

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Симоненко Елизаветы Петровны «Новые подходы к синтезу тугоплавких нанокристаллических карбидов и оксидов и получению ультравысокотемпературных керамических материалов на основе диборида гафния», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия

Лётно-технические характеристики перспективных высокоскоростных летательных аппаратов (ВЛА) и их двигательных установок в значительной степени определяются наличием материалов, работоспособных при аэродинамическом нагреве набегающим потоком воздуха до температур $>2000-2500^{\circ}\text{C}$. Традиционные высокотемпературные материалы на основе УУКМ и УККМ с защитой от окисления на основе карбида кремния в условиях внешнего обтекания высокоэнтальпийными потоками воздуха не выдерживают температур выше 1900°C . Создание ультравысокотемпературных керамических материалов на основе композитов ZrB_2/SiC и HfB_2/SiC , в том числе с добавками тугоплавких карбидов и оксидов (TiC , ZrC , HfC , TaC , ZrO_2 , HfO_2 и др.), является новым перспективным направлением, разработка которого необходима для применения новых материалов в деталях ВЛА с острыми кромками.

Отсутствие промышленного производства ряда указанных материалов в Российской Федерации делает диссертационную работу Симоненко Е.П., посвященную разработке научных основ синтеза высокодисперсных тугоплавких карбидов и оксидов металлов как компонентов перспективных ультравысокотемпературных материалов на основе диборидов гафния и циркония, модифицированных карбидом кремния, а также изучению поведения полученных ультравысокотемпературных керамических материалов под воздействием высокоэнтальпийных потоков воздуха, несомненно, актуальной как с научной, так и практической точек зрения.

К приоритетным научным результатам представленной в автореферате работы относятся следующие достижения:

1. Выполнен большой объем экспериментальных исследований по синтезу различных карбидных и оксидных систем в виде высокодисперсных порошков, тонких наноструктурированных пленок, модифицирующих керамических матриц, а также по изучению их физико-химических свойств самыми современными методами анализа (рентгеновская компьютерная микротомография, различные виды микроскопии, такие как АСМ, СЭМ и ПЭМ, малоугловое рассеяние нейтронов и рентгеновских лучей; УФ- и ИК-спектроскопия).

2. Создание новых энергоэффективных способов изготовления ультравысокотемпературных керамических композиционных материалов состава HfB_2/SiC , объединяющих стадии карботермического синтеза нанокристаллического карбида кремния и горячего прессования керамики, что позволяет избежать дополнительных стадий получения высокодисперсного порошка SiC , смешения и совместного помола порошков HfB_2 и SiC . Следует особо отметить, что созданные керамические материалы имеют высокую трещиностойкость и стойкость к окислению при достаточно высокой пористости, что ранее считалось невозможным. Продемонстрировано, что достижение экстремальных температур поверхности при больших временах экспозиции образцов в потоке высокоэнтальпийного воздуха возможно при использовании отечественных и украинских (г. Донецк) компонентов, не отличающихся выдающейся химической чистотой.

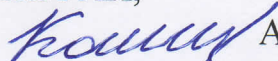
3. Выполненные диссертантом исследования по изучению длительного (десять минут) воздействия высокоэнтальпийных потоков воздуха на пористые материалы состава HfB_2/SiC , содержащие до 45 об. % SiC , позволили изучить поведение материалов при температурах поверхности до $2500\text{-}2700^\circ\text{C}$, получить новые данные о физико-химическом механизме, обеспечивающем высокую термохимическую стойкость разработанных материалов, а также сделать вывод о перспективности их использования в качестве тепловой защиты при сверхвысоких температурах поверхности ЛА.

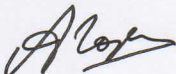
4. Высокая практическая значимость разработанных диссертантом методов синтеза высокодисперсных и химически чистых порошков тугоплавких карбидов и оксидов, перспективных для использования в авиационной и ракетно-космической отрасли, подтверждена полученными 11 патентами РФ.

В качестве замечания отметим, что при проведении испытаний ультравысокотемпературных керамик на основе HfB_2/SiC в дозвуковых потоках высокоэнтальпийного воздуха использовались образцы, имеющие форму дисков. Безусловно, для дальнейших исследований остаются актуальными изготовление и испытания образцов, имеющих форму клина, причём не только в дозвуковых, но и в сверхзвуковых потоках диссоциированного воздуха, тем более, что использовавшаяся установка (высокочастотный индукционный плазмотрон ВГУ-4 ИПМех РАН) это позволяет.

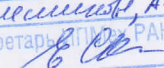
Отметим, что указанное замечание ни в коей мере не снижает научной и практической значимости представленной диссертантом работы.

В целом, по научной и практической важности тематики, а также высокому качеству проведенных исследований, материалы, представленные в автореферате, полностью соответствуют требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а Симоненко Елизавета Петровна заслуживает присуждения искомой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Заведующий лабораторией взаимодействия
плазмы и излучения с материалами ИПМех РАН,
доктор физико-математических наук  А.Ф. Колесников

Ведущий научный сотрудник лаборатории взаимодействия
плазмы и излучения с материалами ИПМех РАН,
кандидат физико-математических наук  А.Н. Гордеев

119526, Москва, пр.Вернадского 101-1
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук
(ИПМех РАН)
тел. (495) 434-36-74, (495) 434-16-64
koles@ipmnet.ru, a_gord@mail.ru

Подписи А.Ф. Колесникова, А.Н. Гордеева
Ученый секретарь ИПМех РАН, к.ф.-м.н.
 Е.Я. Сысоева
28 июля 2016 г.

