

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фадеева Андрея Андреевича «Формирование порошков псевдосплавов на основе вольфрама в термической плазме электродугового разряда», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.9 (01.04.08) — Физика плазмы

Цель работы: Целью работы являлось экспериментальное изучение процесса формирования порошков псевдосплавов на основе вольфрама в термической плазме электродугового разряда, включающее исследование процесса плазмохимического синтеза нанопорошков системы W-Ni-Fe и процесса плазменной сфероидизации микрогранул на их основе.

Актуальность: Разработки в области плазменных процессов и аппаратов получения нанопорошков различного класса и возможности создания композиционных материалов на их основе занимают одно из важнейших мест в исследованиях, проводимых в ведущих зарубежных лабораториях и исследовательских центрах. В настоящее время Россия не располагает промышленными установками и технологиями получения нанопорошков. В связи с этим, результаты диссертационной работы актуальны и могут являться основой для создания новых промышленных технологий направленного синтеза нанопорошков с заданными свойствами.

Научная новизна: В качестве научной новизны на защиту выносятся:

1. Впервые предложен и экспериментально исследован процесс плазмохимического синтеза нанопорошков вольфрамовых псевдосплавов системы W-Ni-Fe со средним размером частиц 70 нм в термической плазме электродугового разряда. Определены возможные конструктивные и технологические способы управления дисперсным составом получаемых нанопорошков в диапазоне изменения значений их удельной поверхности от 3,6 до 10,3 м²/г.

2. Впервые предложен и экспериментально исследован процесс получения микропорошков вольфрамовых псевдосплавов системы W-Ni-Fe с размером частиц от 20 до 50 мкм, имеющих сферическую форму частиц с субмикронной внутренней структурой, при обработке нанопорошковых микрогранул системы W-Ni-Fe в термической плазме электродугового разряда.

3. Экспериментально подтверждено, что в плазмохимическом реакторе с ограниченным струйным течением формируются композитные наночастицы системы W-Ni-Fe, обладающие структурой «ядро-оболочка», где ядро - вольфрам, а оболочка (толщиной от 2 до 5 нм) - трёхкомпонентный сплав W-Ni-Fe.

4. Сформулированы и экспериментально подтверждены основные положения механизма формирования композитных наночастиц системы W-Ni-Fe в термической плазме дугового разряда.

Практическая ценность работы:

1. Полученные в работе научные результаты легли в основу разработок и испытаний новых схем изготовления наноструктурных псевдосплавов на основе вольфрама и изделий из них с повышенными функциональными характеристиками, включающие стадии плазмохимического синтеза нанопорошков системы W-Ni-Fe и их высокоскоростного спекания методом электроимпульсного плазменного спекания (ЭИПС). По результатам

испытаний полученных опытных образцов установлено достижение в них равномерной субмикронной структуры, что позволило повысить их механические характеристики до 20% по сравнению с образцами, изготовленными по традиционной технологии из промышленного сырья.

2. Результаты экспериментальных исследований процесса получения нанопорошков системы W-Ni-Fe в потоке термической плазмы использованы при выполнении исследовательской работы по Гранту РФФИ П-08-12044-офи-м-2011 на тему «Разработка физико-химических основ процесса получения в термической плазме нанопорошков компонентов псевдосплавов на основе вольфрама для создания объемных наноструктурных материалов, обеспечивающих значительное повышение эксплуатационных характеристик».

3. Получен патент РФ на изобретение «Сферический порошок псевдосплава на основе вольфрама и способ его получения» (Патент РФ № 2707455 от 26.11.2019).

4. Получен патент РФ на изобретение «Плазменная установка для сфероидизации металлических порошков в потоке термической плазмы» (Патент РФ № 2756327 от 29.09.2021).

5. Полученные в работе научные результаты использованы в ходе выполнения проекта по теме «Разработка технологии и оборудования для прецизионного производства ответственных сложнопрофильных изделий специального назначения с целью перехода промышленности Российской Федерации к новому типу производства продукции в рамках шестого технологического уклада», выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы». В результате выполнения проекта спроектирована, изготовлена и введена в эксплуатацию в АО «Гиредмет» экспериментальная установка плазменной сфероидизации металлических порошков.

6. Полученные в работе научные результаты использованы в ходе выполнения проекта, выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», по разработке узкофракционных сферических порошков из жаропрочных сплавов на основе алюминидов никеля. В результате выполнения проекта получен патент РФ на изобретение «Способ получения узкофракционных сферических порошков из жаропрочных сплавов на основе алюминидов никеля» (Патент РФ №2681022 от 26.06.2018).

7. Полученные в работе научные результаты использованы в ходе выполнения НИОКР по теме: «Разработка и изготовление экспериментального образца лабораторной установки плазменной сфероидизации порошка титана» по Договору поставки научно-технической продукции, заключенному между ИМЕТ РАН и Институтом высоких технологий, Харбин, КНР.

8. Полученные в работе научные результаты использованы в ходе выполнения работ по Договору на поставку и монтаж установки плазменной сфероидизации металлического порошка ИМЕТ УПСРП3050. В результате выполнения проекта спроектирована, изготовлена и испытана установка плазменной сфероидизации металлического порошка в ФГУП «ВИАМ».

9. Полученные в работе научные результаты использованы при разработке в ООО «НПО «Металл» электродного материала марки СТИМ-3БВн, модифицированного тугоплавкими нанодисперсными компонентами. Детали из титанового сплава ВТ 20 типа «Фланец», «Стакан», «Обтюратор», упрочненные электродными материалами марки СТИМ-3БВн прошли стендовые ресурсные испытания в полном объеме и рекомендованы

для внедрения в технологический процесс изготовления авиационного двигателя 117С, разработанного научнотехническим центром им. А. Люльки ОАО «НПО «Сатурн» (г. Москва). В настоящее время данные электродные материалы марки СТИМ-ЗБВн поставляются на предприятия: Публичное акционерное общество «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение» (ПАО «ОДК-УМПО»; г. Уфа); Лыткаринский машиностроительный завод - филиал ПАО «ОДК-УМПО» (г. Лыткарино, Московская область); Акционерное общество «Научнопроизводственный центр газотурбостроения «Салют» (г. Москва).

Замечания и вопросы:

1. Для электродуговых плазмотронов обычно характерно повышение КПД при увеличении расхода плазмообразующего газа. С чем связан установленный автором обратный эффект при увеличении расхода водорода?

Закключение: Несмотря на замечание, диссертационная работа Фадеева Андрея Андреевича выполнена на высоком научно-техническом уровне и по своему содержанию соответствует паспорту специальности 1.3.9 (01.04.08) — Физика плазмы. По своей актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Фадеев Андрей Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.9 (01.04.08) — Физика плазмы.

23 сентября 2022 г.

Руководитель научного отдела материаловедения
ИМЕТ УрО РАН, профессор, д.ф.-м.н.

Brg47@list.ru

Старший научный сотрудник ИМЕТ УрО РАН,
доцент, к.т.н.

Silast@mail.ru

/Гельчинский Б.Р./

/Михеенков М.А./

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук (ИМЕТ УрО РАН), 620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101, +7 (343) 267-91-60, +7 (343) 267-91-67/

Подпись Руководителя научного отдела материаловедения ИМЕТ УрО РАН, д.ф.-м.н. Гельчинского Б.Р. и старшего научного сотрудника ИМЕТ УрО РАН, к.т.н. Михеенкова М.А. подтверждаю:

Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН, к.х.н.

подпись, печать организации

Долматов А.В.

Я, Гельчинский Борис Рафаилович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе _____

Я, Михеенков Михаил Аркадьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе _____