

4. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А., Короткова Е. И., Плотников Е. В. Сорбция ионов As^{3+} , As^{5+} из водных растворов на вермикулитобетоне и газобетоне модифицированных оксигидроксидом железа // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2014. Том 57. Вып. 11. – С. 30-33.
5. Мартемьянов Д. В., Галанов А. И., Юрмазова Т. А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{3+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования № 8 (часть 3), 2013 год. С. 666-670.
6. Фекленко А. Ю. Тяжёлые металлы и их опасность // Экологический Вестник России. 2010. - № 5. - С. 26.
7. Байдина Н. Л. Инактивация тяжелых металлов гумусом и цеолитами в техногеннозагрязненной почве // Почвоведение. – 1994. – №9. – С. 121 – 125.
8. Журавков С. П., Плотников Е. В., Мартемьянов Д. В., Яворовский Н. А., Xasse U., Zander S. Изучение свойств наноразмерных частиц серебра, полученных электроимпульсным методом // Известия вузов. Физика, 2013. - Т. 56. - № 7/2. с. 141-145.
9. Plotnikov Evgenii, Zhuravkov Sergey, Gapeyev Andrew, Plotnikov Vladimir, Martemiyarov Dmitry Investigation of Genotoxicity of Gold Nanoparticles Prepared by the Electric Spark Dispersion Method // Advanced material research. Volume 1040 P. 65-70. ISSN print 1022-6680, ISSN cd 1022-6680, ISSN web 1662-8985.
10. Zhuravkov Sergey, Plotnikov Evgeny, Martemiyarov Dmitry, Yavorovsky Nikolay, Hasse Ulrich, Zander Stefan Properties of Silver Nanoparticles Prepared by the Electric Spark Dispersion Method // Advanced material research. Vol. 872 (2014), P. 74-78. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.872.74.
11. Скачков В. Б., Ластенко Н. С., Иванов Ю. А., Хустенко Л. А., Назаров Б. Ф., Заичко А. В., Иванова Е. Е., Носова Г. Н., Толмачёва Т. П. Измерение массовой концентрации химических веществ методом инверсионной вольтамперометрии: Сборник методических указаний. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – С. 271.

Состав и свойства электровзрывных нанопорошков меди после длительного хранения

Амелькович Ю.А., Назаренко О.Б., Сечин А.И., Фрянова К.О.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Нанопорошки (НП) меди благодаря своим уникальным свойствам являются перспективными материалами для их применения в качестве катализаторов [1], для получения высокотемпературной сверхпроводящей керамики [2] и электропроводящих клеев [3], в медицине [4]. Одним из методов получения НП меди является электрический взрыв проводников (ЭВП), в процессе которого под действием импульсного электрического тока большой плотности происходит диспергирование материала проводника и формирование нанодисперсных порошков. Чтобы избежать разогрева и спекания НП металлов после их получения в среде инертных газов проводится операция пассивирования медленным контролируемым напуском воздуха в разрядную камеру. При этом на частицах формируется защитная оксидная оболочка. Пассивированные НП металлов относительно устойчивы к окислению при хранении [5].

Нанодисперсные металлы в производственном цикле подвергаются действию таких факторов как тепло, влага и др. Происходящие при этом физико-химические превращения могут привести к изменению функциональных свойств наноматериалов, а также стать причиной пожара или взрыва. Поэтому проблеме обеспечения безопасности нанодисперсных металлов необходимо уделять внимание. В данной работе исследован фазовый состав, морфология и термическая устойчивость НП меди после длительного хранения. НП меди были получены в ООО «Передовые порошковые технологии» методом электрического взрыва медных проводников в среде аргона и углекислого газа и хранились 10 лет. Изучение свойств проводилось методами рентгенофазового (дифрактометр Shimadzu XRD-7000) и термического (термоанализатор ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600) анализа, просвечивающей электронной микроскопии (JEM-2100F), ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр Nicolet 5700).

Согласно данным рентгенофазового анализа (РФА) в составе исследуемых порошков присутствуют кристаллические фазы металлической меди и оксиды меди Cu_2O и CuO . В то же время известно, что для свежеполученных электровзрывных медных НП характерно наличие аморфных оксидных соединений в поверхностном слое [6]. В образце НП меди, полученном в

среде углекислого газа, по результатам РФА содержится больше оксида меди CuO , чем в образце, полученном в аргоне.

На рис. 1 представлены фотографии НП меди, полученные с помощью просвечивающего электронного микроскопа. Частицы порошков нанодисперсной фракции имеют рыхлую поверхность. В то же время известно, что частицы свежеполученных НП меди имеют гладкую поверхность и сферическую форму [17]. Очевидно, нанодисперсная фракция НП меди окислилась почти полностью при длительном хранении.

На рис. 2 представлены зависимости изменения массы (ТГ) исследуемых образцов и тепловых эффектов (ДСК) при неізотермическом нагреве в воздухе до $1000\text{ }^\circ\text{C}$. В интервале температур $20\text{--}200\text{ }^\circ\text{C}$ на кривой ТГ наблюдается десорбция газов и паров воды с поверхности частиц и уменьшение массы. Это сопровождается эндотермическим эффектом, заметным на кривой ДСК, с минимумом при $52,6\text{ }^\circ\text{C}$ для НП меди (Ar) и $65,7\text{ }^\circ\text{C}$ для НП меди (CO_2). Затем при температуре $183\text{ }^\circ\text{C}$ для НП меди (Ar) и $234\text{ }^\circ\text{C}$ для НП меди (CO_2) происходит резкое увеличение массы и выделение теплоты вследствие окисления. На кривой ДСК зафиксировано два максимума при 225 и $321\text{ }^\circ\text{C}$ для образца НП меди (Ar), и при 267 и $328\text{ }^\circ\text{C}$ для НП меди (CO_2). При окислении НП меди происходит последовательное образование оксидов Cu_2O и CuO .

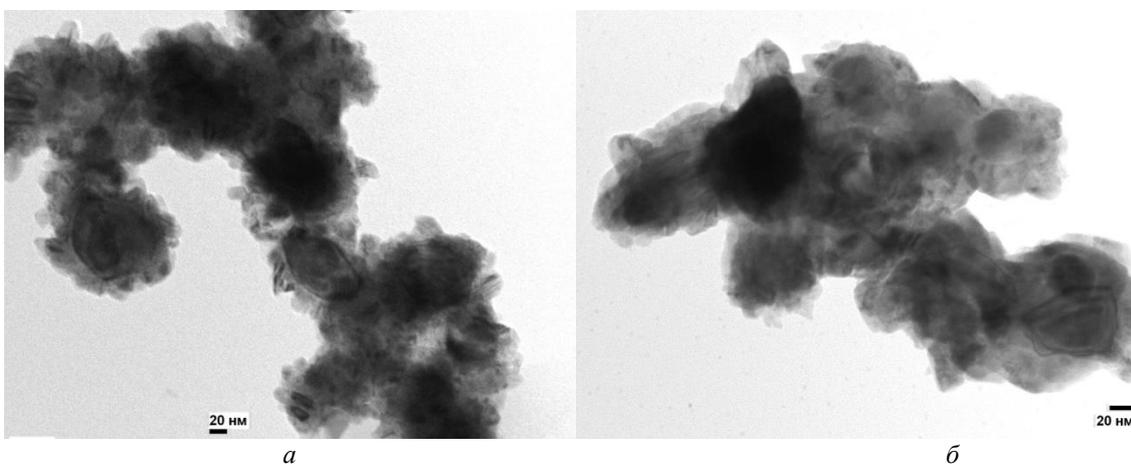


Рис. 1. Микрофотографии НП меди, полученных при ЭВП в аргоне – а; углекислом газе – б

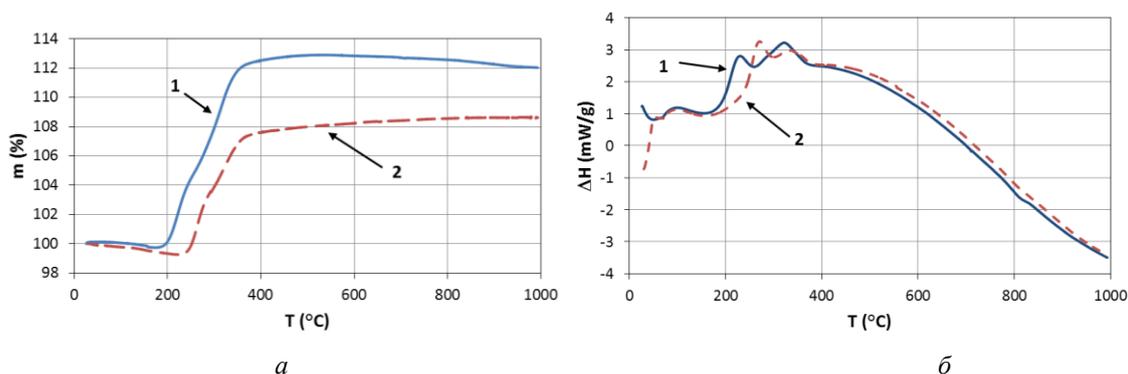


Рис. 2. Зависимости изменения массы образцов (а) и тепловых эффектов (б) при нагревании в воздухе НП меди, полученных при ЭВП в аргоне – 1; углекислом газе – 2

Масса образца НП меди (Ar) при нагревании до $1000\text{ }^\circ\text{C}$ увеличилась на $13,8\%$, а образца НП меди (CO_2) – на $9,4\%$. Удельные тепловые эффекты при окислении составили $904,7$ и $750,4$ Дж/г, соответственно.

Состояние и состав поверхностного оксидного слоя частиц НП меди изучено с помощью метода ИК-Фурье спектроскопии.

В ИК-спектре образца НП меди (Ar) наблюдаются полосы поглощения, обусловленные валентными колебаниями $\nu\text{Cu(II)-O}$ оксида меди CuO и $\nu\text{Cu(I)-O}$ оксида Cu_2O [7]. В ИК-спектре образца НП меди (CO_2) также наблюдаются характерные для оксидов меди CuO и Cu_2O . В результате сорбции углекислого газа на поверхности частиц образцов образуются карбонатные

структуры с характерными полосами поглощения, а также полосы поглощения адсорбированных молекул CO_2 . Валентными колебаниями молекул воды и структурных гидроксильных групп обусловлены многочисленные малоинтенсивные полосы поглощения в области $3800\text{--}3000\text{ см}^{-1}$.

Таким образом, в ходе проведенных исследований изучены особенности фазового состава, морфологии нанодисперсных порошков меди и их устойчивости к окислению после хранения в течение 10 лет. НП меди, полученный в углекислом газе, более окислен, чем образец, полученный в аргоне. Термическая устойчивость порошков в результате окисления при длительном хранении повышается, но меняется состав и функциональные свойства порошков, что следует учитывать при организации технологического процесса.

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП ТПУ.

Список литературы:

1. Федущак Т.А., Седой В.С., Ермаков А.Е. и др. Нанопорошки металлов как активные каталитические компоненты и сорбенты для удаления сернистых соединений из дизельных фракций нефти // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2009. – Т. 7. – № 1. – С. 205–214.
2. Хасанов О.Л. Методы изготовления и свойства ВТСП-керамики на основе ультрадисперсных порошков // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. – № 3. – С. 61–66.
3. Еременко Н.К., Пух А.Н., Образцова И.И., Сименюк Г.Ю. Композиционные материалы на основе нанопорошков меди для электроники // Нанотехника. – 2006. – № 2. – С. 30–32.
4. Рахметова А.А., Алексеева Т.П., Богословская О.А. и др. Ранозаживляющие свойства наночастиц меди в зависимости от их физико-химических характеристик // Российские нанотехнологии. – 2010. – № 3–4. – С. 102–107.
5. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. и др. Горение нанопорошков металлов. – Томск: Дельтаплан, 2008. – 382 с.
6. Коршунов А.В., Ильин А.П. Особенности окисления нанопорошков меди при нагревании в воздухе // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 313. – № 3. – С. 5–13.
7. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1991. – 536 с.

Разработка солнечного трекера и акрилового концентратора

Петрусёв А.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Целью данной работы является реализация наиболее эффективных способов повышения интегрального коэффициента полезного действия возобновляемых источников энергии на базе солнечных электростанций.

Тема работы актуальна в рамках реализации программ по Критическим технологиям федерального уровня приоритетных направлений России. Солнечные станции имеют невысокую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую в течение дня, которая зависит не только от собственного КПД солнечных элементов (который для стандартных панелей лежит в пределах 14-18%), но и от положения солнца относительно солнечных панелей. Наиболее же важным фактором, ограничивающим распространение солнечных станций, является их высокая стоимость – порядка 2-3\$ за удельный Ватт мощности в странах СНГ.

Предлагается снижение удельной стоимости солнечных станций за счёт концентрации лучистой энергии за счёт концентраторов, что позволит снизить количество используемых для создания номинальной мощности фотоэлементов. Для ориентации концентратора следует использовать трекер. Мы предлагаем одноосный солнечный трекер и акриловый концентратор, которые имеют ряд преимуществ перед своими аналогами.

Перед началом их разработки были проведены теоретические и экспериментальные исследования. Рассчитана зависимость достигающей фотоэлементов солнечной радиации от угла падения на солнечную панель лучей. Её график изображён на рисунке 1.

При расчёте учитывались такие характеристики, как общая площадь падения, коэффициент отражения материалов, фоновое излучение. На основе вышеуказанных