

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Жидович Александры Олеговны «СВС-экструзия электродов из тугоплавких материалов на основе диборида титана и их применение для получения защитных покрытий методом электродуговой наплавки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день для увеличения ресурса работы инструмента и деталей машин, подвергающихся интенсивному износу, широко используются методы электроискрового легирования (ЭИЛ) для покрытий толщиной от 10 мкм до 100 мкм и электродуговой наплавки (ЭДН) для покрытий от 1 мм до 3 мм. Для повышения эксплуатационных характеристик покрытий в обоих методах необходимы электроды сложного состава из широкой гаммы тугоплавких соединений, в том числе керамических. Наиболее перспективным, а иногда единственным, методом для получения таких электродов является технология СВС – экструзии, которая позволяет за десятки секунд в одну технологическую стадию получать готовые электроды требуемого состава. Метод прямого получения компактных СВС-электродов разработан в ИСМАН, и выполненные в организации за прошедшее десятилетие работы показали несомненный прогресс и востребованность данной технологии.

Тем не менее исследований, посвященных изучению особенностей формирования структуры и свойств покрытий при электродуговой наплавке композиционными материалами, полученными с применением СВС-экструзии недостаточно для их практического использования.

В связи с этим, диссертационная работа Жидович А.О., посвященная исследованию процессов СВС-экструзии электродов из тугоплавких материалов на основе диборида титана и их применения при ЭД наплавке, представляется актуальной как с научной, так и с практической точек зрения.

Актуальность работы также подтверждается выполнением её в рамках проекта РФФИ № 19-38-90048.

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости

Диссертация состоит введение, 5 глав, выводы, список литературы и приложение. Общий объем работы составляет 139 страниц, включая 60 рисунков, 9 таблиц и библиографию из 118 наименований.

В методическом плане работа достаточно четко структурирована и содержит все необходимые для диссертации элементы. Представлен широкий спектр современных методик исследования структуры и свойств материалов (более 10), а также высокотехнологичного оборудования для их получения.

В результате автором получен значительный объем разнообразных экспериментальных результатов.

В частности, в работе были впервые изучены закономерности фазо- и структурообразования материала, полученного из состава $Ti+2B+0,9Co$ методом СВС-экструзии. Установлено, что в процессе СВС в первую очередь образуется фаза TiB_2 и при дальнейшем охлаждении формируются τ -фаза ($Ti_3Co_{20}B_6$) и Co_2B .

Исследовано влияние технологических параметров процесса получения материала из шихты состава $Ti+2B+0,9Co$ в условиях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с высокотемпературным деформированием. На основе известных математических моделей установлены режимы процесса СВС-экструзии для получения электродов длиной более 100 мм. Определены характеристики формуемости материала.

Впервые методом СВС-экструзии получены электроды из порошковой смеси состава $Ti+2B+0,9Co$ диаметром 3 мм, длиной 150 мм. Показано, что структура таких изделий однородная во всем объеме материала. Показана возможность получения покрытий методом ЭДН, наплавленных СВС-электродами, с высокой адгезионной прочностью и износостойкостью.

Впервые определены режимы наплавки металлокерамических покрытий СВС-электродами исходного состава $Ti+2B+0,9Co$ и $Ti+1,7B+0,6Fe$, при которых формируемый защитный слой обладает высоким уровнем триботехнических характеристик по сравнению с покрытиями, полученными

наплавкой промышленными электродами Т-620. Установлено, что такие покрытия способствуют увеличению износостойкости поверхности в более чем 3 раза и снижению коэффициента трения в 6-8 раз по отношению к промышленной наплавке.

Разработанные СВС-электроды исходного состава $Ti+2B+0,9Co$ и режимы наплавки успешно прошли полевые испытания в ООО «АГРОГАЗСТРОЙ».

Основная научная новизна работы состоит в установлении закономерностей фазо- и структурообразования материала на основе диборида титана, а также его формуемости в зависимости от режимов СВС-экструзии.

Практическая значимость работы состоит в разработке нового способа получения электродов на основе композиционного материала системы Ti-B-Co (Патент РФ на изобретение № 2779580 от 09.09.2022) и режимов наплавки.

Установлено, что наплавка СВС-электродами приводит к повышению микротвердости рабочей поверхности деталей в 2-3 раза, износостойкости – в 3 и более раз, снижению коэффициента трения в 4-5 раз по сравнению со стальной поверхностью.

Результаты исследований внедрены в ООО «АГРОГАЗСТРОЙ» и позволили увеличить ресурс рабочих поверхностей зубьев ковшей экскаваторов в 2,6 раза по сравнению с деталями, используемыми серийно.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы обеспечена значительным количеством экспериментальных данных, применением современных взаимодополняющих аттестованных физико-химических методов и методик при исследовании микроструктуры и физико-механических свойств полученных материалов и изделий на их основе.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли хорошую апробацию. По теме диссертационной работы опубликовано 12 печатных работ, в том числе 5 статей в реферируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК, базы данных РИНЦ, Web of Science (в т.ч. Q1), 7

тезисов в сборниках трудов на перечисленных выше конференциях, получен 1 патент РФ.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям

Автором выполнены все требования, предъявляемые к диссертациям. На основе анализа литературных данных, грамотно сформулированы цели и задачи исследования, обоснован выбор материалов и методов их исследования. Экспериментальные результаты представлены четко, прекрасно иллюстрированы как в виде графиков и фотографий структур, так и текста их описывающего. Работа написана ясным языком. Диссертация и автореферат содержат необходимые разделы и соответствуют друг другу.

Замечания по работе:

1. Положения, выносимые на защиту, автором сформулированы недостаточно конкретно. Защищаются не «исследования..», а конкретный результат, эффект, состав и уровень, достигнутых свойств, закономерность;

2. На рисунки 5 диссертации *«Зависимость весовой доли частиц от их диаметра для порошков титана»* значения по оси весовой доли отсутствуют. Название оси *«Весовое распределение»* и вертикальное размещение рисунков не корректно;

3. Из описания методики прессования образцов не ясно, это одностороннее или двухстороннее прессование. Если одностороннее – как это сказывается на разнотности образцов?

4. Из рисунка 17 следует, при давлении 200 МПа и выше уплотнение не замедляется, а наоборот, ускоряется. Чем это можно объяснить?

Сделанные замечания не влияют на положительную в целом оценку диссертационной работы. Работа выполнена на высоком научном уровне. Цели и задачи диссертационной работы достигнуты, работа имеет научную и практическую значимость, а положения, выносимые на защиту, экспериментально доказаны.

Заключение

Учитывая актуальность и новизну полученных результатов, считаю, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решены научные и технологические вопросы СВС-экструзии электродов из тугоплавких материалов на основе диборида титана для получения защитных покрытий методом электродуговой наплавки.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам и содержанию диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Жидович Александра Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент

Профессор кафедры Материаловедения и технологии обработки материалов МАИ,

д.т.н., профессор

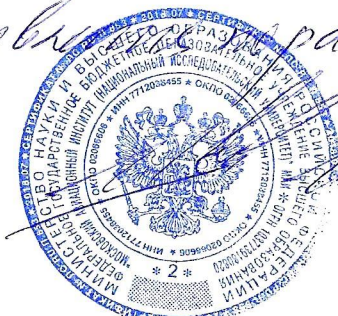


Шляпин Сергей Дмитриевич

«14» 11 2022 г.

Подпись Шляпина Сергея Дмитриевича удостоверяю

зам. нач. Турбинского центра «Турбинная»



Шляпин Сергей Дмитриевич,

Доктор технических наук, специальность 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», профессор кафедры Материаловедения и технологии обработки материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3.

Тел.: 8(916) 686-92-62. E-mail: sshliapin@yandex.ru