

Бекболотова Айдай Бекболотовна, Бакенов Жолдошбек Бекбоевич

И. Арабаев атындагы КМУ, биология жана химия факультети, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасынын магистранты,

И. Арабаев атындагы КМУ, биология жана химия факультети, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасынын доценттин м.а., х.и.к.

Бекболотова Айдай Бекболотовна, Бакенов Жолдошбек Бекбоевич

магистрант кафедры химии и технологии ее обучение, факультет биологии и химии, КГУ им. И. Арабаева,

к.х.н., и.о. доцента кафедры химии и технологии ее обучение, факультет биологии и химии, КГУ им. И. Арабаева

Bekbolotova Aidai Bekbolotovna, Bakenov Zholdoshbek Bekboevich

Master of the Department of Chemistry and Technology of its Training, Faculty of Biology and Chemistry, KSU I. Arabaev,

Candidate of Chemical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of Chemistry and Technology of its Training, Faculty of Biology and Chemistry, KSU

I. Arabaev

ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН Cu-SiC СИСТЕМАСЫНЫН МЕТАЛЛКОМПОЗИТИНИН ЖОГОРКУ ТЕМПЕРАТУРАДА КЫЧКЫЛДАНЫШЫ

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТА СИСТЕМЫ Cu-SiC, СИНТЕЗИРОВАННОГО МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

HIGH-TEMPERATURE OXIDATION OF A Cu-SiC METAL COMPOSITE SYNTHESIZED BY ELECTROSPARK DISPERSION

Аннотация: Жез менен кремний карбидин бирге электр учкундук дисперстөөдө синтезделген металлкомпозици абада ысытканда туруктуу эместиги дериватографиялык жана рентген фазалык анализдердин негизинде аныкталды. Металлкомпозицинин курамындагы жездин бөлүкчөлөрү 450-1000°C температуралык областа интенсивдүү кычкылданат. Дериватограмманын ДТА ийри сызыгы, эркин көмүртектин жана жездин кычкылдануусуна туура келген, 310°C жана 1000°C эки экзотермикалык максимумга ээ. 500°C жана 900°C температурада ысытылган металлкомпозицинин курамында CuO болот.

Аннотация: На основе дериватографического и рентгенофазового анализов установлено, что металлокомпозит, синтезированный при совместном электроискровом диспергировании меди и карбида кремния, неустойчив при нагревании в воздухе. Интенсивное окисление частиц меди, находящихся в составе металлокомпозита, происходит в области температур 450-1000°C. На ДТА-кривой дериватограммы наблюдаются два экзотермических максимума при 310°C и 1000°C, которые соответствуют окислению свободного углерода и меди. В составе металлокомпозита, обработанного при температурах 500°C и 900°C, содержится оксид CuO.

Annotation: On the basis of derivatographic and X-ray phase analyzes, it has been established that the metal composite synthesized by the joint electrospark dispersion of copper and silicon carbide is unstable when heated in air. Intensive oxidation of copper particles in the composition of the metal composite occurs in the temperature range of 450-1000°C. The DTA-curve of the derivatogram shows two exothermic maxima at 310°C and 1000 ° C, which correspond to the oxidation of free carbon and copper. The composition of the metal composite processed at temperatures of 500°C and 900°C contains CuO oxide.

Түйүндү сөздөр: металлкомпозити; жез; кремний карбиди; электр учкундук дисперстөө; гексан; дериватографиялык анализ; рентгенфазалык анализ; кычкылдануу; аба; жылуулукту таасир этүү.

Ключевые слова: металлокомпозит; медь; карбид кремния; электроискровое диспергирование; гексан; дериватографический анализ; рентгенофазовый анализ; окисление; воздух; термообработка.

Key words: metal composite; copper; silicon carbide; electrospark dispersion; hexane; derivatographic analysis; X-ray phase analysis; oxidation; air; heat treatment.

Композиционные материалы представляют собой особый класс гетерофазных материалов функционального и конструкционного назначения, состоящих из матрицы, наполненной равномерно армирующей фазой. Сочетание разнородных структурных составляющих открывает широкие возможности для варьирования свойств композиционного материала, варьирования определенного состава, который может быть обеспечен за счет выбора компонентов, их соотношений, распределения и морфологии армирующих фаз [1].

Ввод в матрицу армирующей фазы в виде нанопорошков открывает новые возможности для применения композиционных материалов. Наночастицы приводят к повышению функциональных свойств композиционных материалов [2].

Создание металломатричных нанодисперсных композиционных материалов является многостадийным и трудоемким процессом, требующим достаточно сложного оборудования. В связи с этим разработка новых эффективных методов синтеза таких материалов является актуальной задачей, позволяющей получать многофункциональные материалы нового поколения [3].

Для получения металломатричных наноконпозиционных материалов практический интерес представляет метод электроискрового диспергирования, который позволяет получать устойчивые нанодисперсные порошки.

Ранее [4] методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлено, что при совместном электроискровом диспергировании меди и карбида кремния в среде гексана происходит образование наноконпозита на основе меди, состоящей из нанодисперсных частиц меди, карбида кремния и кремния.

Целью настоящей работы является изучение высокотемпературного окисления металлокомпозита системы Cu-SiC, синтезированного при совместном электроискровом диспергировании меди и карбида кремния.

Высокотемпературное окисление металлокомпозита системы Cu-SiC изучен методом дифференциально-термического анализа, который основан на регистрации изменений термохимических и физических параметров вещества при нагревании на дериватографе Q-1000/D системы F.Paulik, J.Paulik и L.Erdey. Термохимическое состояние образца характеризуются следующими кривыми: температурной (Т), дифференциально-

термоаналитической (DTA), термогравиметрической (TG) и дифференциально-термогравиметрической (DTG). Дериватограммы снимались в атмосфере воздуха в интервале температур 20-1000°C относительно Al_2O_3 . Навеска образца и чувствительности весов составили 50 мг.

Металлокомпозиты на основе меди, полученные в гексане, состоят из четырех фаз. В составе металлокомпозитов, кроме фаз, определенных методом рентгенофазового анализа, имеется также углерод в виде рентгеноаморфной сажи [4].

Для выяснения изменений в фазовом составе металлокомпозита системы Cu-SiC, происходящих при нагревании, этот металлокомпозит подвергался термообработке при температурах 500°C и 900°C в муфельной печи. Термообработанные образцы изучены методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на рентгенометре-дифрактометре ДРОН-3 на CuK_{α} -излучении.

Дериватограмма металлокомпозита на основе меди, синтезированного в гексане, представлена на рис.1.

На дериватограмме металлокомпозита имеются два экзотермических эффекта небольшой интенсивности. В промежутке 20-200°C, в результате удаления молекул гексана, адсорбированного на твердых частицах продукта, наблюдается уменьшение массы образца на 1,5%. В этих пределах температур на термогравиметрической линии наблюдается размытая ступень потери веса, а на дифференциальной термогравиметрической кривой при 100°C очень слабый эндопик.

Дальнейшее повышение температуры от 200 до 450°C приводит к окислению углерода, находящегося в составе металлокомпозита. Реакция сопровождается с выделением тепла, которое фиксируется на DTA-кривой заметным проявлением экзотермического эффекта. Максимум эффекта обнаруживается в области 310°C, а на термогравиметрической кривой образуется ступень потери веса, соответствующая 4,25% от массы образца.

В температурном интервале 450-655°C окисление углерода компенсируется окислением меди, поэтому линия потери веса остается неизменной, т.е. в горизонтальном положении.

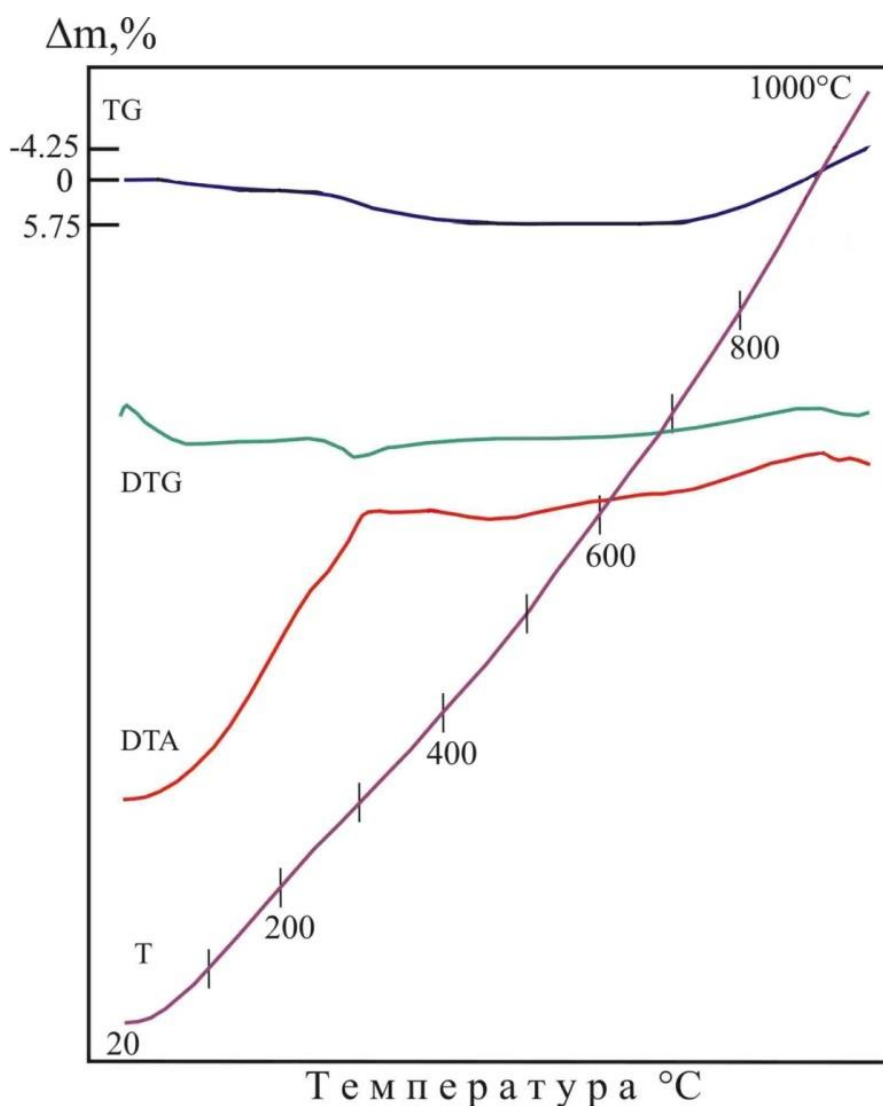


Рис.1. Дериватограмма металлокомпозита на основе меди, синтезированного в гексане

В промежутке температур 565-1000°C, интенсивность окисления меди заметно усиливается, что приводит к образованию на кривой DTA явно выраженного экзотермического пика при 1000°C. При этом термогравиметрическая кривая устремляется в сторону увеличения массы образца. В итоге при 1000°C наблюдается прирост массы образца на 4,25%.

Дифрактограммы металлокомпозита на основе меди, синтезированного в гексане, и после его термообработки при 500°C и 900°C представлены на рис.2, а результаты их расчетов в табл.1, 2.

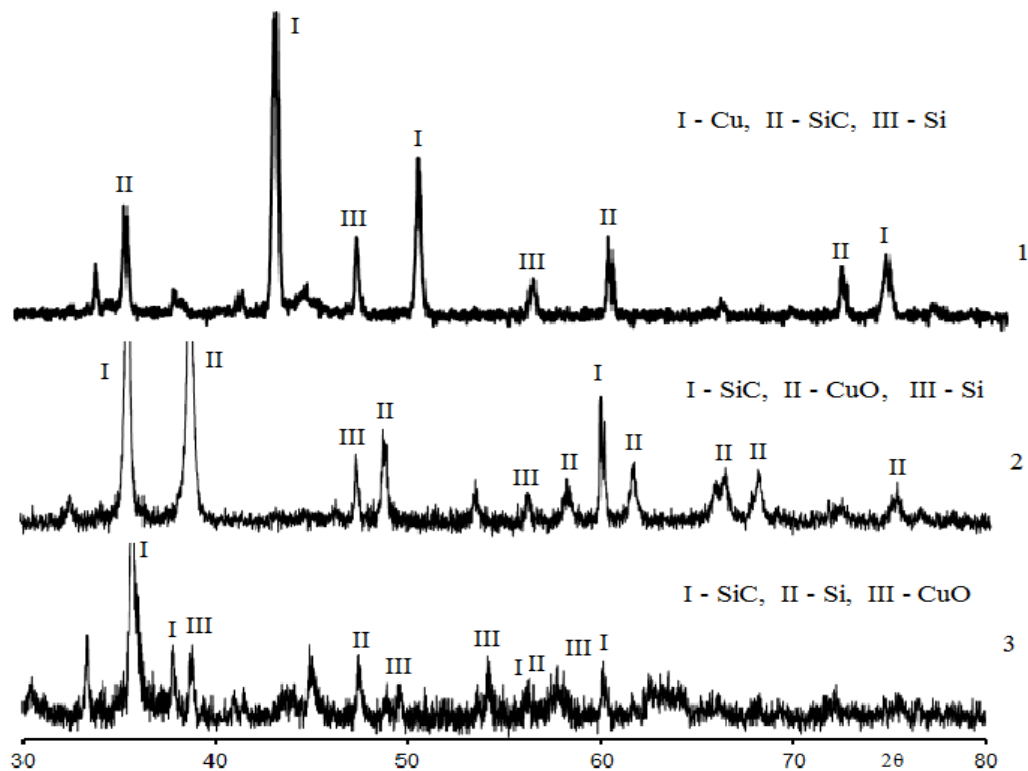


Рис. 2. Дифрактограммы металлокомпозита на основе меди (1), синтезированного в гексане, и после его термообработки при 500°C (2) и 900°C (3)

Результаты расчета дифрактограмм показывают, что фазовый состав металлокомпозита после термической обработки изменяется. Исходный металлокомпозит состоит из трех фаз: металлической меди, карбида кремния и кремния.

Таблица 1 - Результаты расчета дифрактограммы металлокомпозита на основе меди, синтезированного в гексане, после термической обработки при 500°C

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав						
	I	d, Å ⁰	SiC			CuO		Si	
			hkl	a, Å ⁰	c, Å ⁰	hkl	d, Å ⁰	hkl	a, Å ⁰
1.	100	2,5245	006		15,147	002	2,52		
2.	95	2,3231				200	2,30		
3.	28	1,9202						220	5,431
4.	32	1,8632				202	1,85		
5.	18	1,6356						311	5,425
6.	21	1,5851				222	1,58		
7.	40	1,5399	108	3,089	15,138				
8.	27	1,5038				113	1,50		
9.	21	1,4181	109	3,089	15,138				
10.	24	1,4082				311	1,40		
11.	15	1,3081	1010	3,09	15,138				

Таблица 2 - Результаты расчета дифрактограммы металлокомпозита на основе меди, синтезированного в гексане, после термической обработки при 900°C

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав						
	I	d, Å ⁰	SiC			CuO		Si	
			hkl	a, Å ⁰	c, Å ⁰	hkl	d, Å ⁰	hkl	a, Å ⁰
1.	100	2,5149	006		15,089	002	2,52		
2.	20	2,3763	103	3,092	15,101				
3.	19	2,3174				200	2,30		
4.	10	2,1739	104	3,092	15,101				
5.	17	1,9141						220	5,414
6.	10	1,8647				202	1,85		
7.	12	1,6340						311	5,419
8.	12	1,5941				222	1,58		
9.	18	1,5394	108	3,084	15,104				
10.	9	1,5068				113	1,50		
11.	12	1,4116	109	3,084	15,104				
12.	9	1,3109	1010	3,094	15,094				

При этом главной фазой является медь. После термической обработки при 500°C и 900°C металлокомпозит также состоит из трех фаз (рис.2, табл.1, 2). Но главной фазой является не металлическая медь, а карбид кремния. Медь находится в виде оксида CuO, т.е. при нагревании металлокомпозита происходит окисление металлической меди. Масса образца после термической обработки при 900°C увеличивается на 4,8%, что примерно соответствует расчетным данным, полученным на основе термогравиметрического анализа.

Таким образом, на основе дериватографического и рентгенофазового анализов установлено, что металлокомпозит, синтезированный при совместном электроискровом диспергировании карбида кремния с медью, неустойчив при нагревании в воздухе. Интенсивное окисление частиц меди, находящихся в составе металлокомпозита, происходит в области температур 450-1000°C. На ДТА-кривой наблюдаются два экзотермических максимума при 310°C и 1000°C, которые соответствуют окислению свободного углерода и меди.

Список использованной литературы:

1. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение.- Новосибирск.: НГТУ, 2002. - 384 с.
2. Цзи Пугуанг, И.А. Сизова И.А., Климова О.Г. Синтез, структура и свойства композиционных материалов на основе меди, упрочненных наноразмерными включениями оксида алюминия// Научно-технические ведомости СПбГПУ, сер.: Наука и образование, 2012, № 4 (159). - С. 100-105.
3. Микуцкий, В.А., Щуревич Д.И., Сморгы О.Л., Ильющенко А.Ф. Получение композиционных высокопористых материалов Cu-SiC и Ni-SiC электролитическим соосаждением // Порошковая металлургия: ее сегодня и завтра. Тезисы докладов. - Киев, 2012. - С.163.

4. Бакенов Ж.Б., Сатывалдиев А.С., Муратов Э. Синтез нанокompозита на основе меди, содержащего карбид кремния, методом электроискрового диспергирования // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2014. - № 5. – С. 71-73.

Рецензент: к.х.н., доцент Жаснакунов Ж.К.