

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»

Диссертационная работа Московских Д.О. посвящена развитию технологий синтеза высокотемпературных и ультравысокотемпературных керамических материалов с применением методов высокоэнергетической механической обработки (ВЭМО), самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и искрового плазменного спекания (ИПС). Актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений, поскольку совершенно очевидной является острая потребность современного машиностроения, авиакосмической отрасли и энергетики в новых высокопрочных и жаростойких материалах, способных работать в экстремальных условиях. Подход, использованный в диссертационной работе, Разработка и синтез бинарных и многокомпонентных (в том числе высокоэнтропийных) карбидов с уникальным комплексом свойств является одним из наиболее перспективных направлений для решения указанной задачи, именно этот подход и используется в диссертации.

Целью работы является создание керамических материалов на основе SiC , B_4C и высокотемпературных многокомпонентных карбидов с использованием комплекса перечисленных методов и установление фундаментальных закономерностей влияния параметров обработки на структуру и свойства конечных продуктов.

К положительным сторонам работы следует отнести ее системный характер, сочетающий глубокие фундаментальные исследования с очень большой экспериментально-методической базой. Автором не только разработаны новые подходы к синтезу материалов, но и детально изучены механизмы фазо- и структурообразования на всех этапах технологической цепи – от механической активации до консолидации. Особого внимания заслуживает использование оригинальной методики высокоскоростной видеосъемки для анализа процессов в планетарной мельнице, что позволило впервые установить четкие корреляции между режимами обработки и реакционной способностью смесей.

Научная новизна работы заключается в установлении ключевых закономерностей влияния ВЭМО на структуру и свойства порошковых смесей. Автором впервые показано, что микроструктура реакционных гранул, сформированных на стадии механообработки, сохраняется в продуктах СВС благодаря сверхвысоким скоростям капиллярной

инфильтрации и диффузии. Это позволило объяснить возможность получения субмикронных порошков SiC. Принципиально новыми являются результаты по синтезу высокоэнтропийных карбидов: установлено, что добавление Hf в систему Ta-Ti-Nb-Zr-C изменяет механизм горения с жидкофазного на твердофазный, что обеспечивает сохранение субмикронной структуры и ведет к снижению энергии активации процесса. Впервые раскрыт многостадийный механизм окисления (Ta,Ti,Nb,Zr,Hf)C с образованием защитного слоя Ta₂Hf₆O₁₇ и показана его рекордно низкая скорость ползучести.

Практическая значимость результатов подтверждена разработкой технологических инструкций и внедрением в производство. Высокоэнтропийная керамика (Ta,Ti,Nb,Zr,Hf)C успешно прошла испытания на радиационную стойкость в Национальном ядерном центре Казахстана и рекомендована к использованию АО «НИИ НПО «ЛУЧ».

Апробация работы проведена на достаточном уровне. Основные результаты докладывались на многочисленных международных конференциях, включая симпозиумы по СВС (Россия, США, Турция, Грузия), конференции Европейского керамического общества (Венгрия, Испания) и форумы по высокоэнтропийным материалам. Внедрение результатов подтверждено соответствующими актами и технической документацией.

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.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Задача №2 научного исследования, представленная на стр.4 сформулирована неудачно. Высокоскоростная съёмка процессов, протекающих в размольных стаканах – это техническая задача. Научной задачей является сформулированное в этом же пункте установление «закономерностей влияния траекторий движения мелющих тел на структуру и реакционную способность смесей», которое выполнялось с применением высокоскоростной съёмки.

2. В автореферате используется термин «кажущаяся энергия активации», значение которого следовало бы прояснить.

Сформулированные замечания не умаляют общей высокой оценки автореферата диссертационной работы. Автореферат написан понятным языком, хорошо оформлен. Цели и задачи, поставленные в работе, полностью достигнуты. Научная и практическая значимость диссертации не вызывают сомнений. Все положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны и логично вытекают из содержания работы.

Диссертационная работа Московских Дмитрия Олеговича на тему «Получение бинарных и многокомпонентных карбидов с использованием СВС, высокоэнергетической

Дорохин Михаил Владимирович - д.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории спиновой и оптической электроники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23, корп. 3.

Эл. почта: dorokhin@nifti.unn.ru

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