

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Зиновьевой М.В. «Разработка гетерофазных сплавов для защиты композиционных материалов от воздействия высокоэнтальпийных потоков окислительного газа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Диссертационная работа Зиновьевой М.В. посвящена разработке многокомпонентных керамических материалов на основе боридов и силицидов циркония и гафния по технологиям саморапращающегося высокотемпературного синтеза (СВС). Применение подобного рода материалов перспективно в ракетно-космической технике благодаря их высокой стойкости в условиях экстремальных температурных и механических нагрузок.

Автором была проведена значительная экспериментальная работа, в ходе которой проведен термодинамический анализ, исследование кинетики, механизмов процесса горения и стадийности фазо- и структурообразования в волне горения в системах  $Zr-Si-Mo-B$  и  $Hf-Si-Mo-B$ . Установлено, что полученные керамические порошки представляют собой совокупность композиционных частиц. Оптимизация режимов горячего прессования обеспечила получение керамических материалов с низкой остаточной пористостью. Изучена кинетика и механизмы окисления керамики при высоких температурах. Установлены закономерности формирования многокомпонентных диффузионно-барьерных жаростойких самозалечивающихся оксидных слоев, образующихся на поверхности в процессе окисления.

Результаты диссертационной работы являются оригинальными и базируются на теоретических положениях современного материаловедения, обладают высокой практической значимостью. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается применением современных методик исследований и испытаний. Практическая значимость работы заключается в разработке составов гетерофазных порошков методом СВС по двум схемам, установлению оптимальных условий синтеза и режимов горячего прессования, а также апробированию материалов с керамической матрицей в высокоэнтальпийных потоках окислительного газа. Разработаны технологические инструкции и технологические условия, а также зарегистрированы ноу-хау на составы и способы получения порошков и

перспективной керамики. Диссертационная работа прошла апробацию на научно-практических конференциях различного уровня, результаты опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК. Материалы диссертации в автореферате изложены последовательно и логично.

При ознакомлении с авторефератом возникли следующие замечания и вопросы:

1. Не расшифрованы обозначения составов реакционных смесей и керамических порошков ZMSB-1/ZMSB-2 и HMSB-1/HMSB-2.

2. Оценивалось ли количество побочных нецелевых фаз боридов и силицидов после проведения процесса СВС многофазных смесей по схемам элементного синтеза и магнийтермического восстановления? Необходимо ли техническое решение по удалению побочных фаз из готового продукта при их наличии и было ли оно разработано?

Замечания не снижают ценность результатов диссертационной работы и не влияют на ее общую высокую оценку. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», а её автор Зиновьева М.В. заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

Главный металлург  
проекта «Компоненты и покрытия», к.т.н.

И.В. Яцюк.

Акционерное общество «РОТЕК», 109240, г. Москва, ул. Никольямская, 15

Яцюк Иван Валерьевич

Тел.: +7 (495) 644-34-60, доб. 2518, e-mail: [I.yatsyuk@zaorotec.ru](mailto:I.yatsyuk@zaorotec.ru)

Главный металлург проекта «Компоненты и покрытия»

Кандидат технических наук

Специальность 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Я, нижеподписавшийся, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Зиновьевой Маргариты Владимировны, и их дальнейшую обработку.

И.В. Яцюз

Подпись Есюка А.В. удостоверяю.  
Заместитель генерального  
директора по персоналу Васильев К.Ю. Власов