

## 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

Поиск и разработка новых составов нанокompозитных покрытий, обладающих улучшенными физико-механическими, триботехническими и электрохимическими свойствами по сравнению с традиционно используемыми однофазными тонкоплёночными материалами, являются одними из важнейших направлений в области инженерии поверхности. Актуальность диссертационной работы подтверждается ее поддержкой в рамках проектов Федеральных целевых программ, грантов РНФ, РФФИ и др.

Диссертационная работа Кирюханцева-Корнеева Ф.В. посвящена созданию защитных (жаростойких, коррозионностойких, износостойких) и функциональных (оптически прозрачных) наноструктурных покрытий, предназначенных для повышения ресурса работы и эксплуатационных характеристик ответственных изделий машиностроения, подвергающихся воздействию трения, износа, эрозии, высоких температур и агрессивных сред. Покрытия получены ионно-плазменными методами нанесения с использованием современного оборудования и композиционных СВС-материалов. Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается глубоким системным анализом структуры покрытий с использованием самых современных экспериментальных методов и оборудования для изучения структуры и свойств нанесенных покрытий, а также получением заданных эксплуатационных характеристик различных изделий для машиностроения.

Научная новизна диссертации заключается, прежде всего, в разработке научного направления в области системного анализа закономерностей влияния легирующих добавок (Si, Cr, Al, Ni) на структуру и свойства нанокompозиционных покрытий TiBN и TiCN, состоящих из нанокристаллитов ГЦК-фазы nc-TiCr(C)N и аморфных фаз a-CrB/a-BN или a-SiCN/a-C, и обеспечивающих сочетание высокой твёрдости (до 30 ГПа), износостойкости, наличие диффузионно-барьерных свойств, термической стабильности и жаростойкости до 800-1000°C, что и определяет защитные функции покрытий в различных условиях эксплуатации изделий.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологических процессов ионно-плазменного осаждения сверхтвёрдых многокомпонентных наноструктурных покрытий на металлические и неметаллические подложки при одновременной ионной имплантации и рекомендациях практического применения СВС-композиционных материалов для распыления/испарения в технологических источниках, реализующих методы МН, ИМН, ВМИМН, ИКДИ.

Наиболее важными результатами настоящего исследования следует отметить следующие:

- разработка новых износостойких покрытий TiCrBN и TiCrSiCN для упрочнения режущего инструмента, обладающих предельно высокой термической стабильностью, и, в отличие от алюмосодержащих составов, не претерпевающих фазовых превращений с выделением дополнительных кристаллических фаз (AlN для TiAlN или TiAlSiN);

- получение тонких покрытий со структурой МАХ-фаз. Повышение предельных рабочих температур известных покрытий на основе дисилицида молибдена, диборида циркония и карбида кремния за счёт комплексного легирования элементами, повышающими стабильность и защитные свойства формирующихся при нагреве поверхностных плёнок;

- реализация технологии вакуумного нанесения многослойных покрытий с несущими толстыми подслоями повышенной жёсткости, получаемыми методом

электроискрового легирования. Экранирование дефектов поверхности нижних слоёв поверхностными ионно-плазменными покрытиями, что способствует многократному снижению плотностей тока коррозии и глубины окисления при тестировании в агрессивных жидких и газовых средах, соответственно;

- высокий потенциал практической реализации обнаружения и обоснования эффекта оптической прозрачности в бескислородных керамических покрытиях ZrBN.

В целом в докторской диссертации Кирюханцева-Корнеева Ф.В. развит и представлен единый комплексный подход к решению важной практической задачи – разработке новых составов защитных (жаростойких, коррозионностойких, износостойких) и функциональных (оптически прозрачных) наноструктурных покрытий, предназначенных для повышения ресурса работы и эксплуатационных характеристик ответственных изделий машиностроения. Работа выполнена на высоком научном уровне, ее результаты имеют широкое прикладное значение и могут быть использованы в отраслях, требующих применения материалов, подвергающихся воздействию трения, износа, эрозии, высоких температур и агрессивных сред в различных условиях эксплуатации, включая экстремальные условия.

Результаты выполненных исследований, составившие диссертацию Кирюханцева-Корнеева Ф.В., широко опубликованы в авторитетных научных изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых базами Web of Science и Scopus.

Имеется следующее **замечание** по автореферату:

Украшением работы могло бы стать обобщение полученных результатов в виде схемы либо формулировки научных основ формирования нового класса покрытий, а именно «многофункциональных ионно-плазменных покрытий, сформированных из СВС-композиционных материалов». Замечание носит рекомендательный характер и не меняет общего положительного впечатления от выполненного на высоком научном уровне исследования.

Диссертационное исследование Ф.В. Кирюханцева-Корнеева полностью соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор, Филипп Владимирович Кирюханцев-Корнеев заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.5 – порошковая металлургия и композиционные материалы.

Я, Панин Сергей Викторович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой их диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

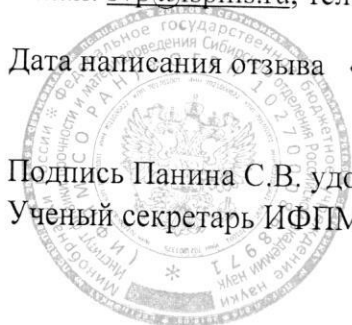
Заведующий лабораторией механики  
полимерных композиционных материалов  
Федерального государственного бюджетного  
учреждения науки Институт физики прочности  
и материаловедения Сибирского отделения  
Российской Академии наук,  
доктор технических наук (1.1.8 – Механика  
деформируемого твердого тела),  
профессор, профессор РАН  
e-mail: [svp@ispms.ru](mailto:svp@ispms.ru), тел. 3822 286904



Сергей Викторович Панин

Дата написания отзыва « 02 » 12 2022 г.

Подпись Панина С.В. удостоверяю  
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН, к.ф.-м.н.



Матолыгина Н.Ю.