывает на то, что при совместном электроискровом диспергировании меди и олова диспергируемость олова значительно выше, чем меди. Поэтому образуются продукты большим содержанием олова. Это можно объяснить различной температурой плавления этих металлов. Температура плавления меди составляет 1083°C, а - олова 232°C [3]. Температура плавления меди значительно выше температуры плавления олова и соответственно при действии одинакового количества теплоты в процессе электроискрового диспергирования происходит расплавление большего количества олова.



а.



б.

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

Определенный интерес представляет изучение дисперсности продуктов совместного электроискрового диспергирования меди и олова, поэтому их микрофотографии представлены на рисунке 2. Из анализа микрофотографий видно, что продукты совместного электроискрового диспергирования меди и олова в гексане и спирте представляют собой нанодисперсную систему. Независимо от природы жидкого диэлектрика частицы имеют размеры 20-30 нм и они образуют агрегаты различных размеров и форм.

Таким образом, методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлено, что при совместном электроискровом диспергировании меди и олова в жидкой среде происходит образование нанодисперсного твердого раствора меди в олове, имеющего тетрагональную решетку.

Литература:

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Под ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1997, т.2. – 1024 с.
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. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1977. – 376 с.

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