

*Бообекова А.А., Кариева К.О., Сатывалдиев А.С.*

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ ЫКМАСЫ МЕНЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН  
НАНОӨЛЧӨМДӨГҮ ЖЕЗДИН ХИМИЯЛЫК АКТИВДҮҮЛҮГҮ**

*Бообекова А.А., Кариева К.О., Сатывалдиев А.С.*

**ХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НАНОРАЗМЕРНОЙ МЕДИ, СИНТЕЗИРОВАННОЙ  
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ**

*A.A. Boobekova, K.O. Karsheva, A.S. Satyvaldiev*

**CHEMICAL ACTIVITY OF NANOSCALE COPPER SYNTHESIZED BY ELECTRO-  
DISPERSION**

УДК: 621.9.048:541.182:546.56

*Методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии установлено формирование наночастиц меди в условиях электроискрового диспергирования. Показано, что синтезированные нанодисперсные порошки меди проявляют каталитическую и химическую активность.*

*Электр учкундук дисперстүү шартында жездин nano бөлүкчөлөрүнүн пайда болушу рентген фазалык анализ жана электрондук микроскопия ыкмалары менен аныкталды. Жездин синтезделген nano дисперстүү күкүмдөрү каталитикалык жана химиялык активдүүлүккө ээ кендиги көрсөтүлдү.*

*By X-ray diffraction and electron microscopy the formation of copper nanoparticle of electric-dispersion was determined. It was shown that synthesized nanosized powders of copper exhibit catalytic and chemical activity.*

Современное развитие промышленности тесно связано с успехами нанотехнологий и порошковой металлургии, т.к. использование нанопорошков металлов позволяет обеспечить значительный рост качества продукции и повышение производительности технологических процессов. Нано порошки металлов используются в качестве высокоэффективных модификаторов для повышения износостойкости металлических изделий, добавок к маслам различного назначения и консистентным смазкам, катализаторов для снижения токсичности выхлопных газов автотранспорта и т.д. [1].

Существующие методы получения ультрадисперсных порошков металлов подразделяются на конденсационные и дисперсионные, которые отличаются по производительности, энергоёмкости, а также физико-химическими свойствами полученных физических порошков [1].

Определенный интерес представляет получение наноразмерных металлов методом электроискрового диспергирования, т.к. в условиях искрового разряда в канале разряда возникает температура до 10000 °С и под действием такой температуры металл плавится и может закипеть. Под действием ударной волны, сопровождающий искровой разряд, происходит удаление расплавленного металла из микроучастков поверхности электрода в виде мельчайших частиц. Эти условия позволяют получать устойчивые нанодисперсные порошки металлов [2].

Поэтому целью настоящей работы является получение нанодисперсных порошков меди в условиях электроискрового диспергирования и изучение их химических свойств.

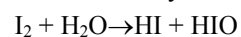
Для получения нанопорошков меди в условиях электроискрового диспергирования нами использована лабораторная установка, где искровой разряд создается с помощью RC-генератора [3]. Электроды были изготовлены из технической меди, а в качестве диэлектрической среды были использованы гексан, этиловый спирт (96%).

Продукты электроискрового диспергирования меди находятся в составе твердой фазы, поэтому она отделялась от жидкой фазы декантацией. Твердые продукты, полученные в гексане, промывались чистым гексаном и этиловым спиртом для удаления продуктов пиролиза диэлектрика, затем и высушивались. Продукты, полученные в этиловом спирте, промывались спиртом и высушивались.

Фазовый состав продуктов электроискрового диспергирования меди изучен методом рентгенофазового анализа.

Дифрактограммы снимались на дифрактометре RINT-2500 HV на медном отфильтрованном излучении. Дисперсность синтезированных продуктов изучали методом электронной спектроскопии. Микрофотографии продуктов сняты на просвечивающем электронном микроскопе JEOL-2000FX и эмиссионном сканирующем электронном микроскопе JOELJSM-7600F.

Для изучения каталитических свойств синтезированных нанодисперсных порошков меди в качестве модельной реакции выбрана реакция окисления-восстановления иода в жидкой фазе. В присутствии катализатора молекулярный иод окисляется-восстанавливается по следующей схеме:

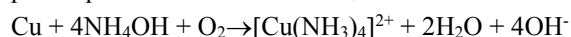


Ход этой реакции можно контролировать по изменению цвета раствора. Поэтому для определения влияния нанопорошков меди на кинетику реакции окисления-восстановления иода использован метод спектрофотометрии. Раствор иода был приготовлен в 0,25 н растворе KI, т.к. согласно литературным данным [4] растворимость молекулярного иода выше в растворе KI чем в воде. Раствор

иода имеет максимум поглощения при длине волны электромагнитного излучения  $\lambda=420\text{nm}$ . Изменение оптической плотности раствора иода под действием нанопорошков меди измерялся с помощью спектрофотометра СФ – 46 в кюветах с толщиной 1 см. Реакция проводил при комнатной температуре.

Определенный интерес представляет изучение химических свойств, а именно растворимости нанодисперсных порошков меди, полученных в условиях искрового разряда. Растворимость меди изучали методом спектрофотометрии, так как при растворении меди в растворе аммиака образуется

комплексный ион  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , который окрашивает раствор в интенсивно синий цвет:



Оптическую плотность полученного раствора измеряли на спектрофотометром СФ-46 при длине волны 600 нм в кюветах с толщиной 1 см. Реакция проводилась при комнатной температуре.

Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования меди в гексане и воде приведены на рисунке 1. Анализ дифрактограмм показывает,

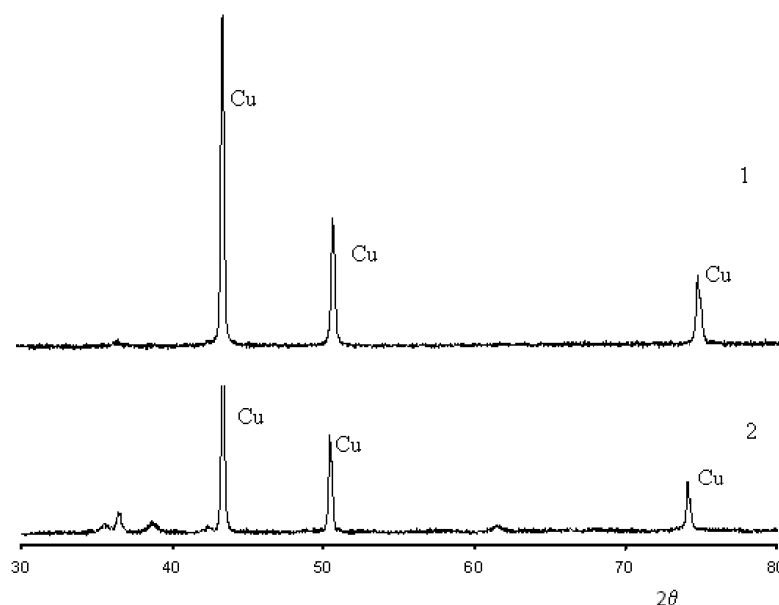
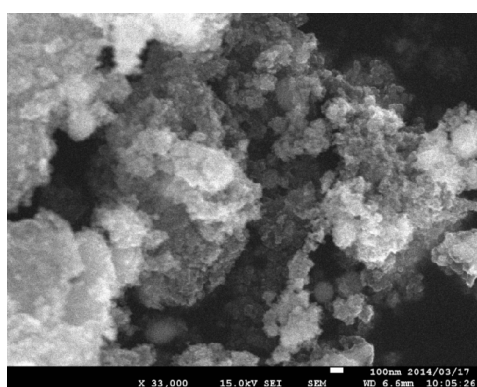


Рис. 1. Дифрактограммы продуктов электроискрового диспергирования меди в гексане (1) и спирте (2)



а.



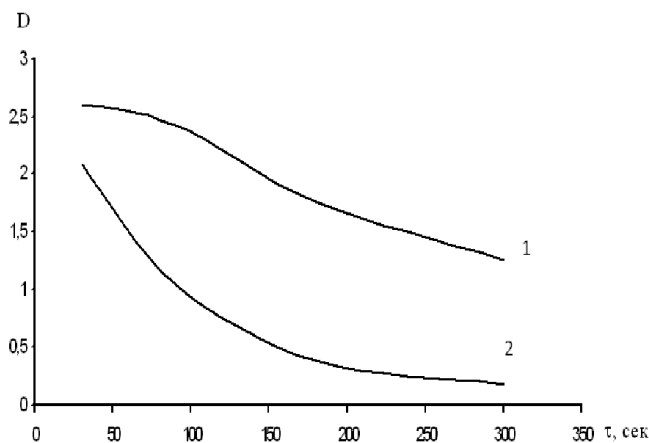
б.

Рис. 2. Микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования меди в гексане (а) и спирте (б)

что фазовый состав продуктов мало зависит от природы жидкой среды. При диспергировании меди в гексане и этиловом спирте основной фазой продуктов является металлическая медь. На это указывают

интенсивные линии соответствующие металлической меди. На дифрактограммах также имеются линии небольшой интенсивности, которые могут относиться к карбидным или оксидным соединениям меди.

На рисунке 2 представлены микрофотографии продуктов электроискрового диспергирования меди. Анализ микрофотографий показывает, что дисперсность и морфология продуктов электроискрового диспергирования меди не зависит от природы жидкой среды. Продукты состоят из сферических металлических наноструктур с размерами частиц менее 10 нм. Это подтверждают методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии.

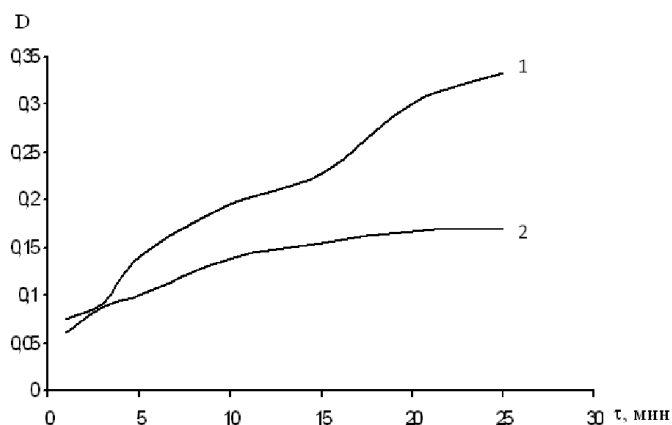


**Рис. 3.** Кинетические кривые реакции окисления-восстановления иода в присутствии нанодисперсных порошков системы Cu-Zn, полученных при электроискровом диспергировании электродной пары медь-цинк в гексане (1) и спирте (2)

В химии и химической технологии высокодисперсные порошки меди широко используются в качестве катализаторов [5, 6]. Поэтому определенный интерес представляет изучение каталитических свойств синтезированных нанодисперсных порошков меди. На рисунке 3 представлены кинетические кривые реакции окисления-восстановления иода в присутствии синтезированной нами нанодисперсной меди. Из рисунка видно, что полученные нанодисперсные порошки меди обладают определенной каталитической активностью. Каталитическая активность меди зависит от условий получения меди. Скорость реакции окисления-восстановления иода в присутствии высокодисперсных порошков меди, полученных в спирте, значительно больше. Это можно объяснить влиянием поверхности нанодисперсных частиц меди. В гексане одновременно с диспергированием меди происходит разложение молекул диэлектрической жидкости с образованием свободного углерода в виде сажи и в результате поверхность частиц металлов покрывается углеродом. Это усложняет доступа молекул реагента к поверхности частиц меди.

На рисунках 4 представлены кинетические кривые реакции растворения нанодисперсной меди, полученной при электроискровом диспергировании, в растворе аммиака. Из рисунка 4 видно, что в растворе аммиака достаточно интенсивно растворяется порошок меди, полученный при электроискровом

диспергировании меди в спирте. Менее активно взаимодействует с аммиаком порошок меди, полученный в гексане, что подтверждает вышеуказанную



закономерность.

**Рис. 4.** Кинетические кривые реакции растворения ультрадисперсной меди, полученной при электроискровом диспергировании меди в этиловом спирте (1) и гексане (2) в 10%- растворе аммиака

Таким образом, методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии показано, что в условиях электроискрового диспергирования металлов в жидкой среде происходит формирование наночастиц, т.к. в этих условиях физико-химические процессы (фазовые переходы, химические реакции) протекают с высокой скоростью при больших градиентах температуры и давления. Показано, что синтезированные нанодисперсные порошки меди проявляют каталитическую активность для реакции окисления-восстановления иода. Наибольшей каталитической активностью обладают нанодисперсные порошки меди, полученные в спирте. Установлено, что растворимость нанодисперсных порошков меди в растворе аммиака также зависит от условий их получения.

#### Литература:

1. Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.: Химия, 2000-672 с.
2. Даниленко Н.Б., Савельев Г.Г., Яворовский Н.А., Юрмазова Т.А. и др. Изучение состава и кинетики образования продуктов эрозии металлической загрузки электроразрядного реактора //ЖПХ, 2005, вып.9. – С.1463-1468.
3. Асанов У.А., Петренко Б.Я., Денисов А.С. Установка для получения продуктов электроэрозии металлов // АС. № 322249, БН., 1972, №36.
4. Практикум по физической химии.- М.:Химия, 1986.-352с.
5. Скороходова Т.С., Коботаева Н.С., Сироткина Е.Е. Изучение реакционной способности нанопорошков меди в модельной реакции окисления изопропилбензола// ЖПХ, 2005, вып.5.- С.767-771.
6. Микубаева Е.В., Коботаева Н.С., Сироткина Е.Е. Изучение реакционной способности нанопорошков меди при взаимодействии с ледяной уксусной кислотой// ЖПХ, 2004, вып.12. – С.1937-1941.

Рецензент: к.хим.н. Насирдинова Г.К.