

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок,
д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В диссертационной работе Шмакова И.М. решается задача повышения функциональных свойств ответственных изделий машиностроения из различных материалов на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности (очистки и термоактивации) с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий. В работе исследовались теплофизические особенности процесса подготовки (очистки и термоактивации) поверхности субстратов из различных материалов в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Представлены результаты сравнительных аналитических и экспериментальных исследований различных процессов подготовки поверхности субстратов – обработки посредством ионной бомбардировки в плазме вакуумно-дугового разряда и обработки в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Исследовано влияние процессов очистки и термоактивации поверхности в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода на состояние поверхностного слоя субстратов из различных материалов, прочность интерфейса (адгезионную прочность) между субстратом и осаждаемым вакуумно-плазменным покрытием и другие свойства.

Автором работы установлены взаимосвязи между свойствами материала субстрата и параметрами процесса очистки и термоактивации плазмой тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода, обосновать выбор и определить рациональные параметры, обеспечивающие наилучшую адгезионную прочность между вакуумно-плазменным покрытием и субстратом и функциональные свойства. Были проведены комплексные испытания образцов из твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали, обработанных с использованием плазмы тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода, и произвести оценку износостойкости образцов с покрытиями в условиях различного внешнего воздействия – механических нагрузок и коррозионного воздействия. Проведенный большой объем экспериментальных исследований позволил получить ряд значимых результатов, которые затем были обобщены и систематизированы. На основе проведенного анализа данных были представлены выводы. Достоверность выводов и положений диссертационной работы подтверждается большим количеством непротиворечивых и повторяемых результатов экспериментальных исследований, полученных с использованием современного оборудования и аттестованных методик, а также применением статистических методов обработки полученных данных. Полученные результаты изложены в четкой логической последовательности.

В целом представленная работа заслуживает положительной оценки, при этом имеются также некоторые замечания:

1. Оптимальные значения напряжения смещения были определены на основе трех экспериментальных значений. Увеличение числа экспериментально определенных значений повысило бы точность оптимизации.

2. В тексте имеются опечатки.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки и

обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов за счет применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Шмаков Илья Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Заведующий кафедрой технологий
машиностроения
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
кандидат технических наук (05.02.08),
доцент

Зайцев
Александр
Вячеславович

Адрес: 105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул.
2-я Бауманская, д. 5, с. 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Тел.: +7 (499) 263 63 91

E-mail.: zaitsevav@bmstu.ru



«ВЕРНО»

СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ
ПОВАЛЯЕВА И.О.

15.12.2025
ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЁМНОЙ
УКСА
МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок,
д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В представленной работе Шмакова И.М. рассматривается вопрос и решается задача повышения эксплуатационных свойств износостойких покрытий, осаждаемых на основы из четырех различных материалов. решение этой задачи происходит в результате применения усовершенствованной технологии очистки и нагрева поверхности подложки перед непосредственным осаждением покрытия, при этом большое внимание уделено оптимизации параметров данного процесса. Рассмотрено применение предложенного метода для повышения износостойкости твердосплавных режущих пластин и для повышения износостойкости и стойкости к коррозии образцов из различных материалов (сталь, алюминиевый сплав и титановый сплав).

Материал в диссертации представлен в логически выстроенной последовательности, без внутренних противоречий, представленные выводы опираются на анализ большого объема экспериментальных данных. Язык диссертации грамотный, понятный, технически корректный.

При том, что в целом представленная работа заслуживает положительной оценки, имеются некоторые замечания:

1. Сравниваются только два метода нагрева поверхности образцов перед осаждением покрытия: ионная бомбардировка и плазма тлеющего разряда. При этом часто для нагрева используются специальные инфракрасные нагреватели (тэны). Было бы полезным добавить в сравнение также данный метод.

2. В работе исследуется плазма тлеющего разряда, однако не представлены данные исследования такого параметра, как плотность плазмы (плазменного потока). Сравнение данных параметров при ионной бомбардировке и в плазме

тлеющего разряда было бы полезным и могло бы усилить и дополнить представленные выводы.

3. Исследовано влияние только одного параметра процесса – напряжения смещения подложки. Было бы полезно исследовать также влияние других параметров, например, давления газа.

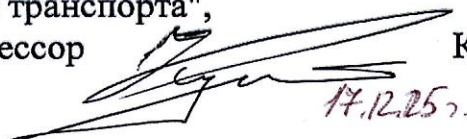
4. В диссертационной работе имеются нарушения формата и опечатки.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки и заключающиеся и обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов за счет применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Заведующий кафедрой
«Технология транспортного
машиностроения и ремонта
подвижного состава»
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
"Российский университет транспорта",
РУТ (МИИТ), д.т.н. профессор

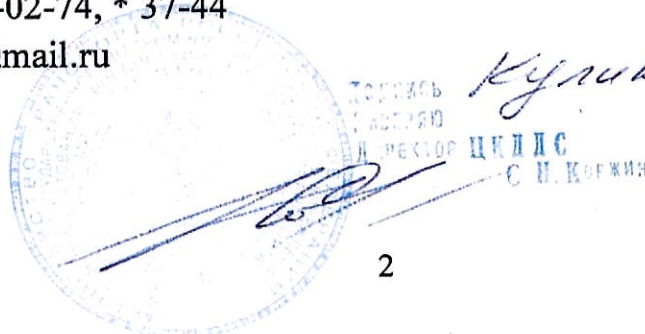
Куликов Михаил Юрьевич



17.12.25.

Научная специальность (05.03.01) 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ))
127994, Россия, г. Москва, ГСП-4, ул. Образцова, д.9, стр. 9
Тел. +7(495)274-02-74, * 37-44
e-mail: muk.56@mail.ru



Куликов М.Ю.
С. И. Коржин

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок, д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Как справедливо отмечает автор диссертации, одним из направлений повышения функциональных свойств изделий с вакуумно-плазменными покрытиями является разработка и совершенствование технологий предварительной обработки субстрата с целью очистки и термоактивации его поверхностного слоя. В диссертационной работе Шмакова И.М. решается задача повышения эксплуатационных свойств износостойких покрытий, осаждаемых на титановые и алюминиевые сплавы, нержавеющую стали и твердые сплавы за счёт применения усовершенствованной технологии очистки и нагрева поверхности подложки перед непосредственным осаждением покрытия. Автором установлено влияние параметров процесса очистки и термоактивации поверхности субстратов плазмой тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода на характеристики осаждаемых покрытий. В диссертационной работе предложен ряд новых научно обоснованных технических и технологических решений на основе разрабатываемого метода подготовки поверхности, позволяющих повысить функциональные свойства изделий из различных материалов с покрытиями. Автором диссертации представлены результаты как лабораторных, так и производственных испытаний металлорежущего инструмента после предварительной поверхностной обработки и нанесения покрытий, свидетельствующие об эффективности предлагаемых решений повышения эксплуатационных характеристик режущего инструмента.

Диссертация характеризуется логической последовательностью излагаемого материала, отсутствием внутренних противоречий и логичностью представленных выводов. Основные выводы по работе подкрепляются многочисленными экспериментальными данными. Диссертация написана грамотным, понятным научно-техническим языком и заслуживает

положительной оценки. Вместе с тем, по материалу, представленному в автореферате, есть отдельные вопросы и замечания.:

1. К сожалению, в автореферате отсутствуют данные о физикомеханических свойствах (твёрдость, модуль, упругости, параметры H/E и H^3/E^2 , коэффициент трения) покрытий, сформированных на субстратах после разрабатываемого автором способа очистки и активирования поверхности. Эти данные позволили бы диссертанту сформулировать возможную причину увеличения износостойкости покрытий Ti-TiN на 30–50 % относительно образцов, прошедших традиционную обработку в плазме вакуумно-дугового разряда.

2. Автор пишет об увеличении на 20...35 % прочности интерфейса между субстратом и осаждаемым вакуумно-плазменным покрытием после проведения предлагаемого способа очистки и активирования поверхности. Вместе с тем, в автореферате я не нашёл экспериментальные данные, подтверждающие этот вывод. Хотелось бы понять, с чем автор связывает наблюдаемый эффект улучшения адгезионной прочности покрытия с основой?

3. Большая часть исследования посвящена изучению пограничной области между покрытием и субстратом, сформировавшейся при нагреве поверхности субстрата тлеющим разрядом с частичной реализацией эффекта полого катода. Автор констатирует её слоистую структуру и наличие градиента концентраций компонентов покрытия и основы. К сожалению, в тексте автореферата в дальнейшем эти результаты не использованы при обсуждении данных по износостойкости и адгезионной прочности покрытий.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки и заключающиеся и обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов (твёрдого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали) посредством применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,

доктор технических наук,
профессор Блинков Игорь Викторович

18 декабря 2025г.

Адрес: Ленинский проспект, д. 4, 119049 г. Москва

Телефон: 8-495-236-70-85

Адрес электронной почты: biv@misis.ru



Подпись

Блинков И.В.

зам. начальника
отдела кадров

Кузнецова А.Е.

«18» 12 2025 г.



В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский пер., д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В диссертационной работе Шмакова И.М. решается задача повышения функциональных свойств ответственных изделий машиностроения из различных материалов на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности (очистки и термоактивации) с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий. В работе исследовались теплофизические особенности процесса подготовки (очистки и термоактивации) поверхности субстратов из различных материалов в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Представлены результаты сравнительных аналитических и экспериментальных исследований различных процессов подготовки поверхности субстратов – обработки посредством ионной бомбардировки в плазме вакуумно-дугового разряда и обработки в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Исследовано влияние процессов очистки и термоактивации поверхности в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода на состояние поверхностного слоя субстратов из различных материалов, прочность интерфейса (адгезионную прочность) между субстратом и осаждаемым вакуумно-плазменным покрытием и другие свойства.

Автором работы установлены взаимосвязи между свойствами материала субстрата и параметрами процесса очистки и термоактивации плазмой тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода, обосновать выбор и определить рациональные параметры, обеспечивающие наилучшую адгезионную прочность между вакуумно-плазменным покрытием и субстратом и функциональные свойства. Были проведены комплексные испытания образцов из твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали, обработанных с использованием плазмы тлеющего разряда с реализацией эффекта полого

катада, и произвести оценку износостойкости образцов с покрытиями в условиях различного внешнего воздействия – механических нагрузок и коррозионного воздействия. Достоверность выводов и положений диссертационной работы подтверждается большим количеством непротиворечивых и повторяемых результатов экспериментальных исследований, полученных с использованием современного оборудования и аттестованных методик, а также применением статистических методов обработки полученных данных.

Полученные автором данной работы результаты позволяют дополнительно повысить эксплуатационные свойства твердосплавного режущего инструмента (пластин) путем осаждения на их рабочие поверхности износостойких покрытий при использовании модернизированной технологии подготовки поверхности. Данная задача является актуальной и значимой, а ее решение позволяет не только повысить срок службы металлорежущего инструмента, но и повысить режимы резания (в частности – скорость резания).

В целом представленная работа заслуживает положительной оценки, при этом имеются также некоторые замечания:

1. В работе приведены исследования на твердосплавных пластинах с простой геометрией. Представляется целесообразным проведение в дальнейшем исследований влияния на протекание процесса травления плазмой тлеющего разряда геометрических параметров образцов (режущих пластин) с целью определения величины оптимальных параметров данного процесса.

2. В тексте диссертационной работы имеются отдельные опечатки.

Приведенные замечания не оказывают влияния на общую положительную оценку представленной Шмаковым Ильей Михайловичем диссертации, являющейся законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и представлены разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки, обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов за счет применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Работа соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Шмаков Илья Михайлович, заслуживает присвоения ему степени кандидата технических наук по специальности

Каменецкий Леонид Иванович

Главный инженер

АО "Резьбовые технологии"

"16" декабря 2025 г.

Подпись Каменецкого Л.И. заверю

Генеральный директор

АО "Резьбовые технологии"

Каменецкий Л.И.

Толмачев Е.А.



В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок, д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Повышение эффективности режущих инструментов с износостойкими покрытиями может быть достигнуто за счет совершенствования технологии их осаждения. Важным этапом в технологии осаждения покрытий является подготовка поверхности инструментов перед нанесением покрытия, которая определяет такие механические свойства покрытий как прочность адгезии с инструментальной основой, трещиностойкость и другие. В этой связи тема диссертации Шмакова И.М., посвященной повышению функциональных свойств ответственных изделий машиностроения из различных материалов (твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали) на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности (очистки и термоактивации) с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий является актуальной.

Соискателем проведен большой объем экспериментальных исследований: изучены теплофизические особенности процесса подготовки (очистки и термоактивации) поверхности подложек из различных материалов, проведены сравнительные аналитические и экспериментальные исследования различных процессов подготовки поверхности подложек, выявлено влияние процессов очистки и термоактивации поверхности на состояние поверхностного слоя субстратов из различных материалов, адгезионную прочность. Металлографические исследования выполнены с использованием современного оборудования и методик (просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, фазовый и элементный анализ с применением различных методов).

К научной новизне работы можно отнести выявленные закономерности влияния параметров процесса очистки и термоактивации поверхности на характеристики осаждаемых покрытий и износостойкость образцов с покрытиями в условиях механических нагрузок и коррозионного воздействия, установленные взаимосвязи между свойствами материала образцов и параметрами процесса очистки и термоактивации плазмой тлеющего разряда.

Практическая полезность работы видится в разработанной технологии подготовки (очистки и термоактивации) поверхности субстратов с использованием плазмы тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода с удержанием плазмы прикатодным потенциалом, в разработанных рекомендациях по практическому применению усовершенствованной технологии подготовки поверхности перед нанесением покрытий.

Замечания по автореферату.

1. Применение метода очистки и нагрева плазмой тлеющего разряда рассматривается соискателем с использованием трех различных величин напряжения смещения подложки, при этом используемый для сравнения метод ионного травления рассматривается только с одним набором параметров. Было бы полезно и целесообразно рассматривать также несколько различных значений параметров (например, тока дуги катода или напряжения смещения подложки) для данного метода.

2. Было бы полезно сравнить эффективность применения очистки и нагрева плазмой тлеющего разряда для различных типов твердого сплава (одно- двух- и трех-карбидных).

3. Кроме влияния величины напряжения смещения подложки было бы полезно рассмотреть также влияние давления газа.

В целом работа Шмакова И.М., судя по автореферату, по актуальности, научной новизне и практической полезности соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученых степеней, изложенным в разделе II, п. 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. за № 842 с изменениями в редакции от 25.01.2024 г., а ее автор Илья Михайлович Шмаков заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Табakov Владимир Петрович _____

Профессор, д.т.н., профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении», ФГБОУ «Ульяновский государственный технический университет», 432027, РФ, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32. Специальность – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Тел.: 8-8422-418083, e-mail: vpt1947@yandex.ru.

Подпись Табакова В.П. заверяю:



Личную подпись В.П. Табаков заверяю
Начальник управления кадрового обеспечения
Владимир Петрович Табаков

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок, д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В работе исследуется возможность повышения износостойкости деталей из различных конструкционных материалов – алюминиевый сплав, нержавеющая сталь и титановый сплав. Рассматривается также повышение износостойкости твердосплавного металлорежущего инструмента. Все рассматриваемые материалы широко используются в современном машиностроении, а повышение износостойкости деталей из них является важной и актуальной задачей.

В диссертационной работе предложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие повысить функциональные свойства изделий из различных материалов (твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали) посредством применения усовершенствованной технологии подготовки (очистки и термоактивации) их поверхности в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий. На основе проведенного комплексного изучения состояния поверхностного слоя субстратов из твердого сплава автором было установлено, что в процессе подготовки поверхности с использованием плазмы вакуумно-дугового разряда наблюдается микровыкрашивание поверхностного слоя

образцов и вытравливание кобальтовой связки с последующим формированием в структуре осажденного вакуумно-плазменного покрытия насыщенного кобальтом субслоя, снижающего функциональные свойства покрытия. При подготовке поверхности с использованием усовершенствованной технологии, микровыкрашиваний поверхностного слоя субстратов и вытравливание кобальта не наблюдается. Данные выводы представляют несомненный интерес и способствуют лучшему пониманию особенностей формирования поверхностного слоя твердосплавного режущего инструмента в процессе его изготовления. Автор выявил и исследовал взаимосвязи между параметрами процесса очистки и термоактивации плазмой тлеющего разряда и свойствами вакуумно-плазменных покрытий, осажденных на субстраты из различных материалов. Был проведен комплекс лабораторных стойкостных **испытаний** в лабораторных и производственных условиях твердосплавных пластин с вакуумно-плазменными покрытиями (Zr,Hf,Al)N и (Ti,Al,Cr)N, осажденными в соответствии с усовершенствованной технологией подготовки поверхности в плазме тлеющего разряда. При том, что работа выполнена на хорошем научно-техническом уровне, имеются следующие замечания:

1. Для дополнительного подтверждения выводов работы было бы полезно расширить номенклатуру исследуемых материалов, выбирая металлы и сплавы с максимальным разбросом значений электропроводности и теплопроводности.
2. В работе не исследуется такой важный показатель эффективности покрытий, как ударная вязкость.
3. В тексте работы имеются опечатки.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки и заключающиеся и обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов (твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали) посредством применения

усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры физики твердого тела и нанотехнологий
физического факультета

Белорусского государственного университета,

канд. физ.-мат. наук, доцент



Н.Н. Черенда

Белорусский государственный университет,

Физический факультет,

пр. Независимости 4, 220030 Минск, Республика Беларусь

Черенда Николай Николаевич

Тел. +375296610578, E-mail: cherenda@bsu.by



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение науки

Институт конструкторско-технологической информатики (ИКИ РАН)

127055, г. Москва, пер. Вадковский, д. 18, стр. 1А, тел.: +7 (499) 978-49-02, e-mail: ship@ikti.ru

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский переулок,
д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В диссертационной работе Шмакова И.М. была достигнута цель, заключающаяся в повышении функциональных свойств ответственных изделий машиностроения из различных материалов на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности (очистки и термоактивации) с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий. Исследовались функциональные свойства образцов из различных материалов (твердого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали) с вакуумно-плазменными покрытиями, предметом исследования являлись процессы подготовки (очистки и термоактивации) образцов из различных материалов в плазме тлеющего разряда с удержанием плазмы прикатодным потенциалом (эффект полого катода). К очевидным достоинствам данной работы можно отнести проведение большого количества экспериментальных исследований (осаждение покрытий при различных режимах, на образцы из

различных материалов; исследование процесса резания при точении и фрезеровании; исследования прочности разрушения при скретч-тесте; исследование износостойкости и трибологических параметров при тесте «шар-по-диску»; исследования коррозионной стойкости; исследование твердости и модуля упругости; большой объем металлографических исследований).

Полученные результаты были обобщены и проанализированы, представленные выводы опираются на анализ экспериментальных данных. Достоверность выводов и положений диссертационной работы подтверждается большим количеством непротиворечивых и повторяемых результатов экспериментальных исследований, полученных с использованием современного оборудования и аттестованных методик, а также применением статистических методов обработки полученных данных. Полученные результаты изложены в четкой логической последовательности. Данная работа вносит несомненный вклад в развитие теории и практики в данной области.

В целом представленная работа заслуживает положительной оценки, при этом имеются также некоторые замечания:

1. Вывод автора о влиянии теплопроводности и электропроводности субстрата на оптимальные параметры процесса травления плазмой тлеющего разряда представляет несомненный интерес, однако расширение номенклатуры исследуемых материалов позволило бы получить более репрезентативную тенденцию и исследовать закономерность влияния данных параметров с большей точностью.

2. Был бы полезен также расчет экономической эффективности применения предлагаемого автором метода.

4. В тексте работы имеются опечатки.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича является законченной научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки, заключающиеся

и обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов за счет применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Директор

Федерального государственного автономного учреждения науки «Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук»

Адрес организации:


127055, Россия, г. Москва, Вадковский пер., д.18, стр.1А

8(499)978-57-15, ship@ikti.ru, www.ikti.ru

доктор технических наук (05.13.06)

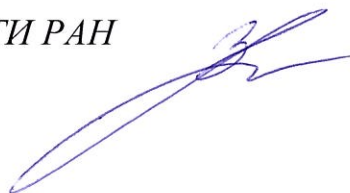
 / Шептунов Сергей Александрович /
18.12.2025

Я, Шептунов Сергей Александрович, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанную с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела

 / Шептунов Сергей Александрович /
18.12.2025

Подпись Шептунова Сергея Александровича удостоверяю

Ученый секретарь ИКТИ РАН



Запольская Анна Николаевна

18.12.2025



В диссертационный совет 24.2.332.01
на базе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»
Ученому секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, Вадковский пер., д. 1.

О Т З Ы В

на автореферат работы Шмакова Ильи Михайловича на тему «Повышение функциональных свойств изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Одним из наиболее востребованных и активно развивающихся направлений современного машиностроения являются технологии и оборудование осаждения вакуумно-плазменных покрытий (PVD). Разработанные конструкции, состав покрытий, эффективные условия их применения позволили в последние десятилетия обеспечить существенное повышение как производительности механической обработки, так и долговечности ответственных изделий, особенно в инструментальной и аэрокосмической отраслях. Однако технология предварительной обработки поверхностного слоя под нанесение покрытий исследована явно недостаточно и имеет целый ряд специфических проблем. Это обуславливает несомненную актуальность работы Шмакова Ильи Михайловича, посвященной разработке усовершенствованной технологии подготовки поверхностей изделий с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий.

Илья Михайлович выбрал рациональный путь исследования на основе изучения теплофизических особенностей процессов очистки и термоактивации поверхности изделий в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Это позволило выполнить сравнительные теоретико-экспериментальные исследования разработанного автором метода с традиционным методом ионной бомбардировки в плазме вакуумно-дугового разряда. Анализ испытаний показал повышение износостойкости образцов из различных материалов в условиях различного внешнего воздействия.

Установленные закономерности влияния параметров процесса очистки и термоактивации поверхности субстратов плазмой тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода на характеристики осаждаемых покрытий и износостойкость изделия, а также взаимосвязи свойств материала субстрата с параметрами процесса очистки и термоактивации определяют научную новизну работы. Практическую значимость — разработка технологии подготовки поверхности субстратов с использованием

плазмы тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода и рекомендации по её практическому применению.

Замечания.

1. Отсутствуют сформулированные границы применимости работы. Например, будет ли наблюдаться повышенная адгезия покрытия с основой при использовании разных видов СОТС, или в условиях чистового резания, когда радиус округления инструмента зачастую превышает толщину среза, что приводит к изменению всей системы действующих сил в зоне резания.

2. При исследовании сравнительных режущих свойств инструментов автор не приводит данные о времени нарушения сплошности покрытий и динамики их дальнейшего разрушения. В частности, нет данных о влиянии предложенной технологии на величину и время приработочного износа, что важно при резании труднообрабатываемых хромоникелевых сплавов.

Заключение.

Приведенные замечания не оказывают существенного влияния на положительную оценку работы в целом. Диссертационная работа И. М. Шмакова на тему «Повышение функциональных свойств изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий» актуальна, выполнена на хорошем экспериментально-теоретическом уровне, является законченной научно-исследовательской работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития промышленности страны. Диссертация полностью соответствует пп. 9-11 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Шмаков Илья Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры инновационного машиностроения
ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Соловьева»

Рыкунов
Александр
Николаевич

152931, Ярославская область, г. Рыбинск, ул. Моторостроителей, д.3, кв.139.
8-905-646-75-03; e-mail: rykunov2007@yandex.ru

Подпись Рыкунова А. Н. подтверждаю:

Начальник отдела кадров



И. А. Сударкина

« 19 » _____ 2025 г.

В диссертационный совет Д 212.142.01
на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»»
Учёному секретарю совета Сотовой Е.С.
127055, г. Москва, ГСП-4, Вадковский
переулок, д.1

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Шмакова Ильи Михайловича: «Повышение функциональных свойств ответственных изделий машиностроения на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности с последующим осаждением покрытий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

В диссертационной работе Шмакова И.М. решается задача повышения функциональных свойств ответственных изделий машиностроения из различных материалов на основе применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности (очистки и термической активации) с последующим осаждением вакуумно-плазменных покрытий. В работе исследовались теплофизические особенности процесса подготовки (очистки и термоактивации) поверхности субстратов из различных материалов в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Представлены результаты сравнительных аналитических и экспериментальных исследований различных процессов подготовки поверхности субстратов – обработки посредством ионной бомбардировки в плазме вакуумно-дугового разряда и обработки в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода. Исследовано влияние процессов очистки и термоактивации поверхности в плазме тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода на состояние поверхностного слоя субстратов из различных материалов, прочность границы раздела (адгезионная прочность) между субстратом и осаждаемым вакуумно-плазменным покрытием и другие свойства.

Автором работы установлены взаимосвязи между свойствами материала субстрата и параметрами процесса очистки и термоактивации плазмой тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода, обоснован выбор и определены рациональные параметры, обеспечивающие наилучшую адгезионную прочность между вакуумно-плазменным покрытием и субстратом, а также функциональные свойства. Были проведены комплексные испытания образцов из твёрдого сплава, титанового и алюминиевого сплавов, нержавеющей стали, обработанных с использованием плазмы тлеющего разряда с реализацией эффекта полого катода, и произведена оценка износостойкости образцов с покрытиями в условиях различного внешнего воздействия – механических нагрузок и коррозионного воздействия. Достоверность выводов и положений диссертационной работы подтверждается большим количеством достоверных и воспроизводимых результатов экспериментальных исследований, полученных с

использованием современного оборудования и аттестованных методик, а также применением статистических методов обработки полученных данных.

Представлены результаты большого объёма экспериментальных исследований, которые были затем проанализированы и обобщены. Важными являются результаты металлографических исследований, выполненных с использованием просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии.

В целом, представленная работа заслуживает положительной оценки. При этом следует отметить некоторые замечания:

1. Автор представил результаты исследования изменения элементного состава поверхностных слоёв субстрата в результате обработки; при этом было бы целесообразно исследовать также изменения в фазовом составе, так как имеет место имплантация в поверхностные слои при высокой энергии ионов, что может приводить к изменениям в фазовом составе, а, соответственно, и к изменению механических свойств.
2. Важным показателем материала является его ударная вязкость, однако данный показатель в настоящей работе не исследовался.
3. В тексте имеются опечатки.

На общую положительную оценку работы данные замечания не оказывают влияния.

Считаю, что диссертация Шмакова Ильи Михайловича представляет собой цельную научно-квалифицированную работу, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области технологии и оборудования механической и физико-технической обработки, обеспечивающие повышение функциональных свойств изделий из различных материалов за счёт применения усовершенствованной технологии подготовки их поверхности. Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры физики
факультета компьютерных систем и сетей
Белорусского государственного университета
информатики и радиоэлектроники,
канд. физ.-мат. наук, доцент



И.А.Солодухин

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
факультет компьютерных систем и сетей,
220013, Республика Беларусь, г. Минск, ул. П.Бровки, 6.
Солодухин Игорь Анатольевич
Тел. +375445777570, E-mail: i.solodukhin@bsuir.by

