

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кирюханцева-Корнеева Ф.В. «Получение многофункциональных ионно-плазменных покрытий с использованием СВС-композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Применение плёнок и покрытий, получаемых вакуумными методами осаждения из паровой фазы, позволяет повысить качество, надёжность и долговечность ответственных деталей техники. Перспективным является создание керамических покрытий с нанокompозитной структурой, состоящей из нанокристаллитов, окружённых аморфными областями, обладающих уникальным сочетанием физико-механических характеристик, а также высокой термической стабильностью и повышенной стойкостью к окислению. Введение в состав аморфизирующих добавок, таких как Si и B, обеспечивающих формирование нанокompозитной или аморфной структуры, а также Al, Cr, Ni, способствующих повышению коррозионной стойкости покрытий, может быть реализовано на этапе изготовления мишеней для последующего распыления в вакууме. Метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза при изготовлении многокомпонентных мишеней из тугоплавких соединений, боридов, силицидов, карбидов переходных металлов, по сравнению с другими методами порошковой металлургии, имеет преимущества, такие как: относительная простота реализации, экономическая эффективность, высокая плотность и однородность структуры получаемых материалов, отсутствие ограничений по температуре порошковой смеси, повышенная чистота за счёт эффекта самоочистки в волне горения. Данная работа, направленная на создание новых составов и технологий нанесения защитных функциональных покрытий с использованием многофазных мишеней, является безусловно актуальной, что подтверждается также финансовой поддержкой различных фондов и программ (ФЦП, РНФ, РФФИ и т.д.), публикациями в престижных журналах (Corrosion Science, импакт-фактор 7.7, Applied Surface Science, импакт фактор 7.4, Ceramic International, импакт-фактор 5.5 и т.д.), приглашёнными докладами на ведущих международных конференциях.

Научная новизна работы заключается в установлении закономерностей влияния аморфизирующих (Si, B) и функциональных добавок (Al, Cr, Ni, N, C) на структуру и свойства покрытий, предназначенных для повышения износостойкости металлообрабатывающего инструмента, стойкости к окислению изделий из жаропрочных материалов, стойкости к абразивному и эрозионному износу оптических элементов. Высокие защитные функции покрытий обеспечиваются за счёт формирования нанокompозиционных и аморфных структур, а также плотных поверхностных плёнок на

основе оксидов функциональных добавок, образующихся при выдержке на воздухе при высоких температурах или в результате трибохимических реакций. Впервые получены двух- и трехслойные покрытия с нижним электроискровым слоем, высокая коррозионная стойкость которых в жидких и газовых средах обусловлена эффектом залечивания/герметизации поверхностных дефектов (микротрещин, частиц капельной фазы) в результате нанесения слоев методами ионно-плазменного осаждения, тогда как нижний электроискровой подслой обеспечивает высокую износостойкость в условиях трения и ударного воздействия. Разработаны оптически-прозрачные покрытия на основе BN и Si₃N₄ с твердостью 10-15 ГПа, коэффициентом пропускания 60-90 % и показателем преломления 1.97-2.68.

Практическая значимость выполненной работы высокая. Разработаны новые составы ионно-плазменных покрытий на основе ультравысокотемпературной керамики (TiN, TiC, TiB₂, ZrB₂, SiC) для широкого диапазона применений. Отдельно стоит отметить разработку новых технологических подходов для получения покрытий в вакууме методами физического осаждения из паровой фазы (PVD): напыление при одновременной ионной имплантации (ноу-хау № 199-164-2006 от 18.04.2006, ТИ 22-11301236-2005), совмещение ионно-плазменного напыления с электроискровым легированием (патент РФ 2729278 от 05.08.2020, ТИ 53-11301236-2022). Показана возможность практического применения СВС-композиционных материалов для распыления/испарения в технологических источниках, реализующих различные методы PVD. Важность результатов подтверждается актами промышленных испытаний покрытий, проведенных на таких предприятиях, как АО «РСК «МИГ», ОАО «ПКО «Теплообменник», ОАО «Автофрамос», ООО НПФ «УМГ», ООО «ГрафитЭл-МЭЗ», АО «Композит», ООО «ФерроПолимер», АО «НИТС им. В.Ф. Солинова».

Диссертационная работа Кирюханцева-Корнеева Ф.В. выполнена на высоком профессиональном уровне. Можно отметить безусловную актуальность и научную новизну диссертационного исследования, обоснованность экспериментальных результатов, убедительные пути практической реализации разработок. Материалы диссертации опубликованы в журналах, входящих в перечень ВАК (88 статей) и базы данных SCOPUS (85 статей), WEB OF SCIENCE (68 статей). Имеется 255 публикаций в сборниках трудов международных конференций, 2 патента, 8 ноу-хау, 4 учебно-методических пособия.

По автореферату диссертации можно сделать следующие замечания и пожелания:

1. Отправной точкой работы являются керамические многофазные мишени для распыления. Следовало бы привести более полную информацию по их составам и структуре, добавить минимальный иллюстративный материал по мишеням в текст автореферата.

2. Отсутствует информация о физических характеристиках полученных многокомпонентных покрытий, прежде всего – о температуре плавления. Для новых составов (ZrBN, SiBC, SiBCN, MoSiB, ZrSiB, ZrMoSiB) такая информация представляет особый научный интерес.

3. В автореферате подход к обозначению составов покрытий отличается по ходу повествования, что затрудняет восприятие материала.

Замечания являются частными и не умаляют достоинств выполненной работы. Поставленные цели достигнуты, задачи выполнены, положения, выносимые на защиту, доказаны. Диссертационная работа «Получение многофункциональных ионно-плазменных покрытий с использованием СВС- композиционных материалов», представленная на соискание степени доктора технических наук, соответствует требованиям Положениям о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС». Соискателю Кирюханцеву-Корнееву Ф.В. может быть присвоена степень доктора технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Сергей Александрович Кузнецов, доктор химических наук (02.00.05: Электрохимия), Директор Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, заведующий лабораторией высокотемпературной химии и электрохимии, Федеральный исследовательский центр Кольский научный центр Российской академии наук, 184209 г. Апатиты, Мурманская обл., ул. Ферсмана, 14, Тел. 8 (81555) 7-97-30, E-mail: s.kuznetsov@ksc.ru

Кузнецов Сергей Александрович



«05» декабря 2022 г.

Подпись Кузнецова Сергея Александровича,

д.х.н., директора ИХТРЭМС КНЦ РАН

по месту работы удостоверяю:



помощник директора Соловьева Валерия Викторовна

07.12.2022 г.

