

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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.

Важным направлением современного материаловедения является улучшение качества поверхностей металлических изделий, находящихся под воздействием повышенных температур или агрессивных сред. Это приводит к различным видам изнашивания, и как следствие к ухудшению эксплуатационных свойств поверхностей. Одним из направлений восстановления и защиты изношенных поверхностей является разработка новых композиционных материалов для многокомпонентных функциональных покрытий, которые наносят на поверхности с помощью технологии электроискрового легирования. Данная технология позволяет не только восстановить эксплуатационные свойства поверхностей, но и улучшить некоторые характеристики. Одним из направлений совершенствования технологии электроискрового легирования является разработка новых составов композиционных электродов, которые должны обладать высокой эрозионной способностью и обеспечивать интенсивный массоперенос материала на обрабатываемую поверхность. Поэтому тематика представленной диссертационной работы является важной и актуальной.

В диссертационной работе проведено исследование закономерностей и механизмов горения, процессов фазо- и структурообразования в волне горения для многокомпонентных систем TiC-Me-связка, легированных элементами IV-V групп, что позволяет расширить диапазон электродов, применяемых в технологии электроискрового легирования.

Научная новизна данной работы состоит в следующем.

1. Установлена стадийность фазо- и структурообразования в волне горения СВС системы Ti-Zr-C-связка в зависимости от процента содержания Zr в твердом растворе. Показано, что вакуумный отжиг при 900 °C в течение 4 часов продуктов синтеза системы 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 ZrCo<sub>2</sub> с размером частиц менее 100 нм.

2. Установлена стадийность фазо- и структурообразование в волне горения СВС системы Ti-Nb-C-связка. 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 NbCo<sub>2</sub>, Ni<sub>3</sub>NbAl, Ni<sub>2</sub>NbAl.

3. Установлено, что выделившиеся в результате вакуумного отжига дисперсные фазы повышают в 1,5 раза эрозионную способность продуктов синтеза в дуге разряда импульсного электроискрового процесса и в 2 раза скорость формирования покрытий на подложках из стали и титанового сплава.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждается использованием современного оборудования и аттестованных методик исследований, значительным количеством экспериментальных данных и применением статических методов обработки результатов, сопоставлением полученных результатов с результатами других авторов.

По автореферату имеются следующие вопросы и замечания:

1. На стр. 17 сказано, что «Экспериментальные значения  $T_g$  показывают, что с повышением содержания связки уменьшается температура СВС-реакции, что соответствует результатам термодинамического расчета температуры горения», однако результаты термодинамического расчета температуры горения отсутствуют.

2. Из автореферата не ясно, при каких условиях эксплуатации (скорость скольжения, нагрузка) получены результаты трибологических исследований.

3. На стр. 17 в табл. 7 отсутствует расшифровка «Ктр».

Указанные замечания не снижают научной и прикладной ценности диссертационной работы.

В целом, на основании автореферата, можно сделать вывод, что представленная работа достойна положительной оценки, отвечает требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Манакова Ольга Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы.

Старший преподаватель кафедры  
физико-математических дисциплин  
Омского автобронетанкового  
инженерного института,  
кандидат технических наук, доцент



Е.В. Иванова

644022, г. Омск,  
ул. Лукашевича, д.1, кв. 158,  
тел: 8(3812)713388,  
E-mail: [elvliv@rambler.ru](mailto:elvliv@rambler.ru)

