

Байматова Р.Т., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н.

**ТЕМИР МЕНЕН НИКЕЛДИ БИРГЕ ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТУУ
ПРОДУКТАЛАРЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫ**

Байматова Р.Т., Сатывалдиев А.С., Осмонканова Г.Н.

**ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ СОВМЕСТНОГО ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО
ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗА И НИКЕЛЯ**

R.T. Baymatova, A.S. Satyvaldiev, T.A. Abdulazizov

**THE PHASE COMPOSITION OF THE PRODUCTS OF JOINT ELECTRO-SPARK
DISPERSION OF IRON AND NICKEL**

УДК: 621.762

Темир менен никелди бирге электр учкундук дисперстөөдө металлдардын ортосунда катуу эритмелердин пайда болору аныкталган. Гександа жана спирте никелдин γ -Fe дегу катуу эритмеси, ал эми сууда γ -Fe дин никелдеги катуу эритмеси пайда болот.

Негизги сөздөр: *фазалык курамы, электр учкундук дисперстөө темир, никель, рентген фазалык анализ, металлдардын катуу эритмелери.*

Установлено, что при совместном электроискровом диспергировании железа и никеля происходит образование твердых растворов металлов. В гексане и спирте образуется твердый раствор никеля в γ -Fe, а в воде - твердый раствор γ -Fe в никеле.

Ключевые слова: *фазовый состав, электроискровое диспергирование, железо, никель, рентгенофазовый анализ, твердые растворы металлов.*

It was established that under the joint electro-spark dispersion of iron and nickel it is formed solid solutions of metals. In alcohol and hexane it is formed a solid solution of nickel in γ -Fe, and in water - solid solution γ -Fe in nickel.

Key words: *phase composition, electrospark dispersion, iron, nickel, X-ray analysis, the solid metal solutions.*

В настоящее время нанодисперсные вещества и материалы на их основе находят широкое применение в различных областях техники. Это обусловлено тем, что в нанодисперсных системах реализуются уникальный комплекс физико-химических и механических свойств. В частности нанодисперсные порошки системы Fe-Ni наряду с высокими плотностью и пластическими характеристиками обнаруживают значительное увеличение удельной намагниченности насыщения. Это обуславливает перспективность применения нанодисперсных железо-никелевых композиций в качестве магнитозаписывающих материалов и магнитных носителей, для создания новых типов ферромагнитных жидкостей, конструкционных материалов с высокими механическими свойствами, использования в качестве защитных, декоративных и износостойких покрытий [1].

Для получения нанодисперсных железо-никелевых сплавов определенный интерес представляет метод электроискрового диспергирования, т.к. метод электроискрового диспергирования обладает рядом технологических и физических преимуществ. Он достаточно прост в аппаратном оформлении, процесс протекает под действием высоких температур ($\sim 10000^\circ\text{C}$) и сопровождается сверхвысокой скоростью охлаждения ($>10^9$ К/с), а образующиеся продукты характеризуются высокой дисперсностью [2].

Целью работы является изучение фазового состава продуктов совместного электроискрового диспергирования железа и никеля.

Электроискровому диспергированию подвергалась электродная пара, изготовленная из железа и никеля. Электроды представляли собой стержни с размерами $5 \times 0,5 \times 0,5$ см, а в качестве диэлектрической среды использовались гексан, этиловый спирт (96%) и дистиллированная вода. Энергия разряда составляла 0,05 Дж.

Продукты электроискрового диспергирования представляют собой твердую фазу, которая отделяется от жидкой фазы декантацией. Продукт, полученный в воде, промывался спиртом. Продукты высушивались при $50-60^\circ\text{C}$.

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

На рисунке представлены дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в гексане, спирте и воде, а результаты их расчета представлены в таблицах 1-3.

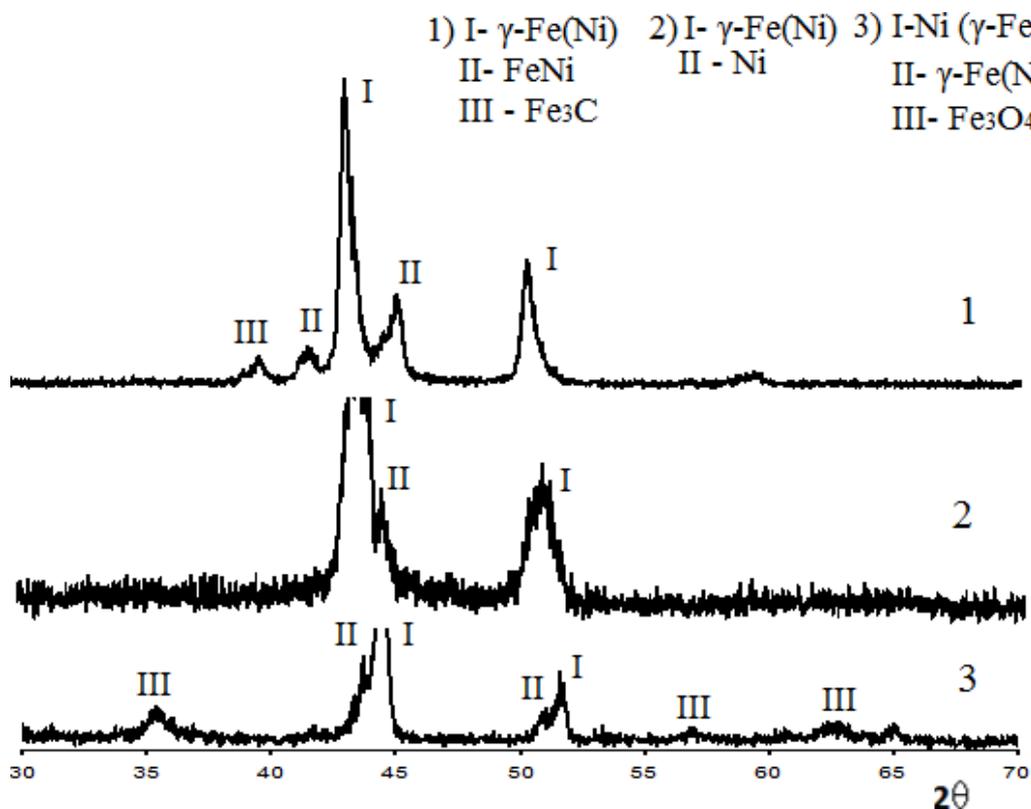


Рис. Дифрактограммы продуктов совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в гексане (1), спирте (2) и воде (3)

Анализ дифрактограмм показывает, что фазовый состав продуктов совместного электроискрового диспергирования железа и никеля зависит от природы жидкой среды. Продукт полученный в гексане состоит из трех фаз. Основной фазой является твердый раствор никеля в γ -Fe [γ -Fe(Ni)], которая

Таблица 1

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в гексане

№	Эксперимент. данные		Фазовый состав					
	I	d, Å	γ -Fe(Ni)		FeNi		Fe ₃ C	
			hkl	a, Å	hkl	d, Å	hkl	d, Å
1	10	2,2464					200	2,26
2	14	2,1433			100	2,14		
3	100	2,0831	111	3,608				
4	29	1,9910			002	1,99		
5	42	1,8038	200	3,608				
6	6	1,7068					004	1,68

имеет гранцентрированную кубическую (ГЦК) решетку, характерную для γ -Fe, с параметром 3,608 Å (табл.1). Это значение параметра кристаллической решетки твердого раствора меньше, чем значение параметра кристаллической решетки для γ -Fe (3,656 Å) и больше, чем значение параметра решетки для никеля (3,524 Å). Второй фазой является интерметаллид FeNi с плотноупакованной гексагональной кристаллической решеткой, где содержание никеля составляет 30% (вес.). Третья фаза представляет собой карбид железа Fe₃C.

Таблица 2

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в спирте

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав			
	I	d, A°	γ-Fe(Ni)		Ni	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°
1	100	2,0785	111	3,600		
2	46	2,0333			111	3,522
3	46	1,7979	200	3,596		

Продукт совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в спирте состоит из двух фаз (рис., табл.2). Основной фазой данного продукта также является твердый раствор никеля в γ-Fe [γ-Fe(Ni)]. Значение параметра решетки данной фазы составляет a=3,598 A°. Вторая фаза также имеет ГЦК-решетку с параметром a=3,522 A°. Отсюда можно предположить о том, что данная фаза является практически чистым никелем (a=3,524 A°).

Таблица 3

Результаты расчета дифрактограммы продукта совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в воде

№	Экспериментальные данные		Фазовый состав					
	I	d, A°	Ni(γ-Fe)		γ-Fe(Ni)		Fe ₃ O ₄	
			hkl	a, A°	hkl	a, A°	hkl	d, A°
1	18	2,5300					311	2,53
2	11	2,1619					400	2,10
3	33	2,0632			111	3,573		
4	100	2,0411	111	3,535				
5	18	1,7953			200	3,571		
6	32	1,7680	200	3,536				
7	8	1,6145					511	1,61
8	18	1,4762					440	1,48

Анализ дифрактограммы продукта совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в воде показывает, что он состоит из трех фаз (рис., табл.3). Основной фазой является твердый раствор γ-Fe в никеле с ГЦК-решеткой с параметром a=3,535 A°, а второй фазой является твердый раствор никеля в γ-Fe [γ-Fe(Ni)] также с ГЦК-решеткой. Третьей фазой является смешанный оксид Fe₃O₄, который образуется при взаимодействии железа с водой, использованной в качестве среды диспергирования.

Согласно диаграмме состояния системы Fe-Ni, в ней существует непрерывный ряд твердых растворов между γ-Fe и никелем, а между α-Fe и никелем существует ограниченная растворимость [3]. В системе Fe-Ni возможно образование интерметаллидов.

Таким образом, методом рентгенофазового анализа установлено, что природа жидкой среды влияет на образование твердых растворов между железом и никелем при совместном электроискровом диспергировании этих металлов. В гексане и спирте основным компонентом продуктов совместного электроискрового диспергирования железа и никеля является твердый раствор никеля в γ-Fe, а основным компонентом продукта совместного электроискрового диспергирования железа и никеля в воде является твердый раствор γ-Fe в никеле.

Литература:

1. Сидорова Е.Н., Дзидзигури Э.Л., Левина В.В., Кузнецов Д.В., Рыжонков Д.И. Сплавообразование в ультрадисперсных порошках системы железо-никель //Материаловедение, 2001, №9 (54). - С.47-52
2. Мищенко В.С., Чынтемиров Я., Сатывалдиев А.С. Фазовый состав и дисперсность продуктов совместного электроискрового диспергирования алюминия с никелем и медью //Известия Вузов Кыргызстана, 2016, №1.- С.43-46.
3. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3т.: Т.2/Под общ. ред. Н.П. Лякишева. – М.: Машиностроение, 1997.-1024 с.

Рецензент: к.х.н., доцент Молдошев А.М.