

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

пр. им. В. И. Ленина, 28, г. Волгоград, 400005
телефон: 844-223-00-76 факс: 844-223-41-21 e-mail: rector@vstu.ru

<http://www.vstu.ru>

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор
Волгоградского государственного
технического университета

С. В. Кузьмин

« 29 » / *март* / 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертацию СИМОНОВА Дмитрия Сергеевича на тему
«Повышение эффективности поверхностного пластического
деформирования нежестких валов комбинированными
ультразвуковыми технологиями», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальностям
2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-
технической обработки; 2.5.6 – Технология машиностроения

Общие сведения о диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, библиографического списка из 130 наименований и приложений. Основной материал изложен на 117 страницах, содержит 52 рисунка и 14 таблиц. Общий объем работы 135 страниц.

В национальной электронной библиотеке Elibrary.ru приведены сведения о 24 публикациях Д. С. Симонова, из которых 14 относятся к теме диссертационного исследования, в том числе: 5 журнальных статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science, 1 патент РФ на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Содержание работы достаточно полно отражено в автореферате и научных публикациях по теме проведенных исследований. Диссертация изложена грамотным техническим языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Сле-

дует отметить четко определенную структуру диссертационной работы:

- «Паспортная» часть работы, включая цель и задачи исследования, обоснована результатами представленного в первой главе анализа известных процессов отделочно-упрочняющей обработки поверхностей вращения нежестких деталей из углеродистых и легированных сталей.
- Теоретическое обоснование основных положений диссертации, приведенное в третьей главе, согласуется с материалами экспериментальных исследований, описанными в четвертой (обсуждение результатов) и пятой (практическая реализация) главах работы.

В работе корректно определены цель, объект и предмет исследования и сформулирован комплекс задач, обеспечивающих достижение поставленной цели.

Проведенные автором исследования выполнены на основе положений технологии машиностроения, технической механики, физико-технологических основ методов поверхностного пластического деформирования, механической, ультразвуковой и химико-термической обработки, методов математического моделирования и материалов ранее проведенных исследований в области комбинированной обработки.

Все вместе позволяет утверждать, что автору удалось решить все поставленные задачи диссертационного исследования.

Актуальность темы

Ужесточение условий эксплуатации современных машин – увеличение механических нагрузок и скоростей, требования к снижению массы и обеспечению сбалансированности вращающихся деталей, повышение требований к надежности и увеличение срока службы, – диктует необходимость использования в машиностроительном производстве новых технологий и материалов, обеспечивающих выполнение названных выше условий при одновременном снижении производственных затрат.

Требования к долговечности и надежности машин традиционно обеспечивались применением конструкционных материалов, обладающих определенным

комплексом повышенных физико-механических характеристик, таких как статическая и динамическая прочность, износостойкость, усталостная прочность и др. – высоколегированных сталей и сплавов.. Как правило, повышение физико-механических характеристик сопровождается усложнением технологии механической обработки таких материалов и увеличением затрат на обеспечение требований в отношении геометрической точности и качества поверхности изделий. Известны технологические методы, каждый из которых обеспечивает выполнение определенных повышенных требований, такие как поверхностное или опережающее пластическое деформирование, химико-термическая обработка, механическая обработка с введением в зону резания дополнительной энергии – ультразвуковая, лазерная, плазменная...

Следует отметить, что до настоящего время отсутствуют теоретические модели и детальные экспериментальные исследования, на которые можно было бы опереться при разработке эффективных комбинированных технологий обеспечения повышенных требований к качеству поверхности изделий. С учетом сказанного выше, исследование, посвященное разработке комбинированных технологий модификации поверхностей вращения нежестких деталей, относящихся к классу тел вращения изготовленных из материалов с относительно невысокой себестоимостью, например из низколегированных сталей, следует считать актуальным.

Новизна исследований и ценность полученных результатов решена научно-производственная задача повышения производительности и качества обработки нежестких валов из низколегированных и углеродистых сталей путем замены шлифования на комбинированный способ обработки ППД с наложением ультразвуковых колебаний. Новые научные результаты состоят в том, что:

1. Установлено существенное преимущество импульсного по сравнению с традиционным непрерывным способа передачи энергии ультразвуковых колебаний от инструмента-индентора к упрочняемой детали, обеспечивающего в 1,5 раза более высокую степень наклепа и уровень остаточных напряжений, а также большую плотность дислокаций и дисперсность блоков.
2. Установлена связь между величиной амплитуды смещения рабочей части

многополуволновых УЗКС и элементами соединения преобразователя с высокими потерями и инструментом с более низкими потерями, выявлены конструктивные особенности их сопряжения и определены рациональные параметры УЗКС, обеспечивающие высокую амплитуду смещения индентора.

3. С целью повышения производительности ультразвукового ППД нежестких валов и равномерного упрочнения по длине детали разработана технология комбинированной обработки ППД с ультразвуком, заключающаяся в использовании одновременно двух инструментов – инденторов, установленных со смещением, кратным $0,5S_{\text{ПР}}$, одному из которых сообщаются ультразвуковые колебания.
1. Установлено, что предложенная комбинированная технология обработки, сочетающая азотирование и последующее импульсное ультразвуковое ППД, позволяет повысить поверхностную твердость детали из стали в 1,6 раза, увеличить глубину упрочнения в 2 раза, сгладить перепад показателей твердости на границе азотированного слоя.

Практическая значимость результатов и рекомендации по использованию

- Разработана методика повышения амплитуды колебаний рабочего торца инструмента-индентора, основанная на подборе элементов связи между низкодобротным преобразователем и высокодобротным инструментом, и обеспечивающая снижение акустических потерь в сочленениях многополуволновой ультразвуковой колебательной системы.
- Разработан и защищен патентом на изобретение способ комбинированной обработки ППД с ультразвуком, при котором упрочнение поверхности вращающейся детали при ППД осуществляется с наложением на инструмент-индентор ультразвуковых колебаний.
- Определены рациональные режимы комбинированного технологического процесса ППД с использованием ультразвуковых колебаний с целью формирования функциональных свойств поверхностного слоя на сталях с учетом эксплуатационных требований к изделиям.

- Внедрение разработанной технологии комбинированного технологического процесса ППД с применением ультразвука позволяет получить экономический эффект, который складывается из применения недорогих сталей, сокращения количества операций и повышения производительности технологического оборудования.

Основные положения и выводы диссертации Д. С. Симонова могут быть использованы в практике машиностроительных предприятий с целью повышения надежности и долговечности ответственных изделий машиностроения за счет обоснованного управления процессом комбинированной отделочно-упрочняющей обработки. Результаты диссертационной работы Симонова Д. С. представляют интерес для внедрения на предприятиях общего и транспортного машиностроения, в других наукоёмких отраслях промышленности.

Достоверность и обоснованность основных результатов и выводов обеспечена корректностью постановки задач, обоснованным использованием аналитических зависимостей, строгостью использованного математического аппарата, корректной постановкой экспериментов и подтверждается качественным и количественным соответствием теоретических исследований с экспериментальными данными, использованием апробированных методов и средств измерения, модернизацией и созданием работоспособного экспериментального оборудования. Дополнительным обоснованием достоверности результатов и корректности выводов диссертационного исследования служит промышленное внедрение, подтвержденное соответствующими документами.

- первый вывод тривиален, представляет собой констатацию факта решения комплекса поставленных задач, не содержит признаков научной новизны; не относится к понятию «практическая значимость».
- второй вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 1, 5; достоверность подтверждается материалами главы 4 и раздела 5.1 диссертации; содержит признаки научной новизны в соответствии с областями исследований 2, 7 паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки;

- третий вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 1, 5; достоверность подтверждается материалами главы 4 и раздела 5.1 диссертации; содержит признаки научной новизны в соответствии с областями исследований 2, 7 паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки;
- четвертый вывод частично обоснован, соотносится с задачами исследования 1, 5; достоверность подтверждается материалами главы 4 и раздела 5.1 диссертации; содержит признаки научной новизны в соответствии с областями исследований 2, 7 паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки; содержит гипотетическое заключение о взаимосвязи существенного повышения микротвердости с формированием в процессе обработки «в поверхностном слое мелкоблочной структуры с более равномерным распределением дислокаций за счет термической активации движения дислокаций» – данное заключение является гипотетическим и может рассматриваться как возможное направление дальнейших исследований;
- пятый вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 2, 3; достоверность подтверждена материалами третьей главы диссертации, содержит признаки научной новизны по п.п. 3, 4 паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки; содержит признаки научной новизны по п.п. 2, 4 паспорта специальности 2.5.6 – Технология машиностроения;
- шестой вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 4, 5; достоверность подтверждена материалами третьей главы диссертации, не содержит признаков научной новизны; относится к «практической значимости».
- седьмой вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 2, 4; достоверность подтверждена материалами глав 3, 5 диссертации, содержит признаки научной новизны по п.п. 2, 9 паспорта специальности 2.5.6 – Технология машиностроения; относится к «практической значимости»;
- восьмой вывод обоснован, соотносится с задачами исследования 2, 4; досто-

верность подтверждена материалами глав 3, 5 диссертации, не содержит признаков научной новизны; относится к «практической значимости».

Соответствие специальности

Проведенные автором исследования и их результаты соответствуют формуле и областям исследования, определенным в паспорте научной специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки:

- 2) Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических, химических и комбинированных 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.
- 4) Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров рабочего инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки.
- 7) Новые технологические процессы механической и физико-технической обработки и создание оборудования и инструментов для их реализации.

Проведенные автором исследования и их результаты соответствуют формуле и областям исследования, определенным в паспорте научной специальности 2.5.6 – Технология машиностроения:

- 2) технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие хода, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости.
- 4) Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска.

- 7) Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин.
- 9) Методы и средства повышения производительности изготовления изделий машиностроения.

По работе имеется ряд **замечаний** – как по существу, так и формальных.

Замечания по существу работы:

1. Название диссертации явно указывает на цель работы («повышение эффективности...»), в то время, как тему исследования принято соотносить с объектом (комбинированная технология) и предметом (влияние технологии на качество обработанной поверхности) исследования.
2. В работе неоднократно (стр. 3, 4, 6, 7, 14, 18 автореф., стр. 4, 116 дисс.) встречается термин «комбинированные и совмещенные технологические процессы». Такая формулировка предполагает противопоставление двух видов технологий. В чем состоит различие?
3. В обосновании актуальности исследования (стр. 3 автореф., стр. 4, 5 дисс.) приведено достаточно подробное перечисление известных решений и направлений исследования, но отсутствует резюмирующая часть.
4. В работе не приведено обоснование в отношении количества повторений испытаний при фиксированных условиях:
 - непонятно, почему каждое испытание на машине трения (раздел 2.3, стр. 49 дисс.) повторяется четырехкратно
 - непонятно, почему измерение микротвердости (раздел 2.4, стр. 51 дисс.) в каждой точке повторяется именно три раза, и каким образом возможно трехкратное измерение микротвердости в одной точке?
5. Автор защищает оптимальные (стр. 8, 14, 88, 95 дисс., стр. 6, 12 автореф.) режимы комбинированной обработки, однако в работе в явном виде не формулируется условие и метод решения оптимизационной задачи (система ограничений, критерий оптимизации).
6. Следовало бы более подробно описать методы построения и оценки досто-

верности многофакторных регрессионных моделей, используемых для нахождения оптимальных режимов (стр. 88 дисс.).

7. Из текста диссертации не ясно, каким образом должна применяться модель (табл. 4.5, стр. 89 дисс.) для прогнозирования микротвердости: не ясно, какой элемент режима обработки и иной технологический фактор «скрывается» за переменной «X» и какова размерность этой величины.

Формальные замечания:

8. В тексте встречаются несогласованные фразы – например, на стр. 45 дисс. (подраздел 2.2. «Методика исследования...») и орфографические (стр. 8 автореф. «В третей главе» и др.) ошибки
9. Принято при первом упоминании аббревиатуры в тексте приводить ее полное описание, либо в начале текста диссертации приводить список сокращений. Автор достаточно активно использует сокращения без расшифровки по тексту – например, УЗКС, ППД с ХТО, и др. При этом первое подробное описание приводится в разделе «Основные выводы» (стр. 116 дисс.).
10. В тексте диссертации (стр. 108...111) и автореферата (стр. 16) неоднократно упоминается устаревшее просторечное выражение «супротивно». Корректнее было бы использовать термин «оппозитно».
11. В тексте диссертации упоминаются термины, не применяемые в настоящее время, например: «чистота поверхности» и «опорная поверхность» (стр. 11 дисс.) – соответственно «шероховатость поверхности» и «опорная длина профиля»; «малолегированная сталь» (стр. 4, 15, 116 дисс.) – «низколегированная сталь» и др.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации. Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.

Заключение о соответствии диссертации

1. Диссертация выполнена на актуальную тему. Научные результаты, полу-

ченные автором, вносят существенный вклад в развитие и направление совершенствования высокоэффективных методов получения изделий, в том числе нежестких, с повышенными эксплуатационными требованиями и имеют важное практическое значение. Выводы обоснованы. Исследование имеет характер завершенной научно-квалификационной работы, в которой содержится решение проблемы, имеющей практическое применение в современном машиностроении.

2. Автореферат корректно и полно отражает содержание диссертации.

3. Проведенные автором исследования и их результаты по содержанию, научной новизне и практической значимости соответствуют паспортам научных специальностей 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки; 2.5.6 – Технология машиностроения.

4. Содержание исследования достаточно полно отражено в открытой печати в опубликованных автором научных работах, в том числе, в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Учитывая значимость материалов диссертации для науки и практики, актуальность тематики, личный вклад соискателя, уровень обсуждения результатов в печати и на конференциях, следует признать диссертационную работу «Повышение эффективности поверхностного пластического деформирования нежестких валов комбинированными ультразвуковыми технологиями» по своему содержанию, объему, актуальности, научной и практической значимости, соответствующей требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и определенным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. за № 842 с изменениями на 25.01.2024 г., а ее автора, СИМОНОВА Дмитрия Сергеевича, заслуживающим присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки; 2.5.6 – Технология машиностроения.

Отзыв обсужден и единогласно одобрен на расширенном заседании кафедры «Технология машиностроения» ВолгГТУ с участием кафедр «Строительство,

технологические процессы и машины» и «Технология и оборудование машиностроительных производств» Волжского политехнического института (ВПИ, филиал ВолгГТУ), протокол № 9 от 28 марта 2024 г. В обсуждении работы приняли участие 16 преподавателей, в т.ч. 5 докторов и 8 кандидатов технических наук по специальностям 05.02.07 (2.5.5), 05.02.08 (2.5.6) и 05.13.06.

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»


Юлий Львович
Чигиринский

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

тел. 844-224-84-29

