

УДК 621.9.048:541.182:546.56

DOI 10.33514/ВК-1694-7711-2023-1(1)-250-255

**Бообекова Айнагуль Ашировна, Сатывалдиев Абдураим Сатывалдиевич, Бакенов Жолдошбек Бекбоевич, Кулумбаев Темирлан Калыбекович, Икрам кызы Мухабат**

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, изденүүчү,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, химия илимдеринин доктору, профессор,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, химия илимдеринин кандидаты, доцентинин м.а.,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, окутуучу,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, магистрант

**Boobekova Ainagul Ashirovna, Satyvaldiev Abduraim Satyvaldievich, Bakenov Zholdoshbek Bekboevich, Kulumbaev Temirlan Kalybekovich, Ikram kyzy Mukhabat**

КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, соискатель,

КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучениепрофессор, д.х.н.,

КГУ им. И. Арабаевакафедра химии и технологии ее обучение, и.о. доцента, к.х.н.,

КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, преподаватель,

КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, магистрант

**Boobekova Ainagul Ashirovna, Satyvaldiev Abduraim Satyvaldievich, Bakenov Zholdoshbek Bekboevich, Kulumbaev Temirlan Kalybekovich, Ikram kyzy Mukhabat**

KSU. I. Arabaeva, Department of Chemistry and Technology Education, Competitor,

KSU I. Arabaeva, Department of Chemistry and Technology Education Professor, Doctor of Chemistry,

KSU I. Arabaeva Department of Chemistry and Technology Education, Acting Associate Professor, Ph.D.,

KSU. I. Arabaeva, Department of Chemistry and Technology, education, lecturer,

KSU I. Arabaeva, Department of Chemistry and Technology Education, undergraduate

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН  
НАНОЖЕЗДИН АММИАКТЫН ЭРИТМЕСИНДЕ ЭРҮҮСҮ  
РАСТВОРИМОСТЬ НАНОМЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННОЙ МЕТОДОМ  
ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ, В РАСТВОРЕ АММИАКА  
SOLUBILITY OF NANOCOPPER SYNTHESIZED BY ELECTROSPARK DISPERSION  
IN AMMONIA SOLUTION**

**Аннотация:** Электр учкундук дисперстөө методу менен алынган жездин нанобөлүкчөлөрүнүн аммиактын эритмеси менен аракеттенишүүсү дисперстөө суюк чөйрөсүнүн жаратылышынан көз каранды экендиги спектрофотометрия методу менен аныкталды. Бирдей шартта аммиактын эритмеси менен сууда алынган жездин бөлүкчөлөрү активдүү аракеттенишет жана гександа алынган жездин күкүмдөрүнүн аракеттенишүүсү анчалык активдүү болбойт. Жездин күкүмдөрүнүн аммиактын эритмесинде эрүү реакциясы активдештирүү энергиясынын анчалык чоң эмес мааниси менен мүнөздөлөт, ошондуктан бул реакциянын ылдамдыгы бир топ жогору.

**Аннотация:** Методом спектрофотометрии установлено, что скорость взаимодействия наночастиц меди, полученных методом электроискрового диспергирования, с раствором аммиака зависит от природы жидкой среды диспергирования. В одинаковых условиях с раствором аммиака активно взаимодействуют частицы меди, полученные в воде и менее активно - порошок меди, полученный в гексане. Реакция растворения нанопорошков меди в растворе аммиака характеризуется относительно низким значением энергии активации, поэтому скорость данной реакции достаточно высокая.

**Abstract:** It has been established by spectrophotometry that the rate of interaction of copper nanoparticles obtained by electrospark dispersion with an ammonia solution depends on the nature of the liquid dispersion medium. Under the same conditions, copper particles obtained in water actively interact with an ammonia solution and less actively - copper powder obtained in hexane. The reaction of dissolving copper nanopowders in ammonia solution is characterized by a relatively low activation energy, so the rate of this reaction is quite high.

**Негизги сөздөр:** наножез, нанокүкүмдөр, суу, спирт, гексан, эрүү, эритме, аммиак.

**Ключевые слова:** наномедь, нанопорошки, вода, спирт, гексан, растворимость, раствор, аммиак.

**Keywords:** nanocopper, nanopowders, water, alcohol, hexane, solubility, solution, ammonia.

Наноразмерные частицы обладают специфическими свойствами, которые связаны особенностями структуры и наличием большого количества атомов, находящихся на их поверхности. В результате нескомпенсированности связей поверхностных атомов нарушается симметричное распределение действующих на них сил. Поэтому наночастицы (НЧ) обладают более высокой поверхностной энергией по сравнению с макрочастицами и соответственно НЧ характеризуются высокой химической активностью. Из-за особых свойств их часто называют энергонасыщенными системами [1].

Ранее [2] установлено, что фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди зависит от природы жидкой среды. Продукт, полученный в гексане, состоит металлической меди. В спирте и воде часть частиц меди взаимодействует с кислородом, образовавшегося при термическом разложении молекул спирта и воды, с образованием оксидов, но главной фазой является высокодисперсная медь.

Поэтому целью настоящей работы является изучение химических свойств нанодисперсных порошков меди, синтезированных методом электроискрового диспергирования в различных жидких средах.

Изучена растворимость нанодисперсной меди, синтезированной меди в гексане, этиловом спирте и воде, в 10% растворе аммиака методом спектрофотометрии. При растворении меди в растворе аммиака образуется комплексный ион  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , который окрашивает раствор в интенсивно синий цвет и характеризуется максимумом поглощения при длине волны 600 нм



Оптическая плотность раствора, согласно закону Бугера – Ламберта – Бера, прямо пропорциональна концентрации ионов меди [3]:

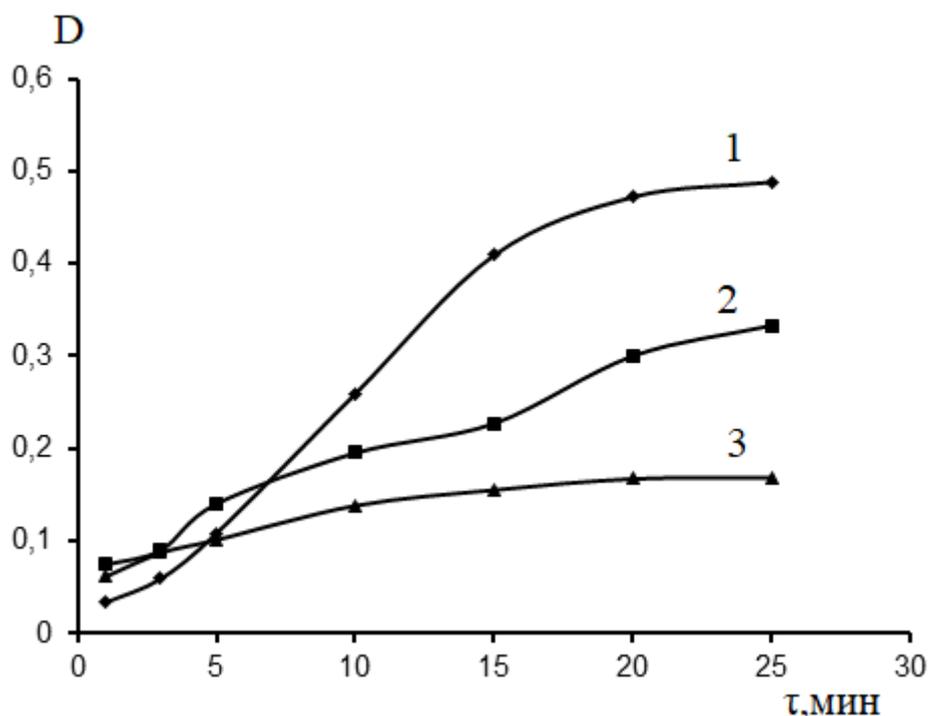
$$D = \varepsilon \cdot C \cdot l,$$

где  $D$  - оптическая плотность раствора;  $\epsilon$  – молярный коэффициент поглощения меди;  $C$  – концентрация ионов меди;  $l$  - толщина раствора или толщина кюветы.

Для изучения скорости взаимодействия меди с аммиаком 10 мг нанодисперсной меди растворяется в 10мл 10%-го раствора аммиака в течении определенного времени при температуре 25°C. Затем раствор отфильтровывается и измеряется оптическая плотность полученного раствора на спектрофотометре СФ-46 при длине волны 600 нм в кювете толщиной 10 мм.

Кинетика растворения нанодисперсной меди в 10% растворе аммиака приведены на рис.1.

Из рисунка 1 видно, что в растворе аммиака достаточно интенсивно растворяется порошок меди, полученный при электроискровом диспергировании меди в воде. Менее активно взаимодействует с аммиаком порошок меди, полученный в гексане. Это связано с тем, что при электроискровом диспергировании меди в углеродсодержащих жидких средах одновременно с диспергированием материала электродов происходит разложение молекул жидкой среды с образованием свободного углерода в виде сажи. При разложении молекул гексана больше образуется свободный углерод чем при разложении молекул спирта.



**Рис.1. Кинетика растворения нанопорошков меди, полученных в воде (1), этиловом спирте (2) и гексане (3), в 10% растворе аммиака**

Поэтому продукты диспергирования меди в среде гексана больше будет покрываться углеродным слоем и соответственно доступа реагентов к поверхности частиц меди будет затруднена и в результате скорость взаимодействия меди с раствором аммиака будет меньше.

Скорость реакции растворения наноразмерной меди при избытке аммиака описывается уравнением реакции первого порядка [3]:

$$k = \frac{2,3}{\tau} \cdot \lg \frac{C_0}{C} = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{D_0}{D}$$

где  $C_0$  и  $C$  – концентрация ионов меди при полном растворении меди и в момент времени  $\tau$ ;  $D_0$  и  $D$  – оптическая плотность раствора при полном растворении меди и в момент времени  $\tau$ .

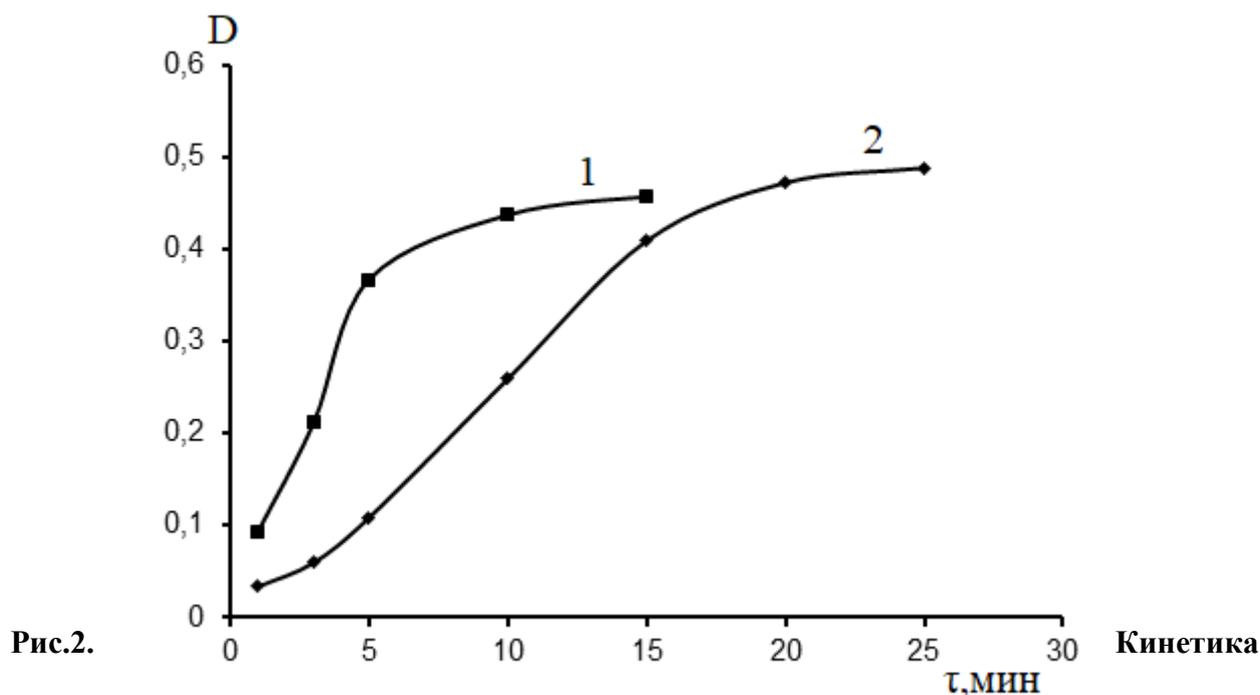
Результаты расчета скорости реакции взаимодействия полученных нанопорошков меди с 10% раствором аммиака приведены в табл. 1.

**Таблица 1 - Константы скорости реакции растворения нанопорошков меди с раствором 10% аммиака**

$\tau$ , мин	Вода		Спирт		Гексан	
	D	$k \cdot 10^2$ , мин <sup>-1</sup>	D	$k \cdot 10^2$ , мин <sup>-1</sup>	D	$k \cdot 10^2$ , мин <sup>-1</sup>
<b>1</b>	0,033	14,7	0,074	4,9	0,061	1,9
<b>3</b>	0,059	14,1	0,090	4,5	0,087	1,6
<b>5</b>	0,108	14,8	0,140	4,5	0,101	1,8
<b>10</b>	0,259	14,2	0,195	4,9	0,138	2,2
<b>15</b>	0,409	14,2	0,227	4,0	0,155	2,0
<b>20</b>	0,472	14,1	0,300	4,5	0,167	2,0
<b>25</b>	0,488	14,3	0,333	4,3	0,168	1,6
<b>Среднее</b>		14,3		4,5		1,9

Из таблице 1 видно, что скорость растворения нанопорошков меди, полученных при электроискровом диспергировании меди в воде, превышает скорости растворения нанопорошков, полученных в спирте и гексане 3,2-7,5 раза. Отсюда можно предположить о том, что на растворимость нанопорошков меди влияет условие их синтеза, т.е. природа жидкой среды, где проведено электроискровое диспергирование меди. При электроискровом диспергировании меди в углеродсодержащей жидкой среде, в результате термического разложения молекул жидкой среды образуется свободный углерод в виде сажи, которая на поверхности высокодисперсных частиц металла образует адсорбционный слой, препятствующий взаимодействию металла с реагентом.

Изучено влияние температуры на скорость растворения нанопорошков меди (рис.2, табл. 2). При повышении температуры от 25°C до 50°C скорость взаимодействия нанопорошков меди с раствором аммиака увеличивается 5,8 раза.



растворения нанодисперсных порошков меди, полученных в спирте, в 10% аммиаке при 25°C (2) и 50°C (1)

Таблица 2 - Константы скорости растворения нанодисперсных порошков меди, полученных в спирте, в растворе 10% аммиака при 25°C и 50°C

τ, мин	25°C		50°C	
	D	$k \cdot 10^2, \text{мин}^{-1}$	D	$k \cdot 10^2, \text{мин}^{-1}$
1	0,074	4,9	0,097	24,5
3	0,090	4,5	0,211	28,2
5	0,140	4,5	0,367	26,2
10	0,195	4,9	0,437	26,1
15	0,227	4,0	0,457	26,0
20	0,300	4,5		
25	0,333	4,3		
Среднее		4,5		26,2

Из зависимости скорости реакции от температуры рассчитана энергия активации реакции взаимодействия нанопорошков меди с раствором 10% аммиака (табл. 3).

Таблица 3 - Энергия активации реакции взаимодействия нанопорошков меди, полученных в спирте, с раствором 10% аммиака

Температура	$k \cdot 10^2, \text{мин}^{-1}$	E, кДж/моль
25°C	4,5	46,8
50°C	26,2	

Из таблице 3 видно, что данная реакция характеризуется относительно низким значением энергии активации, поэтому нанопорошки меди, полученные методом электроискрового диспергирования достаточно активно взаимодействует с раствором аммиака.

Таким образом, установлено, что скорость взаимодействия наночастиц меди, полученных методом электроискрового диспергирования, с раствором аммиака зависит от природы жидкой среды. В одинаковых условиях с раствором аммиака активно взаимодействуют частицы меди, полученные в воде.

**Список использованной литературы:**

1. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. - М.: Химия, 2000. - 672 с.
2. Бообекова А.А., Сатывалдиев А.С. Зависимость фазового состава продуктов электроискрового диспергирования меди от природы жидкой среды // Известия вузов Кыргызстана, 2017, №11. - С. 31-34.
3. Практикум по физической химии / Под ред. В.В. Буданова, Н.К. Воробьева. – М.: Химия, 1986. – 352 с.

**References:**

1. Pomogailo A.D., Rosenberg A.S., Uflyand I.E. Metal nanoparticles in polymers. - M.: Chemistry, 2000. - 672 p.
2. Boobekova A.A., Satyvaldiev A.S. Dependence of the phase composition of the products of electric spark dispersion of copper on the nature of the liquid medium // Izvestiya vuzov Kyrgyzstan, 2017, No. 11. - pp. 31-34.
3. Practicum on physical chemistry / Edited by V.V. Budanov, N.K. Vorobyov. – M.: Chemistry, 1986. – 352 p.

УДК 621.9.048:541.182:546.56

DOI 10.33514/BK-1694-7711-2023-1(1)-255-261

**Бообекова Айнагуль Ашировна, Бакенов Жолдошбек Бекбоевич, Сатывалдиев Абдураим Сатывалдиевич, Кулумбаев Тимурлан Калыбекович, Таалайбекова Айдай Таалайбековна**

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы,  
изденүүчүсү,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, доцентинин,  
м.а., х.и.к.,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, профессор,  
х.и.д.,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы, окутуучусу,

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасы,  
магистрант