

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук Власова Александра Анатольевича

на диссертацию Ефимовой Ксении Александровны «Исследование и технологическая реализация процессов боридообразования при плазмометаллургической переработке титан-борсодержащего сырья», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Актуальность темы

Освоение технологий, позволяющих создавать новые материалы для работы в экстремальных условиях, является важной научно-технической задачей для реализации технологического развития.

Плазмометаллургическое направление технологий, основано на высокоэнергетическом воздействии на сырье, что обеспечивает реализацию процессов в непрерывном режиме и получение уникальных по свойствам продуктов нанокристаллическом состоянии (боридов, карбидов, нитридов тугоплавких металлов). Использование этих материалов открывает области применения и рынки композиционных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками.

Диссертационная работа Ефимовой К.А. посвящена разработке научных и технологических основ получения нанокристаллического диборида титана, что является актуальным на сегодняшний день, а результаты диссертации имеют реальные перспективы трансферта.

Диссертация выполнена в соответствии с основными задачами Государственной программы «Развитие науки и технологий» на 2013 – 2020 годы, государственным заданием в сфере научной деятельности (НИР Рег. №114110570046, 2014 – 2016 годы), при грантовой поддержке Фонда содействия развитию предприятий малых форм в научно-технической сфере (НИР Рег. №712ГУ/2015, 2015 – 2017 годы).

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертации выполнены теоретические и экспериментальные исследования процессов боридообразования при плазмометаллургической перера-

ботке титан-борсодержащего сырья. Научная новизна работы заключается в следующем:

- научно обоснованы и экспериментально определены для двух технологических вариантов получения TiB_2 рациональные составы и дисперсность титан-борсодержащих шихт, составы и начальная температура газа-теплоносителя, закономерности изменения с температурой составов газообразных и конденсированных продуктов боридообразования, условия образования TiB_2 в различных реакционных средах; получены уравнения, описывающие зависимости выхода TiB_2 от основных технологических факторов;

- установлены особенности и описан механизм боридообразования в условиях плазменного потока, определены физико-химические характеристики диборида титана в наноразмерном состоянии;

- обоснованы выбор наиболее перспективного варианта получения TiB_2 – борирование порошка титана и технико-экономическая целесообразность его реализации.

Перечисленные элементы научной новизны имеют практическую ценность, на их основе разработана технология получения нанокристаллического диборида титана. Наряду с этим, в технологии защитных покрытий исследована целесообразность применения TiB_2 для композиционного никелирования и поверхностного модифицирования катодов алюминиевых электролизеров. В условиях ООО «Полимет» подтверждена эффективность замены наноалмазов диборидом титана при композиционном никелировании. Для ОК «РУСАЛ» подготовлено техническое предложение по организации производства диборида титана.

Все исследования выполнены с использованием современной приборно-аналитической базы и разнообразных методов физико-химического анализа. Это позволило диссертанту Ефимовой К.А. получить качественные экспериментальные данные и сформулировать аргументированные выводы по работе.

Степень новизны выводов, сформулированных в диссертации:

- с использованием результатов экспериментальных и теоретических исследований особенностей взаимодействия плазменного и титан-борсодержащего сырьевого потоков установлены основные закономерности процессов

боридообразования, анализ и обобщение которых позволили обосновать принципиальную возможность и технологические преимущества реализации исследуемых вариантов получения диборида титана;

- с использованием современных физико-химических методов исследования определены особенности характеристик диборида титана в наносостоянии: кристаллическая структура, фазовый и химический составы, дисперсность, морфология, окисленность, термоокислительная устойчивость, что позволило определить направления его эффективного применения;

- на основании сформированных представлений об особенностях физико-химических свойств диборида титана в нанокристаллическом состоянии разработаны для ООО «Полимет» и ООО «ИТЦ ОК «РУСАЛ» технические решения и предложения по применению его в составе композиционных покрытий (Ni-TiB_2 , $\text{TiB}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$), для защиты стальных изделий и катодов алюминиевых электролизеров от коррозии и разрушения.

Полученные в диссертации Ефимовой К.А. научные результаты используются в процессе обучения студентов по направлению 22.00.00 – Технологии материалов (металлургия) ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Основные положения и результаты диссертации представлены в научно-технических изданиях и в достаточной степени обсуждены на 9 международных и всероссийских научно-практических конференциях. По результатам выполненных исследований опубликована 21 научная статья, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования результатов кандидатских диссертаций.

Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание, отражает структуру диссертационной работы и полностью соответствует ее основным положениям.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и 2-х приложений. Изложена на 166 страницах, содержит 53 рисунка, 35 таблиц, список литературы из 186 наименований.

Во введении рассмотрены актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы,

отражены научная новизна и значимость работы, методология и методы исследования, изложены положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов диссертации.

В первой главе проведен анализ научно-технической литературы и обобщена технологическая информация о современном состоянии металлургии и материаловедения диборида титана, его отечественного и мирового рынка, сырьевой базы. Выбран объект исследования – технология получения диборида титана. Сформулированы цель и задачи – разработка научных и технологических основ получения нанокристаллического диборида титана.

Во второй главе приведены результаты моделирования теплообмена плазменного и сырьевого потоков, высокотемпературных взаимодействий в боридообразующих системах. Результаты моделирования позволили прогнозировать основные показатели возможных технологических вариантов получения TiB_2 : 1 – $(Ti+B+H_2)$, 2 – $(TiO_2+B+CH_4+H_2)$, 3 – $(TiCl_4+B+H_2)$, провести их сравнение и выбрать для дальнейшего исследования варианты 1 и 2.

В третьей главе представлены результаты экспериментального исследования процессов боридообразования при плазмометаллургической переработке титан-борсодержащего сырья: определены дисперсный состав шихтовых компонентов, получены уравнения, описывающие зависимости содержания в продуктах диборида титана, свободного бора, углерода от основных технологических факторов, определены особенности и вероятный механизм боридообразования, проведена комплексная физико-химическая аттестация диборида титана. Результаты исследований позволили автору разработать технологические основы получения нанокристаллического диборида титана.

В четвертой главе рассмотрены вопросы технологической реализации результатов исследований. Для производства диборида титана и применения его в составе защитных покрытий разработаны и переданы ООО «Полимет» и ООО «ИТЦ ОК «РУСАЛ» технические решения и предложения.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности ВАК 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов по п.4 «Термодинамика и кинетика металлургических процессов», п. 7 «Тепло- и массоперенос в низко- и высокотемпературных процессах», п.12 «Электрометаллур-

гические процессы и агрегаты», п. 20 «Математические модели процессов производства черных, цветных и редких металлов».

Замечания по работе

1) В первой главе приведен анализ отечественного рынка сырьевых материалов. Почему решили не делать сравнительный анализ отечественной и зарубежной сырьевой базы?

2) Во второй главе при определении температуры используется метод секционного калориметрирования. В чём суть данной методики и как определяли начальную температуру плазменного потока, равную 5400 К?

3) В третьей главе представлено описание теплотехнических, ресурсных и технологических характеристик трехструйного прямоточного плазмометаллургического реактора мощностью 150 кВт. Однако обоснования выбора типа и уровня мощности реактора не приведено.

4) Из 4 главы не ясно, чем обусловлена актуальность использования защитных покрытий катодов алюминиевого электролизера с технологической и экономической точек зрения?

5) Техническое предложение ОК «РУСАЛ» содержит рекомендации по защите катодов алюминиевых электролизеров композиционным покрытием $TiB_2-Al_2O_3$. Неясно, почему предпочтение отдано именно этому технологическому варианту?

6) В работе имеются следовые пунктуационные и орфографические неточности.

Общая оценка

В целом диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для технологии получения multifunctional соединений титана. Приведённые в работе выводы и рекомендации достаточно обоснованы, а результаты их применения позволяют оценить личный вклад диссертанта в решение поставленных задач. Сформулированные автором цель и практические задачи исследований решены на современном техническом уровне. Диссертация написана на хорошем научно-техническом языке, достаточно иллюстрирована и оформлена в соот-

ветствии с ГОСТ Р 7.0.11. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Выполненные в работе исследования можно квалифицировать как научно-обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для экономики отрасли, что соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Учитывая вышеизложенное, можно считать, что диссертация «Исследование и технологическая реализация процессов боридообразования при плазмометаллургической переработке титан-борсодержащего сырья» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 и другим требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор - Ефимова Ксения Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Краевое государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования «Центр развития профессионального образования»

Преподаватель-эксперт,

кандидат технических наук

Власов Александр Анатольевич

660775 г. Красноярск, Маерчака 43ж,

Тел.: +7 (923) 314-74-87, e-mail: wlasow87@mail.ru

Подпись преподавателя-эксперта А.А. Власова заверяю

«11» 11 2017 г.

Директор Центра
развития профессиональ-
ного образования
Иванова Л.В.

