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

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянцев,
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.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2017

УДК 621.762

ПРОИЗВОДСТВО ДИБОРИДА ТИТАНА: ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ

Ефимова К.А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Руднева В.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, email: kafcmet@sibsiu.ru

Работа выполнена в СибГИУ при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках договора № 7112ГУ/2015.

Исследованы и систематизированы сведения о состоянии производства диборида титана, его отечественного и мирового рынка. Установлено, что основными способами получения диборида титана являются карботермический, магниетермический и газофазный.

Ключевые слова: газофазный способ получения, нанопорошки, производство, диборид титана, диоксид титана, хлорид титана, бор, графит.

Проведен анализ, свидетельствующий о том, что базовыми способами получения диборида титана являются карботермический, магниетермический и газофазный. Эти сведения предполагают наличие многокомпонентной и весьма разнообразной сырьевой базы, охватывающей такие сырьевые материалы, как титан, бор, их оксиды и хлориды, углерод в виде сажи и отходов графита, карбид бора. Анализ российской сырьевой базы показал, что рынок сырья полностью обеспечен российскими фирмами-производителями [1-10].

Карботермический способ включает печное углеродотермическое восстановление оксидов титана и бора, реализуемое в диапазоне температур 1473-2273 К, в следующих вариантах: с использованием компактированной шихты в формирующейся при восстановлении газовой среде и в вакууме, из высокодисперсной и механоактивированной шихты. Как правило, диборид титана подвергается химическому обогащению и может быть получен в виде порошка существенно различного размерного диапазона: от нано- до микроуровня. Близкий по физико-химической сущности к карботермическому карбидоборотермический способ не получил существенного технологического развития, что обусловлено, возможно, необходимостью применения высокостоимостного карбида бора, ранее в России практически не производимого.

Магниетермический способ включает, как правило, внепечное магниетермическое восстановление оксидов титана и бора и химическое рафинирование диборида для удаления свободного магния выщелачиванием соляной кислотой, реализуемое с использованием компактированной шихты и меха-

ноактивированной шихты. Способ обеспечивает получение диборида титана нано-и микропорошкового уровня.

СВС-способ получения диборида титана самостоятельного технологического развития не получил, но может быть весьма перспективен в дальнейшем для производства керамических материалов, содержащих диборид, для применения их в качестве многокомпонентных катодов - мишеней для магнетронного распыления с целью формирования практически на любых материалах защитных покрытий, противостоящих единовременному воздействию повышенных температур, агрессивных сред и различных видов износа. В работе [11] описан успешный опыт получения керамических материалов на основе боридов титана и хрома способом СВС-компактирования.

Механоактивация диборида титана как способ перевода его в наносостояние обычно реализуется в высокоэнергетических мельницах и в настоящее и ближайшее время по своему техническому развитию и производительности будет соответствовать лабораторному уровню.

Газофазный способ получения диборида титана, включающий проведение процесса боридообразования в условиях плазменного потока, является в настоящее время единственным известным вариантом перехода от периодических процессов к непрерывному. Это несомненное технологическое преимущество дополняется возможностью производства диборида в нанокристаллическом состоянии. Нанокристаллический диборид титана занимает устойчивую позицию в нанопродукции, предлагаемой такими известными поставщиками наноматериалов, как «American Elements», «Nanostructured&Amorphous Materials Inc.», «Plasma Chem GmbH», «NEOMAT Co.» [12-16]. Информация, представляемая этими предприятиями, не содержит подробных сведений о технологии получения диборида. Но анализ заявляемых ими характеристик диборида: содержание TiB_2, наноуровень и методы его определения, отпускная цена указывает на двухстадийный процесс, включающий плазменный синтез и рафинирование полученных диборидсодержащих продуктов. Достигнутые этими производителями показатели позволяют рассматривать плазменный вариант как наиболее перспективный для получения нанокристаллического диборида титана.

Анализ отечественного и мирового рынка диборида титана свидетельствуют о достаточно разнообразных предложениях производителей, ориентирующихся главным образом на поставку диборида титана для конструкционной керамики, функциональных покрытий, решения высокотехнологических исследовательских и прикладных задач. Диборид титана, заявляемый к поставкам фирмами-производителями, существенно отличается по химическому составу, дисперсности, отпускным ценам и объемам поставки. При этом стратегически важный нанопорошковый сегмент рынка полностью закрывается зарубежными поставщиками [58]. Это обусловливает постановку

и решение в качестве приоритетной задачи разработки и развития российской нанотехнологии производства диборида титана.

Библиографический список

1. Vestkhimprom [электронный ресурс] URL: http://vestkhimprom.ru/tag/ (дата обращения 30.11.2016).

2. Polema [Электронный ресурс] URL: [http://www.polema.net/] (дата обращения 30.11.2016).

3. Normin [Электронный ресурс] URL: [http://normin.ru/] (дата обращения 30.11.2016).

4. NaBond [Электронный ресурс] URL: http://www.nabond.com/ (дата обращения 30.11.2016).

5. СМЗ [Электронный ресурс] URL: http://www.smw.ru/product/ redm/ titan/tetrahlorid_titana.pdf (дата обращения 30.11.2016).

6. ЮМЭКС [Электронный ресурс] URL: [http://www.umeks.ru/] (дата обращения 30.11.2016).

7. БОР [Электронный ресурс] URL: [http://www.russianbor.com/ru/] (дата обращения 30.11.2016).

8. Авиабор [Электронный ресурс] URL: [http://www.aviabor.ru/] (дата обращения 30.11.2016).

9. Уралинвест [Электронный ресурс] URL: [http://www.ufa-uralinvest.ru/index.php] (дата обращения 30.11.2016).

10. ГрафитЭл [Электронный ресурс] URL: [http://www.graphitel.ru/] (дата обращения 01.12.2016).

11. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения: Справочник/ Г.В. Самсонов, И.М. Виницкий.- 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Металлургия,1976.– 560 с.

12. AMERICAN ELEMENTS [электронный ресурс] URL: [https://www. americanelements.com/] (дата обращения 05.12.2016).

13. NanoAmor. [Электронный ресурс] URL: [www. Nanoamor.com] (дата обращения 05.12.2016).

14. Plasma Chem [Электронный ресурс] URL: [http://www.plasmachem. com] (дата обращения 05.12.2016).

15. Neomat Nano Powders [электронный ресурс] URL: [www. neomat.lv] (дата обращения 05.12.2016).

16. Маркетинговое исследование рынка нанопорошков [электронный ресурс] URL:[http://www.fimip.ru/shared/projects/1319/PRJ001319_1.pdf] (дата обращения 06.12.2016).

Алексеева Т.И.
Анализ российского и мирового рынка нанокристаллического карбида циркония…… 265

Комрони М.
Сырьевая база производства молибдена…… 268

Коновалова Х.А.
Смолистые отходы коксохимического производства: практика и перспективы применения…… 271

Павловская Е.Д., Чистюхин Е.А., Джалолов Х.О.
Комплексная аттестация цинксодержащих шламов предприятий по производству искусственных волокон Западно-Сибирского региона……... 275

Чистюхин Е.А., Джалолов Х.А., Павловская Е.Д.
Переработка цинксодержащих отходов химико-металлургических производств Западно-Сибирского региона……...……... 278

Попов А.С.
Особенности улавливания аммиака при очистке коксового газа……... 280

Старцев С.С.
Способы сухого тушения кокса: технологические особенности и перспективы применения……... 283

Ефимова К.А.
Производство диборида титана: исследование современных технологических решений, оценка перспектив развития……. 286

Ефимова К.А.
Применение диборида титана: мониторинг состояния и анализ перспектив……. 289

Ефимова К.А.
Перспективы применения диборида титана в покрытии катода алюминиевого электролизера…… 292

Пономарев Н.С.
Коксовая пыль КХП: практика и перспективы использования…… 295

Пенкин А.Е.
Колонные флотомашины: сравнительный анализ и перспективы использования……. 298