

СВОЙСТВА НАНОПОРОШКОВ МЕДИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВЗРЫВА ПРОВОДНИКОВ

С.Р. Жантуаров, А.В. Пустовалов, Т. Г. Кайралиева

Научный руководитель: к.х.н. С.П. Журавков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: sultzhantuarov@mail.ru

THE PROPERTIES OF NANO-COPPER PARTICLES PRODUCED BY WIRE EXPLOSION METHOD

S.R.Zhantuarov, A.V. Pustovalov, T. G. Kairalieva

Scientific Supervisor: Ph.D. S. P. Zhuravkov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: sultzhantuarov@mail.ru

The work presents results of the research of physical and chemical properties of copper electro-explosive nanopowders. It is defined the relationship between preparation conditions of cooper nanopowder and their dispersity. It is used for research for the physical and chemical properties of nanopowder the Brenauer-Emmett-Teller (N2-BET) adsorption method.

Введение Нанопорошки меди в качестве добавок широко применяются в различных отраслях промышленности: в электронной промышленности влияют на проводимость [1], в химии используются в качестве активного компонента катализаторов [2] и присадок к моторным маслам [3]. На основании анализа работы [1] можно выделить следующие методы получения медных нанопорошков: метод термического восстановления, сонно-химическое осаждение, синтез порошка путём испарения металла, химическое восстановление, вакуумное осаждение из паровой фазы, радиационные методы, микроэмульсионный метод и лазерная абляция. В данной работе рассматриваются нанопорошки меди, полученные методом электрического взрыва проводников (ЭВП), и их применение в химических реакциях в качестве катализаторов. Основными преимуществами метода ЭВП, являются: возможность регулировать условия получения порошков, а также производить их в достаточно больших количествах - от десятков до сотен грамм в час. Одно из достоинств электровзрывных порошков – их высокая химическая активность [4], что и является предпосылкой для применения нанопорошков в роли катализаторов. Основными факторами, влияющими на ход реакции и выход конечных продуктов, являются условия получения порошков и их свойства. Цель данной работы – установление взаимосвязи между условиями получения нанопорошков и их физико-химическими свойствами.

Краткая теория Для достижения поставленной цели необходимо определить основные параметры, характеризующие условия получения, влияющие на свойства нанопорошков. В результате проведенных исследований нами установлено, что одним из таких параметров является введённая в проводник энергия e , определяющая средний размер частиц a . Кроме того, при выполнении работы необходимо получить экспериментальную зависимость среднего размера наночастиц от введённой в проводник энергии.

В работе [4] приведён вывод уравнения по расчёту энергии e , введённой в проводник. Предварительно, средний размер частиц определяется через введённую в проводник энергию по формуле

$$a = 0,3 \times 10^{-6} (e/e_c), \quad (1)$$

где e_c - энергия сублимации материала. Далее после измерения величины удельной поверхности средний размер частиц уточняется по формуле

$$a = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{3}{\rho_{Me} S_{уд}}} \quad (2)$$

где $S_{уд}$ - удельная поверхность, ρ_{Me} - плотность компактного металла.

Описание эксперимента Электровзрыв проводников – разрушение проводника импульсом тока плотностью более 10^{10} А/м², в результате этого происходит образование паров и мельчайших частиц металла. Принципиальная схема контура и внешний вид установки по ЭВП представлена на рисунке 1:

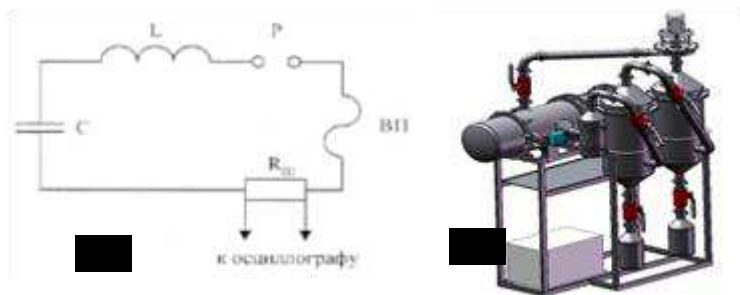


Рис. 1. а) Принципиальная схема контура по ЭВП [2], б) внешний вид установки.

На представленной схеме ёмкостной накопитель энергии C заряжается от источника энергии до напряжении U_0 . Далее энергия накопителя направляется на взрываемый проводник с помощью разрядника P . В результате этого осуществляется джоулев нагрев проводника, который начинает

плавиться, в то время как импульсный режим и высокие значения силы тока обеспечивают взрыв проволоки. Частицы образуются вследствие взаимодействия паров металла с газовой атмосферой в камере взрыва установки. Далее из камеры взрыва установки частицы увлекаются потоком газа в фильтры, а после прохождения через фильтры порошок собирается в специальных стаканах.

Параметры электрического контура: ёмкость батареи конденсаторов $C = 2,16-3,76$ мкФ, напряжение зарядки накопителя $U = 21,1-29$ кВ, индуктивность разрядного контура $L = 0,59-0,82$ мкГн, длина медной проволоки $l = 58,3-106,7$ мм, диаметр $d = 0,25-0,37$ мм. Величина введённой в проводник энергии $e/e_c = 1,33-2,88$. Для описания явления ЭВП использовали подход, описанный в работе [4]. Введённую в проводник энергию рассчитывали экспериментально из осциллограмм тока [5].

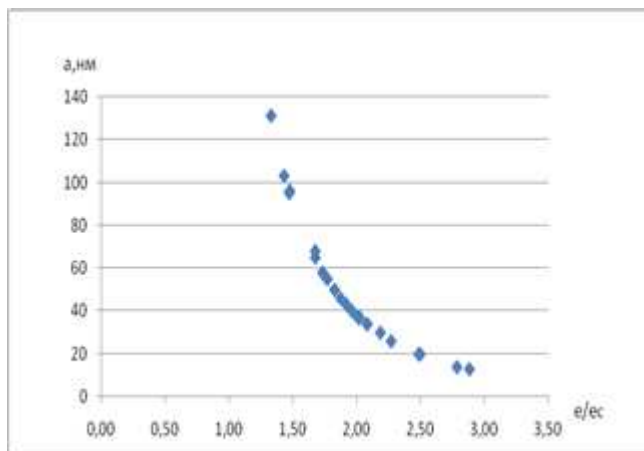


Рис.2. Влияние энергии, введённой в проводник на размер наночастиц Си.

Результаты их обсуждения В результате выполнения работы была построена экспериментальная зависимость введённой в проводник энергии от размера наночастиц Си, представленная на рис. 2. Экспериментальная кривая построена на основании формул (1) и (2) и представляет собой убывающую функцию, демонстрирующую уменьшение размера частиц с увеличением энергии, вводимой в проводник: интервал значений $e/e_c = 1,33-2,88$, распределение по размерам $a = 13-131$

нм. Основная часть полученных частиц порошка по размерам расположена в интервале от 20 до 60 нм, что соответствует диапазону $e/e_c = 1,5-2,0$. Для наших дальнейших исследований наиболее интересными

были бы порошки с распределением по размерам менее 100 нм.

Вывод Установлено, что размер частиц нанопорошка меди зависит от введенной в проводник энергии. Наиболее интересны с точки зрения практического применения, нанопорошки меди, полученные при высоких значениях введенной в проводник энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dash P.K., Balto Y. Generation of Nano-copper Particles through Wire Explosion Method and its Characterization // Research Journal of Nanoscience and Nanotechnology. – 2011. – № 1. – P. 25–33
2. Нгуен Хай Минь. Исследование галогенирующей активности новых N-бром и N-иод имидов. Синтез органических люминофоров. Автореф. дисс. на соискание учёной степени кандидата химических наук. – Томск, 2013. – 21 с.
3. Лернер М.И. Основы технологии получения и некоторые области применения электровзрывных нанопорошков неорганических материалов. Дисс. на соискание учёной степени доктора технических наук. – Томск, 2007. – 325 с
4. Яворовский Н.А. Получение ультрадисперсных порошков методом электрического взрыва // Известия Вузов. Физика. – 1996. – № 4. – С.114–136.
5. Кварцхава И.Ф., Бондаренко В.В., Плюто А.А. и др. Осцилографическое определение энергии электрического взрыва проволочек // Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. – 1956. – В.5 – № 31. – С. 745–751.

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОДОЗНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ ИОНОВ АЗОТА НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПАР ТРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕДИ

С.Ю. Жарков¹, М.П. Калашников², О.В. Сергеев²

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.П. Сергеев

¹Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет,
Россия, г.Томск, пр.Ленина, 30, 634050

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,
Россия, г.Томск, Академический 2/4, 634021

E-mail: retc@ispms.tsc.ru

INFLUENCE OF HIGH DOSE NITROGEN ION IMPLANTATION AS FUNCTION OF WEAR RESISTANT OF COPPER FRICTION PAIR

S.Y. Zharkov¹, M.P. Kalashnikov², O.V. Sergeev²

Supervisor: Prof. Dr. V.P. Sergeev

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenina, 30, 634050

²Institute of Strength Physics and Materials Science, Russia, Tomsk, av. Academicheskii, 2/4, 634021

E-mail: retc@ispms.tsc.ru

Changing of wear resistance of copper couple of friction by nitrogen ion implantation was investigated by tribological tests in argon atmosphere, structural-phase state of treated sample's surface was investigated by TEM, microhardness was determinated by nano-indenter, penetration of nitrogen ions was investigated by mass