

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ КУБИЧЕСКОЙ ФАЗЫ КАРБИДА ФОЛЬФРАМА WC_{1-x} В ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ СТРУЕ

А. Насырбаев, Н.С. Шаненкова, Д.С. Никитин
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.А. Сивков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, am1@tpu.ru*

В настоящее время карбид вольфрама является востребованным материалом во многих отраслях промышленности. Благодаря таким свойствам как высокая твердость и износостойкость, карбид вольфрама применяется в производстве конструкционных и инструментальных материалов. Ввиду схожему строению кристаллической решетки с платиной, карбид вольфрама обладает каталитической активностью подобной металлам платиновой группы [1]. Сегодня большой интерес вызывает использование материалов, произведенных на основе наночастиц и порошков, показывающих более высокие характеристики, нежели крупнозернистые аналоги [2].

В работе нанодисперсный продукт получен плазгодинамическим методом синтеза в коаксиальном магнитоплазменном ускорителе (КМПУ) [3]. Синтез продукта осуществлялся в гиперсверхзвуковой струе электроразрядной плазмы, генерируемой КМПУ с графитовыми электродами. Была произведена серия экспериментов с различным соотношением используемых прекурсоров (смесь порошков вольфрама и технической сажи $C/W=0,5, 0,6, 2,5, 4,4, 8,3$). Электропитание к КМПУ подводилось от емкостного накопителя энергии ($C=6$ мФ, $U=3$ кВ). Эксперименты производились при нормальных

температуре и давлении в камере-реакторе, заполненной аргоном. Результатом синтеза стали порошкообразные продукты темно-серого цвета. Синтезированные материалы без предварительной обработки исследовались методами рентгеновской дифрактометрии (XRD) и просвечивающей электронной микроскопии (TEM).

По результатам XRD продукты синтеза состоят из кристаллической фазы кубического карбида вольфрама (WC_{1-x}), гексагональных фаз высшего и низшего карбидов вольфрама (WC и W_2C), а также непрореагировавших фаз вольфрама (W) и углерода (C). На рис. 1 представлена типичная XRD-картина продукта синтеза.

Совокупность микроснимков иллюстрирует увеличение содержания высокоплотных частиц, содержащих вольфрам, выделяющихся темным контрастом, с уменьшением закладываемого углерода.

Частицы карбидов вольфрама окружены оболочкой, состоящей из псевдоаморфного углеродного материала, составляющий массу избыточного углерода в составе продукта синтеза. Статистический анализ гранулометрического состава частиц, содержащих вольфрам, показал, что во всей серии продукт состоит преимущественно из частиц с размером менее 100 нм.

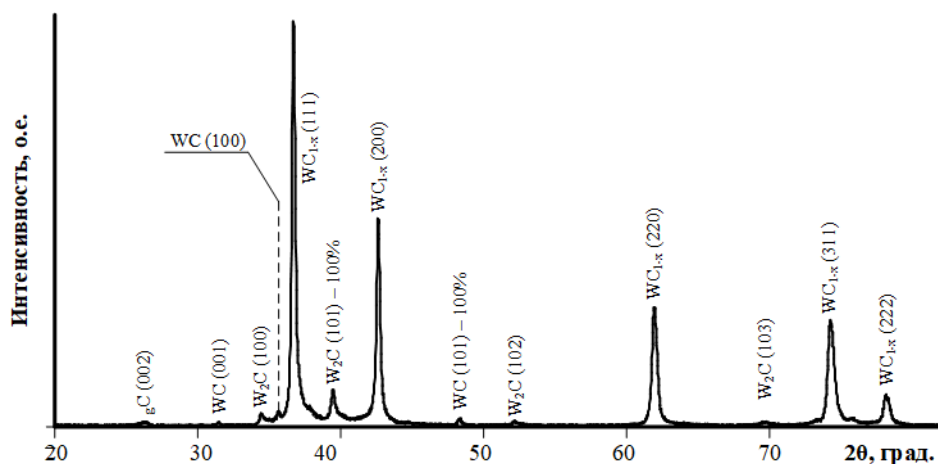


Рис. 1. Типичная рентгеновская дифрактограмма продукта синтеза

Результатом работы является проведение плазмодинамического синтеза нанодисперсного карбида вольфрама в гиперскоростной струе электроразрядной плазмы. Продукт синтеза исследован методами рентгеновской дифрактометрии (XRD) на дифрактометре Shimadzu XRD 7000 и электронной просвечивающей ми-

кроскопии (ТЕМ) на микроскопе Philips CM 12. Исследована зависимость морфологии частиц продукта синтеза от соотношения используемых прекурсоров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант №19-13-00120.

Список литературы

1. Singla G., Singh K., Pandey O.P. Synthesis of carbon coated tungsten carbide nano powder using hexane as carbon source and its structural, thermal and electrocatalytic properties // *International Journal of Hydrogen Energy*, 2015.– Т.40.– №16.– С.5628–5637.
2. Гусев А.И. Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы.– М.: Физматлит, 2001.– 224 с.
3. Сивков А.А., Пак А.Я., Патент Р.Ф. №2431947. Н05Н 11/00, F41В 6/00. Коаксиальный магнитоплазменный ускоритель. Опубл. 20.10. 2011 // Бюл.– №29.

РОЛЬ СТРУКТУРНО-ВАКАНСИОННОЙ ДЕФЕКТНОСТИ СЕРЕБРА В СВОЙСТВАХ АНОДНО ФОРМИРУЕМЫХ ОКСИДОВ

М.Ю. Нестерова, С.Н. Грушевская, А.В. Введенский
Научный руководитель – д.х.н., профессор А.В. Введенский

Воронежский государственный университет

394018, Россия, г. Воронеж, ул. Университетская площадь 1, nesterovamarija18@gmail.com

Анодное окисление металлов или сплавов позволяет получать оксидные фазы с контролируемым составом и прогнозируемыми свойствами. Предварительное селективное растворение сплавов системы Ag–Zn в кислом растворе приводит к появлению поверхностного слоя, обогащенного серебром и сверхравновесными вакансиями [1]. Данное обстоятельство способно ощутимо повлиять на кинетику последующего оксидообразования в щелочной среде и свойства растущих оксидов. Цель работы – определение характера влияния структурно-вакансионной дефектности серебра, заданной условиями предварительного селективного растворения серебряно-цинковых сплавов, на свойства анодно сформированного оксида серебра. Использован метод хроноамперометрии с синхронной регистрацией фототока.

Сплавы системы Ag–Zn с концентрацией цинка $N_{Zn} \leq 30$ ат. % подвергали селективному растворению (СР) цинка в течение 60 с в деаэрированном 0,01 М $HNO_3 + 0,09$ М KNO_3 (рН 2,16) при потенциалах термодинамической стабильности серебра ($E_1 = 0,4$; $E_2 = 0,5$ и $E_3 = 0,6$ В). В результате формируется поверхностный слой, представленный структурно-вакансионным се-

ребром. С увеличением потенциала СР концентрация сверхравновесных вакансий повышается. Сплавы, подготовленные таким образом, переносили в деаэрированный щелочной раствор 0,1 М КОН (рН 12,89) для потенциостатического образования оксида Ag(I) при $E = 0,56$ В.

Практически сразу после включения поляризации регистрируется положительный фототок, который свидетельствует о появлении на поверхности оксидной пленки с n-типом проводимости, вызванным преобладанием донорных дефектов. По мере накопления анодного заряда и утолщения оксидной пленки фототок довольно быстро возрастает, достигая некоторого стационарного уровня, что свойственно тонким оксидным пленкам толщиной, не превышающей ширины области пространственного заряда полупроводника [2].

Численная обработка зависимости фототока от толщины в критериальных координатах [2] позволяет определить максимальный фототок i_{max}^{ph} , коэффициент поглощения света α , ширину области пространственного заряда W и концентрацию донорных дефектов N_D . С повышением вакансионной дефектности поверхностного слоя