

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/ВК-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

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

КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, соискатель,
КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, к.х.н., и.о. доцент,
КГУ им. И. Арабаева, кафедра химии и технологии ее обучение, д.х.н., профессор,
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, Bakenov Zholdoshbek Bekboevich, Satyvaldiev Abduraim Satyvaldievich, Kulumbaev Timurlan Kalybekovich, Taalaibekova Aidai Taalaibekovna

I. Arabaev KSU, Competitor of the Department of Chemistry and Technology of education,
I. Arabaev KSU, Acting Associate Professor of the Department of Chemistry and Technology of its Training,
I. Arabaev KSU, DCS, Professor of the Department of Chemistry and Technology, its education,
I. Arabaeva KSU, Department of Chemistry and Technology of its Training, Lecturer,
I. Arabaev KSU, Department of Chemistry and Technology of its Training, Master

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН ЖЕЗДИН
НАНОКҮКҮМДӨРҮН АБАДАГЫ КЫЧКЫЛТЕК МЕНЕН КЫЧКЫЛДАНЫШЫ
ОКИСЛЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ МЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ
ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ, КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА
OXIDATION OF COPPER NANOPOWDERS SYNTHESIZED BY
THE ELECTRIC SPARK DISPERSION METHOD WITH AIR OXYGEN**

Аннотация: Электр учкундук дисперстөө ыкмасы менен синтезделген жездин нанокүкүмдөрүн абада 300°Сдан жогору ысыганда алар кычылтек менен кычкылданат жана натыйжада үлгүлөрдүн салмагы көбөйөт. Нанодисперстүү жездин 500°Сдагы кычкылдануу даражасы жездин 700°Сдагы кычкылдануу даражасынан аз. 1000°С температурада CuO нун Cu₂O чейин ажырашынын натыйжасында үлгүлөрдүн массасынын азайышы байкалат.

Аннотация: При термообработке нанопороков меди, синтезированных методом электроискрового диспергирования, в атмосфере воздуха их окисление кислородом происходит при нагревании выше 300°С и в результате увеличивается масса образцов. Степень окисления нанодисперсной меди при 500°С меньше, чем степени окисления меди при 700°С. При температуре 1000°С наблюдается уменьшение массы образцов в результате разложение CuO до Cu₂O.

Abstract: During heat treatment of copper nano defects synthesized by the method of electrospark dispersion in air, their oxidation with oxygen occurs upon heating above 300°С and, as a result, the weight of the samples increases. The degree of oxidation of nanodispersed copper at 500°С is less than the degree of oxidation of copper at 700°С. At a temperature of 1000°С, a decrease in the mass of the samples is observed as a result of the decomposition of CuO to Cu₂O.

Негизги сөздөр: электр учкундук дисперстөө, гексан, спирт, жез, нанокүкүм, кычкылдануу, кычкылтек.

Ключевые слова: электроискровое диспергирование, гексан, спирт, медь, нанопорошок, окисление, кислород.

Keywords: electrospark dispersion, hexane, alcohol, copper, nanopowder, oxidation, oxygen.

Благодаря уникальным свойствам и низкой стоимости, большой практический интерес представляют нанодисперсная медь. Она применяется в электротехнической промышленности для приготовления наносхем, гибкой электроники и печати, для создания смазочных материалов, в качестве антибактериальных средств в медицине и агропромышленности, а также в качестве катализатора в химической промышленности [1].

Свойства наномеди зависят от метода ее синтеза. Существуют различные методы получения наночастиц меди [2]. Особенностью наночастиц меди является их метастабильность, в результате которой наночастицы меди энергично взаимодействуют с компонентами среды в которой они формируются, а также происходит их самопроизвольное укрупнение с образованием микроразмерных агрегатов.

Поэтому актуальным является разработка методов получения стабильных наночастиц меди. В этом плане определенный интерес представляет изучение возможности получения стабильных наночастиц меди методом электроискрового диспергирования. Этот метод характеризуется одностадийностью, простотой аппаратного оформления. На стабильность нанодисперсных порошков меди, полученных этим методом, определенное влияние оказывает их высокоскоростная закалка [3].

Для получения нанодисперсной меди методом электроискрового диспергирования использована лабораторная установка с одиночными электродами, где искровой разряд создается с помощью РС-генератора. Electroды были изготовлены из меди с чистотой 99,9% и помещены в реактор с объемом 100 мл, заполненный жидкой средой. Для получения наномеди в качестве жидкой среды были использованы гексан и этиловый спирт (95%). Синтез проводился в следующих параметрах искрового разряда: при напряжении 220 В, емкости конденсатора 2 мкф, и энергии единичного разряда 0,05 Дж, что позволяют получать нанодисперсные частицы.

Синтезированные нанопорошки меди отделялись от жидкой среды центрифугированием, промывались этиловым спиртом и высушивались.

Для изучения взаимодействия синтезированных нанопорошков меди с кислородом воздуха они подвергались термообработке при температурах 300°C, 500°C, 700°C и 1000°C в муфельной печи в течении 60 минут. Степень окисления нанопорошков меди устанавливали по изменению массы образцов при взаимодействии нанопорошков меди с кислородом.

Ранее [4] установлено, что при электроискровом диспергировании меди в гексане и спирте действительно происходит образование высокодисперсного порошка меди (табл.1). При диспергировании меди в гексане, он играет роль инертной жидкой среды, а в этиловом спирте часть частиц меди взаимодействует с кислородом, образовавшимся при термическом разложении молекул спирта, с образованием оксидов.

Таблица 1 – Фазовый состав, параметр решетки (a) и размеры ОКР (d_{ОКР}) нанопорошков меди

№	Жидкая среда	Фазовый состав	a, нм	d _{ОКР} , нм
1	Гексан	Cu, C	0,3618	31,6

2	Спирт	Cu, Cu ₂ O CuO, C	0,3618	34,2
---	-------	---------------------------------	--------	------

В методе ЭИД, одновременно с диспергированием материала электродов, происходит также пиролиз молекул жидкой среды с образованием разнообразных продуктов, в том числе свободного углерода в виде сажи, которая на поверхности наночастиц образует защитный слой, влияющий на их химическую активность.

Результаты расчета размеров областей когерентного рассеяния (ОКР) показывают, что при электроискровом диспергировании меди происходит образование нанодисперсных порошков меди (табл. 1). Размеры кристаллитов меди составляют от 31,6 до 34,2 нм в зависимости от природы жидкой среды. Таким образом, продукты электроискрового диспергирования меди в гексане и спирте отличаются по фазовому составу. В гексане образуется продукт, содержащий нанопорошки меди и свободный углерод в виде сажи, а полученный в спирте продукт является многофазным и состоит, кроме нанопорошков меди, из оксидов меди и свободного углерода.

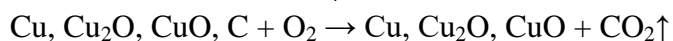
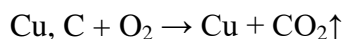
В работе [5] методом дифференциально-термического анализа изучена окисление нанопорошков меди кислородом воздуха при нагревании их до 1000°C. Согласно данным авторов окисление нанопорошков меди происходит при нагревании их выше 300°C. Поэтому нами по дериватографическим данным выбраны температуры термообработки продуктов электроискрового диспергирования меди.

В табл. 2 приведены результаты изменения массы образцов при термообработке продуктов электроискрового диспергирования меди.

Таблица 2 - Изменение массы образцов при термообработке продуктов электроискрового диспергирования меди

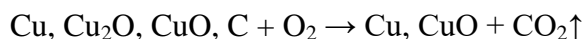
№	Жидкая среда	Фазовый состав	Изменение массы образцов в %			
			Температура, °C			
			300	500	700	1000
1	Гексан	Cu, C	-7,8	13,4	18,3	-9,8
2	Спирт	Cu, Cu ₂ O, CuO, C	-5,2	10,2	16,8	-8,5

При 300°C происходит уменьшение массы образцов согласно ниже указанным схемам:

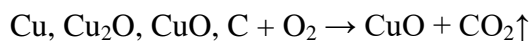
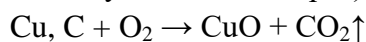


Это уменьшение связано с окислением углерода, находящегося в составе продуктов, до диоксида. В составе продукта, полученного в гексане, содержание углерода значительно больше, чем в составе продукта, полученного в спирте. Поэтому масса образца продукта, полученного в гексане уменьшается в большей степени (-7,8%), чем масса образца продукта, полученного в спирте (-5,2%).

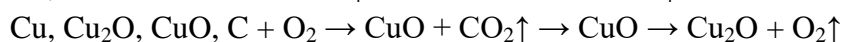
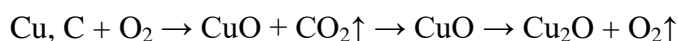
При температуре 500°C одновременно с окислением углерода происходит частичное окисление меди. В результате происходит увеличение массы образцов соответственно на 13,4% и на 10,2% согласно по следующим схемам:



При нагревании продуктов электроискрового диспергирования меди до 700°C нанопорошки меди окисляются кислородом воздуха до диоксида меди CuO и увеличение массы образцов составляет 18,3% (для продукта, полученного в гексане) и 16,8% (для продукта, полученного в спирте):



При температуре 1000°C наблюдается уменьшение массы образцов соответственно на 9,8% и 8,5%. Это можно объяснить протеканием процесса разложения двухвалентного оксида меди до одновалентного оксида с выделением кислорода:



Таким образом, окисление нанопорошков меди происходит при нагревании их до температуры 700°C с образованием диоксида меди CuO.

Определенный интерес представляет изучение кинетики окисления нанопорошков меди, синтезированных методом электроискрового диспергирования. Для этого определялся изменение массы образцов (%) при определенной температуре через 10, 20, 30, 40, 50 и 60 минут.

На рис. 1, 2 представлены кинетические кривые окисления нанопорошков меди при различных температурах.

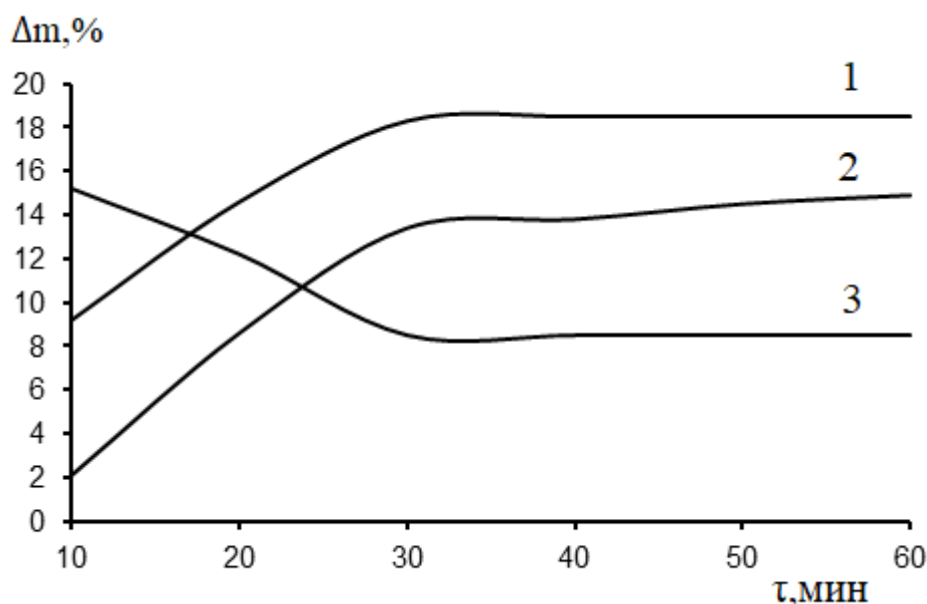


Рис.1. Кинетика окисления нанопорошков меди, синтезированных в гексане, при температурах 500°C (2), 700°C (1) и 1000°C (3)

Из рисунков 1 и 2 видно, что ход кинетических кривых окисления нанопорошков меди, синтезированных методом электроискрового диспергирования в гексане и спирте, кислородом воздуха при нагревании идентичны. При температурах 500°C и 700°C происходит постепенное повышение степени окисления, т.е. массы образцов и увеличение

массы образцов за счет окисления нанопорошков меди достигает максимального значения через 30 мин. При температуре 1000°С с увеличением времени термообработки наблюдается уменьшение массы образцов и через 30 мин достигает минимального значения, и дальнейшем увеличении продолжительности обработки изменение массы остается постоянной. Такое изменение массы образцов при 1000°С можно объяснить образованием в начале CuO и затем его разложением до Cu₂O.

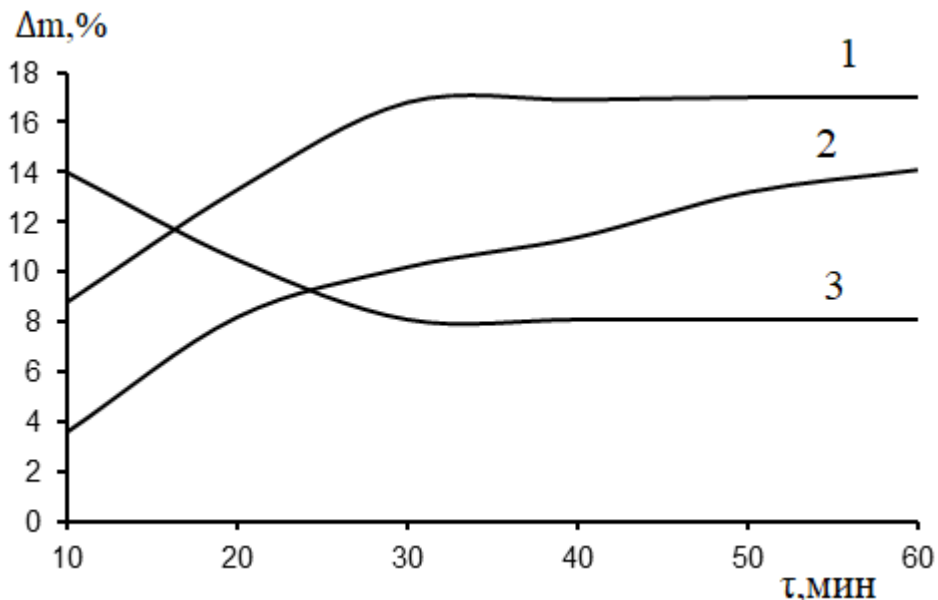


Рис.2. Кинетика окисления нанопорошков меди, синтезированных в спирте, при температурах 500°С (2), 700°С (1) и 1000°С (3)

Таким образом, при термообработке продуктов электроискрового диспергирования меди в гексане и спирте, состоящих из нанодисперсной меди, свободного углерода, оксидов меди (в спирте) происходит окисление компонентов продуктов в зависимости от температуры. При 300°С происходит окисление свободного углерода и что сопровождается с уменьшением массы образцов. При повышении температуры выше 300°С начинается окисление нанодисперсной меди и в результате увеличивается масса образцов. Степень окисления нанодисперсной меди при 500°С меньше, чем степени окисления меди при 700°С. При температуре 1000°С наблюдается уменьшение массы образцов в результате разложение CuO до Cu₂O.

Список использованной литературы:

- 1.Образцова И.И., Сименюк Г.Ю., Еременко Н.К. Влияние природы восстановителя на свойства ультрадисперсных порошков меди // ЖПХ, 2006, 10. - С.1626 -1629.
- 2.Назаренко О. Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение. - Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2005. - 148 с.
- 3.Байрамов Р.К. Особенности электроискрового диспергирования некоторых металлов//ЖПХ, 2003, т.76, №5. – С. 771-773.

- 4.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.
- 5.Сатывалдиев А.С., Бообекова А.А., Бакенов Ж.Б. Синтез нанопорошков меди методом электроискрового диспергирования и их химическая активность // Актуальные вопросы образования и науки, 2022, №2 (74). – С.88-93.

References:

1. Obratsova I.I., Semenyuk G.Yu., Eremenko N.K. The influence of the nature of the reducing agent on the properties of ultrafine copper powders // ZHPH, 2006, 10. - pp.1626 -1629.
- 2.Nazarenko O. B. Electroexplosive nanopowders: preparation, properties, application. - Tomsk: Tomsk Publishing House. un-ta, 2005. - 148 p.
3. Bayramov R.K. Features of electric spark dispersion of some metals//ZHPH, 2003, vol.76, No.5. – pp. 771-773.
- 4.Boobekova A.A., Satyvaldiev A.S. Dependence of the phase composition of products of electric spark dispersion of copper on the nature of the liquid medium // Izvestiya vuzov Kyrgyzstan, 2017, No. 11. - С.31-34.
5. Satyvaldiev A.S., Bobkova A.A., Bakanov Zh.B. Synthesis of copper nanopowders by electric spark dispersion and their chemical activity // Actual issues of education and science, 2022, №2 (74). – Pp.88-93.

УДК: 004.45(045)

DOI 10.33514/BK-1694-7711-2023-1(1)-261-266

Жумакадыров А.Т., Жапаров М.Т., Искендерова М.Ж.

И. Раззаков атындагы КМТУ, ИСЭ кафедрасы, магистрант

И. Раззаков атындагы КМТУ, ИСЭ кафедрасы, физика-математика илимдеринин
кандидаты, доцент,

Раззаков атындагы КМТУ, ИСЭ кафедрасы, окутуучу

Жумакадыров А.Т., Жапаров М.Т., Искендерова М.Ж.

КГТУ им. И.Раззакова, кафедра ИСЭ, магистрант

КГТУ им. И.Раззакова, кафедра ИСЭ, кандидат физико-математическимх наук, доцент,

КГТУ им. И.Раззакова, кафедра ИСЭ, преподаватель

Zhumakadyrov A.T., Zhaparov M.T., Iskenderova M.J.

KSTU I.Razzakov, ISE Department, undergraduate

I.Razzakov KSTU, ISE Department, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate
Professor,

KSTU I.Razzakov, ISE Department, teacher

**МААЛЫМАТ САЙТЫН ӨНҮКТҮРҮҮ ҮЧҮН МААЛЫМАТ БАЗАСЫН ТҮЗҮҮ
ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

**FRONT-END ДҮҮЯ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОГО САЙТА
TECHNOLOGY OF CREATING A DATABASE FOR DEVELOPING INFORMATION
SITE**