

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

Отзыв

Официального оппонента доктора технических наук, профессора Корсунова Константина Анатольевича на диссертацию 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.

Общие сведения о диссертации

Диссертационная работа Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу представляет собой новое 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. Содержание исследований соответствует специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Области исследования: №2 (теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических воздействий); № 3 (исследование механических и физико-технических процессов в целях определения параметров оборудования, агрегатов, механизмов и других комплектующих, обеспечивающих выполнение заданных технологических операций и повышение производительности, качества, экологичности и экономичности обработки).

Диссертация включает в себя введение, четыре главы, общие выводы, список литературы включающего 129 источников. Работа изложена на 202 страницах, содержит 79 рисунков, 39 таблиц и 5 приложений.

Материалы исследования опубликованы в 9 работах. В рецензируемых журналах и изданиях, включенных в перечень ВАК, опубликовано 5 статей, 1

С отзывом ознакомлен Секр. 17.03.2026 г.



статья проиндексирована в наукометрической базе Scopus, получено 2 патента России на изобретения.

Диссертация прошла достаточную апробацию на Международных, Всероссийских научных и научно-практических конференциях, тематика которых совпадает с основными направлениями исследований, представленных соискателем в работе.

Личный вклад соискателя в решение поставленных задач не вызывает сомнений. Автором самостоятельно сформулированы выбор направления, цели и задачи исследований. Разработана технология процесса обработки поверхности быстрорежущей стали Р6М5 и твердого сплава Т15К6 методом лазерной абляции и дискретным диффузионным покрытием.

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность темы обусловлена ключевой ролью механической обработки в современном машиностроении и тем фактом, что режущий инструмент остается наиболее уязвимым звеном технологической системы. Поскольку отказ инструмента напрямую влияет на производительность, точность обработки и экономическую эффективность производства, проблема продления срока его службы приобретает особую научную и практическую значимость.

Автором предложен перспективный подход, основанный на комплексном использовании лазерной абляции и дискретных диффузионных покрытий. Однако для обоснования эффективности и практической реализации данного комбинированного метода требуются целенаправленные научные исследования, раскрывающие его технологические возможности и устанавливающие закономерности формирования поверхностного слоя.

Необходимость разрешения этих вопросов предопределяет актуальность исследования, что в конечном итоге будет способствовать повышению качества обрабатываемых деталей, снижению себестоимости механической обработки и повышению конкурентоспособности машиностроительной продукции.

Содержание диссертационного исследования

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен развернутый аналитический обзор современного состояния проблемы повышения износостойкости режущего инструмента. Автором подробно рассмотрены материалы, применяемые для

изготовления инструмента, кинетика и основные виды его износа. Проведен критический анализ существующих методов упрочнения. На основе анализа сформулирована гипотеза о перспективности комбинированного подхода, сочетающего лазерную абляцию и дискретное диффузионное покрытие.

Во второй главе представлено теоретическое обоснование предлагаемого комбинированного метода. Автором рассмотрены физические принципы лазерной абляции и формирования дискретных диффузионных покрытий, выявлены взаимосвязи между технологическими параметрами и характеристиками модифицированного слоя. Разработана физико-химическая модель процессов, происходящих при комплексном модифицировании поверхности.

В третьей главе изложены результаты математического моделирования процессов, протекающих при лазерной абляции и формировании дискретных покрытий. Выполнен термодинамический анализ реакций в поверхностном слое инструментальных материалов, предложены модели теплопередачи и напряженно-деформированного состояния системы «покрытие–основание».

Четвертая глава является центральной и наиболее объемной частью диссертации, посвященной экспериментальной проверке разработанных теоретических положений. Следует отметить высокий методический уровень исследований и широкий спектр примененных современных методов анализа: оптическая и сканирующая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный анализ, профилометрия, измерение микротвердости и стойкостные испытания в условиях, приближенных к промышленным.

Автором проведены систематические исследования влияния технологических параметров лазерной абляции (мощность, частота, среда обработки, схема сканирования) на глубину обработки, шероховатость, морфологию и химический состав поверхности инструментальных материалов Р6М5, ВК8 и Т15К6. Данные спектрального анализа (раздел 4.9) подтверждают изменение химического состава в зоне лазерного воздействия с образованием упрочняющих оксидных и нитридных фаз.

Разработана и апробирована технология комбинированного модифицирования, включающая два этапа: лазерную абляцию и последующее нанесение дискретного диффузионного покрытия (раздел 4.10). Экспериментально доказано, что такая обработка обеспечивает снижение износа по задней поверхности и наростообразования по сравнению с необработанными пластинами, превосходя по эффективности покрытие TiN (раздел 4.11). Результаты промышленных испытаний (разделы 4.12–4.13)

подтвердили увеличение стойкости инструмента, что отражено в акте внедрения (Приложение Г).

В заключении сформулированы основные выводы и результаты работы, которые полностью соответствуют поставленным задачам и отражают научную новизну и практическую значимость исследования.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Выдвинутые в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации обладают высокой степенью обоснованности, что достигается комплексным использованием фундаментальных законов физики твердого тела, теплофизики, термодинамики и механики деформируемого твердого тела. При разработке математических моделей теплопередачи и термодинамического анализа химических реакций автор опирается на апробированные решения уравнений теплопроводности, законы Бугера-Ламберта и Дэшмана, а также расчет энергии Гиббса с использованием справочных термодинамических данных, что гарантирует достоверность теоретических заключений. Логичность и полнота анализа современного состояния проблемы, выполненного в первой главе, позволили корректно обосновать необходимость разработки комбинированного подхода и сформулировать рабочую гипотезу исследования.

Экспериментальная часть работы характеризуется методологической строгостью: исследования проведены на современном сертифицированном оборудовании с применением стандартизированных методик на представительной номенклатуре инструментальных материалов, а полученные результаты подвергнуты статистической обработке, что обеспечивает их достоверность и воспроизводимость. Особо следует отметить высокую степень соответствия теоретических предсказаний и экспериментальных данных, а выводы термодинамического анализа о преимущественном образовании упрочняющих фаз нашли прямое подтверждение в результатах рентгенофлуоресцентного анализа, зафиксировавшего закономерное изменение элементного состава поверхностного слоя в зависимости от технологической среды.

Достоверность сформулированных выводов и практических рекомендаций убедительно подтверждена сравнительными испытаниями, в ходе которых разработанная комбинированная технология продемонстрировала существенное преимущество как перед необработанным инструментом, так и перед инструментом с традиционным покрытием TiN. Решающим аргументом в пользу обоснованности работы служат

положительные результаты промышленных испытаний на ООО «Завод Фиолент» и ООО «ПК ТПЮГ», где внедрение технологии обеспечило увеличение стойкости инструмента, что зафиксировано соответствующими актами.

Все выводы, приведенные в заключении работы, достоверны и базируются на материалах исследований, представленных в диссертации.

Научная новизна исследования заключается в том, что

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.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость диссертационной работы заключается в создании эффективной технологии комбинированного модифицирования поверхности режущего инструмента, прошедшей экспериментально-промышленную апробацию. Применение разработанных теоретических методов позволило реализовать технологию, обеспечивающую увеличение стойкости инструмента в 2–3 раза, снижение износа по задней поверхности на 75,6–88,3 % и уменьшение наростообразования на 70,4–85,2 % по сравнению с необработанными образцами, а также превосходящую по эффективности традиционное покрытие TiN. Дополнительным эффектом является снижение шероховатости поверхности на 60–80 % и формирование прочной оксидной пленки, что непосредственно влияет на качество обрабатываемых деталей.

Разработанная методика комплексного модифицирования и технология упрочнения инструмента из сплавов Р6М5, ВК8 и Т15К6 внедрены в учебный процесс Крымского инженерно-педагогического университета имени Февзи Якубова, а также в производственную деятельность ООО «Завод Фиолент» и ООО «ПК ТПЮГ». Промышленные испытания подтвердили высокую

эффективность разработки: стойкость инструмента возросла в 2,0–2,5 раза, износ по задней поверхности снизился на 60–75 %, производительность технологических операций увеличилась на 15 % за счет сокращения простоев на замену инструмента, а брак на операциях чистовой обработки уменьшился на 1,5–2 %. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения составляет 300 000 рублей.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию на машиностроительных и металлообрабатывающих предприятиях при производстве и восстановлении режущего инструмента из быстрорежущих сталей и твердых сплавов. Разработанная технология целесообразна к применению на операциях точения, фрезерования и других видах механической обработки, особенно в условиях высоких скоростей резания. Предложенные автором технологические рекомендации по выбору оптимальных режимов лазерной абляции и параметров нанесения дискретного диффузионного покрытия могут быть непосредственно использованы в технологической подготовке производства. Полученные результаты также рекомендуются для внедрения в учебный процесс при подготовке инженерных кадров соответствующих специальностей.

Замечания по диссертационной работе

В ходе анализа диссертационной работы выявлены отдельные недостатки по содержанию и оформлению:

1. Следовало бы раскрыть целевое назначение заключения автора: «Многочисленные материалы и способы нанесения покрытий имеют свои преимущества и недостатки. Поэтому естественно стремиться к разработке не «универсальных» покрытий и способов их нанесения, а покрытий, рассчитанных на конкретные базовые материалы и определенные условия эксплуатации».

2. В числе проблем, требующих решения, автор выдвигает проблему долговечности режущего инструмента. Правильнее было бы говорить о стойкости инструмента.

3. О чем сожалеет автор, говоря (стр. 33 дис.): «К сожалению, современные способы получения покрытий, несмотря на свои очевидные преимущества, имеют следующие недостатки...»? Эта ситуация свойственна каждому методу. Следовало бы сделать акцент на тех недостатках, которые

позволяет устранить предлагаемый способ, что автор в ходе исследований и сделал.

4. Не совсем понятен вывод автора, связанный с формулой Журкова. Он утверждает, что, поскольку она не учитывает конструктивные особенности инструмента, масштабный эффект и влияние рабочей среды, необходима разработка новых подходов к оценке долговечности. Таким подходом, по мнению автора, является рассмотрение дискретного диффузионного покрытия как объемного модификатора свойств инструментального материала. Однако это подчеркивает, что нельзя понятие долговечности материала привязывать к долговечности инструмента. Это разные предпосылки.

5. Автор отмечает, что предлагаемый комбинированный метод решает фундаментальную проблему совмещения высокой поверхностной твердости и термостойкости покрытия с необходимой пластичностью и вязкостью инструментальной основы. Повышение прочностных свойств поверхности автор убедительно доказывает в своих исследованиях, а вот сохранение пластичности основы инструмента в работе не нашло отражения.

6. На стр. 72 дис. указывается: «Корректный подбор температурного режима, а следовательно, и параметров лазерного излучения, на основе теоретического анализа позволяет оптимизировать...». Что является критерием корректности подбора?

7. Подраздел 3.5 называется «Моделирование покрытий дискретного типа при условии контактной прочности». В тексте нет разъяснения, в чем именно заключаются эти условия контактной прочности.

8. Подраздел 4.1 «Разработка технологии повышения износостойкости металлорежущего инструмента» отражает разработку технологии предложенного автором конкретного метода, а не вообще технологии повышения износостойкости. Поэтому и раздел следовало бы назвать более конкретно.

9. В работе присутствуют опечатки:

- стр. 43 дис.: «С помощью лазерного излучениее возможно создавать структуры...»;

- стр. 76 дис. повтор слова «Модуляция добротности лазера лазера»;

- стр. 79 дис. «молекулярныйй масса».

Указанные замечания могут быть учтены автором в ходе дальнейшей научной работы и не снижают общей положительной оценки исследования.

Заключение

Диссертационная работа Сефедин Исмаила Бей Дилявер оглу «Повышение износостойкости металлорежущего инструмента на основе комплексного модифицирования его рабочей поверхности» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеющую значение для развития технологии изготовления режущего инструмента.

В работе содержатся новые научно обоснованные технические и технологические решения в области комбинированных методов модифицирования рабочих поверхностей, позволяющие повысить износостойкость режущего инструмента. Предложенные решения имеют существенное значение для обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в части производства и упрочнения металлорежущего инструмента.

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

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки и отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автор работы, 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.

Официальный оппонент Заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», доктор технических наук, профессор, (05.03.07 – процессы физико-технической обработки). 291034, Луганская Народная Республика, городской округ город Луганск, город Луганск, квартал Молодежный, дом 20А.

Телефон: +7(951)539-51-59

Электронная почта: korsunof@mail.ru

« 11 »

2026

Корсунов Константин Анатольевич

Подпись заверяю:

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Директор департамента управления
персоналом ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.А. Степанова

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Почтовый адрес: 291034, Луганская Народная Республика, городской округ город Луганск, город Луганск, квартал Молодежный, дом 20А.

Электронная почта: dahl.univer@yandex.ru

Телефон: +7(8572) 34-48-28; факс +7(8572) 34-48-48