ДЕПАРТАМЕНТ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ И СПОРТА
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КУЗБАССА
ФГБОУ ВО «КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ГУ «ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР МОЛОДЕЖИ И СТУДЕНТОВ»

ИННОВАЦИОННЫЙ КОНВЕНТ
«КУЗБАСС: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ».

Материалы

Инновационного конвента
«КУЗБАСС: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА, ИННОВАЦИИ»

Кемерово, 15.12.2017 года

Кемерово 2017

УДК 378+ 001.8+005.591.6
ББК 74.48+72.5+65.291.551-21
И 665

Редакционная коллегия:

Кашталап Василий Васильевич, и.о. председателя СМУ, к.м.н. – модератор секции 6

Стародубов Алексей Николаевич, к.т.н.– модератор секции 1

Порохнов Андрей Николаевич – модератор секции 2

Лосева Анна Ивановна, к.т.н. – модератор секции 3

Митусова Яна Юревна, - модератор секции 3

Сухих Андрей Сергеевич, к.фарм.н. – модератор секции 4

Соболева Ольга Александровна – модератор секции 4

Ащеулова Алена Сергеевна, - модератор секции 5

Ушаков Андрей Геннадьевич, к.т.н. – модератор секции 5

Ширяева Людмила Сергеевна, к.т.н. – модератор секции 6

Михайлова Екатерина Сергеевна – модератор секции 6

Коробейникова Екатерина Викторовна, к.э.н. – модератор секции 7

Гиниятуллина Ольга Леоновна, к.т.н. – модератор секции 7

Двуреченская Анастасия Сергеевна, к.культурологии – модератор секции 8

Митин Александр Александрович, к.полит.н. – модератор секции 8

Кононов Вячеслав Степанович – главный специалист Департамента молодежной политики и спорта Администрации Кемеровской области

Бобрикова Мария Федоровна – заместитель директора ГУ «Областной центр молодежи и студентов»

Инновационный конвент "Кузбасс: образование, наука, инновации", Кемерово, 15.12.2017 г. [Текст] : материалы Инновационного конвента / Департамент молодежной политики и спорта Кемеровской области [и др.] ; ред. кол.: В. В. Кашталап [и др.]. – Кемерово, 2017. – 545 с. : ил.

ISBN 978– 5–7806–0507–2

В сборнике представлены труды студентов, аспирантов, молодых ученых по результатам инновационных исследований.

Работы посвящены инновационным аспектам в области строительства, медицины, энергетики, пищевой промышленности, экологии, образования, культуры, биотехнологии и др.

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

ISBN 978– 5–7806–0507–2

ББК 74.48+72.5+65.291.551-21
© Авторы научных статей, 2017

Марцияш Д.А. МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА КОКСА 407

Неунывахина Д.Т. РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ 409

Осинцев К.А. ИЗУЧЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ Y_2O_3, НАНЕСЕННОГО НА СИЛУМИН МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО НАПЫЛЕНИЯ..... 414

Садыкина Р.А. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС ПРИ ВЫПЛАВКЕ ЧУГУНА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ 416

Созинов Д.Ю. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ВО ВНЕШНИХ ПОЛЯХ..... 420

Старикова Д.А. СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО ТИПА ГОРЕЛОК ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ..... 423

Торопова Н.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ КОКСОВОЙ И УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ В ТВЕРДОТОПЛИВЫЕ БРИКЕТЫ 427

Числавлев В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 430

Усольцева Н.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕДИ И АЛЮМИНИЯ..... 435

Филиппова М.В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА» 438

Фомин М.С. МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА МОЛИБДЕНА В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ 441

СЕКЦИЯ 7 «ЭКОНОМИКА». «ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО». «IT- ТЕХНОЛОГИИ».....444

Антонов А.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОКРАЩЕНИЮ ПРОСТОЕВ ПРОИЗВОДСТВА..... 445

Афанасьева У.С. ФИНАНСОВЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ЖКХ ТАМБАР»)..... 448

Ахмедова А.А. ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ..... 451

Брежнева С.В. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ WEB-ФРЕЙМВОРКОВ 455

Булгакова А.Р. БЕЗРАБОТИЦА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПУТИ ЕЕ СНИЖЕНИЯ 458

Вдовин К.В. УСТАНОВКА ФОТОРАДАРНОГО ПЕРЕДВИЖНОГО КОМПЛЕКСА "КРИС-П": ПЕРВЫЙ ОПЫТ МАЛОГО БИЗНЕСА И ПЕРСПЕКТИВЫ..... 463

Илюхина Ю.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ..... 466

Исамухаметов Р.Ф. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МОШЕННИЧЕСТВА В СФЕРЕ ОНЛАЙН КРЕДИТОВАНИЯ..... 468

Капков Н.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH LOW ENERGY В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ ДЛЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ..... 470

Карнадуд К.Н. АНАЛИЗ КАУЗАЛЬНЫХ И ПСЕВДО-КАУЗАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ 473

Карнадуд К.Н. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ВЕКТОРНО-МАТРИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ..... 476

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА МОЛИБДЕНА В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ

Фомин Максим Сергеевич
Сибирский государственный индустриальный университет
Ширяева Людмила Сергеевна, к.т.н
iLusiag@mail.ru

Молибден – тугоплавкий и коррозионностойкий металл, который находит широкое применение в производстве легированных сталей, а также кислотостойких и жаростойких сплавов. При использовании в наносостоянии открываются новые перспективы его применения: получение жаро- и кислотостойких сплавов с повышенными коррозионными и физическими свойствами; производство смазочных составов; в качестве катализатора; производство покрытий и полимеров. Молибден широко применяется в различных отраслях промышленности, что обусловлено его уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая прочность, коррозионная стойкость и температура плавления. Большинство жаростойких сплавов содержит молибден, он входит в состав наиболее кислотостойких сплавов, сопротивляющихся действию всех минеральных кислот, кроме плавиковой.

Ключевые слова: плазма, плазмометаллургический реактор, нанопорошок, легирование сталей.

THE MECHANISM OF FORMATION OF THE NANODISPERSED MOLYBDENUM POWDER IN THE CONDITIONS OF LOW-TEMPERATURE PLASMA

Fomin Maxim Sergeevich
Siberian State Industrial University
Shiryaeva Lyudmila Sergeevna, Candidate of Technical Sciences

Molybdenum is a refractory and corrosion-resistant metal that is widely used in the production of alloyed steels, as well as acid-resistant and heat-resistant alloys. When used in the nanostate, new perspectives of its use open: the production of heat- and acid-resistant alloys with increased corrosion and physical properties; production of lubricants; as a catalyst; production of coatings and polymers. Molybdenum is widely used in various industries, due to its unique physicochemical properties, such as high strength, corrosion resistance and melting point. Most of the heat-resistant alloys contain molybdenum, it is part of the most acid-resistant alloys, resisting the action of all mineral acids, except the hydrofluoric.

Key words: plasma, plasmometallurgical reactor, nanopowder, alloying of steels.

Целью данной работы является изучение механизма образования нанодисперсного порошка молибдена в условиях низкотемпературной плазмы.

Основной промышленный способ производства молибдена - восстановление чистого триоксида молибдена водородом, в результате которого получают порошкообразный металл, превращаемый потом в компактные заготовки методом порошковой металлургии или плавкой [1,2]. Порошок молибдена традиционной гранулометрии, полученный промышленными способами производства, широко применяется для улучшения свойств стали и упрочнения металлических изделий [3].

Молибден существенно улучшает свойства стали, придавая ей однородную мелкокристаллическую структуру. Понижая температуру эвтектоидного распада стали, молибден расширяет температурный интервал закалки и отпуска и влияет на глубину прокаливаемости стали. Молибден повышает механические свойства стали – предел упругости, сопротивление износу и удару. Одно из наиболее ценных свойств молибдена – его способность устранять хрупкость при отпуске хромникелевой стали. Молибден применяют также для легирования чугуна. Введение в чугун 0,2-0,5 % молибдена уменьшает размер зерна серого чугуна, улучшает его свойства при высоких температурах и износоустойчивость. Из кремнемолибденового чугуна изготовляют кислотостойкую аппаратуру.

Разработка новых металлических материалов с высокими физическими свойствами по существу исчерпала все возможности существовавших до сих пор классических металлургических процессов. Настоящие и будущие требования относительно повышения прочности, коррозионной стойкости, магнитных и электрических свойств и других физических параметров могут быть выполнены путем применения новых нетрадиционных способов производства чистых металлов и сплавов. К таким способам относится плазмометаллургическое получение нанодисперсных порошков. Получаемый традиционным способом порошок молибдена не соответствует современным требованиям по дисперсности, поэтому в настоящее время существует устойчивый спрос на НДП (нанодисперсный порошок) молибдена, особенно на территории России, что обусловлено отсутствием его производителей [4-6]. Поэтому становится актуальной задача получения молибдена в наносостоянии.

Технологическая сущность плазмометаллургического производства нанодисперсного порошка заключается в следующем: триоксид молибдена и углеводород вводят в предварительно нагретый до 4273 – 5273 К инертный газ (азот), процесс восстановления ведут при 2073 – 2773 К с последующим охлаждением продукта со скоростью 10^4 – 10^5 К/с. Для генерации плазменного потока используются три электродуговых плазмотрона ЭДП-104А, в качестве плазмообразующего газа используется азот. Данный способ даёт возможность получать порошок молибдена с размером частиц 30 – 50 нм.

Одним из наиболее характерных свойств НДП молибдена, вследствие избыточной свободной энергии поверхности и неравновесности, присущей нанодисперсным системам, является повышенная химическая активность, наиболее часто проявляющаяся в активной окисляемости порошков, которая при неприятии специальных мер приводит к самовозгоранию. Анализ свойств плазменных порошков молибдена свидетельствует, что чистая, то есть не содержащая сорбируемых газовых примесей, поверхность, как правило, пирофорна. Пирофорность может быть связана с наличием метастабильных кристаллических фаз.

Порошки молибдена, полученные плазмометаллургическим восстановлением его триоксида углеводородами в азотной плазме не пирофорны, что объясняется значительной пассивирующей способностью сорбированного оксида углерода.

НДП молибдена позволяет получать жаро- и кислотостойкие сплавы с повышенными коррозионными и физическими свойствами, которых не удается достичь при использвании порошка молибдена, получаемого восстановлением его триоксида в атмосфере водорода, при этом требуется значительно меньшее его количество.

Эксплуатационные характеристики твердых сплавов на основе молибдена существенно зависят от дисперсности порошка молибдена и улучшаются с ее повышением.

Сопоставление технологических возможностей различных методов показывает, что самый высокий уровень дисперсности достигается при формировании частиц из парогазовой смеси, в процессах электронно-лучевого, лазерного и плазмометаллургического восстановления, который характеризуется относительной простотой аппаратурного оформления и высокой производительностью.

Для формирования наиболее полного представления о процессах производства нанодисперсного молибдена необходимо определить механизм его образования посредством комплексного исследования, включающего термодинамику плазменного восстановления триоксида молибдена, сам синтез и идентификацию получаемых продуктов. Аналогичный подход при исследовании плазменного синтеза тугоплавких нанодисперсных порошков представлен в работах [7-10] При термодинамическом анализе восстановления триоксида молибдена пропаном установлено, что образование молибдена возможно в интервале температур 4800-2300 К, причём степень восстановления составляет 100 %. Во всём исследуемом интервале температур присутствует СО. Это свидетельствует о том, что восстановление оксида молибдена осуществляется углеродсодержащими продуктами пиролиза пропана. При экспериментальных исследованиях установлено, что продуктом восстановления триоксида молибдена в области температур (5273 – 2800) К является нанодисперсный порошок молибдена.

Анализируя полученные результаты и морфологические особенности наноразмерных порошков молибдена, осаждаемых в виде частиц шаровидной формы, представляется целесообразным выделение в плазменном потоке пространственно разделённых зон. В первой температурной зоне (5600 – 5000 К) протекают следующие обеспечивающие формирование реакционной смеси необходимого состава процессы: восстановление триоксида молибдена, пиролиз пропана. Во второй (3000 – 2800 К) можно предполагать протекание процессов образования нанодисперсного порошка молибдена. Наряду с этим в рассматриваемой зоне на поверхности сформировавшихся наночастиц молибдена активно протекают сорбционные процессы, приводящие к поверхностному насыщению их технологическими газами и газообразными продуктами синтеза.

Определены особенности получения нанодисперсного порошка молибдена в условиях плазменного потока азота при температуре 5273 – 2800 К. Данный способ даёт возможность получать НДП молибдена с размером частиц 30 – 50 нм. Исследованы теплотехнические, ресурсные и технологические характеристики трехструйного плазменного реактора с каналом диаметром 0,054 м. Установлено, что сочетание теплового КПД, требуемой удельной энтальпии плазмообразующего газа и его массового расхода, близкое к оптимальному, достигается при мощности реактора 150 кВт. Среднемассовая температура плазменного потока на длине реактора 12 калибров при теплоизоляции его цилиндром из диоксида циркония толщиной 0,005 м изменяется в пределах 5500÷2450 К, а температура стенки – 1900 ÷850 К. Удельная электрическая мощность достигает 1214 МВт/м^3. Расчетный ресурс работы электродов составляет для медного анода 4700, вольфрамового катода 111 часов. Прогнозируемое загрязнение нанодисперсного порошка молибдена продуктами эрозии электродов не превышает 0,0001 % меди и 0,00002 % вольфрама.

Список публикаций:
1.Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов/ А.Н. Зелик-ман, Б.Г. Коршунов – М: Металлургия, 1991. – 432 с.
2.Каламазов Р.У. Высокодисперсные порошки вольфрама и молибдена/ Р.У Каламазов, Ю.В. Цветков, А.А. Кальков.– М: Металлургия, 1988.–360 с.
3.Маркетинговое исследование рынка нанопорошков [электронный ресурс] / Департамент маркетинговых исследований. – Москва, 2009. – Режим доступа: http://research-techart.ru/report/nanopowder-market.htm. – Загл. с экрана.
4.Руднева В.В. Исследование и эксплуатация плазменного реактора для нанотехнологий. Сообщение 2. Совершенствова-ние трехструйного плазменного реактора // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии : сб. науч. тр. Новокузнецк : Москва. СибГИУ. - 2006. - Вып. 17. - С. 22-24.
5.Галевский Г.В. Технология плазмометаллургического про-изводства наноматериалов : Учеб. пособие : в 2 т. Т. 1. Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов / Г.В. Галевский, В.В. Руднева, О.А. Полях. – М. : Флинта : Наука, 2008. – 228 с.
6.Плазмотроны. Исследование. Проблемы / М.Ф. Жуков [и др.]. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1995. – 202 с.
7.Shiryaeva L.S. A study on the production of titanium carbide nano-powder in the nanostate and its properties / Shiryaeva L.S., Galevsky G.V., Rudneva V.V., Garbuzova A.K. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 150 (2016) 012034 doi:10.1088/1757-899X/150/1/012034.
8.Ноздрин И.В. Синтез и эволюция дисперсности боридов и карбидов ванадия и хрома в условиях плазменного потока / И.В. Ноздрин, Г.В. Галевский, Л.С.Ширяева // Изв.Вузов. Чёрная металлургия. – 2011. – № 10. – С. 12 – 17.
9.Ноздрин И.В. Термодинамический анализ процессов плаз-менного синтеза карбида хрома / И.В. Ноздрин, Л.С. Ширяева // Известия высших учебных заведений. Чёрная металлургия.– 2011.–№10.– С. 3–7.
10. Feng, P.F. and Cao, W.C. (2016) Properties, Application and Synthesis Methods of Nano-Molybdenum Powder // Journal of Materials Science and Chemical Engineering , 4, 36-44.

УДК 621.7.043