

ОТЗЫВ

официального оппонента Логачева Александра Васильевича

на диссертационную работу Манаковой Ольги Сергеевны

«Дисперсионно-твердеющие СВС- материалы на основе двойных карбидов (Ti,Zr)C и (Ti,Nb)C и их применение в технологиях электроискрового легирования»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы диссертации

Разработка новых составов материалов для многокомпонентных функциональных покрытий, применяющихся для защиты поверхности изделий и инструмента, является актуальной задачей. Одним из эффективных способов нанесения МФП является технология электроискрового легирования (ЭИЛ). Покрытия, получаемые в процессе ЭИЛ, имеют высокую прочность сцепления с основой (деталью) и обеспечивают высокий уровень эксплуатационных свойств.

Получение электродных материалов систем Ti–Zr–C-связка и Ti–Nb–C-связка трудно осуществить в рамках традиционных технологий порошковой металлургии и требует привлечения новых подходов и методов. Альтернативой технологиям печного синтеза и спекания служит самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), основанный на использовании внутренней энергии химического взаимодействия исходных реагентов. Проведение в одной установке сначала СВС, а затем силового уплотнения горячих продуктов синтеза (технология СВС- компактирования) позволяет в одну стадию получать компактные заготовки из материалов на основе тугоплавких соединений с высокой степенью химической чистоты в течение нескольких секунд.

Для эффективного управления структурой и свойствами таких материалов, получаемых методом СВС, необходимо провести исследование закономерностей и механизмов горения, процессов фазо- и структурообразования в волне горения. На сегодняшний день достаточно хорошо изучены дисперсионно-твердеющие СВС- материалы систем Ti–Cr–C и Ti–Mo–C с металлической связкой, но для понимания общей картины синтеза многокомпонентных систем $TiC-Me^{IV-VI}$ -связка, необходимо изучить сплавы, легированные элементами не только VI, но и IV-V групп.

Разработка новых составов композиционных дисперсионно-твердеющих электродов позволит получать покрытия с повышенной жаро- и износостойкостью при сравнительно невысокой толщине и шероховатости. Исследование кинетики массопереноса и определение режима ЭИЛ являются актуальными задачами для получения высококачественных

покрытий.

На основании изложенного тема диссертационной работы Манаковой Ольги Сергеевны «Дисперсионно-твердеющие СВС- материалы на основе двойных карбидов (Ti,Zr)C и (Ti,Nb)C и их применение в технологиях электроискрового легирования» представляется актуальной и имеет важное значение для науки и практики. Диссертационная работа Манаковой О.С. относится к приоритетному направлению науки и технологий Российской Федерации, связанному с созданием керамических композиционных материалов.

Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций

Наиболее важные результаты диссертационной работы, несомненно, представляют научную новизну.

На основании экспериментов выдвинута научная гипотеза о стадийности протекании реакций при СВС синтезе соединений в системе Ti–Zr–C-связка при варьировании содержания Zr и связки. В продуктах синтеза с содержанием Zr > 11 % зерна пересыщенного твердого раствора на основе карбида титана (Ti,Zr)C образуются уже в зоне горения; в зоне догорания происходит рост зерен и частичный распад пересыщенного твердого раствора на две фазы (Ti,Zr)C и (Zr,Ti)C, а в связке образуется интерметаллидная прослойка фазы Лавеса (Ni,Co)(Ti,Zr)₂ (при 5 % связки) или фазы Ti(Ni,Co) (при 20 и 30 % связки). Показано, что вакуумный отжиг при 900 °C в течение 4 часов продуктов синтеза системы Ti–Zr–C-связка с содержанием Zr > 11 % повышает степень твердорастворных превращений, в результате чего увеличивается концентрация фазы на основе карбида циркония (Zr,Ti)C, а в сплавах с содержанием Zr > 22 % помимо фазы Ti(Ni,Co) выделяется интерметаллид ZrCo₂ с размером частиц менее 100 нм.

Для системы Ti–Nb–C-связка установлен механизм и стадийность химических превращений в волне горения смесей, состоящий в том, что пересыщенный твердый раствор (Ti,Nb)C образуется в зоне догорания, при этом карбидные зерна имеют характерную кольцевую структуру с повышенной концентрацией ниобия на периферии зерен. Вакуумный отжиг при 850 °C в течение 1 часа продуктов синтеза при содержании связки 5% приводит к выделению избыточной фазы β- (Ti,Nb), а при 30% связки - наноразмерных фаз NbCo₂, Ni₃NbAl, Ni₂NbAl.

Выявлено положительное влияние вакуумного отжига продуктов синтеза на эрозионную способность разработанных материалов в дуге разряда импульсного электроискрового процесса и скорость формирования покрытий на подложках из стали и титанового сплава.

Научная новизна исследований и полученных результатов полностью отражена в

выводах диссертации и рекомендаций для практики.

Значимость для науки и производства полученных результатов

Полученные результаты представляют прочную основу для последующих исследований в области получения методом СВС сложных многокомпонентных порошковых систем с элементами, имеющими существенно различные температуры плавления, что собственно и является признаком фундаментальной работы. Практическая значимость диссертации так же очевидна, поскольку разработанные дисперсионно-твердеющие электродные материалы прошли опробование на предприятиях: ОАО «Уральский научно-технологический комплекс» (г. Нижний Тагил), ООО «Битас» (г. Самара), ООО «Транспортные шагающие системы» (г. Москва).

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения

Каждое научное положение, составляющее научную новизну, достоверно установлено в экспериментах, которые выполнены на современном оборудовании. Эти научные положения вытекают и из научных гипотез и разработанных моделей, на основании экспериментальных данных. Более того, полученные результаты согласуются с известными в литературе результатами, предшествующими данному научному исследованию. Следует особо отметить, что исследования в области СВС сложны и трудоемки вследствие сложности контроля этого процесса, протекающего быстро и в закрытой системе. Достоверность экспериментальных данных обоснована применением статистических методов обработки результатов экспериментов, а также использованием современного сертифицированного оборудования.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям

Выполнены все требования предъявляемые к диссертациям. Подробно проведен литературный обзор всех значимых публикаций, относящихся к заданной теме диссертации. Проведен анализ этих публикаций, правильно установлены задачи исследования, выбраны исследуемые составы и методы их исследования. Экспериментальные результаты представлены четко, как в виде графиков и фотографий структур, так и текста их описывающего. Работа написана грамотным языком. Диссертация и автореферат содержат требуемые разделы и соответствуют друг другу.

Основные достоинства и недостатки по содержанию диссертации

Достоинством диссертации является то, что она носит комплексный

экспериментально-теоретический характер со значительной прикладной инженерно-технологической частью, содержит описание всех необходимых этапов исследований.

К недостаткам по содержанию диссертации следует отнести следующие замечания:

1 Во введении отмечено, что на сегодняшний день достаточно хорошо изучены дисперсионно-твердеющие СВС- материалы систем Ti-Cr-C и Ti-Mo-C с металлической связкой. Целью работы является разработка новых дисперсионно-твердеющих материалов Ti-Zr-C-связка и Ti-Nb-C-связка с улучшенными свойствами, однако, по результатам исследований, сравнения свойств данных групп материалов не проведено.

2 Отсутствует информация о методе измерения толщины и сплошности покрытий (таблицы 22 и 32).

3 Не даны пояснения почему для выявления микроструктуры образцов на подложках из стали и титановых сплавов автор применил один и тот же реактив.

4 Автором разработана технологическая инструкция ТИ 34-11301236-2008 на процесс электроискрового упрочнения деталей (клапанов газораспределения, шатунов) двигателя внутреннего сгорания. В то же время конкретные практические результаты электроискрового упрочнения представлены для совершенно другой детали (головка пуансона).

5 В диссертации отсутствует список сокращений, поэтому использование сокращений в названии подразделов (например: 3.2.1 Исследование ОФГ) представляется не совсем удачным приемом.

6 Нет пояснений почему в таблице 13 (стр.85) суммарная доля фаз состава №3 всего 80 % вес.

7 На рисунке 11 (стр.77) отсутствует информация о составе смесей, для которых представлены зависимости.

Сделанные замечания не снижают высокой научной и практической значимости выполненной работы.

Заключение

Представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно- квалификационную работу.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 15 научно-технических конференциях, опубликованы в 4 статьях в журналах из перечня ВАК. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области получения жаростойких пленок при разработке перспективных изделий авиационной промышленности.

Учитывая актуальность выполненных исследований, имеющуюся научную новизну и

практическую значимость результатов, считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Манакова Ольга Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук,

Начальник сектора порошковых

металлических материалов

ИНМТ ОАО «Композит»



А.В. Логачев

Подпись Логачева А. В.

подтверждаю:

Директор ИНМТ ОАО «Композит»



В.Н. Бутрим

Логачев А. В.

141070, Королев, Московской обл., ул. Пионерская, д. 4

Тел.: +7 (495) 513-23-07, info@kompozit.ru