

Сатывалдиев А.С., Жумагулова Б.Т., Мурзубраимов Б.М., Абдулазизов Т.А.
**Al-Ti СИСТЕМАСЫН ГЕКСАНДА ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ
 ПРОДУКТЫСЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫ ЖӨНҮНДӨ**

Сатывалдиев А.С., Жумагулова Б.Т., Мурзубраимов Б.М., Абдулазизов Т.А.

**О ФАЗОВОМ СОСТАВЕ ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО
 ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ Al-Ti В ГЕКСАНЕ**

A.S. Satyvaldiev, B.T. Zhumagulova, B.M. Murzubraimov, T.A. Abdulazizov

**ON THE PHASE COMPOSITION OF THE PRODUCTS OF ELECTRICAL SPARK
 DISPERSION OF THE Al-Ti SYSTEM IN HEXANE**

УДК: 621.762:546.62:546.82

Алюминий менен титанды бирге гександа электр учкундук дисперстөөдө матрицасы алюминий күкүмү, ал эми армирлөөчү фазасы титан карбидинин негизиндеги катуу эритмелер болгон алюмоматрицалык композит пайда болору рентген фазалык анализ методу менен аныкталган. Алюминий менен титанды бирге электр учкундук дисперстөө продуктылары, электроддордун полярдуулугуна карабастан, үч фазадан турат. Продуктылардын металлдык жана карбиддик фазаларынын катышы электроддордун полярдуулугунан көз каранды, анткени металлдардын дисперстениши алардын полярдуулугунан көз каранды. Анод алюминий болгондо продуктынын негизги фазасы металлдык алюминий, ал эми титан анод болсо титан карбидинин негизиндеги катуу эритме негизги фаза болот. Продуктылардын курамындагы алюминийдин жана титан карбидинин торчолорунун параметри массивдүү алюминийдин жана таза титан карбидинин торчолорунун параметринен айырмаланат.

Негизги сөздөр: электр учкундук дисперстөө, алюминий, титан, титандын карбиди, продукт, алюмоматрицалык композит.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что при совместном электроискровом диспергировании алюминия и титана в гексане происходит образование алюмоматричного композита, где матрицей является порошок алюминия, а армирующая фаза представляют собой твердые растворы на основе карбида титана. Продукты совместного электроискрового диспергирования алюминия и титана, не зависимо от полярности электродов, состоят из трех фаз. Соотношение металлической и карбидных фаз продуктов зависит от полярности электродов, т.к. диспергируемость металлов зависит от их полярности. Когда анодом является анодом основной фазой продукта является металлический алюминий, когда анодом является титан основной фазой является твердый раствор на основе карбида титана. Параметр решетки алюминия и карбида титана, находящихся в составе продуктов отличается от параметра решетки массивного алюминия и чистого карбида титана.

Ключевые слова: электроискровое диспергирование, алюминий, титан, карбид титана, продукт, алю-

моматричный композит.

By X-ray analysis, it has been established that when electrically sputtered aluminum and titanium are mixed in hexane, an aluminum matrix composite is formed, where the matrix is aluminum powder and the reinforcing phase is titanium carbide solid solutions. The products of joint electric-spark dispersion of aluminum and titanium, regardless of the polarity of the electrodes, consist of three phases. The ratio of metal and carbide phases of products depends on the polarity of the electrodes, since the dispersibility of metals depends on their polarity. When aluminum is the anode, the main phase of the product is aluminum metal, when the anode is titanium, the main phase is a solid solution based on titanium carbide. The lattice parameter of aluminum and titanium carbide found in products differs from the lattice parameter of solid aluminum and pure titanium carbide.

Key words: electrospark dispersion, aluminum, titanium, titanium carbide, product, aluminum matrix composite.

В промышленности в качестве конструкционных материалов широкое применение находят композиты на основе алюминия, где армирующей фазой является карбид титана, т.к. они имеют малую плотность, высокую удельную прочность, коррозионную стойкость и хорошие технологические свойства [1]. Перспективным является получение алюмоматричных композиционных сплавов с наноразмерными частицами армирующей фазы [2]. В работе [1] показано, что содержание нанодисперсного карбида титана в составе алюмокомпозитов приводит к повышению их химической стойкости и механических свойств по сравнению с металлическим алюминием.

Одним из основных методов получения наноструктурных алюмокомпозитов является самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Основными недостатками данного метода являются: присутствие в составе полученного композита непрореагировавших реагентов,

неравномерное распределение армирующей фазы в объеме композита и скопление частиц карбида титана по границам зерен [3]. Поэтому поиск новых методов получения алюмокомпозитов, содержащих в качестве армирующей фазы нанодисперсного карбида титана является актуальной задачей. Для синтеза композита системы Al-TiC перспективным является метод электроискрового диспергирования, который позволяет получать нанодисперсные системы из любых токопроводящих материалов [4].

Синтез алюмокомпозита, содержащего карбид титана методом электроискрового диспергирования проведен на лабораторной электроэрозионной установке с двумя электродами, изготовленными из алюминиевого и титанового стержней с соответствующими размерами 30x15x2 мм и 35x8x4 мм. Диспергирование металлов системы Al-Ti проводилось в среде жидкого углеводорода - гексана.

Искровой разряд, создаваемый RC-генератором, имеет следующие электрические пара-

метри: напряжение $U=220$ В, емкость конденсатора $C=2$ мкф. Полученный в этих условиях единичный разряд характеризуется энергией $E=0,05$ Дж.

Синтез алюмокомпозитов в условиях электроискрового диспергирования проводился при различных полярностях электродов. Полученные продукты отделялись на центрифуге и высушивались при 70-80°C.

Фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования алюминия и титана установлен методом рентгенофазового анализа. Съемка дифрактограмм проводилась на дифрактометре ДРОН-3 с CuK_α -излучением. Расчет дифрактограмм проводился по методике [5].

Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования систем Al^+-Ti^- (алюминий-анод, титан-катод) и Al^-Ti^+ (алюминий-катод и титан-анод) приведены на рисунке 1, а результаты расчета дифрактограмм - в таблицах 1, 2.

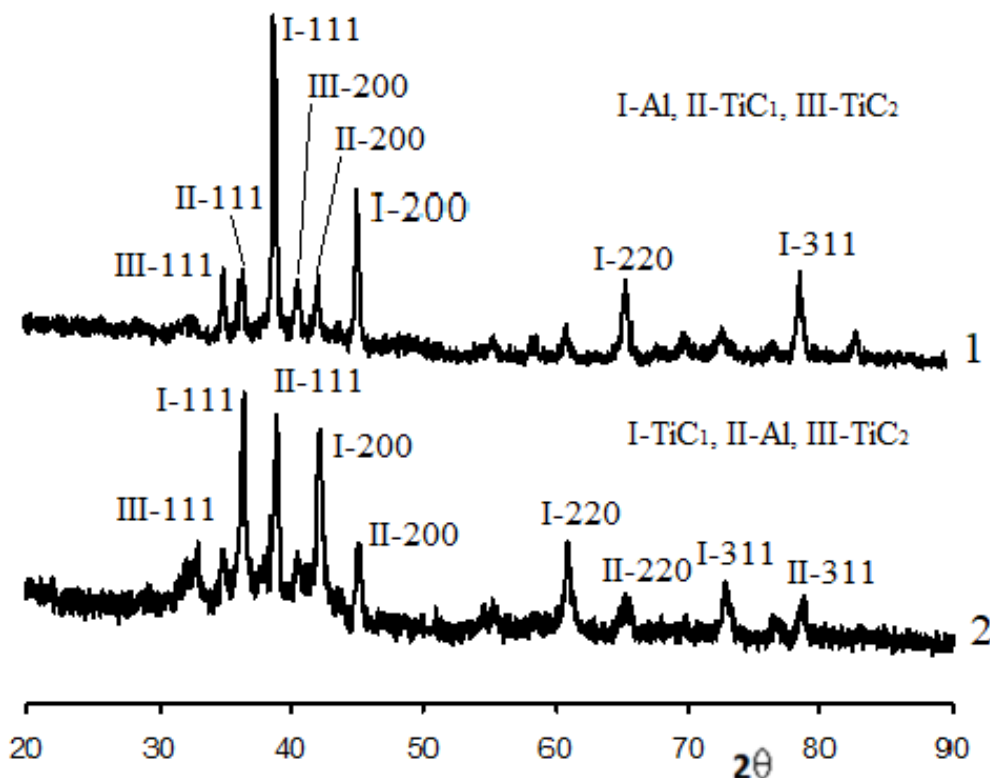


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования систем: Al^+-Ti^- (1) и Al^-Ti^+ (2).

Результаты расчета дифрактограмм позволяют делать вывод о том, что на фазовый состав продуктов не влияет полярность электродов (рис. 1, табл.1,2). Продукты состоят из трех фаз. При электроискровом диспергировании системы Al^+-Ti^- алюминий образует металлическую фазу, а титан за счет углерода, находящегося в составе молекулы гексана, образует карбидные фазы, которые представляют собой твердые растворы на основе карбид титана. Обе карбидные фазы имеют гранцентрированную кубическую

решетку типа NaCl, но отличаются по значению параметра решетки (табл.1). Значение параметра решетки первой карбидной фазы меньше, чем значение параметра решетки карбида титана на $0,053 \text{ \AA}$, а значение параметра решетки второй карбидной фазы, больше чем значение параметра решетки чистого карбида титана на $0,103 \text{ \AA}$. Значение параметра решетки карбида титана составляет $4,328 \text{ \AA}$ [6]. Поэтому эти фазы соответственно обозначаем как TiC_1 и TiC_2 (табл. 1).

Таблица 1

Дифрактограммы продукта системы Al^+-Ti^-

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
	I	d, \AA	Al		TiC_1		TiC_2	
			hkl	a, \AA	hkl	a, \AA	hkl	a, \AA
1.	21	2,5397					111	4,399
2.	22	2,4538			111	4,250		
3.	100	2,3026	111	3,988				
4.	14	2,2168					200	4,434
5.	20	2,1289			200	4,258		
6.	46	1,9976	200	3,995				
7.	6	1,5698					220	4,440
8.	9	1,5144			220	4,283		
9.	24	1,4196	220	4,015				
10.	7	1,3427					113	4,453
11.	10	1,2951			113	4,295		
12.	4	1,2381			222	4,289		
13.	28	1,2140	311	4,026				
Среднее				4,006		4,275		4,431

Дифрактограмма продукта электроискрового диспергирования системы $Al-Ti^+$ отличается от дифрактограммы продукта системы Al^+-Ti^- по интенсивности рефлексов соответствующих фаз. В дифрактограмме продукта системы $Al-Ti^+$ более интенсивным является рефлексные линии соответствующие TiC_1 , поэтому данная фа-

за является основной. Интенсивности рефлексных линий металлического алюминия и твердого раствора TiC_2 меньше, поэтому они являются соответственно второй и третьей фазой. Фазы TiC_1 и TiC_2 также отличаются по значению параметра решетки (табл. 2)

Таблица 2

Дифрактограммы продукта системы Al-Ti⁺

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
	I	d, A°	Al		TiC ₁		TiC ₂	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°	hkl	a, A°
1.	31	2,5636					111	4,440
2.	100	2,4708			111	4,279		
3.	28	2,3714						
4.	90	2,3208	111	4,020				
5.	27	2,2241					200	4,448
6.	79	2,1414			200	4,283		
7.	33	2,0085	200	4,016				
8.	38	1,5198			220	4,299		
9.	13	1,4235	220	4,026				
10.	24	1,2969			113	4,301		
11.	9	1,2416			222	4,301		
12.	18	1,2161	311	4,033				
13.	7	1,1629						
Среднее				4,024		4,296		4,448

Диспергируемость электродов и значение параметра решетки синтезированных фаз приведены в таблице 3.

Таблица 3

Зависимость параметра решетки фаз алюмокомпозигов, синтезированных в условиях электроискрового диспергирования, от полярности электродов

№	Электроды	Диспергированных электродов, г	Соотношение металлов		Параметры решетки фаз, A°		
			Масс.%	Моль.%	Al	TiC ₁	TiC ₂
1.	Al ⁺	0,626	88,3	92,8	4,006	4,275	4,431
	Ti ⁻	0,083	11,7	7,2			
2.	Al ⁻	0,254	49,0	63,1	4,024	4,296	4,448
	Ti ⁺	0,264	51,0	36,9			

Для установления диспергируемости электродов они взвешивались до и после процесса электроискрового диспергирования. Из таблицы 3 видно, что на диспергируемость электродов влияет их полярность. В системе Al⁺-Ti⁻, когда анодом является алюминий диспергируемость алюминия почти 8 раз больше, чем диспергируемость титана. Когда анодом является титан его диспергируемость увеличивается и практически совпадает с диспергируемостью алюминия, но в молях содержание титана в составе продукта будет все равно меньше, чем алюминия. Содержание металлов в составе продуктов, рассчитанное на основе расхода электродов,

коррелируется с содержанием синтезированных фаз. Поэтому в продукте системы Al⁺-Ti⁻ основной фазой является металлический алюминий, а основной фазой продукта системы Al⁻-Ti⁺ является твердый раствор TiC₁. Значение параметра решетки синтезированных фаз так же зависит от расхода электродов, т.е. от содержания металлов. Значение параметра решетки карбидных фаз TiC₁ и TiC₂ продукта системы Al-Ti⁺ более высокое, чем значение параметра решетки соответствующих фаз продукта системы Al⁺-Ti⁻.

Согласно литературным данным [7] значение параметра решетки металлического алюминия равно $a=4,050\text{A}^\circ$, а параметр решетки высо-

кодисперсных порошков алюминия, полученных при электроискровом диспергировании систем Al^+-Ti^- и Al^-Ti^+ , имеют меньшее значение ($4,006 A^\circ$ и $4,024 A^\circ$). В работе [8] при электроискровом диспергировании алюминия получен нанопорошок алюминия более высоким значением параметра решетки ($4,082 A^\circ$).

Авторы [9] считают, что метод электроискрового диспергирования является перспективным методом синтеза нанодисперсного карбида титана.

Таким образом, методом порошковой рентгенографии показывает, что при электроискровом диспергировании системы $Al-Ti$ в жидком углеводороде происходит образование композита на основе алюминия, где матрицей является порошкообразный алюминий, а армирующей фазой порошкообразные карбидные соединения титана.

Литература:

1. Амосов А.П., Луц А.Р., Латухин Е.И., Ермошкин А.А. Применение процессов СВЧ для получения *in situ* алюмоматричных композиционных материалов, дискретно армированных наноразмерными частицами карбида титана // Известия вузов. Цветная металлургия, 2016. - №1. - С. 39-49.
2. Крушенко Г.Г. Роль частиц нанопорошков при формировании структуры алюминиевых сплавов // Металлургия машиностроения, 2011, №1. - С. 20-24.
3. Луц А.Р., Амосов А.П., Ермошкин А.А., Ермошкин А.А., Никитин К.В., Тимошкин И.Ю. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез высокодисперсной фазы карбида титана из смесей порошков в расплаве алюминия // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия, 2013, №3. - С. 28-35.
4. Сатывалдиев А., Асанов У.А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. - Бишкек: КГНУ, 1995. - 187 с.
5. Миркин Л.И. Рентгеноструктурный анализ. Справочное руководство. Получение и измерение рентгенограмм. - М.: Наука, 1976. - 326 с.
6. Гусев А.И. Фазовые равновесия, фазы и соединения в системе TiC . // Успехи химии. - 2002. - Т.71, №6. - С. 507-532.
7. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. - М.: Химия, 1977. - 376 с.
8. Мадиярова А.М., Сатывалдиев А.С. Зависимость фазового состава продуктов электроискрового диспергирования алюминия от природы жидкой среды / Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана», №4. - Бишкек, 2017. - С.40-42.
9. Макамбаева Ы.Ж., Насирдинова Г.К., Чолпонбай к. Н., Сатывалдиев А.С. Получение нанодисперсных порошков карбида титана методом электроискрового диспергирования // Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана», №1. - Бишкек, 2015. - С. 34-36.

Рецензент: к.хим.н., доцент Насирдинова Г.К.

Молдошев А.М., Кадырова Г.Ж.

ХИМИЯЛЫК МАСЕЛЕЛЕРДИ ЧЫГАРУУ МЕТОДИКАСЫ

Молдошев А.М., Кадырова Г.Ж.

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

A.M. Moldoshev, G.Zh. Kadyrova

METHODS OF SOLVING CHEMICAL PROBLEMS

УДК: 371,3(075,5):54)

Химиялык маселелер – бул өзүнө шарттарды, функциялык көз карандылыкты жана жооп талапты камтыган суроо жагдайы менен таанып-билүү тапшырмалары. Өзүнүн дидактикалык багыты боюнча милдеттер – бул билимдерин жана жөндөмдөрүн колдонуунун интегралдуу каражаты, химиялык тилдин мүнөздөмөлөрүнүн ортосундагы сандык жана сапаттык бүтүндүгүн аныктоо. Химиялык милдеттерди чыгаруу процесси кызыктуу болуш керек жана канааттандырууну алып келиш керек. Милдеттерди окуу процессине кошуу окуучулардын өз алдынчалыгын жана активдүүлүгүн камсыз кылууга мүмкүндүк берет, бекем билимдерди жана биличтиктерди түзөт, окутууну турмуш менен байланыштырганга ишке ашырат, ошондой эле окуучулардын кесиптик багытына өбөлгө түзөт. Бул макалада заттын саны жөнүндө түшүнүктү колдонуу менен маселелерди кантип чыгаруунун ыкмасы көрсөтүлгөн. Мисалы, химиялык формула боюнча эсептөө, заттын формуласын аныктоо, химиялык теңдемелер боюнча эсеп чыгаруу. Ошондой эле эсепти чыгарууда кайсы эрежелерге көңүл буруу керек экендиги айтылат.

Негизги сөздөр: молярдык масса, моль, массалык үлүш, көлөмдүк үлүш, химиялык формула, химиялык теңдеме.

Химические задачи – это познавательные задания с вопросной ситуацией, включающие в себя условия, функциональные зависимости и требование ответа. По своему дидактическому назначению задачи – это средство интегративного применения знаний и умений, установления целостности между количественными и качественными характеристиками химического языка. Процесс решения химических задач должен быть увлекательным и приносить удовлетворение. Включение задач в учебный процесс позволяет обеспечить самостоятельность и активность учащихся, сформировать прочные знания и умения, осуществлять связь обучения с жизнью, а также способствует профессиональной ориентации школьников. В данной статье рассмотрена методика решения химических задач с использованием понятий о количестве вещества. Например, расчет по химическим формулам, вывод формул соединений, расчет по химическим уравнениям, а также при решении необходимо руководствоваться не-

сколькоими простыми правилами.

Ключевые слова: молярная масса, моль, массовая доля, объемная доля, химическая формула, химические уравнения.

Chemical tasks are cognitive tasks with a question situation, including conditions, functional dependencies and the requirement of an answer. According to its didactic purpose, the task is a means of integrative application of knowledge and skills, establishing the integrity between the quantitative and qualitative characteristics of the chemical language. The process of solving chemical problems should be fun and satisfying. The inclusion of tasks in the educational process allows to ensure the independence and activity of students, to form strong knowledge and skills, to link learning with life, and also contributes to the professional orientation of students. This article describes the method of solving chemical problems using the concepts of the amount of substances. For instance, calculation by chemical formulas, derivation of compounds formulas, calculation by chemical equations, also the decision must be guided by a few simple rules.

Key words: molar mass, mol, mass fraction, volume fraction, chemical formula, chemical equations.

Химиялык маселелерди чыгаруу – химия илиминин негиздери боюнча билим алуунун эң маанилүү жагы, деп айтсак болот. Окуу процессине маселелерди киргизүү менен окутуунун төмөнкү дидактикалык принциптерин ишке ашырууга болот:

- окуучулардын активдүүлүгүн жана өз алдынчалыгын камсыз кылуу;
- турмуш менен байланыштырып окутууну жүзөгө ашыруу;
- терең билимдерге жана көнүмдөргө ээ болууга жетиштүү;
- химия боюнча политехникалык окууну ишке ашыруу;
- адистикке багытоо;

Маселелерди чыгаруу – окуучуларга практикалык машыгууларды, ыкмаларды жана көнүмдөрдү үйрөтүүгө түрткү берет. Маселелер