Темирбаев К.Т., Сатывалдиев А.С.

Al-Cu, Al-Fe ЖАНА Al-Ni СИСТЕМАЛАРЫН СПИРТТЕ ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ ПРОДУКТЫЛАРЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫ ЖӨНҮНДӨ

Темирбаев К.Т., Сатывалдиев А.С.

О ФАЗОВОМ СОСТАВЕ ПРОДУКТОВ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ СИСТЕМ Al-Cu, Al-Fe И Al-Ni В СПИРТЕ

K.T. Temirbaev, A.S. Satyvaldiev

ON THE PHASE COMPOSITION OF THE PRODUCTS OF ELECTRICAL-SPARK DISPERSION OF THE Al-Cu, Al-Fe AND Al-Ni SYSTEMS IN ALCOHOL

УДК: 536.46:541.182

Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктыларынын фазалык курамынын экинчи металлдын жаратылышынан көз карандылыгы рентген фазалык анализ методу менен аныкталды. Алюминийди жез менен бирге спиртте электр учкундук дисперстөө продуктысы үч фазадан турат. Грандык борборлошкон кубдук торчого ээ алюминийдин жездеги катуу эритмеси негизги фаза, ал эми металлдык алюминий экинчи фаза болот. Продуктынын үчүнчү фазасы Cu_9Al_4 интерметаллдык кошулмасы болот. Al-Fe жана Al-Ni системаларынын продуктылары эки фазадан турат. Бул продуктылардын негизги фазасы эки валенттүү темирдин оксиди же эки валенттүү никелдин оксиди болот. Al-Fe системасынын продуктысынын экинчи фазасы алюминийдин негизиндеги катуу эритме, ал эми Al-Ni системасынын продуктысынын экинчи фазасы кубдук торчого ээ $AlNi_3$ интерметаллдык кошулма болот.

Негизги сөздөр: *электр учкундук дисперстөө, продуктылар, система, фазалык курамы, спирт, алюминий, темир.*

Методом рентгенофазового анализа установлено, что фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования систем Al-Cu, Al-Fe и Al-Ni в спирте зависит от природы второго металла. Продукт совместного электроискрового диспергирования алюминия с медью в спирте состоит из трех фаз. Главной фазой является твердый раствор алюминия в меди с гранецентрированной кубической решеткой, а второй фазой – металлический алюминий. В составе продукта в небольшом количестве содержится интерметаллическое соединение Cu_9Al_4. Продукты систем Al-Fe и Al-Ni состоят из двух фаз. Основной фазой этих продуктов является соответственно оксид двухвалентной железы и двухвалентного никеля. Второй фазой продукта системы Al-Fe является твердый раствор на основе алюминия, а у продукта системы Al-Ni второй фазой является интерметаллическое соединение $AlNi_3$ с кубической решеткой.

Ключевые слова: *электроискровое диспергирование, продукты, система, фазовый состав, спирт, алюминий, железо.*

By the method of X-ray phase analysis, it was found that the phase composition of the products of electric-spark dispersion of the Al-Cu, Al-Fe and Al-Ni systems in alcohol depends on the nature of the second metal. The product of joint electric-spark dispersion of aluminum with copper in alcohol consists of three phases. The main phase is a solid solution of aluminum in copper with a face-centered cubic lattice, and the second phase is metallic aluminum. The product contains a small amount of intermetallic compound Cu_9Al_4. The products of the Al-Fe and Al-Ni systems consist of two phases. The main phase of these products is, respectively, the oxide of the divalent gland and divalent nickel. The second phase of the Al-Fe system product is an aluminum-based solid solution, and the second phase of the Al-Ni system product is an $AlNi_3$ intermetallic compound with a cubic lattice.

Key words*: electrospark dispersion, products, system, phase composition, alcohol, aluminum, iron.*

Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni бинардык системаларынын абалдык диаграммалары татаал түзүлүшкө ээ. Абалдык диаграммага ылайык Al-Cu системасында он беш фаза пайда болот [1]. Эки фазаны жездин жана алюминийдин негизиндеги катуу эритмелер түзөт. Cu негизиндеги катуу эритме курамы боюнча кеңири областы камтыйт жана алюминийдин жездеги эригичтиги темпе-

ратура төмөндөгөндө жогорулайт. Алюминийдин жездеги максималдуу эригичтиги 565°С да 19,7% (ат.), ал эми жездин алюминийдеги максималдуу эригичтиги 548°С да 2,48% (ат.) түзөт жана температура төмөндөгөндө азаят.

Al-Fe системасынын абалдык диаграммасы бир нече интерметаллдык кошулмалардан (Fe_3Al, $FeAl_2$, Fe_2Al_5, $FeAl_3$), алюминий менен темирдин негизиндеги катуу эритмелерден турат [2]. Бул системада α-Fe жана γ-Fe деги алюминийдин катуу эритмелери пайда болот. Алюминийдин α-темирдеги катуу эритмеси көлөмдүк борборлошкон кубдук торчого ээ болот жана алюминийдин α-темирдеги максималдуу эригичтиги 520°С да 25% (ат.) чейин жетет. Al дин γ-Fe деги максималдуу эригичтиги 1150°С да 1,28% (ат.) түзөт. Fe дин Al деги эричтиги анчалык чоң эмес. Темирдин алюминийдеги максималдуу эригичтиги 625°С да 0,03% (ат.) барабар.

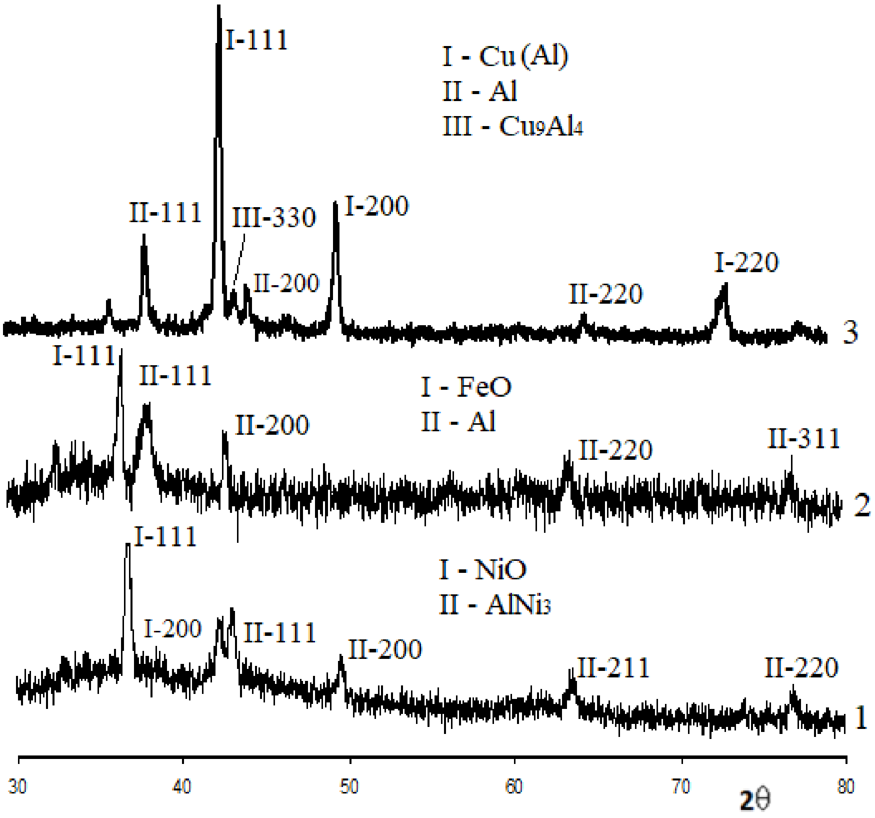
Al-Ni системасында алюминий менен никель эки катуу эримени жана беш интерметаллдык кошулмаларды: Al_3Ni (β-фаза), Al_3Ni_2 (γ-фаза), AlNi (δ-фаза), $AlNi_3$ (ε-фаза) жана Al_3Ni_5 пайда кылат [3]. Al–Ni системасында никелдин алюминийдеги жана алюминийдин никелдеги эки катуу эритмеси пайда болот. Никелдин алюминийдеги эричтиги 640°С да болгону 0,05 сал. % ти, ал эми алюминийдин никелдеги эригичтиги 500°С да 3,85 сал. % ти түзөт. Абалдык диаграмма боюнча алюминийдин никелдеги максималдуу эригичтиги 1385℃ да 11 сал. % ти түзөт.

Ошонентип, Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системалары электр учкундук дисперстөө шартында катуу эритмелерди, интерметаллдык кошулмаларды пайда кылышы мүмкүн. Ошондуктан Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларынын этил спиртиндеги электр учкундук дисперстөө продукталарынын фазалык курамын изилдөө белгилүү кызыкчылыктарды туудурат. Электр учкундук дисперстөө шартында учкун разрядынын концентрацияланган энергиясынын таасири менен электроддор контакта болгон микрокөлөмдө металлдар балкып эрип, бууга айланышыда мүмкүн. Учкун разрядынын толкунунун таасири менен металлдардын эритиндилери реактордук көлөмгө майда бөлүкчөлөр түрүндө чачырайт. Бул учурда катуу эритмелердин, интерметаллдык жана башка кошулмалардын пайда болушуна шарт түзүлөт [4].

Al-Cu жана Al-Ni системаларынын электр учкундук дисперстөө продуктыларынын фазалык курамынын суюк чөйрөнүн жаратылышынан көз карандылыгы [5,6] жумуштарда көрсөтүлгөн.

Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларынын электр учкундук дисперстөө продукталарын алуу үчүн эки электродду лабораториялык электр учкундук аспап колдонулду. Бир электрод өлчөмү 40х7х2 мм болгон алюминий пластинкасынан, ал эми экинчи электрод жез (d=5мм, l=50 мм) же никель (30х4х4 мм), же темир (d=3мм, l=50 мм) стержендеринен даярдалган, мында d – стержендин диаметри, l – стержендин узундугу. Суюк чөйрө катарында этил спирти (96%) колдонулду. Алынган продуктылар катуу фазанын курамында болот, ошондуктан ал фаза суюк фазадан центрифуганын жардамы менен бөлүп алынат жана 70-80°С да кургатуучу шкафта кургатылат.

Алынган продуктылардын фазалык курамын изилдөө үчүн рентген фазалык анализ методу колдонулган, ал эми алардын дифрактограммалары ДРОН-3 дифрактометринде фильтирленген жез нурунда тартылган Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларынын спирттеги электр учкундук дисперстөө продукталарынын дифрактограммалары сүрөттө, ал эми дифрактограммаларды эсептөө жыйынтыгы 1-3 таблицаларда келтирилген.



Сүрөт. Al-Cu (1), Al-Fe (2) жана Al-Ni (3) системаларынын спирттеги электр учкундук дисперстөө продукталарынын дифрактограммалары.

1-таблица

Al-Cu системасын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктысынын дифрактограммасын эсептөө жыйынтыгы

№	Эксперименталдык маалыматтар		Фазалык курамы					
	I	d, A°	Cu(Al)		Al		Cu_9Al_4	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°	hkl	a,A°
1.	29	2,3371			111	4,048		
2.	100	2,0997	111	3,637				
3.	10	2,0525					330	8,708
4.	12	2,0212			200	4,042		
5.	39	1,8186	200	3,637				
6.	27	1,4269			220	4,036		
7.	14	1,2830	220	3,629				
8.	4	1,2158			311	4,032		

Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларынын спирттеги электр учкундук дисперстөө продуктыларынын фазалык курамынын экинчи металлдын жаратылышынан көз карандылыгын продуктылардын дифрактограммаларын эсептөө жыйынтыгы көрсөттү. Al-Cu системасынын продуктысы үч фазадан турат (сүрөт, 1-таблица). Негизги фаза грандык борборлошкон кубдук (ГБК) торчого ээ. Бул фазанын торчосунун параметринин мааниси a=3.634 A° барабар. Бул чоңдук жездин торчосунун параметринин маанисине (a=3.615 A°) караганда бир топ жогору, ал эми алюминийдин торчосунун параметринин маанисине (a=4,041 A°) караганда төмөн. Ошондуктан, бул фазаны алюминийдин жездеги катуу эритмеси Cu(Al) катарында караоого болот. Жогоруда көрсөтүлгөндөй алюминийдин жездеги максималдуу эригичтиги 19% (ат.) чейин жетет. Экинчи фазанын торчосунун параметринин мааниси (a=4,040 A°) металлдык алюминийдин торчосунун параметринин маанисине (a=4,041 A°) дал келет, ошондуктан бул фаза металлдык алюминий болот. Al-Cu системасынын продуктысынын курамындагы үчүнчү фазаны кубдук торчого ээ Cu_9Al_4 интерметаллдык кошулма түзөт.

2-таблица

Al-Fe системасын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктысынын дифрактограммасын эсептөө жыйынтыгы

№	Эксперименталдык маалыматтар		Фазалык курамы			
	I	d, A°	FeO		Al	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°
1.	100	2,4422	111	4,230		
2.	72	2,3441			111	4,060
3.	55	2,1015	200	4,203		
4.	36	1,4621			210	4,135
5.	27	1,2408			311	4,115

Рентген фазалык анализдин жыйынтыгы боюнча Al-Fe системасынын электр учкундук дисперстөө продуктысы эки фазадан турат (сүрөт, 2-таблица). ГБК торчосуна ээ эки валенттүү темирдин оксиди FeO негизги фаза болот. Экинчи фаза да ГБК торчосуна ээ, ал эми бул фазанын торчосунун параметринин мааниси a=4,103 A° барабар жана ал металлдык алюминийдин торчосунун параметринин маанисине (a=4,041 A°) салыштырмалуу бир топ жогору. Ошондуктан бул фаза таза металлдык алюминий жана орун алмашкан катуу эритме боло албайт. Адабияттан [2] алынган маалыматтар боюнча темирдин алюминийдеги эригичтиги өтө аз. Ошондуктан сиңирилген катуу эритменин пайда болушун божомолдоого болот. Бул фазанын курамы анык болбогондугуна байланыштуу аны биз шарттуу түрдө алюминийдин белгиси менен белгилейбиз.

Al-Ni системасынын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктысы да эки фазадан турат (сүрөт, 3-табл.). Негизги фаза грандык борборлошкон кубдук кристаллдык торчого ээ никелдин оксиди, ал эми экинчи фаза $AlNi_3$ интерметаллиддик кошулмасы болот. Бул интерметаллиддик кошулма да грандык борборлошкон кубдук торчого ээ.

3-таблица

Al-Ni системасын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктысынын дифрактограммасын эсептөө жыйынтыгы

№	Эксперименталдык маалыматтар		Фазалык курамы			
	I	d, A^o	NiO		$AlNi_3$	
			hkl	a, A^o	hkl	a, A^o
1.	100	2,4512	111	4,246		
2.	35	2,1346	200	4,269		
3.	44	2,0767			111	3,597
4.	27	1,8365			200	3,673
5.	21	1,4637			211	3,585
6.	27	1,2400			220	3,507

Металлдарды электр учкундук дисперстөөдө дисперстелген металл менен суюк чөйрөнүн молекуласынын термикалык ажыроо продуктысынын ортосунда химиялык аракеттенишүү болот. Пайда болгон кошулманын жаратылышы металлдын жана суюк чөйрөнүн жаратылышынан көз каранды, ошондуктан Al-Fe жана Al-Ni системаларын спиртте электр учкундук дисперстөөдө темирдин жана никелдин оксиддери пайда болот.

Ошентип, Al-Cu, Al-Fe жана Al-Ni системаларын спиртте электр учкундук дисперстөө продуктыларынын фазалык курамы экинчи металлдын жаратылышынан көз карандылыгы рентген фазалык анализ методу менен аныкталган. Al-Cu системасынын электр учкундук дисперстөө продуктысы негизинен алюминийдин жездеги катуу эритмесинен жана металлдык алюминийден турат. Al-Fe жана Al-Ni системаларынын продуктыларынын курамында темирдин жана никелдин оксиддеринен башка да алюминийдин негизиндеги катуу эритме жана $AlNi_3$ интерметаллдык кошулмасы болот.

Литература:

1. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3т.: Т.1 / Под общей реакцией Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997. - С. 135-139.
2. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3т.: Т.1 / Под общей редакцией Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997. - С. 144-148.
3. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3т.: Т.1 / Под общей редакцией Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997. - С. 183-185.
4. Сатывалдиев А., Асанов У.А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. - Б.: КГНУ, 1995. - 187 с.
5. Темирбаев К.Т., Сатывалдиев А.С., Жорокулов Д.А. Зависимость фазового состава продуктов совместного электроискрового диспергирования алюминия и меди от природы жидкой среды / Республиканский научно-теоретический журнал «Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана», №4. - Бишкек, 2017. - С. 43-45.
6. Темирбаев К.Т., Сатывалдиев А.С. Фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования алюминия с медью, никелем и железой в воде / Республиканский научно-теоретический журнал «Известия вузов Кыргызстана», №11. - Бишкек, 2017. - С. 25-27.

Рецензент: к.хим.н., профессор Сагындыков Ж.