



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НИЦ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № <u>3227</u>	в ДЕЛО
<u>11</u> <u>09</u> 20 <u>17</u>	№
Осн. <u>4</u> л.	подп.
Прил. _____ л.	

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского горного
университета
д.т.н., профессор



Грушко В.Л.
« _____ » 2017г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» на диссертационную работу

Бобковой Татьяны Игоревны

**на тему: «Разработка материалов и технологии получения
износостойких градиентных покрытий на базе наноструктурированных
композиционных порошков»,**

представленную на соискание ученой степени **кандидата технических наук**
по специальности **05.16.09-** материаловедение (машиностроение)

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном
унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский институт
конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Актуальность работы

Развитие машиностроительной отрасли в настоящее время ведется в
направлении увеличения рабочих скоростей, температур, контактных
нагрузок, а также ужесточения условий эксплуатации (агрессивные среды,
условия сухого трения, увеличение межремонтных пробегов) ответственных
деталей и узлов. Зачастую происходит синергетическое воздействие
нескольких разрушающих факторов на рабочие поверхности, что приводит к
их преждевременному износу. Данная тенденция определяет активное
развитие области нанесения защитных и восстановительных покрытий,
наносимых газотермическими методами. Известно, что напыляемые
пластичные материалы обеспечивает высокую адгезию, но низкие твердость

и износостойкость, а напыляемые керамические покрытия позволяют достигнуть высоких значений твердости, но, при этом, имеют критически низкие показатели адгезии. Дальнейшее развитие данного направления по формированию специальных покрытий невозможно без разработки новых наноструктурированных композиционных материалов для напыления, состоящих из пластичного матричного и упрочняющего армирующего компонентов, а также без адаптации и модернизации существующих методов напыления. Такие композиционные порошки могут обеспечить достижение высоких механических и эксплуатационных характеристик покрытий без снижения уровня эксплуатационных за счет градиента по составу и свойствам.

В связи с вышеперечисленным, можно считать, что рассматриваемая диссертационная работа, посвященная вопросам композиционных наноструктурированных порошков для напыления и технологий формирования износостойких градиентных покрытий, весьма актуальна.

Данная диссертационная работа обладает **существенной научной новизной**, обусловленной разработкой новых видов композиционных наноструктурированных порошков для газотермического напыления износостойких покрытий с уникальным комплексом высоких механических и эксплуатационных свойств, а также разработке и реализации нового подхода формирования наноструктурированных функционально-градиентных покрытий. Наиболее важным научным результатом работы можно считать установление на примере системы Ti/WC возможности повышения уровня коррозионной стойкости покрытия на три класса (с «Стойкие» до «Совершенно стойкие») при использовании для армирования плакированного титаном нанопорошка карбида вольфрама с сохранением твердости, соизмеримой с твердостью покрытия, напыляемого из композиционного порошка титана, армированного нанопорошком карбида вольфрама (878 HV).

Практическая значимость работы заключается в разработке широкого спектра наноструктурированных композиционных порошков для газотермического напыления покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками для защиты и восстановления ответственных деталей и узлов из сплавов железа, меди, алюминия, никеля. Важной представляется разработка способа получения функциональных покрытий с пониженной пористостью, повышенными показателями твердости и износостойкости при рабочих температурах до 400°C на основе композиционных порошков и сплава системы никель-хром с оптимизированным составом (получены патенты РФ на состав сплава № 2561627 и технологию напыления № 2551037). Такие покрытия необходимы для эффективной работы узлов трения в режиме экстренного торможения и больших контактных нагрузок. Важнейшими результатами работы являются разработанные практические рекомендации для предприятий химической, машиностроительной и ремонтной отраслей, которые были успешно реализованы для продления

срока эксплуатации титанового реактора синтеза на базе ИХФ РАН; для создания роботизированных участков ведения восстановительных работ на узлах трения тяжелой строительной техники на базе ОАО «Специализированное управление №2» и ООО «ИТ Концепт»; для создания образцов конструкционно-функциональных элементов, имеющих контактную кольцевую поверхность узлов трения затворов судовой трубопроводной арматуры для АО ЦТСС КБ «Армас».

Также необходимо отметить разработку технологических инструкций и руководящих документов на технологические процессы получения исходных композиционных порошковых материалов и нанесения функциональных покрытий на их основе (№35.343.05.13.ТИ, № 35.378.03.14.ТИ, №35.378.02.14.ТИ, № РД5.УЕИА.3653-2014, части 1 и 2, № 35.343.02.13.ТИ), которые полностью готовы к внедрению на предприятиях, обладающих требуемой инфраструктурой.

В качестве **замечаний** по диссертационной работе можно отметить следующее:

1. Недостаточно проработаны вопросы экономической оценки предлагаемых технических решений, в частности, сравнения стоимости разработанных наноструктурированных композиционных порошков с возможными аналогами.

2. При указании численных значений твердости, адгезии и микротвердости автор не приводит нагрузки, при которых производились измерения, а также погрешность измерений.

3. При описании экспериментов по плазмохимическому синтезу нанопорошков нитрида титана целесообразно было указать особенности процесса, технологические режимы и фракционные составы синтезируемых порошков.

Оценивая диссертационную работу в целом можно сделать следующие **выводы**:

1. Диссертация посвящена актуальной и практически важной теме - разработке материалов и технологии получения износостойких градиентных покрытий на базе наноструктурированных композиционных порошков, и содержит без сомнения новые научные результаты.

2. Достоверность результатов подтверждена большим количеством экспериментальных данных, а также их сопоставлением с данными из литературных источников.

3. Результаты диссертационной работы хорошо освещены в научных публикациях автора и доложены на научных семинарах и конференциях высокого уровня.

4. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

5. Разработанные материалы и технологии можно рекомендовать для внедрения в отрасли современного машиностроения, такие как судостроение, тяжелое машиностроение, прецизионное машиностроение (в частности для

ОАО «Балтийский завод», ФГУП «Средне-Невский судостроительный завод, ОАО «Адмиралтейские верфи», ЗАО «Пелла-Фиорд», Группа ОМЗ Спецсталь, ПАО «Северсталь», ЦКБ МТ «Рубин», НТО имени академика А.Н.Крылова, ФГУП «Крыловский государственный научный центр», ОАО «ЗЦС», Союз машиностроителей России, НПО «Сатурн», АО «ОКБМ Африкантов», Lappeenranta University of Technology, ОАО «Кировский завод», АО «ЦНИИ Курс», ОАО «СУ №2», ООО «Элефант», ПАО Судостроительный завод «Северная верфь»).

Диссертационная работа Бобковой Татьяны Игоревны «Разработка материалов и технологии получения износостойких градиентных покрытий на базе наноструктурированных композиционных порошков» полностью отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09- Материаловедение (машиностроение).

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры материаловедения и технологии художественных изделий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» (Протокол №1 от «31» августа 2017 года).

Отзыв составили:

Пряхин Евгений Иванович,
профессор, доктор технических наук,
заведующий кафедрой материаловедения
и технологии художественных изделий,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

Горшкова Тамара Петровна,
доцент, кандидат технических наук
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»,
Почтовый адрес: 199106, Санкт-Петербург, 21 линия, д.2.
Кафедра материаловедения и технологии художественных изделий,
Пряхин Евгений Иванович, тел. (812) 328-89-37, e-mail:mhti@spmi.ru