

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Лебедева Алексея Сергеевича

«Карботермический синтез ультрадисперсного карбида кремния и применение его для упрочнения сплавов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

Актуальность темы исследования.

Разработка новых, более эффективных процессов получения функциональных материалов необходима для развития современного материаловедения. Анализ и обобщение результатов многофакторных исследований должно быть проведено, прежде чем физико-химические основы смогут быть сформированы и процессы разработаны. Интегрирование процессов в состав новых технологий сложная, но крайне востребованная научно-техническая задача.

Карбид кремния является одним из самых широко применяющихся карбидов и вместе с тем обладает уникальными свойствами. Свойства и распространенность элементов, составляющих SiC обуславливают возможность его использования для различных применений. Повышение эффективности процессов получения карбида кремния, создание с его применением материалов с новым комплексом свойств актуально и потенциально создаст положительные эффекты во многих направлениях.

Работа Лебедева Алексея Сергеевича посвящена формированию основ более эффективного процесса карботермического синтеза ультрадисперсного карбида кремния и применению его для упрочнения сплавов. В работе разработаны и изложены основы нового процесса получения SiC. Выполнены термодинамические расчеты, результаты которых были использованы для постановки процесса синтеза карбида кремния. Исследована структура полученного карбида кремния. Выполнено интегрирование продукта SiC в процессы упрочнения сплавов, синтеза керамических материалов,

представлены результаты исследования структуры и свойства полученных материалов. Продукт SiC в новом процессе обладает структурой, условия синтеза которой разработаны впервые и воспроизводимы на предложенном оборудовании. Полученные результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа Лебедева А.С. содержит 121 страницу и состоит из введения, пяти глав, заключения и библиографического списка (118 наименований).

Во введении обоснована актуальность, научная и практическая значимость работы, сформулированы цели и задачи исследования, изложены положения, выносимые на защиту, отражены сведения об апробации работ, личный вклад автора, благодарности.

Первая глава – обзорная. Изложены свойства карбида кремния, возможные фазовые превращения. Выполнен обзор и анализ существующих методов синтеза карбида кремния. Содержание главы адекватно отражает современные представления о синтезе и мировые подходы к получению карбидкремниевых материалов.

Вторая глава посвящена изложению применяемых материалов и источников их получения. Выполнено изложение принципов и устройств применяемых для синтеза материалов. Изложены методики анализа объектов и обозначен подход к термодинамическому моделированию.

Третья глава посвящена изложению и анализу экспериментальных результатов по синтезу карбида кремния. Выполнен синтез волокнистого карбида кремни. Разработаны и экспериментально подтверждены режимы синтеза. Проведен экспериментальный подбор соотношений исходных компонентов и времени синтеза для получения максимального выхода годного целевого продукта. На основе полученных данных предложена технологическая схема синтеза карбида кремня, которая может быть использована для перехода от лабораторного синтеза к промышленному производству.

Четвертая глава посвящена изложению результатов термодинамического моделирования фазовых равновесий в системе Si-C-O. Ограничен круг основных возможных реакций синтеза. Определены оптимальные температуры синтеза 1514-1600 °C. Расчетным путем обоснована необходимость избытка углерода в шихте в качестве реагента для образования защитной атмосферы в реакторе.

Пятая глава посвящена описанию результатов по использованию полученного карбида кремния для получения материалов на основе металлов и керамик содержащих SiC. Представлены и проанализированы результаты экспериментов по получению композитов МЛ5ПЧ-SiC, а также в алюминий марки А0-SiC. Установлено, что введение SiC увеличивает их микротвёрдость и механические свойства. Представлены результаты возможности получения самосвязанной керамики 3C-SiC. Произведена оценка плотности полученных керамик.

По результатам исследований получен 1 патент на изобретение. Материалы диссертации опубликованы в 24 печатных работах, в том числе 7 из них в перечне журналов и изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации. 6 статей опубликовано в журналах, индексируемых Scopus и WoS., 8 в виде тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях.

Замечания по диссертации.

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. В работе указано, что целью работы является «создание простой и эффективной технологии...». Что понимается под словом «эффективной» и каким образом эта эффективность оценивалась?

2. В разделе 2.7 изложена методика термодинамических расчетов. Какие уравнения лежат в основе расчетов? Заявлено, моделирование позволит уточнить диаграмму состояния системы Si-C-O. Удалось ли уточнить диаграмму состояния по результатам расчетов?

3. Известно, что наноматериалы способны сорбировать значительное количество влаги. Кремниевые материалы имеют на поверхности оксидную пленку. Это не способствует смешиваемости материалов жидким металлом. Учитывали ли это при постановке экспериментов по получению металлических композитов? Каким образом готовили SiC перед экспериментами?

4. На продольном разрезе слитка (Рисунок 5.14) наблюдается скопление SiC (предположительно) в верхней части. Плотность карбида кремния выше плотности алюминия. Чем объясняется такое поведение материала?

Общие выводы и заключение

Замечания не влияют на общее положительное впечатление от выполненной работы. Результаты работы обладают научной новизной и практической значимостью.

Диссертационная работа Лебедева А.С. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержит новые сведения, представляющие научный интерес в области физико-химических процессов карботермического получения кремний-углеродных материалов. Содержание диссертации отражено в научных публикациях. Автореферат полно отражает содержание и основные результаты диссертационной работы.

Таким образом, рассматриваемая диссертация «Карботермический синтез ультрадисперсного карбида кремния и применение его для упрочнения сплавов» соответствует паспорту специальности 02.00.04 – «Физическая химия» в пунктах 2, 10 областей исследования, а также требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, сформулированных в критериях п. II п.п. 9-14 «Положение о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018), а её автор, Лебедев

Алексей Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – «Физическая химия».

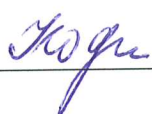
Согласен на обработку персональных данных.

Официальный оппонент, кандидат химических наук, Заведующий лабораторией электрокристаллизации и высокотемпературной гальванопластики, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (ИВТЭ УрО РАН), ул. С.Ковалевской, 22/ ул. Академическая, 20, г. Екатеринбург, 620137
Сл. Тел 89126525779; e-mail: isakov@ihte.uran.ru

/  / Исаков Андрей Владимирович

Подпись Исакова Андрея Владимировича заверяю

Ученый секретарь ИВТЭ УрО РАН, к.х.н.

/  / Коди́нцева Анна Олеговна
Дата «05» сентября 2020 г.

