

Ж. Б. БАКЕНОВ

(КГУ им. Арабаева, г. Бишкек, Кыргызстан)

ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКОМПОЗИТОВ СИСТЕМЫ SiC-AL МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

OPPORTUNITIES OF NANOCOMPOSITES SYSTEM SiC-AL- PRODUCTION BY ELECTRIC-SPARK DISPERSION METHOD

Keywords: nanocomposite, x-ray phase analysis, electron microscopy, derivatography, silicon carbide, aluminium, electric-dispersion, product, dispersion.

Abstract. The research results suggest the possibility of obtaining nano-composite material consisting of metallic aluminum and silicon carbide electric-spark by dispersion method. The phase composition and dispersion product of joint electric spark dispersion of silicon carbide and aluminum metal in hexane are set by methods of x-ray phase and derivatographical analysis and electron microscopy. It is shown that the resulting product is a multi-phase, nanodispersed system the main phases of which are silicon carbide, aluminum metal, elemental silicon. The product consists of spherical particles with the size of 20-40 nm.

Аннотация. Результаты данного исследования показывают возможности получения нанодисперсного композиционного материала, состоящего из металлического алюминия и карбида кремния методом электроискрового диспергирования. Методами рентгенофазового и дериватографического анализов и электронной микроскопии установлен фазовый состав и дисперсность продукта совместного электроискрового диспергирования карбида кремния и металлического алюминия в гексане. Показано, что полученный продукт представляет собой многофазную, нанодисперсную систему, основными фазами которой являются карбид кремния, металлический алюминий, элементарный кремний. Продукт состоит из сферических частиц с размерами 20-40 нм.

Ключевые слова: нанокompозит, рентгенофазовый анализ, электронная микроскопия, дериватография, карбид кремния, алюминий, электроискровое диспергирование, продукт, дисперсность.

Тірек сөздөр: нанокompозит, рентгенфазалык талдау, электрондук микроскопия, дериватография, кремний карбиді, алюминий, электрүшкүндүк диспергирлеу, дисперстлік.

Композиционные материалы, в которых металлы упрочняют частицами карбида кремния, являются перспективной группой металлокомпозитов, поскольку они характеризуются высокой жесткостью, прочностью и износостойкостью. В работе [1] показано, что у металлокомпозита алюминия, армированного наночастицами карбида кремния с уменьшением размера частиц карбида и увеличением их процентного содержания микротвердость, износостойкость и прочность на разрыв и сжатие, значительно возрастают. Применение металлических композиционных

материалов на основе алюминия, дисперсно-армированного частицами карбида кремния, позволяет уменьшить массу деталей и элементов конструкций, повысить их жесткость и усталостные характеристики по сравнению металлическими материалами. В работе [2] методом механического легирования получен композиционный материал системы Al-SiC. При этом отмечается, что при механическом легировании высокая энергия, подводимая в атриторе к частицам порошков, способствует установлению прочной связи между частицами алюминия и SiC.

В настоящее время основным методом получения металлокомпозитных материалов является метод механолегирования, т.е. совместная обработка порошковых смесей в высокоэнергетических мельницах, а широкое применение этих материалов зависит от разработки эффективных и экономичных методов получения. Поэтому актуальным является расширение методов получения металлокомпозитов. В этом плане определенный интерес представляет изучение возможности получения металлических композиционных материалов методом электроискрового диспергирования. Метод электроискрового диспергирования отличается простотой аппаратного оформления и получением высокодисперсных порошков любого токопроводящего материала [3].

Целью данного исследования является изучение возможности получения нанодисперсных композитов при совместном электроискровом диспергировании карбида кремния и алюминия.

Для получения продукта электроискрового диспергирования карбида кремния в паре с алюминием использована лабораторная установка с одиночными электродами, где искровой разряд создается с помощью РС – генератора. В качестве электродов использовались стержни из карбида кремния и металлического алюминия размерами 7x30 мм. В качестве жидкой среды использовался гексан. Искровой разряд создавался при следующих условиях: $U=220\text{В}$, $C = 2 \text{ мкф}$, $E = 0,05\text{дж}$.

Продукт электроискрового диспергирования карбида кремния в паре с алюминием находится в составе твердой фазы, поэтому твердая фаза отделялась от жидкой фазы декантацией, промывалась гексаном и высушивалась.

Фазовый состав продуктов изучался методами рентгенофазового анализа. Дифрактограмма продукта снималась на дифрактометре ДРОН – 2 с отфильтрованным медным излучением. Расчет дифрактограммы проводился по методике приведенной в работе [4]. Дисперсность продуктов совместного электроискрового диспергирования карбида кремния и алюминия изучена методом электронной микроскопии на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOELJSM-7600F. Для изучения термических свойств продукта использовался дериватографический анализ. Дериватографический анализ продуктов проводили на дериватографе системы Р. Паулик, М. Паулик и Л. Эрдеи. Образец нагревался в платиновом тигле на воздухе до 1000°C скоростью 10 град/мин.

На рисунке 1 представлена дифрактограмма продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al.

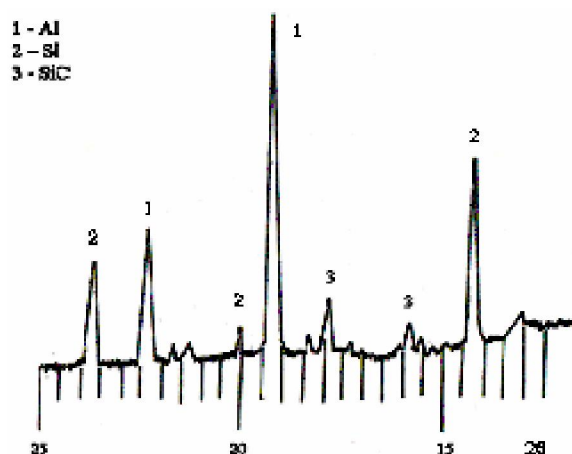


Рис.1 – Дифрактограмма продукта электроискрового диспергирования SiC-Al в гексане

Результаты расчета дифрактограммы показывают, что продукт представляет собой многофазную систему. Основными фазами являются металлический алюминий, кремний и карбид кремния (таблица). На дифрактограмме имеются пики небольшой интенсивности, которые не были идентифицированы. Мы предполагаем, что эти отражения, возможно, связаны с присутствием в составе продуктов силицидов алюминия.

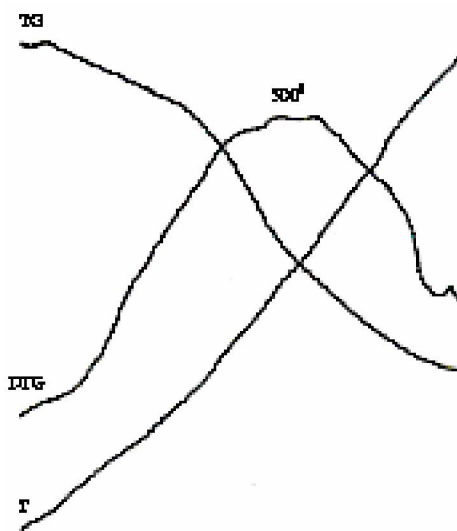
Таблица. Результаты расчета дифрактограммы электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав						
	I	$d, \text{Å}^0$	Al		Si		SiC		
			hkl	$a, \text{Å}^0$	hkl	$a, \text{Å}^0$	hkl	$a, \text{Å}^0$	$C, \text{Å}^0$
1	55	3,135			111	5,430			
2	16	2,519					006		15,096
3	100	2,337	111	4,048			103	3,076	15,108
4	10	2,157					104	3,076	15,108
5	39	2,024	200	4,046					
6	31	1,919			220	5,426			

Для изучения термических свойств продукта электроискрового диспергирования вышеуказанной системы была снята дериватограмма этого продукта (рис.2).

Рис.2 – Дериватограмма продукта электроискрового диспергирования SiC-Al в гексане

Кривые ДТА дериватограммы продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al характеризуются интенсивным широким экзотермическим эффектом с максимумом при 500°C , который сопровождается значительным уменьшением массы образца. На кривой ДТА имеется второй экзотермический пик небольшой интенсивности при 900°C .



При протекании этого экзотермического процессане наблюдается изменение массы. Результаты рентгенофазового анализа показывают, что в составе продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al находятся металлический алюминий. Поэтому на дериватограмме должен был наблюдаться экзотермический эффект связанный с окислением алюминия, и он должен был сопровождаться с увеличением массы. Согласно расчетам

из кривых TG при нагревании продуктов до 1000°C уменьшение массы образцов составляет 38 %.

Микрофотографии продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане представлены на рис.3.

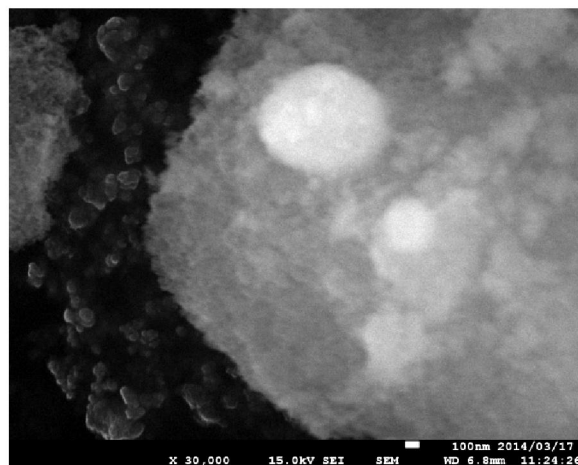
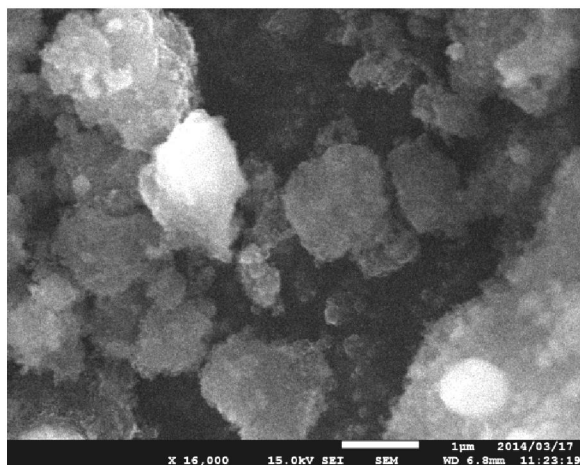


Рис.3 – Микрофотографии продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане

Анализ микрофотографий показывает, что продукт электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане состоит из агрегатов частиц сферической формы с размерами 20-40 нм.

Таким образом, результаты рентгенофазового и дериватографического анализов, и электронной микроскопии показывают возможности получения нанодисперсного композиционного материала, состоящего из металлического алюминия и карбида кремния методом электроискрового диспергирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гульбин В., Попов В., Севостьянов И. металломатричные композиты, упрочненные высокотвердыми нанопорошками // Наноиндустрия, 2007, № 1. – С.16-19.
- 2 Вишняков Л.Р., Ониськова Н.П., Гриков А. Н., Ромашко И.М., Ромашко И.М. Влияние механического легирования на свойства порошковых металлокompозитов системы Al-SiC // Порошковая металлургия, 1997, № 11/12. – С.38-43.
- 3 Сатывалдиев А.С., Асанов У.А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. – Бишкек: КГНУ, 1995. – 187 с.

Ж. Б. Бакенов

(Аралбаев атындағы ҚМУ, Қазақстан, Бішкек қ.
Электрұшқынды диспергирлеу әдісі арқылы SiC-Al
мүмкіндіктері нанокompозиттер жүйесін алу)

Тірек сөздер: нанокompозит, рентгенфазалық талдау, электрондық микроскопия, дериватография, кремний карбиді, алюминий, электрұшқындық диспергирлеу, дисперстлік.

Поступила 14.08.2014 г.