ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МИФИ

ИАТЭ НИЯУ МИФИ

ЛАБОРАТОРИЯ МАТЕРИАЛОВ ИАТЭ

XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР

СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ

МНТ-XIV

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

13 июня – 15 июня 2017 г.

ОБНИНСК

Международный семинар «Структурные основы модифицирования материалов» МНТ-XIV проведен при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант 17-02-20205 г) и ООО «Лаборатория материалов ИАТЭ»

Тезисы докладов опубликованы в авторской редакции.

Колотов А.А., Воробьев В.Л., Порсев В. Е., Баянкин В.Я. 85
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И СЕГРЕГАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В АМОРФНЫХ СПЛАВАХ ПРИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Картапова Т.С., Гильмутдинов Ф.З., Бакиева О.Р., Воробьёв В.Л., Колотов А.А., Ветошкин В.М., Баянкин В.Я., Решетников С.М., Борисова Е.М. 86
ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНОК И УГЛЕРОДНО-АЗОТНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ ЖЕЛЕЗА

Романов Д.А., Гостевская А.Н., Септиков М.А., Громов В.Е. 87
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БЕСПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ TiC-TiAl, TiB_2-TiAl С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО НАПЫЛЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Баскаков Е.Б., Безруков А.В., Бендрышев Ю.Н., Косушкин В.Г., Стрелов В.И. 90
ТОНКИЕ ПЛЕНКИ SmS, СФОРМИРОВАННЫЕ МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Кузьмина О.В., Куликова Г.И. 92
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОРУНДОВЫХ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Мухаметхафизова Л.С., Атрощенко И.Г., Никулина О.В., Степанов П.А., Строева О.А. 94
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Клемазов К.В., Кордо М.Н., Забежайлов М.О., Миронов Р.А. 96
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ В АЛЮМОХРОМФОСФАТНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Дегтярёва А.Г., Жигалина О.М., Хмеленин Д.Н., Симонов В.Н. 99
СТРУКТУРА И МИКРОТВЕРДОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ У8 ПОСЛЕ ДЕФОРМИРУЮЩЕГО РЕЗАНИЯ

аналогичных пленок, полученных магнетронным напылением углерода в смеси Ar-20%N. Проведен их сравнительный анализ совместно с данными компактного пиролитического графита, подвергнутого имплантации ионов аргона и азота в тех же режимах. РФЭС методом изучено межатомное взаимодействие в пленках и показано наличие трех неэквивалентных химических состояний атомов азота в углеродной (с имплантацией азота) и карбонитридной пленке. Проведена количественная оценка концентрации азота. В спектрах C1s основной интенсивный пик углерода соответствует связи C-C, аналогично графиту. Второй интенсивный пик этого же спектра соответствует C-C связи в разупорядоченном углероде. По данным рамановской спектроскопии, исходная магнетронная пленка разупорядочена, а последующая бомбардировка ионами аргона и азота приводят к качественно одинаковым результатам – дальнейшему разупорядочению структуры пленки. Изучены электрохимические свойства углеродных пленок, полученных магнетронным напылением с последующим перемешиванием потоком ионами аргона. Показано улучшение коррозионно-электрохимического поведения железа с углеродными покрытиями в кислых и нейтральных средах.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 16-43-180765 р_а и проекта «Умник» дог. № 9302 ГУ2015

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БЕСПОРИСТЫХ ПОКРЫТИЙ TiC-TiAl, TiB_2-TiAl С НИЗКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТРЕНИЯ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО НАПЫЛЕНИЯ И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Романов Д.А., Гостевская А.Н., Септиков М.А., Громов В.Е.
Россия, Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный университет
romanov_da@physics.sibsiu.ru

Целью настоящей работы являлась разработка научных основ экологически чистой технологии получения беспористых многофункциональных покрытий систем TiC-TiAl, TiB_2-TiAl с низким коэффициентом трения методами электровзрывного

напыления (ЭВН) и последующей электронно-пучковой обработки (ЭПО).

В рамках математического моделирования на основе расчета механических напряжений на границе «многослойное покрытие–подложка» с помощью матричных алгоритмов теории упругости неоднородных сред установлены значения параметров воздействия ЭВН и ЭПО, обеспечивающие максимальные значение механических напряжений. С позиций физики плазмы и электрофизики, опираясь на результаты математического моделирования, проведена оптимизация режимов работы используемых в проекте электрофизических установок, генерирующих потоки плазмы и импульсно-периодические высокоинтенсивные электронные пучки с параметрами, обеспечивающими термокинетические условия для получения композиционных покрытий с регламентированной структурой. В рамках физического материаловедения выявлены и проанализированы закономерности электровзрывного напыления и электронно-пучкового модифицирования структурно-фазового состояния покрытий систем TiC-TiAl TiB_2-TiAl, проведены исследования структурно-фазовых состояний покрытий, формирующихся в широком интервале значений параметров внешнего воздействия (длительности импульса воздействия, плотности энергии плазменных струй и пучков электронов, частоты их следования и количества импульсов воздействия). Методами металлографии, сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа проведены исследования фазового и элементного состава, дефектной субструктуры покрытия и переходного слоя между покрытием и подложкой. С позиций механики деформируемого твердого тела проведен комплексный анализ физико-механических и трибологических свойств композиционных покрытий (микро- и нанотвердость, модуль упругости, коэффициент трения, износостойкость в условиях сухого трения), обоснованы критерии выбора практически значимых композиций на основе карбидов, боридов металлов и оптимизированы режимы электровзрывного напыления и электронно-пучковой обработки.

Получены интерметаллидные универсальные композиционные беспористые покрытия, обладающих низким коэффициентом трения, покрытий на основе износостойких систем TiC-TiAl и TiB_2-TiAl. Их модифицирование реализовано в две стадии. На первой стадии проведено электровзрывное напыление покрытий с наполненной структурой. На второй стадии осуществлено облучение сформированных покрытий высокоинтенсивными импульсными электронными пучками с целью снижения степени шероховатости поверхности, гомогенизации состава и наноструктурирования, повышения износостойкости и твёрдости. Наноструктурирование покрытий толщиной в десятки микрометров до размера кристаллитов менее 100 нм осуществлено в условиях импульсно-периодического электронно-пучкового переплавления материала покрытия и последующего его высокоскоростного охлаждения путем отвода тепла в объем интегрально холодного материала подложки.

Композиционные покрытия выбранных систем TiC-TiAl и TiB_2-TiAl нанесены на штамповую оснастку из штамповых сталей Х12МФ и 5ХНМ, методом электровзрывного напыления на электровзрывной установке ЭВУ 60/10 М (Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк) с использованием алюминиевой фольги, а также порошков титана, диборида титана и карбида титана с размером частиц 0,1…1,0 мкм. Покрытия нанесены при тепловом воздействии, вызывающем нагрев поверхности подложки до температуры плавления.

Импульсное переплавление поверхностного слоя выполнено высокоинтенсивными электронными пучками, обеспечивающими контролируемый нагрев до температуры выше температуры плавления и самозакалку из расплава со скоростями охлаждения до 1000000 К/с (длительность импульса 50…200 мкс, плотность энергии пучка электронов до 100 Дж/см^2, частота следования импульсов воздействия пучка до 10 Гц, толщина расплава 20…30 мкм) Данные условия облучения позволяют формировать поверхностные сплавы с нано- и субмикрокристаллической структурой, обладающие высокими физико-механическими свойствами.

В результате этого теоретически и экспериментально выявлены закономерности и вскрыта физическая природа формирования эксплуатационных свойств композиционных материалов покрытий систем TiC-TiAl и TiB_2-TiAl, нанесенных методом электровзрывного напыления с последующей электронно-пучковой обработкой. Разработаны рекомендации по практическому использованию полученных результатов. Формируемые покрытия имеют физико-механические свойства, существенно (в 3–5 раз) превышающие соответствующих свойств материала подложки и размытую границу раздела с ней. Последнее определит полную совместимость покрытия с материалом основы и обеспечит его высокую стойкость к внешнему воздействию. Залогом успешного выполнения проекта является высокий уровень профессионализма коллектива исполнителей, значительный объем положительных результатов по заявляемой теме проекта, полученных в ходе предварительных исследований, наличием современного приборного обеспечения.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-32-60032 мол_а_дк и при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-1118.2017.2.

ТОНКИЕ ПЛЕНКИ SmS, СФОРМИРОВАННЫЕ МАГНЕТРОННЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Баскаков Е.Б., Безруков А.В., Бендрышев Ю.Н., Косушкин В.Г., Стрелов В.И.

Россия, Калуга, Лаборатория Космического материаловедения ИК РАН — филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, baskak92@gmail.com

В настоящее время появилась возможность создания высокоэффективного термопреобразователя на основе сульфида самария (SmS), проявляющего эффект возникновения термоЭДС без создания разности температур, что позволит разработать на его основе перспективный и эффективный промышленный образец теплоэлектрогенератора с КПД до 30% (и более).