

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Московских Дмитрия Олеговича «Получение бинарных и многокомпонентных карбидов с использованием СВС, высокоэнергетической механической обработки и искрового плазменного спекания», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы

Создание современных систем авиационной и специальной техники неразрывно связано с поиском материалов, способных сохранять структурную целостность и несущую способность в условиях интенсивных динамических нагрузок и экстремальных температур. Диссертация Московских Д.О., посвященная синтезу и исследованию бинарных и высокоэнтропийных карбидов (ВЭК), является **актуальной** для современного материаловедения и механики экстремальных состояний. Переход к многокомпонентному легированию в равных атомных концентрациях открывает новые возможности для управления процессами диссипации энергии при высокоскоростном нагружении за счет уникальной дефектной структуры и подавления диффузионной коалесценции в высокоэнтропийных фазах.

В качестве **научной новизны** можно выделить то, что автором:

- доказано, что предварительная механохимическая активация обеспечивает снижение температурного порога инициирования СВС на 400°C и формирование субмикронной морфологии продуктов;
- установлен эффект механосинтеза метастабильных ОЦК-растворов в пятикомпонентной системе Ta-Ti-Nb-Zr-Hf;
- обоснованы динамические закономерности консолидации при реакционном искровом плазменном спекании (РИПС) активированных шихт Si-C и B-C. Показано, что синергия высокого давления и импульсного энергетического воздействия позволяет достичь относительной плотности 98,5–99,5% за сверхкороткие временные интервалы;
- установлено, что искажения кристаллической решетки в системе Ta-Ti-Nb-Zr-Hf-C, обусловленные размерным несоответствием атомов переходных металлов, приводят к подавлению коалесценции и снижению скорости высокотемпературной ползучести в 10–100 раз относительно традиционных бинарных карбидов;
- выявлен многостадийный характер формирования диффузионных барьеров при высокотемпературном окислении ВЭК. Доказано, что исключительная жаростойкость состава с гафнием детерминирована формированием плотного барьерного слоя Ta₂Hf₆O₁₇.

Практическая ценность диссертационного исследования подтверждается созданием научно-технологической базы для производства ультратугоплавких материалов с прогнозируемым ресурсом эксплуатации. К наиболее значимым прикладным результатам можно отнести:

- разработка и патентная защита инновационных технологий синтеза. Автором предложены и защищены патентами РФ (№ 2493937, № 2614006) способы получения порошков SiC и наноструктурированной керамики SiC и B₄C. Регистрация ноу-хау (№ 2-439-2021 ОИС) на получение высокоэнтропийных карбидов тугоплавких металлов (Hf, Ta, Ti, Nb, Zr, Mo, W) открывает новые возможности для импортозамещения в секторе жаропрочных конструкционных материалов;

- промышленная апробация и повышение ресурса изделий. На базе созданной технологической инструкции (ТИ 08-263801-2025) реализован цикл производства субмикронных порошков карбида кремния и изготовлены опытные партии вставок для абразивоструйных сопел;

- внедрение режимов ВЭМО на Машиностроительном заводе «Активатор» позволило оптимизировать конструкционные параметры планетарных мельниц для переработки тугоплавких систем.

- создание материалов для работы в экстремальных динамических и радиационных полях. Полученные в работе крупногабаритные сегменты керамики SiC (100×100 мм) с модулем упругости 450 ГПа и твердостью 24,1 ГПа рекомендованы НПФ «Керамика» для применения в условиях интенсивных ударно-динамических нагрузок.

Основные научные результаты, изложенные в диссертации, опубликованы в 50 работах, среди которых 26 статей в журналах из перечня ВАК и Scopus, 24 тезиса в сборниках конференций. Получено 2 патента РФ и зарегистрировано 1 ноу-хау.

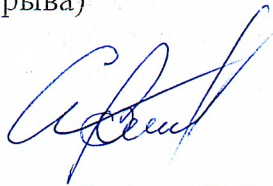
Замечание по работе. При описании механических характеристик высокоэнтропийных карбидов автор уделяет значительное внимание оценке квазистатических значений твердости и ползучести. При этом отсутствуют попытки исследовать поведение данных материалов в условиях ударно-волнового нагружения.

Диссертационная работа «Получение бинарных и многокомпонентных карбидов с использованием СВС, высокоэнергетической механической обработки и искрового плазменного спекания» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», а ее автор, Московских Дмитрий Олегович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5. Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Ведущий научный сотрудник


лаборатории макрокинетики гетерогенных систем научно-исследовательского отдела структурной макрокинетики ТНЦ СО РАН, д. ф.-м. н. (01.02.04 Механика деформируемого твердого тела), с.н.с. (01.04.17 Химическая физика, в том числе физика горения и взрыва)

30.03.2026 г.

Зелепугин Сергей Алексеевич.

ФГБУН Томский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
634055, г. Томск, проспект Академический, 10/4
тел. (3822) 491-173, prezid@hq.tsc.ru, <http://tsc.ru>

Подпись С. А. Зелепугина удостоверяю.
Главный ученый секретарь ТНЦ СО РАН, к.т.н.


О. В. Львов

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Московских Д.О.