

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 – 18 мая 2017 г.*

выпуск 21

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2017**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,
д-р физ.- мат. наук, профессор В.Е. Громов,
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак,
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,
канд. техн. наук, доцент В.В. Чаплыгин,
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,
канд. техн. наук, доцент С.В. Фейлер,
д-р техн. наук, доцент А.Р. Фастыковский,
д-р техн. наук, профессор Н.А. Козырев,
канд. техн. наук, доцент С.Г. Коротков

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - Вып. 21. - Ч. II. Естественные и технические науки. –440 с., ил.- 113, таб.- 77.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: химии, физики, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

НАНОМЕТАЛЛУРГИЯ ВОЛЬФРАМА: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Баротов Ф.Б.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Рассмотрены основные направления развития нанометаллургии вольфрама и проведена оценка эффективности применения его в наносостоянии в современном материаловедении.

Ключевые слова: вольфрам, нанопорошки, плазмометаллургия, свойства.

Вольфрам и его соединения играют важную роль в современном материаловедении. При этом около 95 % добываемого вольфрама используется в металлургии. Чистый вольфрам применяется для изготовления электронно-лучевых трубок, в производстве тиглей для испарения металлов, как конструкционный материал для космических и других аппаратов, эксплуатируемых при высоких температурах, является непременной составляющей лучших марок инструментальной стали [1]. Достаточно востребованы и сплавы вольфрама, обладающие многими замечательными свойствами. Так называемый тяжелый металл из сплава вольфрам – никель – медь служит для изготовления контейнеров, в которых хранят радиоактивные вещества. Его защитное действие на 40 % выше, чем у свинца. Этот сплав применяют и в радиотерапии, так как он создает достаточную защиту при сравнительно небольшой толщине экрана. Сплавы карбида вольфрама с кобальтом настолько тверды, что могут частично заменить алмаз при бурении скважин, по-прежнему широко применяются в конструкциях аппаратов высокого давления для синтеза сверхтвердых материалов. Псевдосплавы вольфрама с медью и серебром рекомендуются в качестве материала для рубильников и выключателей электрического тока высокого напряжения и служат в шесть раз дольше обычных медных контактов [2].

Значительные объемы потребления вольфрама обуславливают необходимость разработки мероприятий по его ресурсосбережению и рециклингу. При этом важным направлением является повышение эксплуатационных свойств и срока службы изделий из вольфрамсодержащих материалов за счет использования вольфрама в нанодисперсном состоянии. Действительно, благодаря существенным отличиям в размерах стандартные порошки вольфрама (10-2 мкм) и его нанопорошки (100-5 нм) обладают различными физико-химическими свойствами. Нанопорошки химически более активны, легко взаимодействуют с кислородом и монооксидом углерода. При спекании заготовок из нанопорошков возможно получение мелкозернистой структуры с размером зерна на порядок меньшим, чем при применении порошков

стандартной гранулометрии. Поэтому сплавы, произведенные из нанопорошков, обладают более высокими механическими свойствами, а изделия из них – увеличенным сроком службы. В связи с этим разработка эффективных технологий производства нанопорошков вольфрама является актуальной задачей современной порошковой металлургии.

Проведенный анализ научно-технической литературы позволяет выделить следующие способы получения нанопорошков вольфрама:

1. Способ электрического взрывания проводников.

Нанопорошки получают на опытно-промышленных установках, основными элементами которых являются генератор импульсных токов, блок осциллографической регистрации разрядного тока в контуре и напряжения на взрываемом проводнике, разрядная камера. Электрический взрыв проводников осуществляют в режиме «быстрого взрыва». В разрядной камере находится азот или другие газы при пониженном давлении порядка 0,3 атм. Недостатком данного способа является неоднородный гранулометрический состав нанопорошка – от 200 до 5 нм. Основными параметрами, влияющими на дисперсность порошка вольфрама, являются газовая среда и давление в разрядной камере [3].

2. Плазмометаллургический способ.

Плазменное восстановление кислородных соединений или солей вольфрама с получением металлического порошка можно осуществлять водородом или продуктами конверсии углеводородов. Так, обрабатывая WO_3 в аргонно-водородной плазме при 4000 – 5000 °С, используя конвертированный газ, состоящий только из СО и водорода, обеспечивают полное восстановление оксидов вольфрама до металла при избытке восстановителя не ниже двукратного. Процесс происходит в плазмотронах [4]. При производстве нанопорошков вольфрама необходимо подбирать тип и устройство плазмотрона. Получают порошки вольфрама со средним размером частиц около 50 нм и удельной поверхностью 6-8 м²/г.

Наиболее эффективным способом получения нанопорошков вольфрама является плазмометаллургический. Он позволяет получать порошки однородного гранулометрического состава достаточно высокой чистоты.

Сведения о фирмах, заявивших о себе как поставщиках нанопорошков вольфрама и материалов на его основе, приведены в таблице 1.

Имеющаяся информация не позволяет оценить уровень технического освоения производства нанопорошков (крупнолабораторный, опытный, промышленный) в российской и зарубежной металлургической практике. Выполненный в этом направлении в 70-80-е годы значительный объем научных и прикладных исследований, главным образом научным коллективом Института металлургии и материаловедения РАН под руководством академика РАН Цветкова Ю.В., заложил необходимые технологические основы нанометаллургии вольфрама, требующие в настоящее время дальнейшего развития. Учитывая роль и место вольфрама в современном материаловедении, можно ожидать государственной поддержки этого направления и финансирования

его как одного из приоритетных проектов Российской корпорации нанотехнологий, учрежденной Федеральным законом РФ № 139-ФЗ от 19 июля 2007 года «для реализации государственной политики в сфере нанотехнологий, развития инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий, реализации проектов создания перспективных нанотехнологий и nanoиндустрии».

Таблица 1 – Сведения о поставщиках нанопорошков вольфрама и характеристики нанопорошков

Фирма – поставщик	Вольфрамсодержащие материалы и их характеристики		
	Состав	Наночуровень, нм	Стоимость, руб/кг
Nanostructured & Amorphous Materials, Inc., США [2]	W 99,9 %	60-10	*
	W 99,0 %	50	*
	W – Cu 6 %	50-100	*
	W – Cu 10 %	50-100	*
	W – Cu 15 %	50-100	*
	W – Cu 20 %	50-100	*
	W – Cu 25 %	50-100	*
	W – Cu 40 %	50-100	*
	W – Mn – Al	*	*
	W – Ni – Cu	*	*
	W – Ni – Fe	*	*
	WC 99,5 %	90-300	*
	WC – Co 8 %	60-250	*
	WC – Co 12 %	60-250	*
	WS ₂	20-50	*
ООО «Экос-Сибирь» [2]	W 99,9 %	500-5000	3000
	W 99,9 %	1000	3000
	W	2-10	18000
	W	10-100	12000
	W	100-1000	6000

* - сведения не приведены

Библиографический список

1. Каламазов Р.У. Высокодисперсные порошки вольфрама и молибдена /Р.У. Каламазов, Ю.В. Цветков, А.А. Кальков.– М.: Металлургия, 1988.–192 с.
2. Производство и применение нанопорошков / Интернет - <http://ropnano.ru/>.
3. Ильин А.П. Получение нанопорошков вольфрама методом электрического взрыва проводников / А.П. Ильин [и др.]// Известия Томского политехнического университета, 2004. - № 4. – С. 68-70.
4. Либенсон Г.А. Процессы порошковой металлургии. В 2-х т. Т.1. Производство металлических порошков: Учебник для вузов / Г.А. Либенсон, В.Ю. Лопатин, Г.В. Комарницкий. – М.: «МИСИС», 2001 – 368 с.

Осетковский И.В., Гусев А.И. Влияния кобальта на механические свойства и структуру металла наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V.....	235
Гусев А.И., Осетковский И.В. Исследование качества металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co.....	237
Михно А.Р., Бурнаков М.А. Применение углеродфторсодержащих добавок для сварочных флюсов.....	240
Бурнаков М.А., Михно А.Р. Возможность использования карбонатов в сварочных флюсах.....	242
Непомнящих А.С., Федотов Е.Е., Белов Д.Е. Исследование и разработка новых составов порошковой проволоки системы C-Si-Mn-Cr-V-Mo для наплавки прокатных валков.....	245
Федотов Е.Е., Непомнящих А.С., Белов Д.Е. Совершенствование состава порошковых проволок системы C-Si-Mn-Cr-W-V с целью повышения качества и эксплуатационных характеристик наплавленного слоя.....	248
Патрушев А.О., Липатова У.И., Свистунов А.Д, Айматов В.Г. Разработка новых сварочных флюсов.....	250
Патрушев А.О., Липатова У.И. Разработка нового сварочного флюса на основе шлака силикомарганца.....	252
Патрушев А.О., Липатова У.И., Махин Д.И. Использование барий-стронциевого карбонатита при сварке под флюсом.....	255
Баротов Ф.Б. Нанометаллургия вольфрама: современное состояние и перспективы развития.....	257
Мацела Е.В. Кристаллическая структура боридов хрома: актуализация и систематизация научно-технической информации	260
Алексеева Т.И. Применение карбида циркония в современной технике: настоящее и будущее.....	263