

*Явуз Жошкун, Сатывалдиев А.С., Арстанбекова Н.Б.,  
Жапарова А.К., Муратов Э.*

**ЖЕЗ МЕНЕН НИКЕЛДИ БИРГЕ КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮ  
ПРОДУКТУЛАРЫНЫН ФАЗАЛЫК КУРАМЫНА БЕТТИК АКТИВДҮҮ  
ЗАТТАРДЫН ЖАРАТЫЛЫШЫНЫН ТААСИРИ**

*Явуз Жошкун, Сатывалдиев А.С., Арстанбекова Н.Б.,  
Жапарова А.К., Муратов Э.*

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ  
ВЕЩЕСТВ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПРОДУКТОВ СОВМЕСТНОГО  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕДИ И НИКЕЛЯ**

*Yavuz Zhoshkun, A.S. Satyvaldiev, N.B. Arstanbekova,  
A.K. Zhaparova, E. Muratov*

**INFLUENCE OF THE NATURE OF SURFACTANTS  
ON THE PHASE COMPOSITION OF JOINT REDUCTION PRODUCTS  
OF COPPER AND NICKEL**

УДК: 537.311.1:541.182.023.4

*Жез менен никелди бирге калыбына келтирүү продуктуларынын фазалык курамына беттик активдүү заттын жаратылышынын таасири аныкталган. CuNi катуу эритмесинен гана турган продукт металлдардын катышы Cu:Ni=2:1 болгон эритмеден гексадецилпиридиний бромидинин катышуусунда пайда болот.*

**Негизги сөздөр:** калыбына келтирүү, жез, никель, гидразин, беттик активдүү заттар, катуу эритмелер.

*Установлено, что природа поверхностно-активных веществ влияет на фазовый состав продуктов совместного химического восстановления меди и никеля. Состоящий только из твердого раствора CuNi продукт образуется из раствора с соотношением металлов Cu:Ni=2:1 в присутствии бромида гексадецилпиридиния.*

**Ключевые слова:** восстановление, медь, никель, гидразин, поверхностно-активные вещества, твердые растворы.

*It was found that the nature of the surfactants influences on the phase composition of joint chemical reduction of products of copper and nickel. The product consisting only of a solid solution of CuNi is formed from a solution with a Cu:Ni ratio of 2:1 in the presence of hexadecylpyridinium bromide.*

**Key words:** reduction, copper, nickel, hydrazine, surfactants, solid solutions.

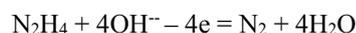
Важнейшим фактором, влияющим на ход совместного восстановления меди и никеля, является различие величин стандартных окислительно-восстановительных потенциалов этих металлов. Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы для простых ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  составляют соответственно +0,342 В и -0,257 В. Совместное химическое восстановление этих металлов проводят в щелочной среде. В этой среде медь и никель образуют гидроксиды, а их гидроксиды имеют соответственно следующие значения стандартных окислительно-восстановительных потенциалов -0,22 В и -0,72 В. Это приводит к тому, что при совместном восстановлении ионов меди и никеля восстановление ионов меди

протекает большей скоростью. Что влияет на фазовый состав продуктов восстановления системы Cu-Ni [1].

Для повышения устойчивости синтезированных нанодисперсных частиц металлов используют поверхностно-активные вещества (ПАВ) различной природы в качестве стабилизаторов наночастиц металлов [2]. Ранее [3] 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. Поэтому целью настоящей работы является изучение влияния природы ПАВ на фазовый состав продуктов совместного химического восстановления меди и никеля.

Продукты восстановления системы Cu-Ni были получены при совместном химическом восстановлении ионов меди и никеля в присутствии додецилсульфата натрия  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$  (ДДСН) и бромида гексадецилпиридиния  $\text{C}_{12}\text{H}_{38}\text{NBBr}$  (БГДП), которые являются соответственно анионо-активным и катионо-активным поверхностно-активными веществами.

Для получения растворов, содержащих ионы меди и никеля, использован гидросульфат меди  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и нитрат никеля  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  марки «хч». Из этих солей были приготовлены растворы, содержащие определенное количество металла в 1 мл раствора. В качестве восстановителя использован 63% раствор гидразина  $\text{N}_2\text{H}_4$ . Известно, что редокс-потенциал гидразина зависит от pH раствора и имеет более отрицательное значение в щелочной области (-1.15 В при pH=14) [4]. Поэтому гидразин является активным восстановителем в щелочной среде. При окислении гидразина выделяется газообразный азот, который не загрязняет восстановленный металл:



Восстановление меди и никеля гидразином протекает по следующей схеме:



Получение продуктов восстановления системы Cu-Ni в присутствии ПАВ проводился в щелочной среде по следующей методике. Растворы меди и никеля смешивались в определенных объемах, 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, добавлялся 0,4% раствор ПАВ в таком количестве, чтобы концентрация ПАВ в конечном растворе составляла 0,2%. После этого для проведения синтеза в щелочной среде в раствор добавляется 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.

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

Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля в отсутствие и присутствии ПАВ представлены на рис. 1-3.

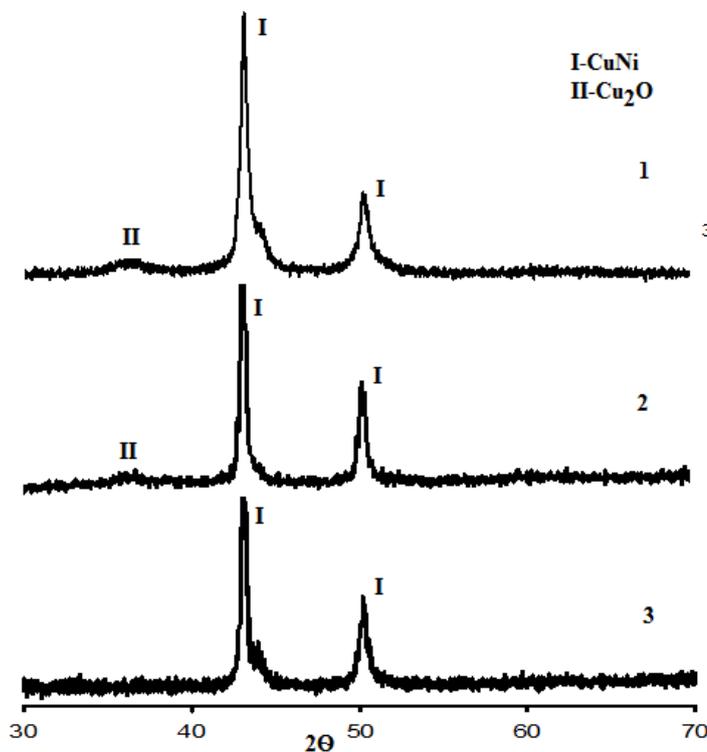


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении металлов Cu:Ni = 2:1 в отсутствие (1) и присутствии ДДСН (2) и БГДП (3).

Анализ дифрактограмм показывает, что, при одинаковых условиях, природа ПАВ влияет на фазовый состав продуктов совместного химического восстановления меди и никеля (рис. 1-3).

При соотношении металлов Cu:Ni = 2:1, т.е. когда количество ионов меди в растворе два раза больше, чем количество ионов никеля, в отсутствие ПАВ продукт состоит из двух фаз (рис. 1). Основной фазой является металлическая фаза с гранцентрированной кубической решеткой типа NaCl. Данная фаза представляет собой твердый раствор никеля в меди CuNi. Второй фазой является оксид одновалентной меди Cu<sub>2</sub>O. В присутствии

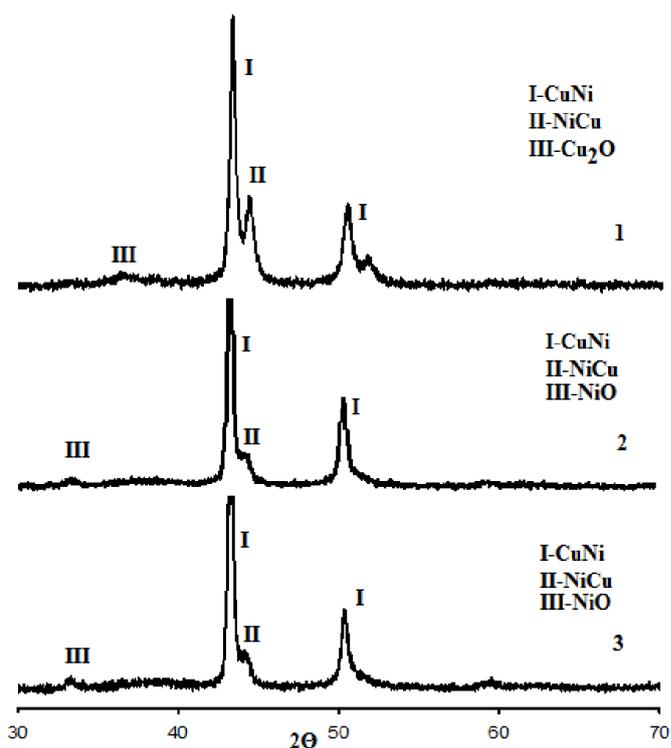


Рис. 2. Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении металлов Cu:Ni = 1:1 в отсутствие (1) и присутствии ДДСН (2) и БГДП (3).

ДДСН фазовый состав продукта совместного восстановления меди и никеля такой же как в отсутствие ПАВ (рис.1). В присутствии БГДП образуется однофазный продукт, состоящий только из твердого раствора CuNi (рис. 1).

Продукт совместного восстановления меди и никеля, полученный из раствора, содержащего одинаковое количество ионов меди и никеля (Cu:Ni = 1:1), в отсутствие ПАВ состоит из трех фаз (рис. 2). Основной фазой является твердый раствор на основе меди CuNi, а второй фазой является твердый раствор меди в никеле NiCu. В составе продукта в небольшом количестве содержится также оксид одновалентной меди Cu<sub>2</sub>O.

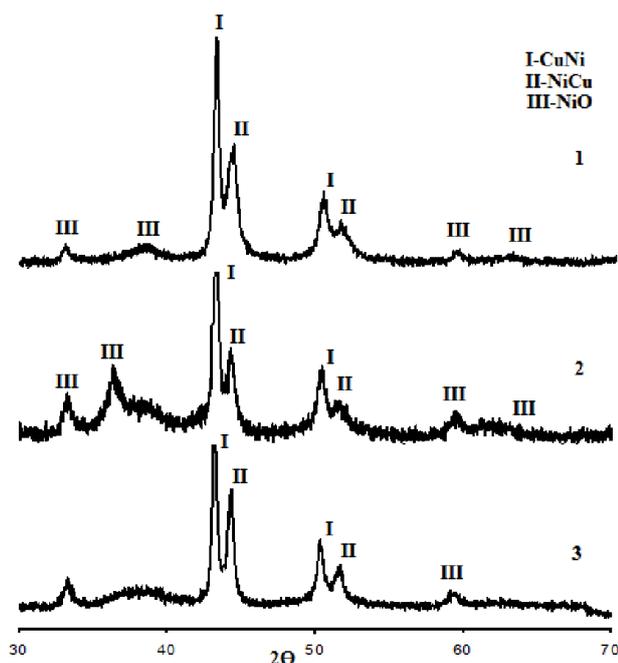


Рис. 3. Дифрактограммы продуктов совместного химического восстановления меди и никеля при соотношении металлов Cu:Ni = 1:2 в отсутствии (1) и присутствии ДДСН (2) и БГДП (3).

Из этого раствора в присутствии ДДСН образуется продукт, состоящий из двух фаз (рис.2). Основной фазой этого продукта является также твердый раствор на основе меди CuNi, а второй фазой является твердый раствор меди в никеле NiCu с кубической решеткой. В присутствии БГДП также образуются твердые растворы CuNi и NiCu (рис. 2). Согласно интенсивности линий дифрактограммы, характерных для твердых растворов, содержание твердого раствора CuNi значительно выше. В составе продукта в небольшом количестве также находится оксид никеля NiO.

При мольном соотношении металлов Cu:Ni = 1:2, не зависимо от присутствия ПАВ, образуются продукты, состоящие из трех фаз (рис. 3). Основной фазой является твердый раствор никеля в меди CuNi, а второй фазой – твердый раствор меди в никеле NiCu. Третьей фазой является оксид никеля NiO.

Твердый раствор NiCu является твердым раствором замещения, т.к. значение параметра решетки больше значения параметра решетки никеля ( $a=3,524 \text{ \AA}$ ), но значительно меньше значения параметра решетки меди ( $a=3,597 \text{ \AA}$ ). Необходимо отметить о том, что твердый раствор NiCu появляется в составе продуктов, полученных из растворов, содержащих никель 50% (моль) и более. Наиболее высокое значение параметра решетки ( $3,552 \text{ \AA}$ ) имеет твердый раствор NiCu, полученный из раствора с соотношением металлов 1:1 в присутствии БГДП, т.е. данный твердый раствор имеет наибольшее количество меди. На значение параметра решетки твердых растворов NiCu, полученных из раствора с соотношением металлов 1:2 присутствие ПАВ практически не оказывает влияние.

Таким образом, при совместном восстановлении меди и никеля из растворов, содержащих одинаковое соотношение металлов, на фазовый состав продуктов определенное влияние оказывает природа ПАВ. Однофазный продукт, состоящий только из твердого раствора CuNi, образуется из раствора с соотношением металлов Cu:Ni = 2:1 в присутствии БГДП. В присутствии этого же ПАВ образуется твердый раствор NiCu, содержащий наибольшее количество меди, из раствора с соотношением металлов Cu:Ni = 1:1.

#### Литература:

1. Захаров Ю.А., Пугачев В.М., Васильева О.В., Карпушкина Ю.В., Просвирин И.П., Лырчиков С.Ю. Нанокристаллические порошки системы никель-медь // Вестник Кемеровского государственного университета, 2014. - Т. 3, №3 (59). - С.201-210.
2. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - М.: Химия, 2000. - С. 672.
3. Явуз Жошкун, Сатывалдиев А.С. Фазовый состав продуктов совместного восстановления меди и никеля // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2016, №9. - С. 75-78.
4. Химическое осаждение металлов из водных растворов / Под ред. В.В. Свиридова. - Минск: Издание Университетское, 1987. - С. 270.
5. Диаграмма состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997, т.2. - С. 1024.

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