

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рябинкиной Полины Андреевны тему: «Структура и свойства композиционных покрытий системы медь-хром, полученных методом детонационного напыления», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

Материал электрического контакта в значительной степени определяет его работоспособность, надежность и долговечность. В настоящее время при изготовлении электрических контактов широко используются композиты на основе меди, упрочненные Cr, W, Mo и др. Срок службы контакта определяется эрозионной стойкостью поверхностных слоев материала, из которого он изготовлен. Целесообразным, в связи с этим является проведение исследований, направленных на разработку эффективных способов поверхностного упрочнения электроконтактных материалов. Причем из известных в настоящее время способов нанесения защитных покрытий наиболее перспективным является детонационное напыление, поскольку оно позволяет свести к минимуму окисление составляющих структуры.

Изложенные выше соображения обуславливают актуальность диссертационной работы Рябинкиной П.А., посвященной разработке технологии получения композиционных покрытий системы медь-хром электротехнического назначения, на базе новых научных знаний об особенностях процессов структурообразования и взаимодействия материалов при детонационном напылении.

Среди наиболее значимых научных достижений автора следует назвать, прежде всего, определение параметров детонационного напыления, обеспечивающих получение композиционных покрытий системы медь-хром, характеризующихся равномерным распределением частиц упрочняющей фазы в матрице, низкой пористостью (~ 1 %), высоким уровнем твердости и адгезионной прочности, а также удельным электрическим сопротивлением в диапазоне  $4,3 \times 10^{-8} - 7,1 \times 10^{-8}$  Ом $\times$ м.

Определены характеристики микроструктуры медных покрытий, полученных методом детонационного напыления на медных и стальных подложках: в сформированных покрытиях плотность дислокаций возрастает в 5,5 – 13,5 раз по сравнению с исходным порошком меди. Доказано, что в структуре полученных покрытий формируются преимущественно винтовые дислокации.

С использованием численного моделирования, показано, что при взаимодействии нагретых, но не расплавленных частиц с подложкой происходит их частичное оплавление. Установлено, что геометрические параметры сплэтов, выявленные расчетным путем, согласуются с экспериментальными данными по детонационному напылению единичных частиц.

Показано, что в образцах с детонационными покрытиями, содержащими от 33 до 43 мас. % хрома, при воздействии электрической дуги не образуются выбросы материала, способствующие интенсификации эрозии поверхностных слоев при замыканиях контактов.

Положительной оценки заслуживает также практическая часть работы, связанная с разработкой композиционных покрытий системы медь-хром, обладающих комплексом свойств, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к материалам для изготовления электрических контактов высоковольтной аппаратуры. Обоснованные в работе рекомендации по составам порошковых смесей и параметрам детонационного напыления качественных медно-хромовых покрытий нашли практическое применение в ООО «Коммутационные, электронные, преобразовательные системы».

Представленные результаты достоверны, поскольку теоретические исследования выполнялись с использованием базовых положений и фундаментальных основ современ-

ного материаловедения, а экспериментальные – с применением стандартных и оригинальных методик, современной технологической и аналитической аппаратуры.

Замечания:

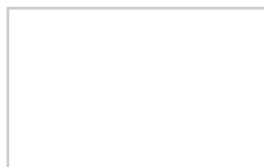
1. На с. 13 описаны различия структуры и свойств детонационных покрытий, полученных с использованием смесей на основе различных исходных порошков: GTV912/ПХ2; ПМР46/ПХ24; ПМР24/ПХ24. Однако механизмы обнаруженных эффектов не обсуждаются (в частности, влияние гранулометрического и примесного состава исходных порошков).

2. Не совсем понятно, является ли состав покрытия, приведенный на с. 17 (1-й абзац сверху), оптимальным. Отсутствие выступов на поверхности покрытия после десятикратного воздействия электрической дуги является не единственным, необходимым и достаточным условием, свидетельствующим о работоспособности покрытия. Представляется, что формирование горячих трещин, показанных на рис. 11, в, является фактором негативным, снижающим работоспособность покрытия.

Указанные замечания не затрагивают основных положений рецензируемой работы и не сказываются на её общей положительной оценке. Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, в том числе п. 9, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Рябинкина Полина Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор технических наук,  
профессор, профессор кафедры  
«Материаловедение и технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический  
университет (НПИ) имени М.И. Платова»  
346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д.132;  
Тел. +7 (8635) 255 486. E-mail: dvyu56.56@mail.ru.

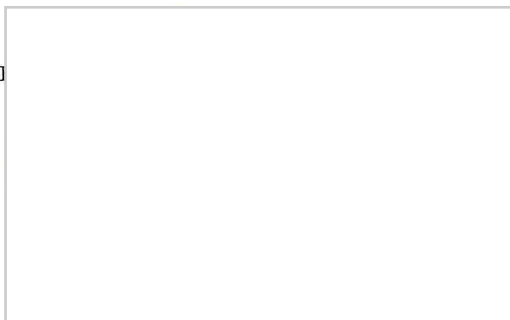
Я, Дорофеев Владимир Юрьевич, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Рябинкиной П.А.



Дорофеев Владимир Юрьевич

Подпись д. т. н., проф. Дорофеева Владимира Юрьевича заверяю:

Учёный секретарь  
ученого совета  
ЮРГПУ (НПИ)



Холодкова Нина Николаевна

Холодкова Н.Н. 13.12.2021 