

ОТЗЫВ

официального оппонента Зайцева Александра Ивановича на диссертационную работу

БОЯРЧЕНКО ОЛЬГИ ДМИТРИЕВНЫ

**«ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПЕРЕХОДНЫХ ЗОН В МНОГОСЛОЙНЫХ И
ГРАДИЕНТНЫХ СВС-МАТЕРИАЛАХ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества

Развитие современной промышленности и техники требует создания новых материалов, отвечающих таким требованиям эксплуатации как высокая прочность при нормальных и высоких температурах, пластичность, вязкость, устойчивость к действию агрессивных сред. При этом целесообразно использовать полезные свойства тугоплавких соединений, применяя их в форме защитных или переходных слоев на достаточно прочных и пластичных основах при изготовлении сложных деталей и изделий для машин и механизмов. Традиционные способы нанесения функциональных слоев весьма энергозатратны и трудоемки, зачастую многостадийны и требуют использования дорогостоящего оборудования.

Актуальность темы диссертационной работы очевидна, так как посвящена разработке технологий получения функциональных слоев и неразъемных соединений материалов, широко используемых в машиностроении. В работе показана возможность применения самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) для формирования переходных зон в многослойных и градиентных материалах. Большое внимание уделено особенностям формирования переходной зоны на границе раздела соединяемых поверхностей.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, включая литературный обзор, основных выводов и списка цитируемой литературы.

Во введении автором корректно сформулированы цели и задачи исследования, обоснована актуальность, научная новизна и практическая значимость работы.

Первая глава «Литературный обзор» дает представление о современном состоянии исследований в области науки о материалах, особое внимание уделено проблеме синтеза градиентных материалов и получения неразъемного соединения между разнородными материалами. В результате анализа литературных данных сделан вывод об актуальности разработки новых технологий создания функциональных материалов, интерметаллических и композиционных покрытий, нанесения функциональных слоев и формирования неразъемных соединений.

Во второй главе подробно описаны предлагаемые приемы и методики, направленные на решение поставленных задач, методы анализа полученных материалов.

В третьей главе представлены результаты по получению неразъемного соединения типа металл-интерметаллид с использованием сочетания методик предварительной механообработки и СВС. Показано, что в результате СВС в слоевых образцах происходит формирование переходной зоны толщиной до 130 мкм, обеспечивающее прочное соединение контактирующих материалов или образцов. Экспериментально определены оптимальные параметры синтеза сопряженных материалов для систем Ti-TiAl, Ni-NiAl, Ti-NiAl, исследованы диффузионные процессы на границе контакта слоев.

Четвертая глава посвящена синтезу материалов с заданной пористой структурой с использованием многослойных профилированных структур. Полученный материал с открытой пористостью на основе Ti-Al-Nb-C имеет высокие прочностные характеристики. Подобные материалы, содержащие Ti и Nb, могут найти широкое применение в имплантологии.

В пятой главе представлены результаты синтеза градиентных материалов на основе систем Ti-Al-C и Ti-Si-C. Показано, что при СВС слоевых образцов Ti-Si/Ti-C и Ti-Al/Ti-C на границе контакта слоев возможно формирование переходной зоны, содержащей МАХ-фазу, что повышает прочность получаемого неразъемного соединения. Изучены процессы массопереноса через границу раздела слоев, проведен анализ тепловых режимов в слоевых образцах. Показано, что из-за различия теплофизических свойств газового слоя и гетерогенных слоев температуры в зоне контакта достигают сверхадиабатических значений, что влияет на кинетику гетерогенного взаимодействия в переходной зоне.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Положения, представленные в работе, базируются на доскональном анализе литературных данных, большой экспериментальной работе, использовании взаимодополняющих методов анализа полученных материалов (рентгенофазовый анализ, динамическая рентгенография, растровая электронная микроскопия, оптическая металлография, испытания механической прочности). Логичное обоснование выявленных особенностей и закономерностей структурообразования в многослойных образцах с использованием полученных экспериментальных и аналитических данных подтверждает достоверность результатов, выводов и рекомендаций, представленных к защите. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и неоднократно обсуждались на конференциях и научных школах всероссийского и международного уровня.

Диссертантом получены новые научные результаты, значимые для науки и практики, среди которых хотелось бы отметить следующие:

- исследована микроструктура переходных зон при формировании неразъемного соединения в слоевых образцах на примере систем металл - интерметаллическая фаза (Ti-TiAl, Ni-NiAl, Ti-NiAl), металл-силицид (карбид) металла;

- исследованы процессы перераспределения элементов и реакционной диффузии на границе контакта реакционных слоев;

- изучен вопрос устойчивости волны горения при переходе через границу раздела двух химически активных гетерогенных сред и проведен анализ влияния газовой прослойки на границе раздела на переходные процессы горения систем типа "сэндвич".

По работе имеются следующие замечания:

1. В таблицах, содержащих данные ЭДА, не представлены данные по содержанию кислорода и других газов. Присутствовали кислород и другие газы в структуре синтезированных образцов?
2. В экспериментах с многослойными образцами на основе системы Ti-Al-Nb-C получен пористый материал с высоким содержанием фазы Nb₂AlC. Относится ли данная фаза к МАХ-фазам?
3. Не до конца обоснован выбор именно этих объектов и методов исследования, например, термодинамических расчетов.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и общего положительного впечатления от диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

Заключение. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Представленные научные результаты представляют собой целостное научное исследование, содержащее подходы к решению практических задач по выявлению основных закономерностей формирования структуры и фазового состава переходных зон в слоевых СВС-системах. Применение полученных данных актуально при разработке многослойных и градиентных материалов, получения неразъемных соединений между разнородными материалами для решения задач машиностроения.

Работа аккуратно оформлена, автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Таким образом, диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, БОЯРЧЕНКО ОЛЬГА ДМИТРИЕВНА, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент

доктор физ.-мат. наук, профессор,

директор Центра физической химии,

материаловедения, биметаллов и

специальных видов коррозии



А.И. Зайцев

«Подпись официального оппонента заверяю»

Ученый секретарь ФГУП

«ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»



Т.П. Москвина

Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина (ГНЦ РФ ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»), Центр физической химии, материаловедения, биметаллов и специальных видов коррозии.

105005 г. Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр.2, телефон – (495) 777-93-48,

адрес электронной почты – aizaitsev1@yandex.ru.



М.П.

«07» октября 2015 г.