

Фазовый состав и дисперсность продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al

Бакенов Ж. Б.¹, Сатывалдиев А. С.², Осмонканова Г. Н.³

¹Бакенов Жолдошбек Бекбоевич / *Bakenov Joldoshbek Bekboevich* – старший преподаватель;

²Сатывалдиев Абдураим Сатывалдиевич / *Satyvaldiev Abduraim Satyvaldievich* – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой;

³Осмонканова Гульай Наматовна / *Osmonkanova Guliyay Namatovna* – кандидат химических наук, доцент, кафедра химии и технологий и ее обучения, Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева, г. Бишкек

Аннотация: установлено, что фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al зависит от природы жидкой среды. В гексане и спирте образуются нанодисперсные композиционные системы, состоящие из алюминия, карбида кремния, кремния и углерода, а в воде – система, состоящая из оксида алюминия, карбида кремния и кремния.

Ключевые слова: электроискровое диспергирование, жидкая среда, фазовый состав, нанодисперсный, алюминий, карбид кремния, кремний, оксид алюминия.

УДК 541.16:546.281

Современное развитие техники связано с использованием новых конструкционных материалов, которые должны соответствовать возрастающим требованиям к ним: по прочности, снижению массы и металлоёмкости, повышенному ресурсу надёжности, длительности эксплуатации в экстремальных условиях температурно-силового воздействия. Всему этому широкому спектру повышенных требований удовлетворяют композиционные материалы, где происходит соединение положительных свойств исходных компонентов с получением в результате их объединения материала с синергетическим эффектом, превышающим суммарный эффект. Это обстоятельство обеспечивает постоянный возрастающий интерес к композиционным материалам [1].

Основным методом получения композитных 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 [2]. Поэтому является актуальным расширение методов получения композитных материалов. В этом плане определенный интерес представляет изучение возможности получения 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 фазового состава и дисперсности продуктов совместного электроискрового диспергирования карбида кремния и алюминия в различных жидких средах.

Для получения продуктов электроискрового диспергирования карбида кремния в паре с алюминием использована лабораторная установка с одиночными электродами, где искровой разряд создается с помощью RC-генератора при напряжении $U = 220\text{В}$ и емкости конденсатора $C = 2\text{ мкф}$, что соответствует энергии единичного искрового разряда $E = 0,05\text{дж}$. Electroды были изготовлены в виде стержня из карбида кремния и металлического алюминия размерами $30 \times 7 \times 3\text{ мм}$. В качестве жидкой среды использованы гексан, этиловый спирт (96 %) и дистиллированная вода.

Продукты электроискрового диспергирования карбида кремния в паре с алюминием находятся в составе твердой фазы, поэтому они отделялись от жидкой фазы декантацией, промывались спиртом и высушивались.

Фазовый состав продуктов изучен методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы продуктов снимались на дифрактометре RINT-2500 HV с отфильтрованным медным излучением. Дисперсность продуктов изучена методом электронной микроскопии. Микрофотографии и спектрограммы продуктов сняты на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором.

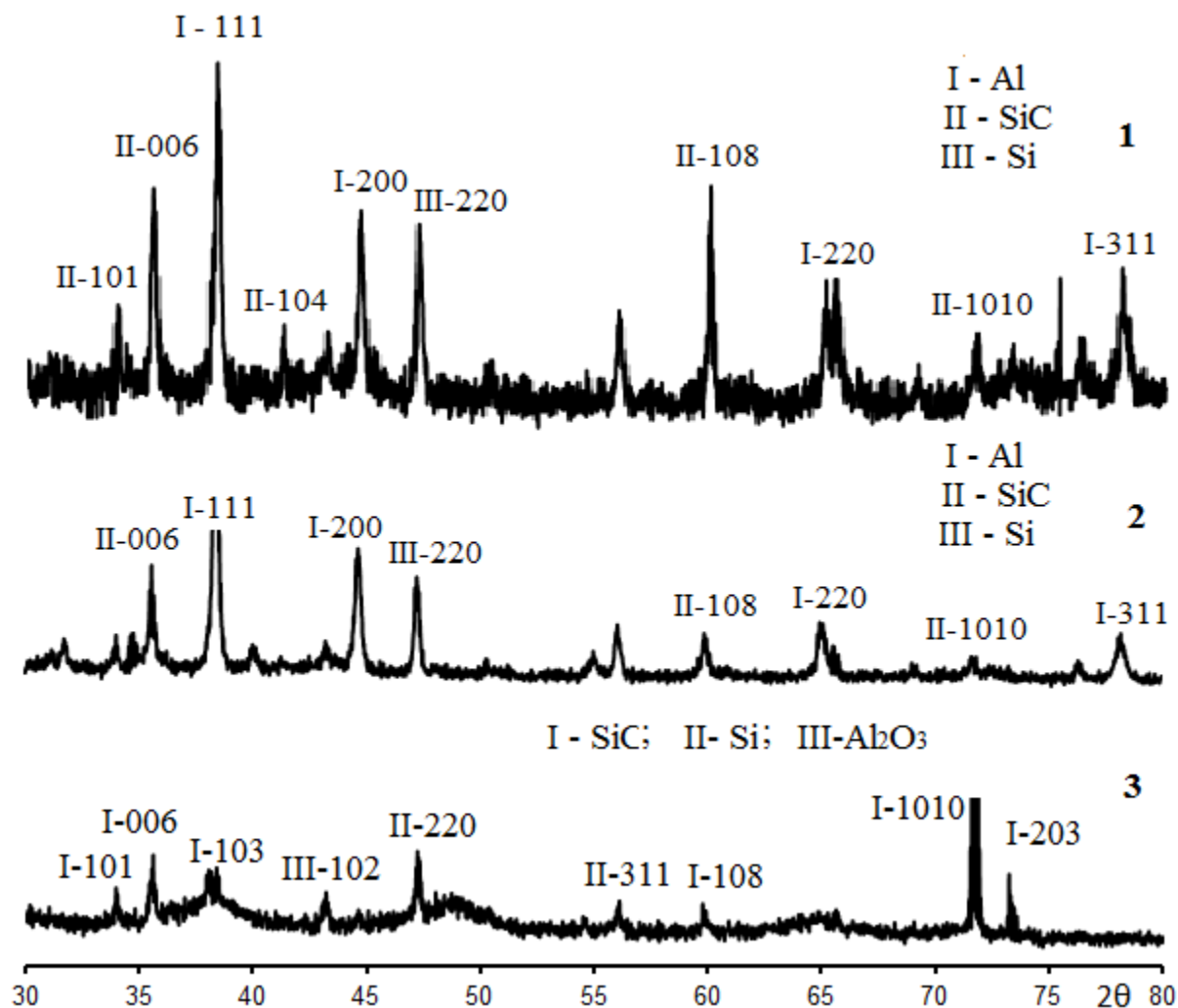


Рис. 1

Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане (1), спирте (2) и воде (3)

На рис. 1 представлены дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al. Результаты расчета дифрактограмм показывают, что фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования карбида кремния с алюминием зависит от природы жидкой среды. Продукт, полученный в гексане, состоит из трех фаз. Основной фазой является металлический алюминий, второй фазой - карбид кремния, а третьей фазой - кремний (рис.1, 1). Такие же фазы образуются при диспергировании системы SiC-Al в спирте (рис.1, 2). Фазовый состав продукта электроискрового диспергирования системы SiC-Al в воде отличается от фазового состава продуктов, полученных в гексане и спирте (рис.1, 3). Данный продукт состоит из карбида кремния, элементарного кремния и оксида алюминия. Алюминий в отношении кислорода активный металл, поэтому при электроискровом диспергировании его в воде происходит образование оксида алюминия.

Таким образом, результаты рентгенофазового анализа показывают, что при совместном электроискровом диспергировании карбида кремния и алюминия взаимодействие между материалами электродов не происходит. Алюминий в гексане и спирте диспергируется в виде высокодисперсных металлических частиц, а в воде активные частицы металла образуют оксид алюминия. Ранее [4] установлено, что часть карбида кремния при электроискровом диспергировании, независимо от природы жидкой среды, разлагается на графит и кремний. Этим объясняется содержание в составе продуктов карбида кремния и элементарного кремния.

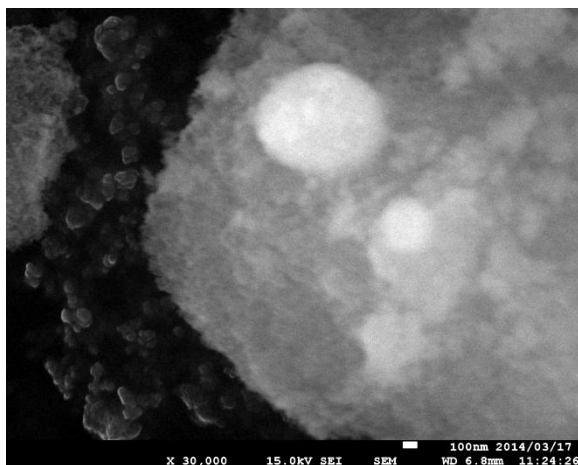
В таблице приведены расход электродов, качественное и количественное содержание элементов в составе продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al. Расход электродов устанавливался взвешиванием электродов до и после процесса. Элементный состав определен с помощью рентгеновского микроанализатора.

Таблица 1. Содержание материала электродов и элементный состав продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al

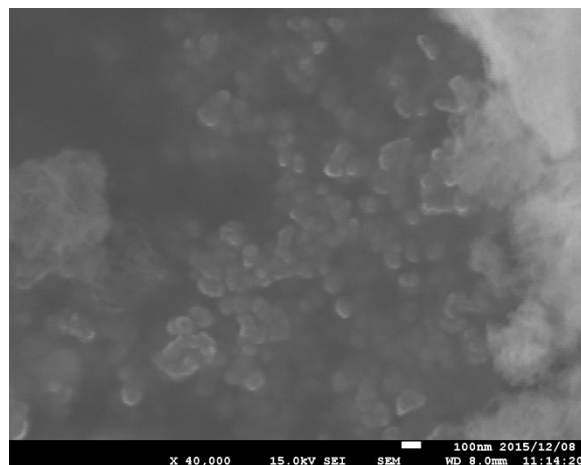
№	Электроды	Жидкая среда	Расход электродов		Элементный состав	Содержание элементов	
			г	масс. %		Масс. %	Ат. %
1	SiC Al	Гексан	0,606	53,48	Al Si C	30,52	22,72
			0,527	46,52		40,86	29,33
2	SiC Al	Спирт	0,790	66,22	Al Si C	28,84	25,14
			0,403	33,78		56,17	47,22
3	SiC Al	Вода	0,200	45,98	Al Si C O	36,34	31,39
			0,235	54,02		42,31	35,24
						4,63	9,00
						16,72	24,37

Из таблицы видно, что диспергируемость электродов зависит от природы жидкой среды. Более высокий расход алюминия наблюдается в воде, а карбид кремния более активно диспергируется в спирте. Результаты элементного анализа подтверждают данные, полученные методом рентгенофазового анализа. Продукты, полученные в гексане и спирте, состоят из трех элементов (Al, Si, C), а продукт, полученный в воде - из четырех элементов (Al, Si, C, O). Содержание углерода от 14 до 29 % (масс.) в составе продуктов, полученных в гексане и спирте, объясняется термическим разложением молекул жидкой среды. Содержание кислорода связано с образованием оксида алюминия в воде.

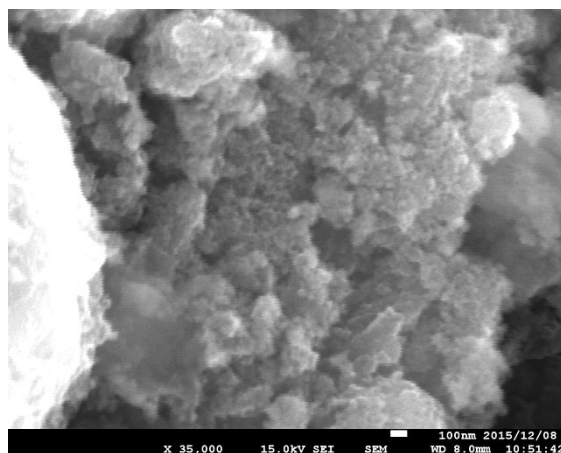
Изучена дисперсность продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al методом электронной микроскопии. Микрофотографии продуктов представлены на рис. 2.



а)



б)



в)

Рис. 2

Микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al в гексане (а), спирте (б) и воде в)

Анализ микрофотографий показывает, что продукты электроискрового диспергирования системы SiC-Al состоят из агрегатов частиц сферической формы с размерами 20-40 нм.

Таким образом, результаты рентгенофазового анализа, рентгеновского микроанализа и электронной микроскопии показывают, что фазовый и элементный состав продуктов электроискрового диспергирования системы SiC-Al зависит от природы жидкой среды. В гексане и спирте образуются нанодисперсные композиционные системы, состоящие из металлического алюминия, карбида кремния, кремния и углерода, а в воде система, состоящая из оксида алюминия, карбида кремния и кремния.

Литература

1. *Минаев А. А.* Инновационный анализ развития литых металлокомпозитов [Текст] / А. А. Минаев, О. Т. Алимова, М. С. Гришанова // Материалы 77-й международной научно-технической конференции ААИ «Автомобилестроение и тракторостроение в России: Приоритеты развития и подготовка кадров». Секция 6. «Машины и технологии заготовительного производства», 2012. – С. 28-30.
2. *Попов В. А.* Формирование нанодисперсной металломатричной структуры при совместной высокоэнергетической механоактивации порошков сплавов на основе алюминия с карбидом кремния [Текст] / В. А. Попов, В. В. Чердынцев // Физика металлов и металловедение, 2009, т. 107, № 1. – С. 1-8.
3. *Сатывалдиев А. С.* Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. [Текст] / А. С. Сатывалдиев, У. А. Асанов – Бишкек: КГНУ, 1995. – 187 с.
4. *Бакенов Ж. Б.* О продукте электроискрового диспергирования карбида кремния [Текст] / Ж. Б. Бакенов, А. С. Сатывалдиев, // Известия ВУЗов, Бишкек, 2011. - № 3. – С. 133-135.