Явуз Жошкун, Сатывалдиев А.С.

ЖЕЗ МЕНЕН НИКЕЛДИ БИРГЕ КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ ПРОДУКТАЛАРЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫ

Явуз Жошкун, Сатывалдиев А.С.

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ СОВМЕСТНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕДИ И НИКЕЛЯ

Yavuz Zhoshkun, Satyvaldiev A.S.

THE PHASE COMPOSITION PRODUCTS OF JOINT COPPERAND NICKEL REDUCTION

УДК:537.311.1:541.182.023.4

Жез менен никелди бирге калыбына келтиргенде никелдин негизинде нанодисперстүү NiCu катуу эритмесинин пайда болору аныкталган. NiCu катуу эритмесинин продукталардын курамындагы саны эритмедеги никелдин концентрациясынан көз каранды.

Негизги сөздөр: *калыбына келтирүү, жез, никель, нанобөлүкчөлөр, гидразин, металлдардын катуу эритмелери.*

Установлено, что при совместном восстановлении меди и никеля происходит образование нанодисперсного твердого раствора на основе никеля NiCu, содержание которого в составе продуктов зависит от концентрации никеля в растворе.

Ключевые слова: *восстановление, медь, никель, наночастицы, гидразин, твердые растворы металлов.*

It is found that at joint reduction of copper and nickel is formed nanodispersed solid solution based on nickel NiCu whose content in products depends on the concentration of nickel in solution.

Keywords: *reduction, copper, nickel, nanoparticles, hydrazine, solid solutions of metals.*

Получение наноструктурных порошков сплавов металлов, в том числе медных, с контролируемыми физико-химическими характеристиками является актуальной проблемой [1]. Нанопорошки сплавов меди находят широкое применение для изготовления лент магнитной записи, электропроводящих слоев на поверхности диэлектриков, в качестве катализаторов, наполнителей специальных лаков и красок, полимерных материалов, используемых для низкотемпературной пайки деталей приборов, монтажа интегральных схем и гибких печатных плит. Для получения нанодисперсных сплавов меди с никелем перспективным является метод химического восстановления, т.к. этот метод отличается простотой аппаратурного оформления.

Целью настоящей работы является изучение фазового состава продуктов совместного химического восстановления меди и никеля.

Для получения продуктов восстановления системы Cu-Ni нами проведено совместное химическое восстановление ионов меди и никеля из водных растворов сульфата меди и нитрата никеля.

Для получения растворов, содержащих ионов меди и никеля, использован гидросульфат меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и нитрат никеля $Ni(NO_3)_2 \cdot 7H_2O$ марки «хч». Из этих солей были приготовлены растворы, содержащие определенное количество металла в 1 мл раствора. В качестве восстановителя использован 63% раствор гидразина N_2H_4. Известно, что редокс-потенциал гидразина зависит от pH раствора и имеет более отрицательное значение в щелочной области (-1.15 В при pH=14) [2]. Поэтому гидразин является активным восстановителем в щелочной среде. При окислении гидразина выделяется газообразный азот, который не загрязняет восстановленный металл:

$$N_2H_4 + 4OH^- - 4e = N_2 + 4H_2O$$

Восстановление меди и никеля гидразином протекает по следующей схеме:

$$Cu^{2+} + Ni^{2+} + N_2H_4 + 4OH^- = Cu + Ni + N_2 + 4H_2O$$

Получение продуктов восстановления системы Cu-Ni проводился в щелочной среде по следующей методике. Растворы меди и никеля смешивались в определенных обьемах, чтобы содержание металлов в растворе (в молях) составляло в следующих соотношениях Cu:Ni=2:1, 1:1, 1:2. В раствор, содержащий определенное количество меди и никеля, для проведения синтеза в щелочной среде, добавлялся насыщенный раствор NaOH до pH=11. Затем раствор нагревается в водяной бане до 90°C и в этот раствор добавляется 10 кратный избыток раствора гидразина. Реакция завершается, когда перестает выделяться газ. Осадок отделяется на центрифуге и промывается водой до нейтральной реакции, затем спиртом и высушивается при 50-60°C.

Возможности синтеза нанодисперсных частиц меди при химическом восстановлении ионов меди гидразином показано в работе [3].

Фазовый состав полученных продуктов установлен методом рентгенофазового анализа. Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении.

Дисперсность продуктов совместного химического восстановления меди и никеля определена методом электронной микроскопии. Микрофотографии продуктов сняты на эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOEL JSM-7600F.

Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля представлены на рисунке 1, а результаты их расчета приведены в таблицах 1-3.

Анализ дифрактограмм показывает, что продукты совместного химического восстановления меди и никеля состоят из трех фаз (рис.1). Основной фазой, не зависимо от содержания металлов в растворе, является металлическая медь с параметром от а=3,618 Аº до а=3,623 Аº (табл. 1-3).

Второй фазой продуктов является твердый раствор меди в никеле NiCu с гранецентрированной кубической (ГЦК) решеткой с параметром от а=3,536 Аº до а=3,546 Аº. Эти значения параметра больше значения параметра решетки никеля (а=3,524 Аº), но значительно меньше значения параметра решетки меди (а=3,597 Аº). Отсюда можно предположить о том, что в

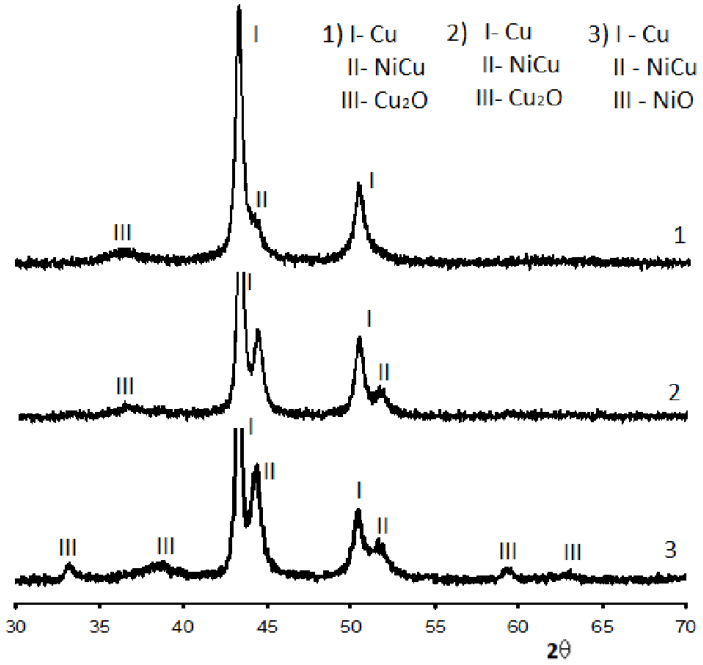


Рис.1.Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля в щелочной среде при следующих соотношениях металлов Cu:Ni = 2:1 (1), 1:1 (2), 1:2 (3)

составе продуктов совместного восстановления меди и никеля появляется твердый раствор на основе никеля. С увеличением концентрации никеля в растворе увеличивается содержание этой фазы в составе продуктов. По значениям параметра решетки твердого растворе NiCu можно предположить о том, что чем больше значение параметра решетки твердого раствора, тем больше данный раствор содержит медь. При соотношении металлов Cu:Ni = 2:1твердый раствор имеет более высокое значение параметра решетки и соответственно более высокое содержание меди.

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении Cu:Ni = 2:1

№	Эксперим. данные		Фазовый состав					
	I	d, Аº	Cu		NiCu		Cu_2O	
			hkl	a, Аº	hkl	a, Аº	hkl	a, Аº
1	13	2,4551					111	4,252
2	100	2,0913	111	3,622				
3	25	2,0473			111	3,546		
3	37	1,8119	200	3,624				

Таблица 2

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении Cu:Ni = 1:1

№	Эксперим. данные		Фазовый состав					
	I	d, Aº	Cu		NiCu		Cu_2O	
			hkl	a, Aº	hkl	a, Aº	hkl	a, Aº
1	12	2,4551					111	4,252
2	100	2,0895	111	3,619				
3	38	2,0411			111	3,535		
4	36	1,8112	200	3,622				
5	19	1,7699			200	3,540		

Третьей фазой в продуктах являются оксид одновалентной меди (Cu_2O) и оксид никеля (NiO).

Согласно диаграмме состояния системы Cu-Ni [4] медь и никель между собой образуют непрерывный ряд твердых растворов замещения, т.к. оба металла имеют изоморфную кристаллическую решетку с близкими значениями параметров. По нашим данным при совместном восстановлении меди и никеля образование непрерывного твердого раствора между этими металлами не наблюдается.

Таблица 3

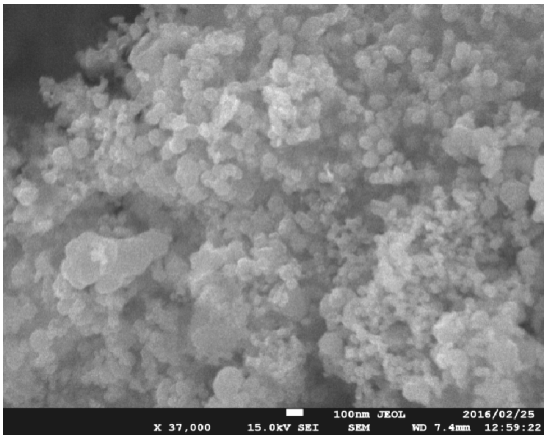
Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении Cu:Ni = 1:2

№	Эксперим. данные		Фазовый состав					
	I	d, Aº	Cu		NiCu		NiO	
			hkl	a, Aº	hkl	a, Aº	hkl	d, Aº
1	14	2,6736					002	2,68
2	12	2,4551					101	2,46
3	100	2,0895	111	3,619				
4	56	2,0411			111	3,535		
5	38	1,8085	200	3,617				
6	26	1,7687			200	3,537		
7	13	1,5535					103	1,54
8	11	1,4708					201	1,48

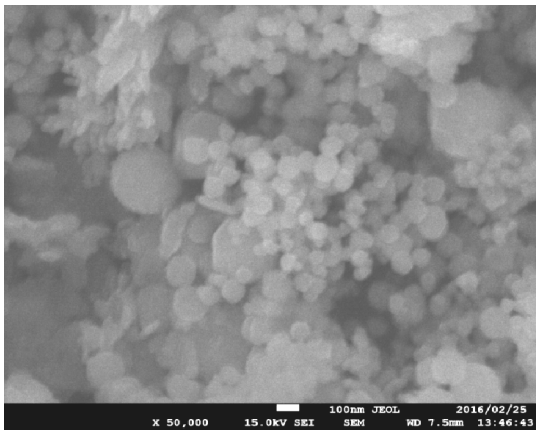
Одним из важнейших факторов, влияющих на процессы восстановления ионов меди и никеля является их окислительно-восстановительные потенциалы. В щелочной среде стандартные окислительно-восстановительные потенциалы меди и никеля составляют соответственно -0,22В и -0,72В [5]. В результате восстановление меди протекает быстрее. Появление металлической меди в составе продуктов совместного восстановления меди и никеля можно объяснить этим фактором.

Для определения дисперсности продуктов совместного восстановления меди и никеля нами использован метод электронной микроскопии. Микрофотографии продуктов совместного химического восстановления меди и никеля представлены на рисунке 2.

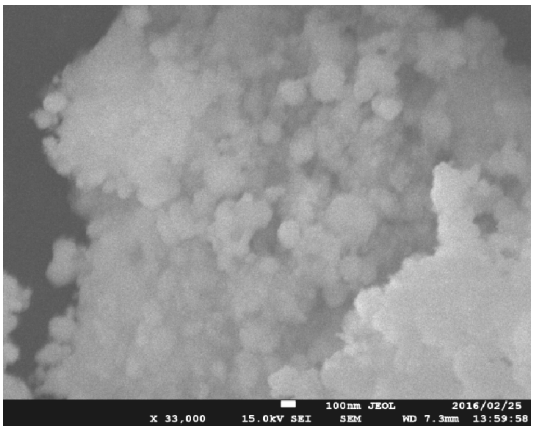
Из анализа микрофотографий видно, что продукты совместного химического восстановления меди и никеля представляют собой нанодисперсную систему. Не зависимо от соотношения металлов в исходном растворе частицы меди и твердых растворов имеют размеры 20-30 нм, которые образуют агрегаты различных размеров.



1



3



2

Рис.2. Микрофотографии продуктов совместного химического восстановления меди и никеля в щелочной среде при соотношениях металлов 2:1(1), 1:1 (2) и 1:2 (3)

Таким образом, методом рентгенофазового анализа установлено, что при совместном восстановлении меди и никеля происходит образование твердого раствора на основе никеля NiCu, а содержание которого в составе продуктов зависит от концентрации никеля в растворе.

Литература:

1. Захаров Ю. А., Пугачев В. М., Васильева О. В., Карпушкина Ю. В., Просвирин И. П., Лырщиков С. Ю. Нанокристаллические порошки системы никель-медь // Вестник Кемеровского государственного университета, 2014, т. 3, № 3 (59). –С.201-210.
2. Химическое осаждение металлов из водных растворов / Под ред. В.В. Свиридова.- Минск: Издание Университетское, 1987. - 270 с.
3. Орозматова Г.Т., Высоцкая Е.В., Эмил Омурзак , Сатывалдиев А.С. Влияние природы стабилизатора на дисперсность нанопорошков меди, синтезированных методом химического восстановления //Наука и новые технологии, 2014, №4. – С.154-156.
4. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1997, т.2. – 1024 с.
5. Пугачев В. М., Додонов В.Г., Васильева О. В., Карпушкина Ю. В., Захаров Ю. А. Получение нанокристаллических порошков системы никель-медь// Вестник КемГУ, 2012, т.2, №4 (52). – С.169-174.

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