

Бообекова А.А., Чыныбаев Н.Т., Сатывалдиев А.С.

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН НАНОӨЛЧӨМДӨГҮ
АЛЮМИНИЙДИ СИНТЕЗДӨӨ**

Бообекова А.А., Чыныбаев Н.Т., Сатывалдиев А.С.

**СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНОГО АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО
ДИСПЕРГИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ**

A.A. Boobekova, N.T. Chynybaev, A.T. Satyvaldiev

**SYNTHESIS OF NANO-SIZED ALUMINIUM BY THE METHOD OF ALUMINIUM
ELECTRO-SPARK DISPERSION**

УДК: 621.9.048: 546.612

Алюминийди электр учкундук дисперстөөдө, агрегаттарды пайда кылган, өлчөмү 10-20 нм болгон алюминийдин нанобөлүкчөлөрү пайда болоору көрсөтүлгөн.

Негизги сөздөр: *электр учкундук дисперстөө, рентген фазалык анализ, электрондук микроскопия, алюминий, нанобөлүкчөлөр, гексан, спирт.*

Показано, что при электроискровом диспергировании алюминия в гексане и спирте образуются его наночастицы с размерами 10-20 нм, которые образуют агрегаты.

Ключевые слова: *электроискровое диспергирование, рентгенфазовый анализ, электронная микроскопия, алюминий, наночастицы, гексан, спирт.*

It is shown that at electro-spark dispersion of aluminum in hexane and alcohol it is formed its nanoparticles with sizes of 10-20 nm, which form aggregates.

Key words: *electro-spark dispersion, X-ray phase analysis, electron microscopy, aluminum, nanoparticles, hexane, alcohol.*

Практический и теоретический интерес представляет получение наноразмерных металлов методом электроискрового диспергирования в жидкой среде. В этом методе в канале искрового разряда возникает температура до 10000⁰С и под действием такой температуры металл плавится и может закипеть. Под действием ударной волны, сопровождающей искровой разряд, происходит удаление расплавленного металла из микроучастка поверхности электрода в виде мельчайших частиц в жидкой среде и эти частицы подвергаются высокоскоростной закалке. Эти условия позволяют получать устойчивые нанодисперсные порошки металлов [1].

Целью настоящей работы является изучение фазового состава и дисперсности продуктов электроискрового диспергирования алюминия в гексане и этиловом спирте.

Нанопорошки алюминия обладают рядом свойств, отличающихся от свойств компактного металла, прежде всего – высокой реакционной способ-

ностью, которая проявляется в реакциях с водой, в процессах горения, низкотемпературного спекания, самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Возрастающий интерес исследователей к взаимодействию нанопорошков алюминия с водой связан с перспективой использования этого процесса в водородной энергетике, для получения оксидов-гидроксидов алюминия, которые являются ценными прокурсорами керметов, носителей катализаторов, сорбентов [2].

Для получения продуктов диспергирования алюминия в условиях искрового разряда была использована установка, разработанная У. Асановым и его сотрудниками и предназначенная для проведения химического синтеза [3]. В качестве диэлектрической среды использованы гексан и этиловый спирт, а в качестве электродов – стержни из алюминия.

Подготовка полученных порошков алюминия для исследования проводилась по следующей схеме. Порошки алюминия, полученные в соответствующей жидкости, отделялись от жидкой фазы декантацией, промывались чистым растворителем и высушивались при 110⁰С. Подготовленный таким образом порошок алюминия подвергался изучению.

Фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования металлов изучен методом рентгенофазового анализа.

Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении. Дисперсность синтезированных продуктов определена методом электронной спектроскопии. Микрофотографии продуктов сняты на просвечивающем электронном микроскопе JEOL-2000FX и эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F.

Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования алюминия на рисунке 1, результаты расчета дифрактограмм представлены в таблицах 1 и 2.

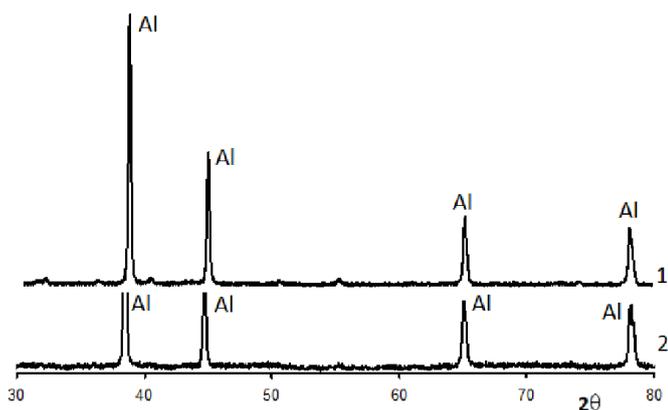


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования алюминия в гексане (1) и спирте (2).

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования алюминия в гексане

№	Эксперимен. данные		Фазовый состав			
	I	d, A°	Al		Al ₄ C ₃	
			hkl	a, A°	hkl	d, A°
1	3	2,7888			101	2,80
2	2	2,4853			015	2,49
3	100	2,3394	111	4,052		
4	2	2,2317			107	2,23
5	49	2,0264	200	4,053		
6	3	1,6639			110	1,66
7	23	1,4324	220	4,051		
8	20	1,2218	311	4,052		

Таблица 2

Результаты расчета дифрактограммы продукта электроискрового диспергирования алюминия в этиловом спирте

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав	
	I	d, A°	Al	
			hkl	a, A°
1	100	2,3406	111	4,054
2	52	2,0255	200	4,051
3	30	1,4324	220	4,051
4	30	1,2223	311	4,054

Результаты расчета дифрактограмм продуктов электроискрового диспергирования алюминия в гексане и спирте показывают, что основной фазой продукта, полученного в гексане является металлический алюминий с кубической решеткой с периодом $a=4,052\text{A}^\circ$, а второй фазой - карбид алюминия Al_4C_3 (рис.1, табл.1). К карбиду алюминия относятся линии небольшой интенсивности, что указывает на малое содержание этой фазы. В спирте образуется одна фаза, являющаяся металлическим алюминием с периодом решетки $a=4,053\text{A}^\circ$. Отсюда можно сделать вывод о том, что фазовый состав продукта электроискрового диспергирования алюминия зависит от природы жидкой среды. В гексане происходит взаимодействие небольшого количества активных частиц алюминия, образующиеся в момент искро-

вого разряда, с продуктами распада молекул диэлектрической жидкости. Поэтому при диспергировании алюминия в гексане происходит образование карбида алюминия.

Микрофотографии продуктов, полученных при электроискровом диспергировании алюминия в гексане и спирте, представлена на рисунках 2, 3.

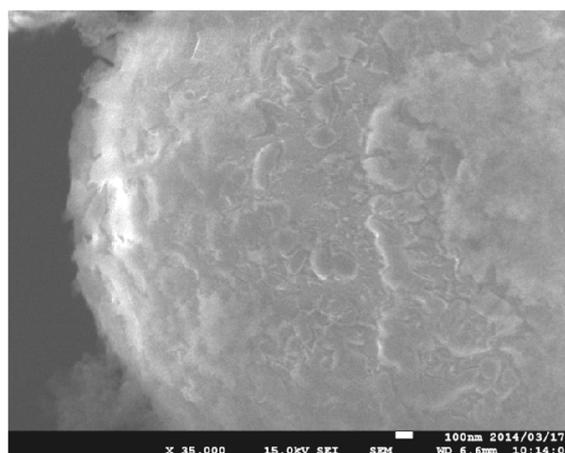
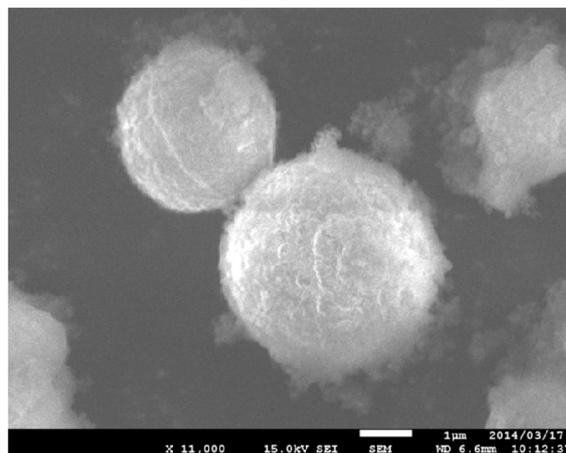


Рис. 2. Микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования алюминия в гексане, полученные на сканирующем электронном микроскопе.

Анализ микрофотографий показывает, что порошки алюминия, синтезированные методом электроискрового диспергирования, представляют собой полидисперсную систему, состоящую из частиц разных размеров и морфологий. Согласно микрофотографиям, полученным на сканирующем электронном микроскопе, продукты электроискрового диспергирования алюминия в гексане состоит из агломератов нанодисперсных частиц. Анализ микрофотографий продуктов электроискрового диспергирования алюминия в спирте, полученных на просвечивающем электронном микроскопе, показывает, что частицы алюминия имеют размеры порядка

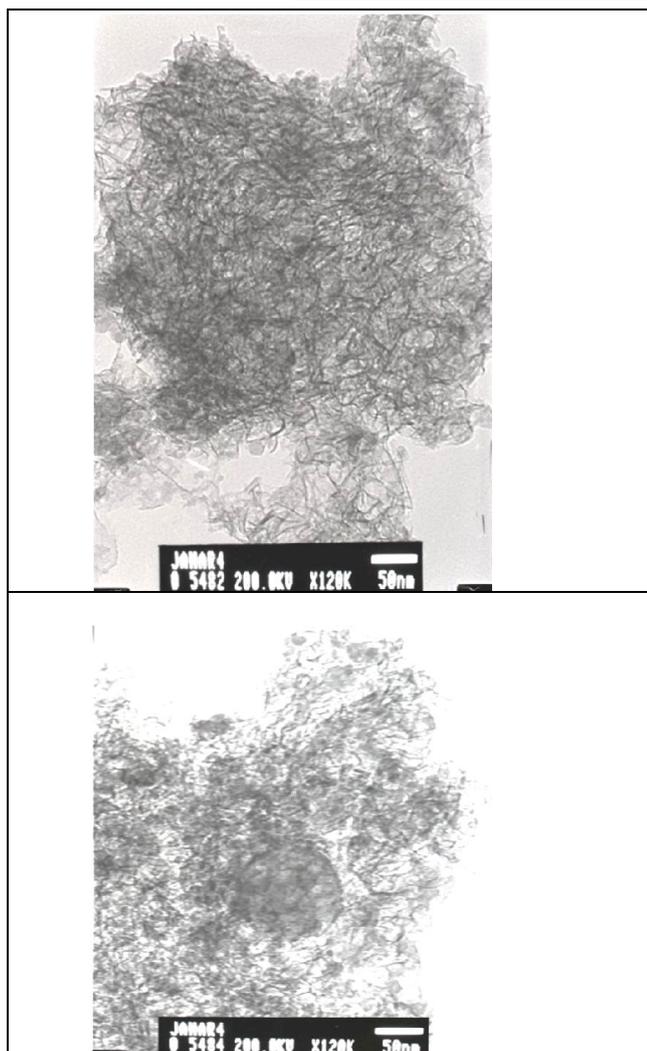


Рис. 3. Микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования никеля в спирте, полученные на просвечивающем электронном микроскопе.

10-20 нм. При подготовке образца к исследованию на просвечивающем электронном микроскопе готовят ее суспензии в спирте обработкой ультразвуком. Поэтому на микрофотографиях, полученных просвечивающим электронным микроскопом, фиксируются исходные частицы, синтезированные в условиях электроискрового диспергирования. Эти частицы с течением времени коагулируют с образованием более крупных агрегатов. На микрофотографиях, снятых на сканирующем электронном микроскопе, показаны эти агрегаты.

Таким образом, методом рентгенофазового анализа показано, что фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования алюминия зависит от природы жидкой среды. В гексане, кроме нанодисперсного алюминия, образуется также карбид алюминия, а в спирте происходит только диспергирование алюминия. При электроискровом диспергировании алюминия в жидкой среде происходит образование наноразмерных частиц алюминия, которые коагулируются с образованием агрегатов.

Литература:

1. Байрамов Р.К. Поведение металлических частиц, образованных при электроискровом диспергировании алюминия в водных растворах // ЖПХ, 2003, т. 26, вып. 7. - С. 1067-1070.
2. Коршунов А.В., Голушкова Е.Б., Перевезенцева Д.О., Ильин А.П. Макрокинетика взаимодействия электро-взрывных нанопорошков алюминия с водой и водными растворами // Известия ТПУ, 2008, т.312, №3. - С.5-10
3. Асанов У.А., Петренко Б.Я., Денисов А.С. Установка для получения продуктов электроэрозии металлов // АС. № 322249, БН., 1972, №36.

Рецензент: д.хим.н. Шыйтыева Н.