

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чертовой (Сытченко) Алины Дмитриевны  
**«Получение функциональных покрытий на основе силицида, нитрида и карбида тантала методом магнетронного распыления керамических мишеней»,**  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность представленной диссертационной работы обусловлена поиском новых составов защитных покрытий, обладающих повышенной износостойкостью в условиях трения скольжения, абразивного и эрозионного воздействия, а также улучшенными стойкостью к окислению и термической стабильностью. Известные двух- и трехкомпонентные микрокристаллические покрытия на основе нитридов и карбидов переходных металлов не удовлетворяют в полной мере растущим требованиям к тяжело нагруженным деталям пар трения и изделиям, подверженным воздействию высоких температур и агрессивных сред. Диссертационная работа А.Д. Чертовой (Сытченко) посвящена разработке нанокompозитных покрытий, состоящих из нанокристаллитов тугоплавких соединений тантала и аморфных прослоек керамической фазы на основе  $\text{SiN}_x$ , которые обладают повышенными механическими характеристиками, высокими жаростойкостью и термической стабильностью.

Автором проведена большая экспериментальная работа с использованием современных методик получения и исследования функциональных покрытий, в ходе которой получены новые научные результаты, базирующиеся на теоретических положениях химии, физики и материаловедения. Отдельно стоит отметить методику определения структурно-фазовых превращений, происходящих в покрытиях при нагреве в колонне просвечивающего электронного микроскопа в режиме in-situ. К наиболее важным, с точки зрения практического применения, и оригинальным результатам данной работы следует отнести следующие:

1. Выявлены особенности формирования оптически-прозрачных покрытий в системах Ta-Si-N, Ta-Si-C-N и Ta-Zr-Si-B-N, которые по скорости роста на порядок превосходят известные оксидные покрытия, а также обладают более высокой абразивной стойкостью.

2. Разработаны ионно-плазменные покрытия Ta-Si-B-C-(N), характеризующиеся максимальной стойкостью к окислению при температуре  $1500^\circ\text{C}$ , осаждение которых позволяет снизить потерю массы при окислительном нагреве углерод-керамических композиционных материалов на 45% по сравнению с известными покрытиями Si-B-C-N.

3. Разработанное покрытие Ta-Zr-Si-B-C, нанесенное на детали затвора задвижки клиновой DN 15 PN 16 благодаря высокой твердости и износостойкости в условиях трения-скольжения, позволяет повысить ресурс работы на 25%.

Результаты диссертации и сделанные по ним выводы логичны, достоверны и обоснованы. Они были доложены на авторитетных международных и всероссийских конференциях. По материалам диссертации имеется 21 публикация, в том числе 8 статей в журналах из перечня ВАК и входящих в базы данных Scopus, Web of Science, 11 тезисов докладов в сборниках трудов международных конференций и 1 «Ноу-хау».

Вместе с тем по тексту автореферата имеются следующие замечания:

1. Из текста автореферата не ясно, проводились ли сравнения разработанных покрытий с покрытиями, применяемыми в промышленности (например, TiN, CrN и др.).
2. В автореферате недостаточно внимания уделено описанию покрытий, полученных методом высокоомощного импульсного магнетронного распыления и их сравнению с покрытиями, полученными методом магнетронного распыления на постоянном токе.



3. Обобщение полученных результатов в виде схемы или таблицы влияния легирующих элементов могло бы существенно повысить наглядность работы.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают научной и практической значимости выполненных исследований, а полученные в диссертации результаты соответствуют поставленным целям. Работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете МИСИС», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Даю свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Чертовой (Сытченко) Алины Дмитриевны.

Директор по качеству  
ООО «Предприятие «Сенсор»,  
кандидат технических наук по специальности  
05.16.09 – Материаловедение в машиностроении



Воропаев Владимир Валерьевич  
10 октября 2023 г.

Общество с ограниченной ответственностью «Предприятие «Сенсор»  
Почтовый адрес: 640027, г. Курган, ул. Омская 78А  
Тел.: +7 905 850 55 21  
Адрес электронной почты: sen\_vvv@mail.ru

Даю свое согласие на обработку персональных данных и включение их в аттестационное дело Чертовой (Сытченко) Алины Дмитриевны.

Технический директор  
ООО «Предприятие «Сенсор»,  
кандидат технических наук по специальности  
05.16.09 – Материаловедение в машиностроении  
Почтовый адрес: 640027, г. Курган, ул. Омская 78А  
Тел.: +7 912 526 63 05  
Адрес электронной почты: ufo2log@gmail.com



Скоробогатов Андрей Сергеевич  
10 октября 2023 г.

Общество с ограниченной ответственностью «Предприятие «Сенсор»  
Почтовый адрес: 640027, г. Курган, ул. Омская 78А  
Тел.: +7 905 850 55 21  
Адрес электронной почты: ufo2log@gmail.com

Подписи Воропаева Владимира Валерьевича и Скоробогатова Андрея Сергеевича заверяю  
Начальник отдела управления персоналом



Миронова Лариса Валерьевна  
10 октября 2023 г.