

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сефедин Исмаила Бей Диливер оглу
на тему: «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на
основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности»
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности: 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-
технической обработки

1. Общая оценка актуальности и соответствия

Тема диссертационного исследования, посвященная повышению износостойкости металлорежущего инструмента, является актуальной для современного машиностроения. Износ инструмента остается ключевой проблемой, напрямую влияющей на производительность, качество продукции и себестоимость обработки. Автор справедливо отмечает ограничения традиционных методов (CVD, PVD) и обосновывает необходимость разработки новых, более эффективных и ресурсосберегающих технологий.

2. Анализ научной новизны и основных результатов

Автореферат демонстрирует значимую научную новизну:

1) Установление взаимосвязей между параметрами комбинированного процесса лазерной абляции и дискретного диффузионного покрытия с выходными характеристиками модифицированного слоя.

2) Экспериментальное доказательство возможности повышения стойкости инструмента в 2–3 раза.

3) Разработка методологии упрочнения поверхности.

Представленные результаты носят законченный и доказательный характер:

1) Разработаны математические модели, описывающие процессы ЛА и ДДП, включая термодинамический анализ химических реакций в поверхностном слое.

2) Проведен комплекс экспериментальных исследований (металлография, СЭМ, рентгенофлуоресцентный анализ, измерение микротвердости и шероховатости), подтверждающих формирование заданных микро- и наноструктур, изменение химического состава (образование оксидов и нитридов).

3) Экспериментально доказана высокая практическая эффективность технологии: снижение износа по задней поверхности на 75–88%, уменьшение наростообразования на 70–85%, увеличение срока службы инструмента в 2–2,5 раза по сравнению с необработанными образцами и превосходство над коммерческим покрытием TiN.

С отзывом ознакомлен 01.04.26

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2344/06
Дата	30.03.2026

3. Практическая значимость

Практическая значимость работы весьма высока и четко отражена в автореферате:

1) Разработана и внедрена эффективная технология комбинированного модифицирования поверхности инструмента.

2) Доказано существенное снижение эксплуатационных затрат за счет увеличения стойкости инструмента, сокращения простоев и потребности в новом инструменте.

3) Разработаны практические рекомендации для использования на конкретном оборудовании.

Апробация работы является полноценной: основные результаты доложены на 8 российских и международных конференциях (2023-2025 гг.). Публикационная активность автора полностью удовлетворяет требованиям п. 12-13 Постановления № 842: по теме диссертации опубликовано 9 работ, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах из перечня ВАК, 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus, и 2 патента РФ на изобретение.

4. Замечания и вопросы

1. В автореферате указано, что для твердого сплава T15K6 после абляции наблюдается «неравномерная пупырчатость», требующая оптимизации параметров. Не могли бы Вы более подробно раскрыть, какие именно факторы (параметры лазера, среда обработки, режимы) были идентифицированы как ключевые для устранения этого дефекта и какова предлагаемая стратегия оптимизации?

2. Насколько, разработанный комплексный подход применим и перспективен для других классов инструментальных материалов (например, керамики, CBN, PCD), где механизмы износа и взаимодействия с лазерным излучением могут принципиально отличаться?

Заключение

На основании изучения автореферата диссертации Сефедин И.Д. можно сделать следующий вывод:

Диссертационная работа представляет собой законченное научно-квалификационное исследование, в котором решена актуальная научная задача, имеющая важное значение для машиностроительной отрасли.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации, ее структура и объем соответствуют установленным требованиям. Тема, цель, задачи, объект и предмет исследования соответствуют паспорту специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Публикации и апробация соответствуют всем установленным требованиям.

Диссертационная работа Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»,
доктор технических наук, профессор, по специальности 05.02.08 –
Технология машиностроения. 283001, Донецкая Народная Республика, г.
Донецк, Ворошиловский район, улица Артема, 58.

Телефон +7 (856) 301-07-31, эл. почта: msmo@fimm.donntu.ru

«19» 03 2026г.  Гусев Владимир Владиленович

Подпись профессора кафедры

«Основы проектирования машин и мехатронных систем»

Наименование организации ФГБОУ ВО

«Донецкий национальный технический университет»,

Почтовый адрес: 283001, Донецкая

Народная Республика, г. Донецк,

Ворошиловский район, улица Артема, 58

«Заверяю»



О Т З Ы В

на автореферат диссертации Сефедина Исмаила Бей Дилявера оглу
«Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе
комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и
физико-технической обработки

1. Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Диссертационная работа Сефедина И.Д. «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» посвящена вопросам повышения стойкости металлорежущего инструмента на основе разработки комплекса технических решений по модифицированию рабочих поверхностей лезвия. Разработанные технологии комплексного модифицирования лазерной абляцией и нанесением дискретного диффузионного покрытия обоснованы анализом изученных особенностей взаимодействия лазерного излучения и коронного разряда с обрабатываемым материалом лезвия.

Содержание диссертации соответствует технической отрасли науки. Область исследований соответствует паспорту специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, пункты 2, 6.

2. Актуальность темы диссертации

Конкурентоспособность машиностроительной продукции в современных условиях можно обеспечить за счет реализации высокопроизводительных, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий. Механическая обработка с использованием лезвийных режущих инструментов занимает значительную долю трудоемкости процессов машиностроительного производства, что предполагает непрерывное совершенствование технологии, повышения производительности обработки и стойкости инструмента.

Износ инструмента остается одной из основных причин снижения качества продукции и увеличения производственных затрат. Инструмент является наиболее слабым звеном производственных процессов, во многом сдерживающим их интенсивное развитие, что делает актуальным усилия по разработке инновационных высокоэффективных инструментальных материалов и конструкций режущего инструмента. Повышение эксплуатационной стойкости поверхностей режущих лезвий является наиболее перспективным способом существенного повышения эффективности металлорежущего инструмента.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

С отзывом ознакомлен *Исмаил Сефедин И.Д.*
31.03.26

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2346/06
Дата	30.03.2026

Традиционные методы улучшения свойств лезвийного инструмента часто имеют ограничения, требуют существенных финансовых затрат, не всегда обеспечивают одновременное повышение эксплуатационных свойств: стойкости к абразивному изнашиванию, коррозии и термическим нагрузкам.

Лазерная абляция позволяет с высокой точностью модифицировать поверхность лезвия, повышая их адгезионную стойкость и механическую прочность. В сочетании с дискретными диффузионными покрытиями это дает возможность обеспечить более равномерное распределение нагрузки и повысить износостойкость инструмента в 1,5-4 раза по сравнению с аналогами. Комплексное использование технологий, разработанных Сефединовым И.Д., представляет новый подход к расширению технологических возможностей лезвийной обработки, имеет высокую научную и практическую значимость, позволяя создать универсальные решения для широкого спектра металлорежущих инструментов для различных условий обработки.

Разработана и апробирована технология комбинированного модифицирования, включающая этапы: лазерную абляцию и последующее нанесение дискретного диффузионного покрытия. Экспериментально доказано, что такая обработка обеспечивает снижение износа по задней поверхности лезвия и наростообразования по сравнению с необработанными пластинами и превосходит по эффективности традиционное покрытие TiN.

Научная новизна результатов исследований, представленных в диссертационной работе, заключается:

- в создании математических моделей процессов лазерной абляции и нанесения диффузионного покрытия на рабочие поверхности лезвийного инструмента, описывающих влияние их параметров на глубину и микротвердость модифицированного слоя обработанных поверхностей лезвия, их шероховатость и износостойкость, что в совокупности обеспечило повышение эксплуатационных свойств инструмента;

- установлении механизмов формирования микро- и наноструктур, морфологии поверхностей при лазерной абляции быстрорежущей стали Р6М5 и твердого сплава Т5К6.

Полученные Сефединовым И.Д. результаты имеют высокую научную значимость, вносят существенный вклад в развитие технологических основ упрочнения режущего инструмента и повышения эффективности процессов механической обработки резанием.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные положения и выводы, изложенные в диссертационной работе, обоснованы и достоверны, получены с применением современных методов исследований и программного обеспечения. Эксперименты проводились по апробированным методикам с использованием современных средств измерений. Теоретические исследования базируются на известных

научных положениях технологии машиностроения и согласуются с базовыми положениями теории резания.

Выводы и рекомендации, сделанные в работе, представляются аргументированными и вытекающими из содержания работы.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость диссертационной работы Сефедина И.Д. заключается в создании математических моделей процессов лазерной абляции и нанесения диффузионного покрытия на рабочие поверхности лезвийного инструмента, описывающих влияние их параметров на глубину и микротвердость модифицированного слоя обработанных поверхностей лезвия, их шероховатость и износостойкость, что в совокупности обеспечивает комплексное улучшение эксплуатационных свойств инструмента.

Практическая значимость заключается в том, что созданы и реализованы процессы лазерной абляции и нанесения дискретного диффузионного покрытия рабочих поверхностей режущего инструмента, подтверждены положительные результаты комбинированной обработки при эксплуатации упрочненного инструмента, которые могут быть использованы для повышения эффективности механической обработки резанием упрочненными инструментами различного типа. На уровне изобретения предложены новый способ лазерной обработки.

Экономическая значимость работы заключается в повышении эффективности механической обработки резанием упрочненными режущими инструментами за счет снижения его износа и увеличения стойкости, а также снижения шероховатости обработанных поверхностей.

6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Материалы диссертационного исследования Сефедина И.Д., основные положения и выводы, полученные соискателем самостоятельно и при его непосредственном участии в соавторстве, достаточно полно изложены в публикациях. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях, включенных в перечень ВАК, получено 2 патента на изобретение. Результаты работы докладывались на ряде международных научно-технических конференциях.

7. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Представленная к защите диссертационная работа является законченным научным исследованием и выполнена соискателем самостоятельно. Приведенные теоретические и экспериментальные исследования выполнены на высоком научном и техническом уровне. Полученные результаты и положения показывают соответствие научной

квалификации соискателя Сефедина И.Д. искомой ученой степени кандидата технических наук.

8. Замечания по диссертационной работе

1. Недостаточно корректно применен термин «...механизмы износа инструмента» на стр. 8. Речь идет о механизмах изнашивания. На стр. 17 рисунок 11 показана не микроструктура поверхности. Более корректно было бы - текстура, рельеф или следы (треки) комбинированной обработки на поверхности лезвия.

2. Недостаточно ясно из автореферата, как автор учитывает в разработанных моделях «...синергетический эффект» при комбинировании лазерной абляции и нанесении дискретных диффузионных покрытий.

3. Автор провел интересные исследования по изменению наростообразования при резании упрочненными и традиционными инструментами, но не отражены в автореферате соответствующие данные по изменению качества (шероховатости) обработанной поверхности такими инструментами, что дало бы технологам больше информации и возможностей при выборе инструмента под конкретные условия производства.

4. Судя по данным в автореферате, лазерной абляции подвергалась передняя поверхность лезвий из быстрорежущей стали Р6М5 и твердого сплава Т15К6 и ВК3М. Недостаточно ясно, проводились ли исследования структуры и свойств обработанных инструментальных материалов со стороны задней поверхности лезвия, и как это повлияло на работоспособность инструмента. Интересным было бы наблюдение условий стружкообразования и стружкодробления упрочненными лезвиями (пластинами), что можно расширить применение полученных автором результатов.

Указанные замечания не затрагивают основные научные положения, выводы и результаты, выносимые на защиту, и не влияют на положительную оценку работы в целом.

10. Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Дилявера оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9-11,13,14 Положения о присуждении ученых степеней в РФ), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Диссертация выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную научную работу и содержит новые, научно обоснованные

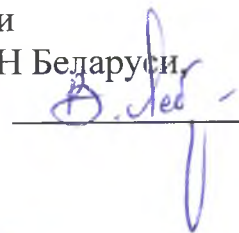
значение для повышения эффективности процессов механической обработки материалов резанием.

Отзыв подготовил:

Ведущий научный сотрудник лаборатории физики поверхностных явлений Государственного научного учреждения «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» Лебедев Владимир Яковлевич, кандидат технических наук по специальностям 05.03.01 «Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструменты» и 05.02.08 – «Технология машиностроения». Ученое звание доцент по специальности «Технология».

Республика Беларусь, 220084, г. Минск, ул. Академика Купревича, 10
Телефон +37517-3641413, моб. +37529-6216303, эл. почта: lebedev@phti.by

Ведущий научный сотрудник лаборатории
физики поверхностных явлений ФТИ НАН Беларуси
кандидат технических наук, доцент



В.Я. Лебедев

«24» марта 2026 г.

Подпись Лебедева В.Я. заверяю:
Зам. директора ФТИ НАН Беларуси



И.П. Смягликов

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
“ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”
(ВолгГТУ)

телефон: 844-223-00-76

пр. им. В. И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005

факс: 844-223-41-21

e-mail: rector@vstu.ru

http://www.vstu.ru

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.393.01
при ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет»
299053, г. Севастополь, ул. Гоголя,
д. 14

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу на тему «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Известно, что высокая интенсивность изнашивания режущего инструмента, в особенности при обработке высоколегированных сталей и сплавов с особыми свойствами напрямую влияет на снижение качества продукции и повышение себестоимости машиностроительного производства. Анализируя современное состояние инструментального обеспечения механообработки, автор справедливо отмечает, что традиционные методы (PVD, CVD) формирования износостойких покрытий и упрочнения рабочих поверхностей режущего инструмента имеют недостатки: высокая стоимость, хрупкость покрытий, возникновение растягивающих напряжений и, как следствие, повышенная склонность к трещинообразованию и последующему разрушению. Предложенный комбинированный подход (лазерная абляция + дискретное диффузионное покрытие) позиционируется как новый, более эффективный и экономичный способ решения проблемы. Предложенное автором **обоснование актуальности** проведенного исследования следует считать корректным и достаточно полным.

Результаты исследования можно классифицировать как решение комплекса научно-производственных задач, направленное на повышение работоспособности режущего инструмента и повышение эффективности машиностроительного производства в целом. **Научная новизна** работы определяется системой выявленных и количественно описанных взаимосвязей между технологическими условиями комбинированной обработки рабочих поверхностей инструмента, изменением микроструктуры и химического состава поверхностного слоя и показателями работоспособности режущего инструмента.

Практическая значимость полученных результатов, подтвержденная промышленным внедрением заключается в разработке технологии комбинированной обработки (лазерная абляция + дискретное диффузионное покрытие), позволяющей увеличить до 2 и более раз срок службы инструмента, и как следствие, снизить издержки производства. Возможность практического использования предложенных решений обеспечивается разработанными технологическими рекомендациями.

Следует отметить **корректные формулировки «паспортных характеристик»** работы: объекта, предмета, цели исследования. Решаемые задачи соответствуют заявленной цели.

С отзывом ознакомлен

Ведущий эксперт И. Д.
31.03.26

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2345/06
Дата	30.03.2026

Материалы и результаты диссертационного исследования Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу достаточно широко апробированы на авторитетных научно-технических конференциях и отражены в научных статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях.

Работа, судя по содержанию автореферата, выполнена на достойном уровне и производит хорошее впечатление, однако возникают некоторые вопросы и замечания.

1. Формулировка п. 1 «Научной новизны» (стр. 4 автореф.) не конкретна. Следовало четко указать, о каких именно «входных и выходных параметрах процесса комплексного модифицирования...» идет речь.
2. Формулировка п. 3 «Научной новизны» (стр. 5 автореф.): «Разработана методология упрочнения...» требует уточнения. Термин «методология» – в контексте рассматриваемой работы, – слишком сильное. Методология подразумевает не просто последовательность действий (технологию), а учение о методах, систему принципов. В работе представлена именно технология (последовательность операций).
3. В тексте автореферата отсутствуют комментарии по поводу существенного (более 40 % – от 670 HV до 920 HV) разброса значений микротвердости (табл. 5, стр. 18 автореф.) для одной и той же пластины. Это может указывать на высокую неоднородность свойств после обработки или на погрешность измерений.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки теоретической и практической значимости результатов исследования.

Считаю, что диссертационная работа Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» по своему содержанию, объёму, актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, установленным п. п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» в редакции от 16.10.2024 г. Автор исследования, Сефедин Исмаил Бей Дилявер оглу, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Волгоградский
государственный
технический университет»
докт. техн. наук, профессор,
специальности:
05.02.08 – «Технология машиностроения»;
05.13.06 – «Автоматизация и управление
технологическими процессами и
производствами в машиностроении»


20.03.2026

Юлий Львович
Чигиринский

Julio-Tchigirinsky@yandex.ru;
techmash@vstu.ru

тел. 844-224-84-29



В Диссертационный совет 24.2.393.01.
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33,
ученому секретарю Покинтелище Н.И.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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

Диссертационная работа Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу посвящена решению актуальной научно-технической задачи – повышению ресурса металлорежущего инструмента. В условиях современного машиностроительного производства износ инструмента является одним из ключевых факторов, определяющих рост себестоимости продукции и снижение показателей качества механической обработки. Предложенный автором подход, основанный на комбинировании методов лазерной абляции с последующим формированием дискретных диффузионных покрытий, представляет собой перспективное направление.

Автореферат логично структурирован и отражает ход диссертационного исследования. Автором проведен глубокий анализ современных методов упрочнения, выявлены их недостатки. Теоретическая часть работы посвящена моделированию процессов лазерного воздействия и диффузионного насыщения, а также обоснованию выбора оптимальных параметров обработки. Особый интерес представляет разработанная автором схема взаимосвязей параметров технологического процесса и модель формирования промежуточного слоя, обеспечивающего плавный переход свойств от основы к покрытию.

Практическая значимость работы подтверждена результатами опытно-промышленных испытаний на предприятии ООО «Завод Фиолент», где было зафиксировано увеличение стойкости инструмента в 3 раза. Разработанные технологические рекомендации и полученные патенты РФ на изобретения свидетельствуют о высокой готовности разработки к внедрению в производство.

Достоверность полученных результатов обеспечена корректным использованием современных методов исследования и хорошей воспроизводимостью результатов. Основные положения работы докладывались на международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, в том числе 5 статей в изданиях из перечня ВАК и 1 статья в журнале, индексируемом в Scopus.

С отзывом ознакомлен

Проф. Сефедин И.Б.
31.03.26

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Вх. 2342/06
Дата 30.03.2026

Замечания.

1. Автором отмечено, что недостатком традиционных методов нанесения покрытий является охрупчивание поверхности. В связи с этим возникает вопрос: проводилась ли количественная оценка хрупкости полученных покрытий?

2. Требуется уточнения влияния технологических параметров на химический состав. Каким образом варьирование режимов абляции и последующего осаждения влияло на концентрацию легирующих элементов (C, O, N) в поверхностном слое?

3. В тексте имеются опечатки

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки исследования.

Диссертационная работа Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи повышения износостойкости металлорежущего инструмента. Работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, 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.

Декан машиностроительного факультета БРУ

кандидат технических наук, доцент

по специальности 05.02.01 «Материаловедение (машиностроение)».

Адрес: проспект Мира, 43, 212000, г. Могилев, Республика Беларусь

Телефон: +375 44 740 06 64, e-mail: vshemenkov@yandex.ru

«25» марта 2026 г.

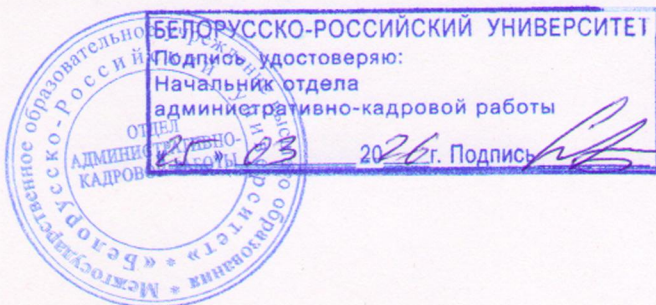
Владимир Михайлович Шеменков

Наименование организации: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет».

Почтовый адрес: проспект Мира, 43, 212000, г. Могилев, Республика Беларусь

Телефон: +375222712821

E-mail: office@exec.bru.by



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сефедина Исмаила Бей Дилявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Дилявер оглу направлена на решение важной технико-экономической задачи – повышение ресурса металлорежущего инструмента. В условиях современного машиностроительного производства износ инструмента является одной из ключевых причин роста себестоимости продукции и снижения качества обработки. В этой связи исследования, направленные на повышение износостойкости режущего инструмента, основанного на комбинировании лазерной абляции и последующего нанесения дискретного диффузионного покрытия, в настоящее время являются актуальными.

Автореферат логично структурирован и отражает ход диссертационного исследования. Автором проведен глубокий анализ современных методов упрочнения, выявлены их недостатки. Теоретическая часть работы посвящена моделированию процессов лазерного воздействия и диффузионного насыщения, а также обоснованию выбора оптимальных параметров обработки. Особый интерес представляет разработанная автором схема взаимосвязей параметров технологического процесса и модель формирования промежуточного слоя, обеспечивающего плавный переход свойств от основы к покрытию.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Установлены закономерности влияния параметров лазерной абляции и дискретного диффузионного покрытия на микроструктуру, химический состав и физико-механические свойства поверхности инструментальных материалов (Р6М5, Т15К6, ВК8).

Доказано, что комбинированная обработка позволяет повысить стойкость инструмента в 2–3 раза за счет синергетического эффекта микроструктурирования и формирования упрочняющей оксидной пленки.

Разработана научно обоснованная методология упрочнения, позволяющая прогнозировать поведение технологической системы.

Практическая значимость работы подтверждена результатами опытно-промышленных испытаний на предприятии ООО «Завод Фиолент» и ООО «ПК ТПЮГ», где было зафиксировано увеличение стойкости инструмента в 3 раза. Разработанные технологические рекомендации и полученные патенты РФ на изобретения (№ 2852004, № 2812820) свидетельствуют о высокой готовности разработки к внедрению в производство.

Замечания по автореферату:

В автореферате указано (стр. 19), что микротвердость поверхности после диффузионного оксидирования несколько снижается (на 0,9-1,12%). Однако основной целью работы является повышение износостойкости. Автору следовало бы более подробно пояснить, за счет каких факторов (снижение коэффициента трения, релаксация напряжений, повышение коррозионной стойкости) достигается рост стойкости инструмента на фоне незначительного снижения твердости.

С отзывом ознакомлен 01.04.2026 В.Ф.

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2423/06
Дата	31.03.2026

Из автореферата не ясно подтверждена ли актами внедрения на предприятии разработанная технология комбинированного упрочнения режущего инструмента.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки исследования.

Заключение

На основании изучения материалов автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Диявер оглу является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи повышения износостойкости металлорежущего инструмента. Работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сефедин Исмаил Бей Диявер оглу, 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 «Технические системы
в агробизнесе», института
«Агротехнологическая академия»
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,
(05.20.01 - Технологии и средства механизации
сельского хозяйства, 1994 г.)



Бабицкий Леонид Федорович

Полное наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», институт «Агротехнологическая академия»

Почтовый адрес:

295492, Республика Крым, г. Симферополь, пгт. Аграрное,

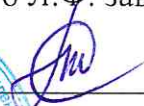
тел. +7 (3652) 26-37-52;

e-mail: document_120@rambler.ru

Ученую степень, должность и подпись Бабицкого Л.Ф. заверяю.

Директор института

«Агротехнологическая академия»



А.В. Рогозенко

25.03.2026 г.

В диссертационный совет 24.2.393.01
Ученому секретарю Покинтелице
Николаю Ивановичу
299053, г. Севастополь, ул.
Университетская, 33, ученому
секретарю диссертационного совета
24.2.393.01

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу** на тему:
**«ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО
МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЕГО РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ»**,
представленной по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование
механической и физико-технической обработки» на соискание ученой
степени кандидата технических наук.

В своей работе автор рассматривает относительно новое направление
повышения износостойкости режущего инструмента. Данное направление
недостаточно разработано, потенциально интересно как с научной, так и
технической точки зрения и, возможно, может быть альтернативой ставшими
традиционными технологиям нанесения износостойких вакуумных
покрытий. Это позволяет считать тему диссертационного исследования
актуальной.

Работа имеет **научную новизну**. Можно в основном согласиться с
формулировками этой новизны, приведенными в автореферате. Автор
предложил физическую картину формирования поверхностного слоя при
реализации исследуемой технологии и попытался описать её математически.
Разработаны основы методологии реализации предложенной технологии.

Очевидна **практическая ценность** работы. Проведенные эксперименты,
опробование технологии в лабораторных условиях показали достаточно
высокую эффективность созданных технических решений и показали
перспективу их использования в реальном производстве.

Полученные результаты теоретических и экспериментальных
исследований можно считать **достоверными**. Первые базируются на
апробированном математическом аппарате. Эксперименты проведены в
достаточном объеме с применением современных приборов и методик. Судя по
материалу автореферата, обработка данных экспериментов проведена
корректно.

Выводы и рекомендации по результатам анализа литературных данных,
теоретических и экспериментальных исследований сделаны на основе

Созывом заседания от 04.04.2026

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2422/06
Дата	31.03.2026

фактического материала, корректной обработки, непротиворечивы и их можно считать **обоснованными**.

Диссертация прошла хорошую апробацию на научно-технических конференциях различного уровня. Основные положения работы опубликованы в открытой печати в изданиях, рекомендованных ВАК в должном объеме.

Замечания по диссертационной работе и автореферату:

1) Желательно было бы более обоснованно утверждать, что износостойкость режущей части инструмента возрастает по причине замены части карбидов (железа, вольфрама и др.) на поверхности на их окислы. Окислы железа очень мягкие, что не способствует росту износостойкости, окисление кобальта в составе твердых сплавов, по свидетельству большинства исследователей, приводит к снижению характеристик материала. Возможно, что установленный эффект роста стойкости инструмента носит более сложный характер. Это может быть интересным направлением дальнейшей работы соискателя.

2) Заявление о более высоких экономических характеристиках предлагаемой технологии по сравнению с альтернативами, например, PVD, CVD-покрытиями, нужно было бы подтвердить если не результатами производственного испытания, то, по крайней мере, оценочными расчетами.

Приведенные выше замечания не влияют на положительную оценку работы.

Работа в полной мере соответствует Паспорту научной специальности 2.5.5 – «Технология механической и физико-технической обработки»,

Считаю, что диссертационная работа **Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу** на тему: **«Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности»**, удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, а ее автор, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры «Металлорежущие
станки и инструменты
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»,
д.т.н., доцент

А.В. Хандожко

Хандожко Александр Владимирович, защита
докторской диссертации по научной специальности
2.5.5 «Технология механической и физико-технической обработки»
Кафедра металлорежущие станки и инструменты.
Учебно-научный технологический институт
241035, Брянская область, город Брянск, бульвар 50 лет Октября, дом 7
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»,
Эл. почта: msi@tu-bryansk.ru. Тел. 8-929-023-01-23



В Диссертационный совет
24.2.393.01.
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, 33,
ученому секретарю
Покинтелице Николаю Ивановичу

Отзыв

на автореферат диссертации Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу на тему: «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.

Повышение стойкости лезвийного инструмента является очень важной задачей. Несмотря на значительное количество производителей инструмента, его стойкость – один из основных критериев выбора для обеспечения минимальной себестоимости обработки. В этом плане исследования соискателя по комплексному модифицированию режущей поверхности инструмента, обеспечивающую его высокую стойкость являются актуальными и своевременными.

Формулировка цели и задач исследований доказывают научную новизну работы, а выводы (заключение) – ее практическую значимость. Формулировка научной новизны в автореферате хорошо коррелируется с целью и задачами и доказана материалами, представленными в автореферате.

Все полученные результаты и рекомендации основываются на теоретических исследованиях и подтверждены экспериментами с использованием современного оборудования. Автор достаточно подробно описывает результаты этих экспериментов с использованием как табличного, так и графического представления.

Практическая значимость результатов исследований подтверждается промышленными испытаниями на предприятии ООО "Завод Фиолент", а также значительным количеством публикаций в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ и индексируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science. Интеллектуальная собственность защищена двумя патентами.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. На странице 13 автореферата автор утверждает, что им обоснованы критерии выбора оптимальных геометрических параметров для минимизации износа инструмента, но сама постановка задачи оптимизации в автореферате не приведена.

2. Из автореферата также непонятно, какие параметры абляционно-диффузионной технологии были использованы при промышленных испытаниях.

С отзывом ознакомлен 06.04.2016



3. При исследовании износостойкости пластин и образовании нароста (рисунки 17 и 18) не указано ни время обработки, ни параметры режима резания – только два значения скорости резания. Это вызывает сомнение в возможности обобщения полученных результатов и перспектив их использования при высоких скоростях резания.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки исследования.

Научные результаты и выводы диссертации являются обоснованными, достоверными и опубликованными в рецензируемых научных изданиях. Содержание автореферата полностью соответствует структуре и основным положениям диссертационной работы.

Диссертационное исследование и полученные результаты позволяют судить о наличии научной новизны и практической ценности, соответствии требованиям к квалификационной работе, 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.

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
(656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,
ауд. 266 гл.к., 8(3852290894)
agtu-otm2010@mail.ru)

Доктор технических наук, профессор,
05.02.08 – "Технология машиностроения",
профессор каф. «Технология
машиностроения»



Леонов Сергей Леонидович

18.03.2016

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
ВЕД. СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРАМ Р.М. САРГЕЕВА



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации
Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу«ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОСНОВЕ
КОМПЛЕКСНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЕГО РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ»по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической
обработки» на соискание ученой степени кандидата технических наук

В автореферате диссертации Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» решается вопрос получения износостойкой поверхности на режущем инструменте. Среди разнообразия инновационных технологий перспективными представляются применения лазерной абляции и дискретных диффузионных покрытий. Комплексное использование лазерной абляции и дискретных диффузионных покрытий представляет собой новый подход расширения технологических возможностей лезвийной обработки, который имеет высокую научную и практическую значимость, позволяя создать универсальные решения для широкого спектра металлорежущих инструментов при различных условиях обработки. В данной работе вопрос повышения износостойкости металлорежущего инструмента решается на основе разработки комплекса технических решений обоснованных анализом изученных особенностей взаимодействия лазерного излучения и коронного разряда с обрабатываемым (инструментальным) материалом.

Содержание диссертации «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» соответствует паспорту специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Поставленные задачи исследования реализованы системно и полностью, имеют обозначенные границы реализации.

Диссертационная работа Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу является актуальной и востребованной для современного машиностроения и приборостроения. Полученные в работе научные результаты и рекомендации по их внедрению достаточно обоснованы, имеют практическую ценность.

Анализ содержания автореферата диссертационной работы выявил основные положения научной новизны представленного исследования:

1. Установлена взаимосвязь между входными и выходными параметрами процесса комплексного модифицирования поверхности металлорежущего инструмента лазерной абляцией и дискретным диффузионным покрытием, с учетом изменения микроструктуры поверхности и химического состава, что позволяет прогнозировать поведение технологической системы при изменении режимов обработки.

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

3. Разработана методология упрочнения поверхности металлорежущего инструмента позволяющая повысить его работоспособность.

Работа имеет высокую практическую значимость для машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий, а также для смежных отраслей, в том числе:

- в разработке эффективной технологии повышения износостойкости металлорежущего инструмента;

- в разработке технологических рекомендаций по получению микро- и наноструктур на режущей поверхности металлорежущего инструмента лазерным излучением, обеспечивающая оптимальное качество обрабатываемой поверхности;

- в снижении производственных затрат на инструмент, уменьшение времени на переналадку станков, сокращение затрат на покупку новых инструментов, снижение объема отходов и уменьшение потребности в ресурсах для производства новых изделий;

Результаты научной работы Сефедина Исмаил Бей Дилявер оглу докладывались на конференциях с международным участием. По теме диссертационной работы опубликовано 9 статей, из них 5 статей в рецензируемых журналах и изданиях, включенных в перечень ВАК. Получено 2 патента на изобретение.

Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертационной работы.

С отзывом ознакомлен *Алиф Сефедин И.Б.*
06.04.2026 г.

Замечания по автореферату:

1. В автореферате автор указывает на результаты проведенных исследований, при этом отсутствует конкретика полученных результатов – не указаны численные значения; нет информации, о каких параметрах и характеристиках идет речь, например:

- выполненное теоретическое моделирование показывает, что локальный характер покрытия сохраняет пластичность основы, компенсирует разницу коэффициентов термического расширения и снижает склонность к упругим прогибам. Установлены взаимосвязи между технологическими параметрами и эксплуатационными характеристиками инструмента (стр.10);

- определены параметры обработки: плотность дискретных ячеек покрытия на уровне 60...70% и соотношение мощности лазера к скоростям обработки (стр.11);

- моделирование позволило установить оптимальные параметры технологических процессов, обеспечивающие высокую износостойкость и качество поверхности (стр. 13).

2. В заключении автореферата указано: «Экспериментально установлено, что эффективность технологии наиболее высока для инструмента из сплава Р6М5, где достигается снижение шероховатости на 60–80%, тогда как для Т15К6 требуется оптимизация параметров абляции для устранения пупырчатости....» Насколько представленная методика применима для других инструментальных материалов?

На основании вышесказанного, считаю, что диссертационная работа Сефедина Исмаил Бей Диявер оглу представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Отмеченные выше замечания не снижают качество представленной диссертации.

Диссертационная работа «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» соответствует требованиям пунктов 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 27 сентября 2013 года №842, а ее автор, Сефедин Исмаил Бей Диявер оглу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Заведующий кафедрой «Конструкторско-технологическая подготовка машиностроительных производств» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»), доктор технических наук, доцент.

Специальность 05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (машиностроение)

Подпись С.А. Шиялева удостоверяю.
Ученый секретарь ФГБОУ ВО
«ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»
доктор педагогических наук, доцент



Шиялев
18.03.2026

Шиялев
Сергей
Александрович

Э.Г. Крылов

/ Э.Г. Крылов /

Почтовый адрес: 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 7,
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», Инженерно-технологический факультет.
Тел. (3412) 77-60-55, (3412) 58-53-58

Адрес электронной почты: info@istu.ru

Наименование организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»

Я, Шиялев Сергей Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сефедина Исмаил Бей Диявер оглу, и их дальнейшую обработку.

Шиялев

Шиялев Сергей Александрович

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сефелина Исмаила Бей Диливера оглу на тему «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность диссертационного исследования Сефелина Исмаил Бей Диливера оглу обусловлена широким внедрением совмещенной лазерной обработки и нанесения диффузионных покрытий. Необходимо отметить, что вышеуказанная комплексная технология позволяет расширить возможности лезвийной обработки в плане повышения ресурса работы для широкого спектра режущих инструментальных пластин при изменяющихся условиях резания.

К научной новизне исследования следует отнести возможности повышения стойкости инструмента при модификации его лазерным излучением и дискретным диффузионным покрытием

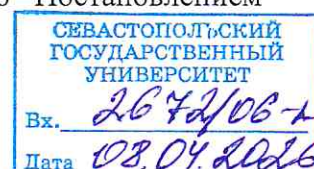
К практической значимости диссертационной работы следует отнести результаты экспериментальных исследований эффективной технологии повышения износостойкости режущих инструментов и разработку технологических решений по получению микро-и наноструктур на режущей поверхности, обеспечивающих достижимое качество обрабатываемой детали, а также методологию упрочнения поверхности инструмента.

В тоже время имеется ряд замечаний по автореферату:

1. В автореферате на с.4 не указана ссылка на крупного отечественного ученого, внесшего значительный вклад по конструированию режущих инструментов Гречишников В.А. (МГТУ «Станкин», г. Москва), что свидетельствует о недостаточной степени проработки литературных источников.
2. Достаточно узкий диапазон исследований по обрабатываемым материалам деталей не позволяет в полной мере судить об эффективности лезвийной обработки на основе лазерного излучения и дискретного диффузионного покрытия.

Следует отметить, что сделанные замечания не снижают общей положительной оценки проведенных исследований, а представленная к защите работа имеет научную и практическую значимость, является логически законченным научным трудом и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного Постановлением

С отзывом ознакомлен Исмаил Сефелин И.Б.
09.04.2026



правительства РФ № 842 от 27 сентября 2013 г.), а ее автор, Сефедин Исмаил Бей Диливероглу, заслуживает присуждение ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технологии и оборудование машиностроения»
ФГБОУ ВО (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования) «Пензенский государственный университет»

Скрябин Владимир Александрович

Докторская диссертация защищена по специальности

05.02.08. (2.5.6) – Технология машиностроения.

440026, г. Пенза, ул. Красная, д.40, 8412-36-82-24, vs_51@list.ru

Подпись руки В.А. Скрябина

заверяю.

Начальник управления кадров



В диссертационный совет 24.2.393.01
на базе ФГАОУ ВО СевГУ
Ученому секретарю совета
Покинтелице Н.И.
299053, г. Севастополь,
ул. Университетская, д. 33

ОТЗЫВ

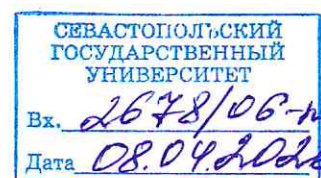
на автореферат диссертации Сефедина Исмаила Бей Диявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Диявер оглу посвящена актуальной проблеме современного машиностроения – повышению ресурса режущего инструмента за счет создания износостойких поверхностных структур. Особый интерес работа представляет с точки зрения исследования физико-химических процессов, происходящих при лазерной абляции и последующем диффузионном насыщении. Автор не ограничивается описанием технологии, а раскрывает механизмы формирования фаз, что отличает данное исследование от многих прикладных работ.

Из работы следует, что соискателем выполнен значительный объем теоретических и экспериментальных исследований. Научная новизна работы заключается в установлении термодинамических закономерностей протекания химических реакций в зоне лазерного воздействия, выявлении роли технологической среды в формировании фазового состава покрытий, а также в разработке моделей, описывающих диффузионные процессы и химические превращения на границе раздела «покрытие-основа». Особого внимания заслуживает термодинамический анализ реакций в системе $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}-\text{Fe}_x\text{O}_y$, который убедительно показывает, что в диапазоне температур 400–1000 К преобладают процессы образования упрочняющих оксидных и карбидных фаз, а не разупрочняющие реакции.

Автором доказано, что лазерная абляция в различных технологических средах приводит к принципиально разным химическим превращениям. Обработка на воздухе сопровождается образованием оксидов железа (Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO), вольфрама (WO_3) и кобальта (Co_3O_4 , CoO), тогда как в атмосфере азота доминирует нитридообразование (TiN , WN). В водной среде газофазные реакции подавляются, и упрочнение достигается преимущественно за счет структурных превращений. Эти результаты имеют фундаментальное значение

С отзывом ознакомлен Инф. Сергеев И.В.
09.04.2026



для понимания процессов лазерной модификации инструментальных материалов.

Особый интерес представляют данные рентгенофлуоресцентного анализа, демонстрирующие существенное перераспределение химических элементов в поверхностном слое после лазерной обработки. Повышение содержания углерода и кислорода в зоне непосредственного воздействия (спектр 1 для Р6М5: С – 26,69 %, О – 11,38 %) свидетельствует о формировании карбо-оксидного слоя, обладающего высокой твердостью и износостойкостью. Для сплава Т15К6 зафиксировано образование оксидов и нитридов титана, что сопровождается ростом плотности дислокаций и упрочнением поверхности.

Практическая значимость работы подтверждена результатами промышленных испытаний на АО «Завод Фиолент» и ООО «ПК ТПОГ», где достигнуто увеличение стойкости инструмента в 2–3 раза. Важно отметить, что эффект достигается не только за счет механического структурирования, но и благодаря целенаправленному изменению химического состава поверхности, что обеспечивает снижение адгезионной составляющей трения и повышение коррозионной стойкости.

Замечания по работе:

1. Недостатком традиционных методов нанесения покрытий является охрупчивание поверхности. Оценивали ли Вы хрупкость Ваших покрытий и проводилось ли сравнение данного свойства с какими-либо традиционными способами нанесения покрытий?

2. В работе показано, что при лазерной абляции сплава Т15К6 на воздухе происходит частичная трансформация карбидов в оксиды. Каков механизм этого процесса – прямое окисление карбидов или их диссоциация с последующим окислением металлов? Имеются ли доказательства образования промежуточных фаз, например, оксикарбидов?

3. Одним из интересных результатов работы является эффект управления смачиваемостью поверхности. Можно ли объяснить резкое увеличение угла смачивания маслом ИЗО для стали Р6М5 после абляции в воде образованием специфических гидроксильных групп на поверхности или это связано исключительно с изменением морфологии?

Указанные вопросы носят дискуссионный характер и направлены на углубленное понимание представленных результатов. Они не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Заключение. Диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Дилявер оглу является завершенным научно-квалификационным исследованием, в котором решена важная научно-техническая задача повышения износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного использования лазерной абляции и дискретных диффузионных покрытий с проработкой физико-химических механизмов формирования упрочняющих фаз. Работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых

степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Декан факультета машиностроительных и химических технологий
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»
кандидат технических наук, доцент,
научная специальность 2.5.5– Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки

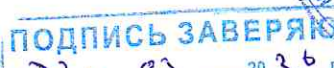
Даю согласие на обработку своих персональных данных, необходимых
для включения в аттестационное дело при защите диссертации

«23» марта 2026 г.  Саблин Павел Алексеевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный
университет»

681013, Дальневосточный федеральный округ, Хабаровский край, г.
Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27,
тел. (4217) 52-83-04,
E-mail: office@knastu.ru

Подпись Саблина Павла Алексеевича заверяю



Начальник управления кадрами и делами  Штукоев В. А.

В диссертационный совет
24.2.393.01 на базе ФГАОУ ВО СевГУ
Ученому секретарю совета Покинтелице Н.И.
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Сефедин Исмаила Бей Диявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

В условиях импортозамещения и необходимости повышения технологического суверенитета машиностроительной отрасли, вопрос продления ресурса металлорежущего инструмента приобретает стратегическое значение. Диссертационная работа направлена на решение актуальной научно-технической задачи – повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе разработки комплекса технических решений, обоснованных анализом изученных особенностей взаимодействия лазерного излучения и коронного разряда с обрабатываемым инструментальным материалом. Особую ценность представляет предложенный автором подход, включающий два этапа физико-технической обработки: предварительную лазерную абляцию и последующее формирование дискретного диффузионного покрытия. Актуальность темы обусловлена ключевой ролью механической обработки в современном машиностроении и тем фактом, что режущий инструмент остается наиболее уязвимым звеном технологической системы.

Соискателем проведена теоретическая проработка процессов, происходящих в поверхностном слое инструмента. В работе выполнен термодинамический анализ химических реакций (расчет энергии Гиббса, энтальпии и энтропии) при температурах 400...1000 К. Это позволяет научно обосновать формирование конкретных оксидных фаз на поверхности стали Р6М5 и сплава Т15К6.

Важным научным результатом является обоснование роли промежуточного слоя толщиной 5...15 мкм, формируемого лазерной абляцией. Автор убедительно доказывает, что именно этот слой с повышенной плотностью дислокаций и нанокристаллическими фазами обеспечивает

*С отзывом ознакомлен Ученый секретарь И.Д.
09.04.2026*

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Вх.	2716/06-п
Дата	09.04.2026

градиентный переход свойств и снимает термические напряжения между основой и покрытием, предотвращая скалывание.

Практическая значимость работы подкреплена конкретными инженерными решениями, защищенными двумя патентами РФ на изобретения (в том числе патент № 2852004 на способ лазерной обработки). Результаты исследований имеют четкое количественное выражение: снижение износа по задней поверхности на 75,6...88,3% и уменьшение наростообразования на 70,4...85,2% по сравнению с необработанными пластинами.

Технология прошла экспериментальную проверку не только в лабораторных, но и в промышленных условиях на базе ООО «Завод Фиолент» и ООО «Производственная компания «Техно Пласт Юг», где стойкость фрез при фрезеровании корпусов из алюминиевого сплава Д16 возросла в 2.0-2.5 раза.

Публикационная активность автора соответствует требованиям ВАК: 9 работ, включая индексацию в Scopus и 5 статей в рецензируемых изданиях.

Достоверность выводов обеспечивается применением современного исследовательского оборудования. Использование разнообразных методов контроля (рентгенофлуоресцентный анализ, металлография, измерение микротвердости) позволяет всесторонне оценить изменения в поверхностном слое. Статистическая обработка данных и математическое моделирование напряженно-деформированного состояния системы «покрытие–основа» также свидетельствуют о высоком уровне проведенного исследования.

Замечания:

1) В работе упоминается формирование оксидных пленок (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) как защитного слоя. Насколько стабильны данные оксидные структуры при длительном хранении инструмента перед эксплуатацией? Не наблюдается ли эффекта «старения» поверхности или гидратации оксидов во влажной среде, что могло бы снизить адгезионные свойства перед началом работы?

2) В работе указано, что оптимальная плотность дискретных ячеек покрытия находится на уровне 60...70%. Насколько критично отклонение от этого диапазона? Проводился ли анализ чувствительности технологии к изменению плотности покрытия, и что происходит с износостойкостью при снижении плотности до 40% или увеличении до 90% (фактически сплошное покрытие)?

3) В тексте имеются опечатки. Данное замечание носит редакционный характер и не влияет на общую оценку работы.

Заключение.

Диссертационная работа Сефедина И.Д. является завершенным, самостоятельным научным трудом, в котором решена важная технико-экономическая задача повышения эксплуатационных свойств режущего инструмента. Материалы исследования изложены ясно, логично и соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Считаю, что соискатель 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.

Главный научный сотрудник
доктор технических наук, доцент,
научная специальность 2.5.5 – Технология
и оборудование механической
и физико-технической обработки

Верещака Алексей Анатольевич

Федеральное государственное автономное учреждение науки Институт
конструкторско-технологической информатики Российской академии наук
Москва, Вадковский пер., д.18, стр. 1А
Телефон организации +7 (499) 978-49-02,
Адрес электронной почты: science@ikti.ru

Подпись Верещаки Алексея Анатольевича удостоверяю

*Ученый секретарь ИКТИ РАН, к.с.н, Запольская Анна
Николаевна*



31.03.2026 г.

В Диссертационный совет 24.2.393.01.
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33,
ученому секретарю Покинтелице Н. И.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сефедина Исмаила Бей Дилявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Диссертационная работа Сефедина Исмаила Бей Дилявер оглу направлена на решение важной технико-экономической задачи – повышение ресурса металлорежущего инструмента. В условиях современного машиностроительного производства износ инструмента является одной из ключевых причин роста себестоимости продукции и снижения качества обработки. В этой связи исследования, направленные на повышение износостойкости режущего инструмента, основанного на комбинировании лазерной абляции и последующего нанесения дискретного диффузионного покрытия, в настоящее время являются актуальными.

Автором проведен глубокий анализ современных методов упрочнения, выявлены их недостатки. Теоретическая часть работы посвящена моделированию процессов лазерного воздействия и диффузионного насыщения, а также обоснованию выбора оптимальных параметров обработки. Особый интерес представляет разработанная автором схема взаимосвязей параметров технологического процесса и модель формирования промежуточного слоя, обеспечивающего плавный переход свойств от основы к покрытию.

Научная новизна работы:

Установлены закономерности влияния параметров лазерной абляции и дискретного диффузионного покрытия на микроструктуру, химический состав и физико-механические свойства поверхности инструментальных материалов (Р6М5, Т15К6, ВК8).

Доказано, что комбинированная обработка позволяет повысить стойкость инструмента в 2–3 раза за счет синергетического эффекта микроструктурирования и формирования упрочняющей оксидной пленки.

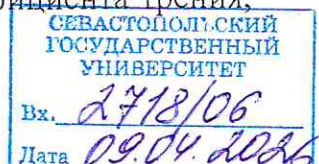
Разработана научно обоснованная методология упрочнения, позволяющая прогнозировать поведение технологической системы.

Практическая значимость работы подтверждена результатами опытно-промышленных испытаний на предприятии ООО «Завод Фиолент» и ООО «ПК ТПОГ», где было зафиксировано увеличение стойкости инструмента в 3 раза. Разработанные технологические рекомендации и полученные патенты РФ на изобретения (№ 2852004, № 2812820) свидетельствуют о готовности разработки к внедрению в производство.

Замечания по автореферату:

1. В автореферате указано (стр. 19), что микротвердость поверхности после диффузионного оксидирования несколько снижается (на 0,9-1,12%). Однако основной целью работы является повышение износостойкости. Автору следовало бы более подробно пояснить, за счет каких факторов (снижение коэффициента трения,

Создан документ Конт. Сефедин И.Б.
09.04.2026



релаксация напряжений, повышение коррозионной стойкости) достигается рост стойкости инструмента на фоне незначительного снижения твердости.

2. По данным, представленным в автореферате, невозможно судить о физико-химических процессах, связанных с деструкцией поверхности инструментальных материалов, образованием вторичных структур, таких как оксиды, нитриды и др. Нет доказательств и подтверждений этих процессов на различных материалах.

3. По тексту автореферата имеются противоречия в повышении стойкости инструмента (на стр. 3 повышение стойкости в 1,5...4 раза; на стр.5 в 2...3 раза; на страницах 20 и 23 в 2...2,5 раза), а в заключении автор утверждает, что: «Технология обеспечивает увеличение стойкости инструмента на 20...30 % по сравнению с покрытием TiN и на 50...70 % по сравнению с пластинами без покрытия».

4. Из автореферата не ясно, возможно ли использовать полученную автором математическую модель для других методов нанесения покрытий?

5. Желательно было бы опубликовать полученные результаты диссертационного исследования в других рецензируемых научных изданиях из категории K1 и K2.

В целом результаты научной работы удовлетворяют требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленными «Положением о порядке присуждения учёных степеней» в пунктах 9 – 14, а её автор Сефедин Исмаил Бей Диявер оглу, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 -Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Профессор кафедры «Технология машиностроения»

ФГБОУ ВО «ЧГУ им И.Н. Ульянова»

д.т.н., профессор

Янюшкин Александр Сергеевич

Специальность 05.03.01 (2.5.5) «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

E-Mail: yanyuskinas@mail.ru. Тел.89083025352.

Почтовый адрес: 428015. Россия, Чебоксары, Московский пр.15,

ФГБОУ ВО «ЧГУ им И.Н. Ульянова», кафедра «Технология машиностроения»



Подпись руки	
заверяю	
Начальник отдела делопроизводства ФГБОУ ВО «ЧГУ им И.Н. Ульянова»	
24 03	И.А. Гордеева 20 26 г.