DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2020

Сатывалдиев А.С., Исаева Г.М.

ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН НАНОДИСПЕРСТҮҮ Сu(Ni) КАТУУ ЭРИТМЕСИН СИНТЕЗДӨӨ МҮМКҮНЧҮЛҮГҮ ЖӨНҮНДӨ

Сатывалдиев А.С., Исаева Г.М.

О ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА НАНОДИСПЕРСНОГО ТВЕРДОГО РАСТВОРА Сu(Ni) МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ

A.S. Satyvaldiev, G.M. Isaeva

ON THE POSSIBILITY OF SYNTHESIZING A NANODISPERSED Cu (Ni) SOLID SOLUTION BY THE METHOD OF ELECTROSPARK DISPERSION

УДК: 536.46:541.182

Жез менен никелди бирге электр учкундук дисперстөөдө, суюк чөйрөнүн жаратылышына карабастан, бир фазадан турган күкүм түрүндөгү продуктылардын пайда болушу рентгенфазалык анализ методу менен аныкталды. Бул фазалар NaCl тибиндеги грандык борборлошкон кубдук торчого ээ. Катуу эритмелердеги металлдардын катышынын ар түрдүүлүгүнө карабастан торчолордун параметринин маанилери (3.600-3,602 А°) жакын. Бул маанилер жездин торчосунун параметринин маанисинен (3,621 А°) кичине жана никелдин торчосунун параметринин маанисинен (3,535 А°) чоң. Ошондуктан синтезделген фазалар никелдин жездеги катуу эритмеси Си(Ni) деген жыйынтык чыгарууга болот. Шеррердин теңдемеси менен эсептелген КЧОнын өлчөмү (27-28 нм) жана микрофотографиялардан аныкталган катуу эритмелердин бөлүкчөлөрүнүн орточо диаметри (62-72 нм) жездин негизиндеги катуу эритменин нанодисперстүү күкүмдөрүнүн пайда болушун далилдейт.

Негизги сөздөр: катуу эритмелер, жез, никель, нанодисперстүү, электручкундук дисперстөө, рентгенфазалык анализ, микрофотография.

Методом рентгенофазового анализа установлено, что при совместном электроискровом диспергировании меди и никеля, не зависимо от природы жидкой среды, образуются порошкообразные продукты, состоящие из одной фазы. Эти фазы имеют гранецентрированную кубическую решетку типа NaCl. Несмотря на различное соотношение металлов в твердых растворах они имеют почти одинаковое значение (3.600-3,602 A°) параметра. Эти значения значительно меньше значения параметра решетки меди (3,621 A°) и больше значения параметра решетки никеля (3,535 A°). Что позволяет предположить о том, что синтезированные фазы представляют собой твердые растворы никеля в меди Cu(Ni). Рассчитанный по уравнению Шеррера размер OKP (27-28 нм) и определенный из микрофотографий средний диаметр (62-71 нм) частиц твердого раствора указывают на образование нанодисперсного порошка твердого раствора на основе меди.

Ключевые слова: твердый раствор, медь, никель, нанодисперсный, электроискровое диспергирование, рентгенофазовый анализ, микрофотография.

By means of X-ray phase analysis, it has been established that during the joint electrospark dispersion of copper and nickel, regardless of the nature of the liquid medium, powdery products are formed, consisting of one phase. These phases have a face-centered cubic lattice of the NaCl type. Despite the different ratio of metals in solid solutions, they have almost the same value (3.600-3.602 A°) of the parameter. These values are significantly less than the lattice parameter of copper (3.621 A°) and greater than the value of the lattice parameter of nickel (3.535 A°). This suggests that the synthesized phases are solid solutions of nickel in copper Cu (Ni). The CSR size calculated by the Scherrer equation (27-28 nm) and the average diameter (62-71 nm) of solid solution particles determined from micrographs indicate the formation of a nanodispersed powder of a copperbased solid solution.

Key words: solid solution, copper, nickel, nanodispersed, electrospark dispersion, X-ray phase analysis, micrograph.

Металлдардын жана алардын композиттеринин нанодисперстүү күкүмдөрүн алуунун эффективдүү технологияларынын бири болуп электр учкундук дисперстөө методу эсептелинет [1]. Бул метод бир стадиялуулугу жана жабдыктарынын жөнөкөйлүүлүгү менен айырмаланат. Нанодисперстүү күкүмдөрдү алуу үчүн баштапкы материал катарында металлдар же куймалар колдонулат. Синтез контакта болгон металлдардын микрокөлөмүндө концентрацияланган учкун разрядынын энергиясынын таасири менен жүр-

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2020

гүзүлөт. Пайда болгон продуктылардын температурасынын кескин өзгөрүшүнүн натыйжасында метастабилдүү фазалардын сакталышына шарт түзүлөт [2]. Ошондуктан бул жумуштун максаты жез менен никелди бирге суюк чөйрөдө электр учкундук дисперстөө менен Cu-Ni системасынын катуу эритмесинин нанодисперстүү күкүмдөрүн синтездөө мүмкүнчүлүгүн изилдөө болот.

Cu-Ni системасынын катуу эритмесинин нанодисперстүү күкүмдөрүн алуу үчүн жез менен никель стержендеринен даярдалган электроддор электрдик учкун разрядынын таасири менен майдаланды, ал эми суюк чөйрө катарында гексан жана этил спирти (96%) колдонулду. Бир учкун разрядынын энергиясы 0,05 дж түздү. Жез менен никелди электр учкундук дисперстөөдө алардын катуу эритмесинин жогорку дисперстүү күкүмдөрүнүн пайда болушу рентгенфазалык анализ методу менен аныкталды, ал эми алардын дифрактограммасы фильтрленген жез нурунда RINT-2500 HV дифрактометринде тартылды. Катуу эрименин бөлүкчөлөрүнүн дисперстүүлүгүн баалоо үчүн электрондук микроскопия методу колдонулду жана алардын микрофотографиясын тартуу үчүн JOEL JSM-7600F сканирлөөчү электрондук микроскобу колдонулду.

Гександа жана спиртте алынган жез жана никель катуу эритмелеринин дифрактограммалары 1-сүрөттө, ал эми аларды эсептөө жыйынтыгы 1-таблицада келтирилген.



1-сүрөт. Гександа (1) жана спиртте (2) электр учкундук дисперстөө менен алынган жез менен никелдин катуу эритмелеринин дифрактограммалары.

1-таблица

Гександа жана спиртте электр учкундук дисперстөө менен алынган жез менен никелдин катуу эритмелеринин дифрактограммаларын эсептөө жыйынтыгы

Nº	Эксперименталд	ык маалыматтар	Фазалык курамы		
	Ι	d, Aº	Cu(Ni)		
			hkl	a, Aº	
Гексан					
1.	100	2,0785	111	3,600	
2.	48	1,8018	200	3,603	
3.	21	1,2742	220	3,604	
Орточо				3,602	
Спирт					
1.	100	2,0785	111	3,600	
2.	47	1,7997	200	3,599	
3.	31	1,2736	220	3,602	
Орточо		· · ·		3,600	

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2020

Жез менен никелди бирге электр учкундук дисперстөөдө, суюк чөйрөнүн жаратылышына карабастан, бир фазадан турган күкүм түрүндөгү продуктылардын пайда болушун дифрактограммаларды эсептөө көрсөттү. Бул фазалар NaCl тибиндеги торчолорунун параметринин маанилери (3.600-3,602 А°) жакын болгон грандык борборлошкон кубдук (ГБК) торчого ээ (1-табл.). Бул маанилер жездин торчосунун параметринин маанисинен (3,621 А°) кичине жана никелдин торчосунун параметринин маанисинен (3,535 А°) чоң [3]. Ошондуктан синтезделген фазаларды никелдин жездеги катуу эритмелери Cu(Ni) деп эсептөөгө болот.

Сu-Ni системасынын абалдык диаграммасы боюнча бул металлдардын ортосунда орун алмашуу катуу эритмелеринин тынымсыз катары пайда болот, анткени жез менен никель торчолорунун параметринин маанилери жакын изоморфтук кристаллдык торчого ээ [4]. Жез менен никелге грандык борборлошкон кубдук торчо мүнөздүү [3]. Ошондуктан жез менен никелди гександа жана спиртте бирге электр учкундук дисперстөөдө бул металлдардын орун алмашуу катуу эритмелери пайда болорун рентгенфазалык

анализдин жыйынтыгы көрсөттү.

Жез менен никелдин катуу эритмелеринин алынган күкүмдөрүнүн дисперстүүлүгү когеренттик чагылуу областынын (КЧО) өлчөмүн эсептөөнүн жана алардын электрондук микрофотографияларынын анализинин негизинде бааланды.

Жез менен никелдин катуу эритмелеринин бөлүкчөлөрүнүн когеренттик чагылуу областынын өлчөмүн (d_{кчо}) эсептөө Шеррердин формуласы боюнча дифрактограммадагы сигналдардын кеңейиши боюнча жүргүзүлдү [5]:

$$\mathbf{d}_{\mathrm{KYO}} = \frac{\lambda_{Cu}}{\boldsymbol{\beta} \boldsymbol{\cdot} \boldsymbol{COS\theta}} \,,$$

где d_{КЧО} – КЧОнын өлчөмү, нм; λ_{Cu} – жез анодунун нурунун толкун узундугу (0,1540 нм); θ – чачыроо бурчу; β – дифрактограммадагы сигналдын физикалык кеңейиши $\beta = \frac{\omega \cdot \pi}{180}$, ω – дифракциялык максимумдун анын жарым бийиктигиндеги кеңдиги.

Гександа жана спиртте синтезделген Cu(Ni) катуу эритмесинин СЭМ-микрофотографиялары 2,3-сүрөттөрдө келтирилди.



2-сүрөт. Гександа синтезделген Cu(Ni) катуу эритмесинин күкүмдөрүнүн СЭМ-микрофотографиясы.

DOI:10.26104/NNTIK.2019.45.557

X 22,00 15.0V/ SE Mar. 2014/02/27

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2020

3-сүрөт. Спирт синтезделген Cu(Ni) катуу эритмесинин күкүмдөрүнүн СЭМ-микрофотографиясы.

Синтезделген катуу эритмелердин бөлүкчөлөрүнүн орточо өлчөмүн аныктоо үчүн алардын микрофотографиялары ImageJ программасын колдонуу менен анализденди. Бөлүкчөлөрдүн орточо өлчөмү 100 бөлүкчөнүн диаметрин өлчөө менен аныкталды. Шеррердин теңдемеси менен эсептелген КЧОнын өлчөмү (d_{КЧО}) жана катуу эримелердин нанобөлүкчөлөрүнүн микрофотографиялардан аныкталган орточо диаметри (d) 2-таблицада келтирилген.

2-таблица

Cu(Ni) катуу эритмелеринин курамындагы металлдардын саны, алардын торчосунун параметри (a), бөлүкчөлөрүнүн КЧОнын өлчөмү (dкчо) жана орточо диаметри (d)

Nº	Металлдар	Металлдардын саны, атом.%	a, Aº	d кчо, нм	d, нм				
Гексан									
1	Медь	39,46	3,602	27,6	62,4				
2	Никель	60,54							
Спирт									
1	Медь	55,03	3,600	28,3	71,3				
2	Никель	44,97							

Катуу эритмелердин курамындагы металлдардын саны электр учкундук дисперстөө учурунда электроддордун сарпталышынын негизинде, ал эми электроддордун сарпталышы аларды процесске чейин жана процесстен кийин таразада тартуу менен аныкталды. 2-таблицадан көрүнгөндөй катуу эритмелердин курамындагы металлдардын саны электр учкундук дисперстөө процесси жүргүзүлгөн суюк чөйрөнүн жаратылышынан көз каранды. Гександа алынган катуу эритменин курамындагы никелдин саны жезге кара-

НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ КЫРГЫЗСТАНА, № 11, 2020

ганда 1,5 эсеге көп, ал эми спиртте, тескерисинче, никелге караганда жез 1,2 эсеге көп. Катуу эритмелердин курамындагы металлдардын катышынын ар түрдүүлүгүнө карабастан алардын торчолорунун парамети жакын мааниге ээ. Кристаллиттердин КЧОнын өлчөмү 27-28 нм, ал эми катуу эритмелердин бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 62-72 нм түзөт. Катуу эритмелердин бөлүкчөлөрүнүн микрофотографиялардан аныкталган орточо өлчөмү КЧОнын өлчөмүнө салыштырмалуу жогору. Бөлүкчөлөрдүн орточо өлчөмү баштапкы нанобөлүкчөлөрдүн коагуляциясынын натыйжасында пайда болгон агрегаттардын диаметрин мүнөздөйт.

Ошентип, жез менен никелди суюк чөйрөдө бирге электр учкундук дисперстөөдө жездин негизиндеги катуу эритменин нанодисперстүү күкүмдөрү пайда болорун ушул изилдөөнүн жыйынтыгы көрсөттү. Катуу эритме NaCl тибиндеги грандык борборлошкон кубдук кристаллдык торчого ээ.

Адабияттар:

- Лопатько К.Г., Олишевский В.В., Маринин А.И., Афтандилянц Е.Г. Образование наноразмерной фракции металлов при электроискровой обработке гранул. // Электронная обработка материалов, 2013, 49(6). - С. 80-85.
- Сатывалдиев А.С., Асанов У.А. Электроэрозионный синтез соединений переходных металлов. - Бишкек: КГНУ, 1995. - 187 с.
- Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997. - Т.2. - 1024 с.
- 4. Рабинович В.А., Хавина З.Я. Краткий химический справочник. Л.: Химия, 1991. 432 с.
- Авчинникова Е.А., Воровьева С.А. Синтез и свойства наночастиц меди, стабилизированных полиэтиленгликолем [Текст] / Е.А. Авчинникова, С.А.Воровьева // Вестник БГУ. - 2013. - Серия 7. - №3. - С. 12-16.