

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кирюханцева-Корнеева Филиппа Владимировича на тему «Получение многофункциональных ионно-плазменных покрытий с использованием СВС- композиционных материалов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности

2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Нанесение защитных и функциональных нанокomпозиционных покрытий методами ионно-плазменного напыления связано со сложностью изготовления катодных материалов с высоким содержанием аморфизаторов (Si, B). Введение в состав малых добавок аморфизаторов можно реализовать обычным литьем, однако большие концентрации кремния и бора добавить технически сложно вследствие ликвации. Применение нескольких распылителей с однокомпонентными мишенями экономически неоправданно вследствие увеличения громоздкости оборудования роста числа источников, а также повышенных требований по обеспечению равномерности состава. В представленной работе указанные сложности устранены за счет применения многокомпонентных мишеней-катодов, получаемых методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Подобные мишени успешно применены при нанесении жаро- и коррозионно-стойких, износостойких, а также оптически прозрачных нанокomпозиционных покрытий на ответственные изделия машиностроения, которые подвергаются воздействию трения, износу, эрозии, высоких температур и агрессивных сред. Все это направлено на повышение срока службы и эксплуатационных свойств конструкционных и функциональных материалов, и это определяет *актуальность* работы.

Научная новизна работы заключается в том, что установлены закономерности влияния легирующих элементов (Si, Cr, Al, Ni) на фазовый состав, структуру, химические, механические и трибологические свойства нанокomпозитных покрытий на основе TiBN и TiCN, полученных при магнетронном распылении СВС-мишеней. При этом впервые получены экспериментальные результаты, подтверждающие формирование оптимальных структур для практического применения. Впервые изучены особенности структуры и свойств покрытий, полученных с использованием СВС композиционных мишеней в методах магнетронного напыления с ионной имплантацией, импульсного дугового испарения, высокоомощного импульсного магнетронного напыления.

Впервые определена взаимосвязь элементного и фазового состава, структуры и жаростойкости многокомпонентных ионно-плазменных покрытий на основе MoSi_2 , ZrB_2 , SiC, а также закономерности формирования поверхностных защитных слоев, обеспечивающих максимальный уровень рабочих температур. При этом установлены структурные особенности многослойных ионно-плазменных покрытий с ЭИЛ-подслоем и закономерности их поведения в условиях трибоконтакта, воздействия агрессивных жидких и газовых сред. Найдены зависимости оптических характеристик бескислородных тонкопленочных структур в системах ZrBN и ZrSiBN, получаемых по различным ионно-плазменным технологиям.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке: технологических инструкций на процессы ионно-плазменного осаждения сверхтвердых многокомпонентных наноструктурных покрытий на металлические и неметаллические подложки при одновременной ионной имплантации; методики ионно-плазменного осаждения наноструктурированных покрытий Ti-Cr-B-N толщиной менее 100 нм на металлические и неметаллические подложки для измерения топологии, механических и трибологических свойств; способов получения однослойных и многослойных защитных покрытий методом ионно-плазменного напыления; методов получения жаростойких и износостойких многослойных покрытий по комбинированной технологии электроискрового легирования и ионно-плазменного напыления.

Разработанные покрытия прошли успешные производственные испытания на металлообрабатывающем инструменте из твердого сплава ВК и быстрорежущей стали Р6М5 при обработке резанием конструкционных и инструментальных сталей, титановых и алюминиевых сплавов; на крепежных элементах печного оборудования из углеродных материалов, подверженных нагреву до 1600 °С при воздействии расплава алюминия; образцах жаропрочных никелевых сплавов марок АЖК и ЭП741НП, полученных методом селективного лазерного сплавления; на лотках из жаростойкой стали 20Х23Р18, подверженных окислению и истиранию; на образцах оптического стекла, используемых при изготовлении деталей конструкционной оптики.

На результаты диссертационной работы получены 2 патента РФ и 10 ноу-хау.

К положительным сторонам диссертации Ф.В. Кирюханцева-Корнеева следует отнести то, что работа выполнена на высоком профессиональном уровне, имеет безусловную актуальность и научную новизну, обоснованность экспериментальных результатов, результаты работы хорошо апробированы на множестве Международных и российских конференциях.

Материалы диссертации опубликованы в 88 статьях в журналах из перечня ВАК, в том числе 85 и 68 статей входят в базы данных Scopus и Web of Science соответственно, имеются статьи в журналах категории Q1 (Ceram. Int., Surf. Coat. Technol., Corr. Sci., Appl. Surf. Sci. и т.д.).

Как и любая большая работа, диссертация не лишена **недостатков**:

- В автореферате вместо «Целью работы является...» необходимо было написать «Целью работы явилось...», т.к. диссертация есть работа завершенная.

- Научная новизна оформлена как пункты основных выводов, а следует указать то, что впервые было сделано соискателем, разработано и т.д. именно с точки зрения научной новизны полученных результатов.

- В практической значимости было бы хорошо показать получение акта(ов) о внедрении и использовании результатов на профильных предприятиях.

- В положениях, выносимых на защиту, также есть не совсем корректные фразы. Например, в положениях, выносимых на защиту, используется термин «закономерности»,

которые невозможно выносить на защиту, а можно выносить на защиту установленные (или выявленные) соискателем закономерности.

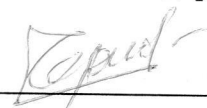
- В автореферате на рисунках с РФЭС-спектрами (рис. 10, рис. 20) не показаны положения линий для обнаруженных химических связей согласно справочным данным.

Данные замечания не снижают достоинств выполненной работы. Поставленные цели и задачи достигнуты, выводы соответствуют поставленной цели и решаемым задачам. Диссертационная работа «Получение многофункциональных ионно-плазменных покрытий с использованием СВС композиционных материалов», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней (№ 842 от 24.09.2013 г.) в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС».

Считаю, что соискатель Ф.В. Кирюханцев-Корнеев достоин присвоения степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы» за разработку защитных (жаростойких, коррозионно-стойких, износостойких) и функциональных (оптически прозрачных) наноструктурных покрытий, получаемых методами ионно-плазменного осаждения с использованием композиционных СВС-материалов.

Даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Ф.В. Кирюханцева-Корнеева.

Профессор, доктор физико-математических наук
(01.04.07 – Физика конденсированного состояния),
профессор отделения ядерной физики и технологий
офиса образовательных программ ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»



Чернов Иван Ильич

«25» ноября 2022 г.

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31

Тел.: +7 (495) 788-56-99, доб.92-72

E-mail: i_chernov@mail.ru



Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИИЯУ МИФИ

В. М. Самородов