

**Абдраимова Ивадат Асановна, Бообекова Айнагуль Ашировна, Сатывалдиев
Абдураим**

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасынын
магистранты
ОшМУ, педагогика, башталгыч билим берүүнүн теориясы жана методикасы кафедрасынын
ага окутуучусу

И. Арабаев атындагы КМУ, химия жана аны окутуунун технологиясы кафедрасынын
профессору

**Абдраимова Ивадат Асановна, Бообекова Айнагуль Ашировна, Сатывалдиев
Абдураим**

магистрант кафедры химии и технологии ее обучения, КГУ им. И. Арабаева
старший преподаватель кафедры теории и методики начального образования, ОшГУ,
профессор кафедры химии и технологии ее обучения, КГУ им. И. Арабаева
Abdraimova Ivadat Asanovna, Boobekova Ainagul Ashirovna, Satyvaldiev Abduraim
Master of the Department of Chemistry and Technology of its Training, KSU I. Arabaev
Senior Lecturer, Department of Theory and Methodology of Primary Education, OshSU,
Professor of the Department of Chemistry and Technology of its Teaching KSU named after I.
Arabaev

**ЭЛЕКТР УЧКУНДУК ДИСПЕРСТӨӨ МЕТОДУ МЕНЕН АЛЫНГАН
МЕТАЛЛДАРДЫН НАНОКҮКҮМДӨРҮНҮН ТЕРМИКАЛЫК
КЫЧКЫЛДАНУУСУНУН МЕТАЛЛДАРДЫН ЖАРАТЫЛЫШЫНАН КӨЗ
КАРАНДЫЛЫГЫ**

**ЗАВИСИМОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ НАНОПОРОШКОВ МЕТАЛЛОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ,
ОТ ПРИРОДЫ МЕТАЛЛОВ**

**DEPENDENCE OF THE THERMAL OXIDATION OF METAL NANOPOWDERS
OBTAINED BY THE METHOD OF ELECTROSPARK DISPERSION ON THE NATURE
OF THE METALS**

Аннотация: Электр учкундук дисперстөө методу менен синтезделген металлдардын нанокүкүмдөрүнүн термикалык кычкылдануусунун металлдардын жаратылышынан болгон көз карандылыгы дифференциалдык-термикалык анализ методу менен аныкталды. Жездин нанокүкүмү 270-600°C температуралык аралыкта абадагы кычкылтек менен кычкылданат. Алюминийдин нанокүкүмүн 900°C чейин ысытканда ал кычкылданууга туруктуу. Электр учкундук дисперстөө методу менен синтезделген алюминийдин нанокүкүмүнүн балкып эрүү температурасы массивдүү алюминийдин балкып эрүү температурасына салыштырмалуу 70°C төмөн.

Аннотация: Методом дифференциально-термического анализа установлено, что термические свойства нанопорошков металлов, синтезированных методом электроискрового диспергирования, зависят от природы металлов. Нанопорошок меди окисляется кислородом воздуха в интервале температур 270-600°C. Нанопорошок алюминия устойчив против

окисления при нагревании до 900°C. Температура плавления нанопорошка алюминия, синтезированного методом электроискрового диспергирования, на 70°C ниже, чем температура плавления массивного алюминия.

Annotation: The method of differential thermal analysis established that the thermal properties of metal nanopowders synthesized by the method of electrospark dispersion depend on the nature of the metals. Copper nanopowder is oxidized by atmospheric oxygen in the temperature range of 270-600 ° C. Aluminum nanopowder is resistant to oxidation when heated to 900 ° C. The melting point of aluminum nanopowder synthesized by the method of electrospark dispersion is 70 ° C lower than the melting point of bulk aluminum.

Негизги сөздөр: нанокүкүм; металлдар; жез; алюминий; кычкылдануу; электр учкундук дисперстөө; дифференциалдык-термикалык анализ; кычкылтек; аба; балкып эрүү температурасы.

Ключевые слова: нанопорошок; металлы; медь; алюминий; окисление; электроискровое диспергирование; дифференциально-термический анализ; кислород; воздух; температура плавления.

Key words: nanopowder; metals; copper; aluminum; oxidation; electrospark dispersion; differential thermal analysis; oxygen; air; the melting temperature.

Для получения нанопорошков металлов практический интерес представляет использование метода электроискрового диспергирования, который характеризуется одностадийностью, простотой аппаратного оформления [1].

Нанопорошки металлов при взаимодействии с кислородом воздуха быстро окисляются, а на основе изучения процессов окисления нанопорошков металлов на воздухе можно получить информацию об их реакционной способности, что играет важную роль при разработке технологических процессов с использованием нанопорошков металлов, а также при установлении сроков и условий их хранения [2].

Целью данной работы является изучение зависимости термического окисления нанопорошков металлов, синтезированных в условиях электроискрового диспергирования, от природы металлов.

Для сравнения термического окисления использованы нанопорошки меди и алюминия, синтезированные методом электроискрового диспергирования. Эти металлы отличаются по химической активности, т.к. они имеют различные значения электродного потенциала. Чем более отрицательное значение электродного потенциала имеет металл, тем он является более активным. Стандартный электродный потенциал меди составляет +0,34 В, а электродный потенциал алюминия равен -1,66 В [3]. Поэтому эти металлы должны отличаться по термической окисляемости.

Нанопорошки металлов получены при электроискровом диспергировании меди и алюминия в гексане. Фазовый состав продуктов установлен методом рентгенофазового анализа. Рентгенограммы снимались на дифрактометре ДРОН-3 на медном излучении. Термические свойства нанопорошков металлов изучены методом дифференциально-термического (дериватографического) анализа. Дериватограммы сняты на дериватографе Q-1000/D системы «Паулик-Паулик-Эрдей» в интервале температур 20-1000°C в атмосфере воздуха относительно Al₂O₃ со скоростью 10 град/мин. Чувствительность весов и масса образца составили 50 мг.

Рентгенограммы нанопорошков меди и алюминия, синтезированных методом электроискрового диспергирования в гексане представлены на рис.1.

Результаты расчета рентгенограмм показывают, нанопорошок меди состоит только из металлической меди, а в составе нанопорошка алюминия кроме алюминия находится также карбид алюминия (рис.1). Возможности образования нанодисперсных порошков меди и алюминия в условиях электроискрового диспергирования подтверждены методами электронной микроскопии [4, 5].

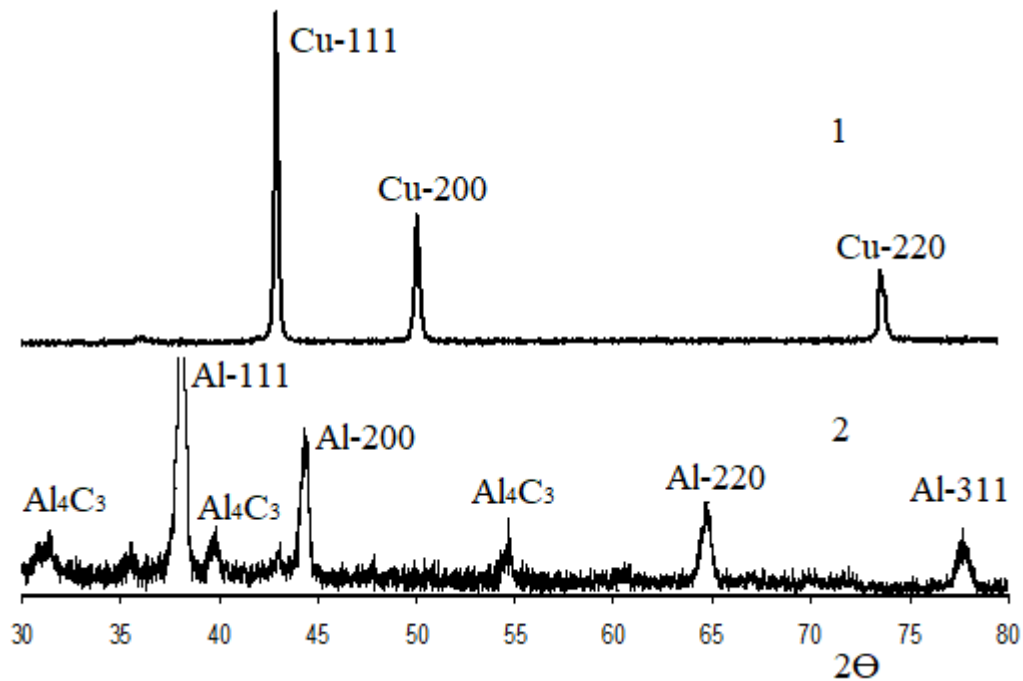


Рис.1. Рентгенограммы нанопорошков меди (1) и алюминия (2), синтезированных методом электроискрового диспергирования в гексане

Дериватограммы нанопорошков металлов приведены на рис. 2.

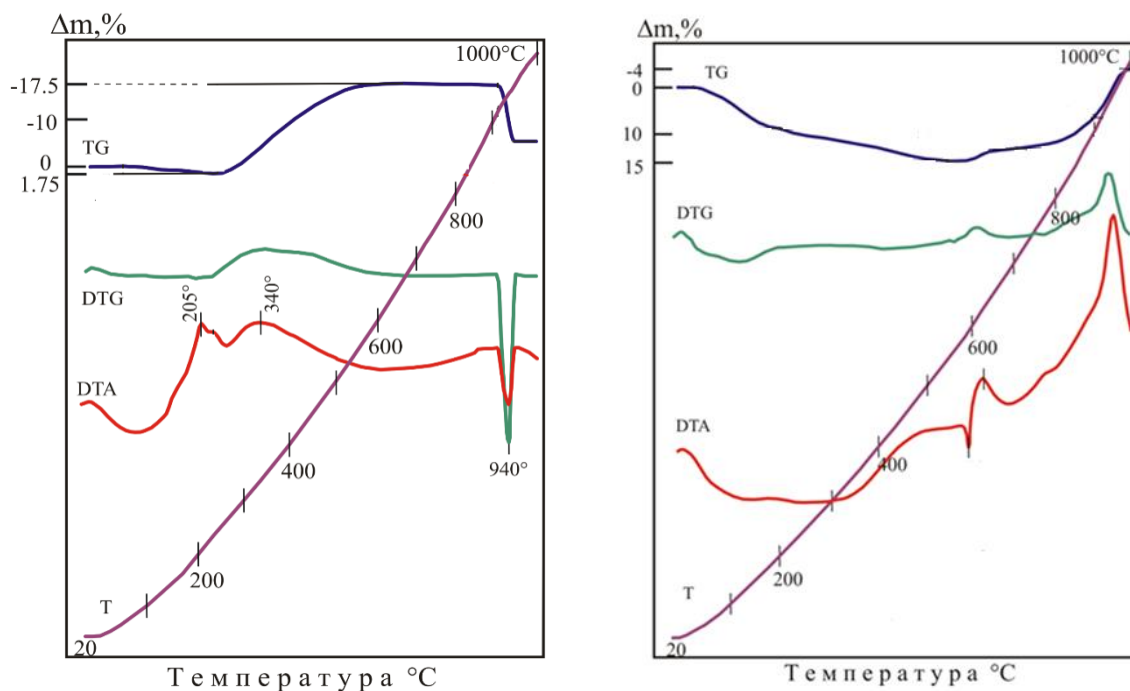


Рис.2. Дериватограммы нанопорошков меди (1) и алюминия (2), синтезированных методом электроискрового диспергирования в гексане.

Дериватограмма нанопорошка меди характеризуется двумя экзотермическими эффектами и одним эндотермическим эффектом (рис. 2.1). Экзотермический эффект при 205°C связан с процессом окисления свободного углерода в виде сажи, образовавшегося при разложении молекул гексана. Этот процесс сопровождается уменьшением массы образца на 1,75%.

Второй экзотермический эффект средней интенсивности при 340°C характеризует окисление нанодисперсной меди и сопровождается с увеличением массы образца. Окисление нанопорошка меди происходит в интервале температур 290°C-600°C и увеличение массы образца при 600°C составляет 19,25%.

В работе [6] установлено, что окисление нанопорошков меди, синтезированных методом электрического взрыва проводников в аргоне, протекает в последовательно с образованием оксидов Cu_2O и CuO соответственно при 225 и 321°C.

Интенсивный эндотермический пик при 940°C относится к термическому разложению оксида двухвалентной меди CuO , образовавшийся при окислении нанопорошка меди, до Cu_2O . Что приводит к уменьшению массы образца на 12,25%. По данным литературы [7] термическое разложение CuO происходит в области температур 1050-1100°C. Образовавшийся при окислении наномеди оксид CuO также является нанодисперсной системой, обладающей более высокой химической активностью и соответственно температура разложения данного оксида уменьшается на 100-150°C.

На дериватограмме нанопорошка алюминия, полученного в гексане, имеется несколько эндотермических и экзотермических эффектов. В интервале температуры 20-200°C образец теряет 8,75% массы, что связано с десорбцией адсорбированных на частицах алюминия, карбида алюминия и на саже молекул жидкой среды и частиц термического разложения молекул гексана (рис.2.2). Дальнейшее нагревание образца до 500°C приводит к снижению его массы еще на 6,75%, а на ДТА-кривой в области 500°C наблюдается слабый экзотермический пик, который по всей вероятности относится к окислению сажи.

Эндотермический эффект при 590°C, по всей вероятности, относится к процессу плавления нанопорошка алюминия (рис.2). Известно, что температура плавления массивного алюминия составляет 660°C [3], а установленная из дериватограммы температура плавления имеет значительно меньшее значение. Температура плавления наночастиц алюминия зависит от их размера [8]. Резкое уменьшение температуры плавления наночастиц алюминия наблюдается для частиц с размерами менее 10 нм. Это позволяет предположить о том, что составе нанопорошка алюминия алюминий находится в виде наночастиц с размерами менее 10 нм.

Экзотермические эффекты при температурах 630°C и 950°C можно отнести к процессам окисления соответственно карбида алюминия и алюминия (рис.2.2). При окислении карбида алюминия масса образца увеличивается на 2,5%. Что соответствует примерному количественному содержанию карбида алюминия в составе нанопорошка.

Экзотермический эффект при 950°C соответствует окислению наночастиц алюминия и соответственно масса образца возрастает на 17% (рис.2.2).

По данным литературы [9] интенсивное окисление нанопорошков алюминия протекает в интервале 500-550°C. Окисление нанопорошков алюминия, синтезированных методом электроискрового диспергирования, при значительно высокой температуре можно объяснить образованием на частицах алюминия защитный слой, препятствующего взаимодействию с кислородом. Такой защитный слой может состоять из карбида алюминия и свободного углерода.

Ранее [10] установлено, что алюминий, находящийся в составе продукта электроискрового диспергирования алюминия в гексане, при нагревании в атмосфере воздуха до 900°С устойчив и это согласуется с результатами дифференциально-термического анализа.

Таким образом, методом дифференциально-термического анализа установлено, что термические свойства нанопорошков металлов, синтезированных методом электроискрового диспергирования, зависят от природы металлов. Нанопорошок меди окисляется кислородом воздуха в интервале температур 270-600°С. Нанопорошок алюминия устойчив против окисления при нагревании до 900°С за счет защитной оболочки, состоящей из карбида алюминия и углерода. Установлено, что температура плавления нанопорошка алюминия, синтезированного методом электроискрового диспергирования, на 70°С ниже, чем температура плавления массивного алюминия.

Список использованной литературы:

1. Байрамов Р.К. Особенности электроискрового диспергирования некоторых металлов // ЖПХ, 2003, т.76, №5. – С. 771-773.
2. Лысов Д.В., Дзидзигури Э.Л., Яхиева Ж.Е., Кузнецов Д.В. Исследование процессов окисления нанопорошков кобальта и никеля. // Изв. Вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2013. – № 3. – С. 3 – 6.
3. Равдель А.А., Пономарева А.М. Краткий справочник физико-химических величин. – Спб.: Специальная литература, 1998. – 232 с.
4. Бообекова А.А., Каршева К.О., Сатывалдиев А.С. Химическая активность наноразмерной меди, синтезированной методом электроискрового диспергирования // Известия ВУЗов, 2014, №7. – С.34-36.
5. Мадиярова А.М., Сатывалдиев А.С. Зависимость фазового состава продуктов электроискрового диспергирования алюминия от природы жидкой среды // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана, 2017, № 4. - С.40-42.
6. Амелькович Ю. А., Назаренко О. Б., Сечин А. И., Фрянова К. О. Диагностика изменений состава и свойств нанопорошков меди после длительного хранения // Контроль. Диагностика, 2014, № 13. - С. 42-46.
7. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.-Л.: Химия, 1988. – 708 с.
8. Коршунов А.В. Параметры плавления порошков алюминия с различной дисперсностью // Известия Томского политехнического университета, 2013, т.323, №3. – С. 96-103.
9. Бернер М.К., Зарко В.Е., Талавар М.Б. Наночастицы энергетических материалов: способы получения и свойства (обзор) // Физика горения и взрыва, 2013, т.49, №6. – С.3-30.
10. Мадиярова А.М., Сатывалдиев А.С. Термические свойства продукта электроискрового диспергирования алюминия в гексане // Известия ВУЗов Кыргызстана, 2017, №8. – С.37-39.

Рецензент: к.х.н., доцент Насирдинова Г.К.