



**МОСКОВСКИЙ
ПОЛИТЕХ**

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет»
(Московский Политех)

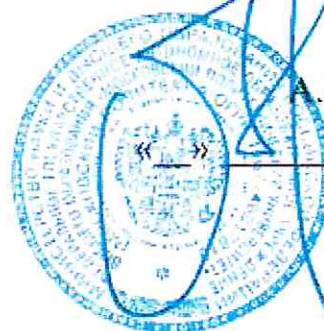
Б. Семеновская ул., д.38, Москва, 107023
Тел. +7 495 223 05 23, Факс +7 499 785 62 24
www.mospolytech.ru | E-mail: mospolytech@mospolytech.ru
ОКПО 04350607, ОГРН 1167746817810,
ИНН/КПП 7719455553/771901001

10.03.26 № 0803/3157

на _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе,
кандидат технических наук



А.Ю. Наливайко

2026г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу

«Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки

Актуальность работы

Хорошо известно, что механическая обработка с использованием лезвийных режущих инструментов составляет значительную долю среди процессов машиностроительного производства. Инструмент является слабым звеном технологических производственных процессов, во многом сдерживающим их более интенсивное развитие, что делает особо актуальным глобальные усилия по разработке инновационных высокоэффективных инструментальных материалов и конструкций режущего инструмента. Для улучшения свойств инструмента применяют традиционные методы, такие как нанесения покрытия или термическая обработка.

Однако режущий инструмент с покрытием, несмотря на высокую твердость и прочность, не всегда выдерживает заданные технологические режимы обработки и разрушается с увеличением степени термомеханических нагрузок. Поэтому существует потребность в новом методе нанесения покрытия, который будет способство-

С отзывом ознакомлен *Паша* 17.03.2026г.

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	1882/06
Дата	16.03.2026

вать увеличению запаса прочности и жесткости, а также снижению склонности режущей части инструмента к потере формоустойчивости при повышенных термомеханических напряжениях.

Среди разнообразия инновационных технологий перспективными представляются применения лазерной абляции (ЛА) и дискретных диффузионных покрытий (ДДП).

Лазерная абляция позволяет с высокой точностью модифицировать микроструктуру поверхности, повышая ее адгезию и механическую прочность. В сочетании с дискретными диффузионными покрытиями это дает возможность обеспечить более равномерное распределение нагрузки и значительно повысить износостойкость инструмента в 1,5–4 раза по сравнению с аналогами.

Несмотря на очевидные преимущества, вопросы совмещения лазерной обработки и нанесения диффузионных покрытий остаются недостаточно изученными. Это требует глубокого анализа и экспериментальной проверки для разработки эффективной технологии.

Комплексное использование ЛА и ДДП представляет собой новый подход к расширению технологических возможностей лезвийной обработки, который имеет высокую научную и практическую значимость, позволяя создать универсальные решения для широкого спектра металлорежущих инструментов при различных условиях обработки.

Поэтому диссертационная работа Сефедина И. Д., посвященная повышению износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности, является актуальной как с научной, так и с практической точки зрения.

Общая характеристика работы

Автором в работе выявлена и формализована взаимосвязь между входными технологическими факторами и выходными параметрами процесса: твердостью, шероховатостью, микрорельефом, химическим составом, температурой и толщиной модифицированного поверхностного слоя. Получена закономерность влияния параметров процесса лазерной обработки поверхности и нанесения дискретного диффузионного покрытия, характеризующие взаимосвязи между входными и выходными параметрами с учетом изменения микроструктуры поверхности и химического состава, позволяющего прогнозировать поведение технологической системы при изменении режимов обработки.

Разработана методика исследований и осуществлена экспериментальная идентификация разработанных моделей.

Разработан комплекс технических решений повышения износостойкости металлорежущего инструмента на основе взаимодействия лазерного излучения и коронного разряда с обрабатываемым материалом.

Автором исследованы физико-химические процессы и термодинамические явления при лазерной абляции и диффузионном насыщении и проведены металлографические исследования.

Получены результаты экспериментальных исследований повышения стойкости на инструментах из быстрорежущей стали P6M5 и твердых сплавах T15K6, BK8 в процессе комплексного модифицирования поверхности.

Разработаны математические модели, описывающие влияние параметров лазерной абляции (мощность, частота, количество проходов) и диффузионного покрытия (напряжение, сила тока, давление газа) на показатели эффективности обработки, включая глубину обработки, шероховатость (R_a , R_z), микротвердость и износостойкость.

Соискатель экспериментально подтвердил, что лазерно-диффузионная обработка существенно снижает износ по задней поверхности ($H_z=0,057$ мм при $V=50$ м/мин, $H_z=0,021$ мм при $V=70$ м/мин – на 75,6...88,3 % ниже, чем у пластин без покрытия) и предотвращает наростообразование (0,056...0,049 мм – снижение на 70,4...85,2 %), превосходя покрытие TiN на 16,3...25 % по износу и на 70,6...88,8 % по устойчивости к наросту.

В работе показано, что синергетический эффект данной технологии обусловлен сочетанием двух ключевых факторов: микроструктурирования поверхности после лазерной абляции, снижающего адгезию обрабатываемого материала, и формирования оксидной пленки, уменьшающей трение. Это сочетание обеспечивает достигнутый высокий уровень износостойкости и стабильности эксплуатационных характеристик инструмента.

Наиболее важные полученные результаты.

Научная новизна диссертационной работы Сефедин И. Д. не вызывает сомнения и заключается в следующем:

- установлена взаимосвязь между входными и выходными параметрами процесса комплексного модифицирования поверхности металлорежущего инструмента лазер-

ной абляцией и дискретным диффузионным покрытием с учетом изменения микро-структуры поверхности и химического состава, что позволяет прогнозировать поведение технологической системы при изменении режимов обработки.

- доказана возможность повышения стойкости металлорежущего инструмента в 2–3 раза при модифицировании его лазерным излучением и дискретным диффузионным покрытием.

- разработана методология упрочнения поверхности металлорежущего инструмента, позволяющая повысить его работоспособность.

Рекомендации по практическому использованию основных результатов работы

Разработана эффективная технология повышения износостойкости металлорежущего инструмента, что позволяет увеличить срок службы инструмента в 2 и более раз, а также в снижении производственных затрат на инструмент и уменьшении времени на переналадку станков, сокращении затрат на покупку новых инструментов, снижении объема отходов и уменьшении потребности в ресурсах для производства новых изделий.

Разработаны технологические рекомендации по получению микро- и наноструктур на режущей поверхности металлорежущего инструмента лазерным излучением, обеспечивающих оптимальное качество обрабатываемой поверхности.

Разработана и внедрена технология повышения износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его поверхности лазерной абляцией и нанесением дискретного диффузионного покрытия в образовательный процесс ГБОУВО РК КИПУ имени Февзи Якубова.

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью постановки задач при построении математических моделей и обоснованностью принятых допущений. Адекватность полученных результатов подтверждена корректным использованием современных методов теоретических и экспериментальных исследований, а также результатами внедрения в производство.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научно-технических конференциях, опубликованы в 9 печатных работах, в том числе в 5-ти входящих в перечень ВАК и 1 статья проиндексирована в наукометрической базе Scopus, получено 2 патента России на изобретения.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. Раздел 1.3 посвящённый анализу существующих методов повышения износостойкости очень слабо подкреплён ссылками на научно техническую литературу на основании которых автором сделаны в нем заключения.

2. В диссертации на рисунке 2.2.4, стр. 47 приведены металлографические исследования твердосплавной поверхности, обработанной на разных режимах обработки. Не понятно, что за образцы твердосплавные, это ВК8, ВК6 или ВК10ХОМ, поскольку содержания карбида вольфрама и кобальта будет разным и следовательно структура будет разной.

3. Формулировка подрисуночной подписи на рисунке 2.4.1 стр.56 требует корректировки для исключения двоякого толкования физики процесса.

На рисунке 2.4.1 стр.56 в диссертации показана физико-химическая модель технологии нанесения локального покрытия и в тексте говорится, что «модель локального покрытия, показывает, где положительная корона усиливает хемосорбционную активность воздуха, вызывая селективное окисление »? Обычно ионная активация воздуха положительной короной увеличивает хемосорбционную активность.

4. На стр. 72 в тексте диссертации «взаимодействие карбида железа с кислородом, приводящее к образованию оксидов металла и оксидов углерода», обычно говорят окись углерода CO или двуокись углерода CO₂.

5. На рисунке 3.4.1 стр.85 диссертации показана «схема зоны покрытия и показаны силы, приложенные нормально к плоскости контакта, а также показан шаг покрытия в основном материале». Из текста диссертации не ясно, как определяли шаг покрытия в основном материале, измеряли его, то, чем или выставляли его, то как?

6. На стр.90 диссертации в формуле 3.5.8 приведено «эквивалентное напряжение на поверхности сплошного покрытия от действия внешних контактных и нагрузок и остаточные напряжения в сплошном покрытии». Речь идёт о традиционном сплошном покрытии или о предлагаемой комплексной технологии?

В диссертации имеются отдельные неточности и опечатки

На стр.58 «в контексте фрикционного изнашивания в работах Бразова А.А.», однако это было рассмотрено для случая технологических неоднородностей в работах Барзова А.А.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки актуальной, научно и практически значимой диссертационной работы Сефедина И.Д.

Представленная диссертационная работа является законченным научным исследованием и свидетельствует о высокой научной квалификации соискателя. Она представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения по повышению износостойкости металлорежущего инструмента на основе разработки комплекса технических решений, обоснованных анализом изученных особенностей взаимодействия лазерного излучения и коронного разряда с обрабатываемым (инструментальным) материалом.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Сефедин Исмаил Бей Дилявер оглу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры «Технология и оборудование машиностроения» Московского Политехнического университета, протокол № 07-25/26 от 5 февраля 2026 года. На заседании кафедры присутствовало 15 членов из 15. Результаты голосования: «за» - 15, против – нет, воздержавшихся - нет.

Профессор кафедры «ТиОМ»,
доктор технических наук, доцент



Елена Анатольевна Чекалова

Подпись д.т.н., доцент, профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения» Чекаловой Елены Анатольевны удостоверяю:



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

Адрес: 107023, г. Москва, ул. Большая Семёновская, 38

тел.: +7 (495) 223-05-23

e-mail: mospolytech@mospolytech.ru