

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.286.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Воронежский государственный технический
университет», Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
НАУК
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30.10.2025 № 17

О присуждении **Яковлевой Анне Петровне**, гражданке Российской Федерации, **ученой степени доктора технических наук**.

Диссертация на тему «Разработка процессов комбинированной обработки деталей концентрированными потоками энергии и поверхностной пластической деформацией для получения модифицированных износостойких поверхностных слоев» по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки **принята к защите** (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.2.286.06, от 05.06.2025 г. созданным на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84, приказ о создании диссертационного совета от 12.10.2022 года № 1185/нк.

Соискатель Яковлева Анна Петровна, 24 октября 1971 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени **кандидата технических наук** «Технологическое повышение нагрузочной способности зубчатых колес комбинированной обработкой» по научной специальности 02.05.08. Технология машиностроения защитила в 2005 году в диссертационном совете Д 212.141.06, созданном на базе МГТУ им. Н.Э. Баумана, работает доцентом в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре технологий машиностроения (МТ-3).

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте машиноведения имени А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАЦИ РАН) в отделе «Трение, износ, смазка. Трибология».

Научный консультант - доктор технических наук, профессор, Албагачиев Али Юсупович, заведующий отделом «Трение, износ, смазка. Трибология», Институт машиноведения имени А.А. Благонравова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Приходько Вячеслав Михайлович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии конструкционных материалов», ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»;

2. Киричек Андрей Викторович – доктор технических наук, профессор, проректор по перспективному развитию ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»;

3. Кадырметов Анвар Минирович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Машиностроительные технологии» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва в своем положительном отзыве, подписанным заведующим кафедрой высокоэффективных технологий обработки, доктором технических наук, доцентом Шехтманом Семеном Романовичем и утвержденный и.о. проректора по научной работе ФГАОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», доктором технических наук, доцентом Капитановым Алексеем Вячеславовичем указала, что разработка методов комбинированного воздействия, в том числе методов обработки концентрированными потоками энергии для получения модифицированных износостойких поверхностей является актуальной научно-технической задачей. Были отмечены наиболее существенные результаты, полученные лично автором: разработана методика проектирования комбинированных методов обработки с наложением физических воздействий для получения модифицированных поверхностных слоев (полученные параметры качества поверхностей - твердость, глубина упрочнения, шероховатость и остаточные напряжения в сочетании с масляными карманами создают резерв для повышения износостойкости); впервые установлено влияние технологической наследственности, методов и режимов комбинированной обработки на образование зон концентрации напряжений в модифицированном поверхностном слое; исследованы триботехнические свойства модифицированных поверхностей и установлена взаимосвязь режимов комбинированной обработки с их износостойкостью; установлено, что лазерная и плазменная закалка, а также электромеханическая обработка не являются технологическим барьером для некоторых поверхностных дефектов в отличие от алмазного выглаживания. Научные положения и выводы, сделанные в работе, аргументированы и достоверны.

Учитывая актуальность темы исследования, практическую значимость и высокий уровень диссертационной работы доцента кафедры технологии машиностроения (МТ-3) МГТУ им. Н.Э. Баумана Яковлевой А.П. на тему «Разработка процессов комбинированной обработки деталей концентрированными потоками энергии и поверхностной пластической деформацией для получения модифицированных износостойких поверхностных слоев» признать, что в ней изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. Работа относится к научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, соответствует пунктам 2, 3, 7 паспорта

специальности: «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», «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», «Новые технологические процессы механической и физико-технической обработки и создание оборудования и инструментов для их реализации».

Диссертация Яковлевой А.П. соответствует Положению о присуждении учёных степеней п.п. 9-11, 13, 14, утверждённого Постановлением Правительства РФ «О порядке присуждения учёных степеней», а автор диссертации Яковлева Анна Петровна, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Соискатель имеет 37 опубликованных работ, из них 10 в журналах из перечня ВАК. Все результаты диссертации получены автором лично или при его непосредственном участии в результате проведения экспериментальных и расчетных работ. Во всех необходимых случаях заимствования чужих результатов в диссертации приведены ссылки на литературные источники.

В опубликованных работах в полной мере отражены основные материалы диссертации: определена сущность и актуальность поставленных задач исследования, обоснованы применяемые теоретические и практические решения для достижения поставленной цели, изложены основные результаты работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Основные положения диссертационной работы отражены в следующих публикациях:

1. Yakovleva A.P., Albagachiev A.Y. Theoretical Investigation of the Influence of Combined Machining Modes on the Value and Character of Residual Stresses in the Surface Layer of Cylindrical Friction Pairs // Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2020, 49(3), С. 237–242.

2. Yakovleva A.P. Improving the durability of machine parts using a combined method // Materials Science Forum. 2019. Т. 946. С. 37-41.

3. Yakovleva A., Isaenkova M., Minushkin R. The Effect of Combined Processing on Residual Stresses in the Surface Layer of Power Plant Parts. Materials, 2022, 15(2), 420.

4. Yakovleva A.P., Albagachiev A.Yu., Voronov V.A., Borisenko A.V., Ivanova Yu.S. The Effect of Low-Temperature Media on Surface Quality after Combined Processing. Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2023, No. 2, pp. 28–33. DOI: 10.3103/S1052618823020115.

5. Yakovleva A.P., Bogdanov A.V. Obtaining regular microreliefs using laser irradiance // *AIP Conference Proceedings*, 2023, 2833(1), 070004. doi.org/10.1063/5.0152448.

6. Яковлева А.П., Албагачиев А.Ю. Теоретическое исследование влияния режимов комбинированной обработки на величину и характер остаточных напряжений в поверхностном слое цилиндрических пар трения // *Проблемы машиностроения и надежности машин*. – 2020. – № 3. – С. 72-78.

7. Яковлева А.П. Упрочнение зубчатых колес концентрированными потоками энергии // *Справочник. Инженерный журнал с приложением*. – 2019. – № 7 (268). – С. 3-7

8. Яковлева, А.П., Савельева, Л.В. Управление свойствами поверхностных слоев деталей методом комбинированной обработки // *Справочник. Инженерный журнал с приложением*. – 2020. – № 4 (277). – С. 27-30.

9. Яковлева А.П., Албагачиев А.Ю., Кулаков О.И. Повышение износостойкости цилиндрических пар трения методом комбинированной обработки // *Научные технологии в машиностроении*. – 2023. – №1 (139). – С. 31-38.

10. Албагачиев А.Ю., Яковлева А.П. Применение методов комбинированного воздействия на поверхностный слой деталей машин в наукоёмких технологиях // *Научные технологии в машиностроении*. – 2023. – № 3 (141). – С. 12–18.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступило 14 отзывов. Все отзывы положительные:

1. Доктора технических наук, профессора кафедры МТ-2 «Инструментальная техника и технология» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) Маслова А.Р.

Замечания:

1. Следовало раскрыть сокращение «ЭМО» в автореферате.

2. Автором не рассмотрено выявление остаточных макронапряжений и не выполнены измерения твердости на образцах из стали ХВГ, которую часто применяют для изготовления плунжерных пар.

3. Не указано, что применение современной импульсной техники позволяет избежать зон отпуска при лазерной обработке.

4. Автором не проводилось испытание плунжерной пары на плотность, то есть удержание высокого давления в течение заданного времени.

5. Автору следовало бы рассчитать припуски на комплексную обработку поверхности, включающую алмазное выглаживание, для обеспечения заданной точности изготовления деталей.

6. Согласно ряду технических условий на плунжерные пары, шероховатость их трущихся поверхностей не должна превышать $Ra\ 0,08\ \mu\text{m}$. В таблице 3 автореферата приведены параметры шероховатости значительно больше.

7. Автор рассматривает исключительно детали типа «Вал», но не дает рекомендаций, как следует обрабатывать внутреннюю поверхность деталей типа «Втулка»;

2. Доктора технических наук, профессора, директора Института прикладной физики НАН Беларуси Хейфеца М.Л.

Замечания:

1. Не указано, возможно ли применение предложенных технологий комбинированной обработки для золотников, плунжеров или толкателей в топливной арматуре.

2. Не раскрыт синергетический эффект, возникающий при наложении слоев от различных видов комбинированного воздействия;

3. Доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДонНТУ») Сидорова В.А.

Замечания:

1. На сколько выполнен теоретический анализ параметров масляного кармана, полученного после КО, подтвержден результатами экспериментальных исследований?

2. Комментарии, приведенные к рисункам 12 и 13 автореферата, не позволяют оценить качество рельефа поверхностного слоя после комбинированной обработки.

3. В автореферате не указаны принятые уровни факторов для планируемого эксперимента, что не позволяет определить применимость формул 12 и 13.

4. В положениях, выносимых на защиту докторской диссертации, предпочтительно увидеть «метод», а не «методику», разработанную на основе предложенного метода.

5. Большой комплекс теоретических и экспериментальных исследований следовало завершить обобщением, развитием теоретических основ известных подходов;

4. Доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника «АО «НПО Лавочкина» Ефанова В.В. и кандидата технических наук, ведущего инженера – технолога «АО «НПО Лавочкина» Стрельникова И.В.

Замечания:

1. В качестве недостатка к работе можно отметить следующее: при выборе метода пластической поверхностной деформации автор ограничился алмазным выглаживанием, исключив из рассмотрения ультразвуковую ударную обработку, обработку дробью, обработку холодом, которые могли

привести к дополнительному экономическому эффекту, сокращению цикла изготовления и т.д.;

5. Доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Вычислительная механика и математика» ВГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Володина Г.Т.

Замечания:

1. Проведены исследования только для гидравлических систем у различных видов техники. Но не рассмотрены детали топливной аппаратуры.

2. Некоторые графики не содержат доверительного интервала, а построены по средним значениям;

6. Доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Механика материалов и геотехнологии» ВГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Анциферова С.В.

Замечания:

1. Судя по тексту автореферата, в работе отсутствуют исследования по влиянию комбинированной обработки на свойства поверхности износостойкости при низких температурах.

2. По результатам работы получен один патент на полезную модель;

7. Доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технология конструкционных материалов» Калужского филиала МГТУ им Н.Э. Баумана Шаталова В.К.

Замечания:

1. Рис.12. Не приводится исходная шероховатость образцов. К тому же рис. 12 в, г требует уточнения.

2. На рис. 13 не обозначено увеличение.

3. В тексте не приведена ссылка на Табл. 4;

8. Доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры физических проблем материаловедения Национального исследовательского ядерного университета «Московский инженерно-технический институт» Исаенковой М.Г.

Замечания:

1. В качестве замечания можно отметить, что в таблице 6 автореферата, по-видимому, приведен период кристаллической структуры, а не «деформация кристаллической решетки». Конечно, по периметру элементарной решетки можно оценить деформацию. К тому же, в первой строке таблицы 6 допущена ошибка, в соответствии с которой период кристаллической решетки составляет 1,9682 Å;

9. Кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Института общей физики РАН Линькова К.Г.

Замечаний нет;

10. Кандидата технических наук, генерального директора ООО «Энергодиагностика» Дубова А.А.

Замечания:

1. В автореферате рассматривается влияние зон концентрации напряжений при применении методов упрочнения концентрированными потоками энергии

(КПЭ) с поверхностной пластической деформацией (ППД). При этом, ЗКН рассматриваются как наличие зон отпуска, в которых отмечается снижение твердости поверхности. На стр. 26 реферата указано о влиянии технологического фактора структурного несовершенства. Интересно было бы дополнить проведенные исследования изучением влияния ЗКН с локальными исходными структурными концентраторами напряжений металла на параметры методов комбинированной обработки.

2. В исследованиях не уточняется, применима ли предложенная технология упрочнения к различным системам машин и агрегатов, содержащих элементы с сопряженными поверхностями трения, работающими в жидкостной среде.

3. Целесообразно было бы повысить качество рисунков, особенно, читаемость шкал, например, рис. 11;

11. Кандидата технических наук, старшего научного сотрудника ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» Исакова В.В.

Замечания:

1. Представленный литературный обзор основан на работах отечественных исследователей.

2. Игнорирование имеющихся данных, по количественной оценке, градиента магнитных полей рассеяния, который характеризует уровень концентрации остаточных напряжений в материале.

3. Нет анализа технологического оборудования для изготовления деталей с контактными поверхностями трения в жидких рабочих средах;

12. Доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технологии машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет» (ФГБОУ ВО «ДонНТУ») Михайлова А.Н.

Замечания:

1. В работе исследованиями охвачены 5 основных сталей: 45, 40Х, 20Х3МВФ, 40ХН2МА, 38ХМЮА. Из автореферата не понятно, а для других сталей, применяемых в плунжерных парах, возможно ли применение проведенных испытаний?

2. В автореферате не отмечено, проводились ли исследования износостойкости сталей в зависимости от вариантов комбинированной обработки плунжеров;

13. Доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет» Чигиринского Ю.Л.

Замечания:

1. В тексте автореферата отсутствует четко сформулированная проблема исследования (стр.4). Проблема, в общем случае, представляет некоторое, неразрешимое известными методами, противоречие между потребностями (например, производства или техническими требованиями, установленных

для определенных изделий), и наличием ресурсов (технических средств, технологических и методических методов), необходимых для этих потребностей. В авторской формулировке вместо собственно проблемы названо только средство («создание теоретических и методических основ...») решения проблемы.

2. Из текста автореферата не вполне понятно, в чем состоит принципиальное различие (стр.6. автореф «научная новизна», п.6) методология проектирования...отличающаяся решением обратной задачи...: оптимальный уровень эксплуатационных свойств – оптимальный диапазон режимов КО» и функционально-ориентированным проектированием технологии.

3. В тексте автореферата приведены данные теоретических и экспериментальных исследований результатов КО в отношении высотных параметров шероховатости, глубины упрочненного слоя, остаточных напряжений, параметров масляных карманов, но отсутствуют, в явном виде, оценка повышения износостойкости обработанных поверхностей в сравнении с традиционными методами обработки, например шлифованием, хонингованием и др.

4. В тексте автореферата присутствуют несогласованные фразы, например, на стр.6: «...методика проектирования..., отличающееся от существующих тем, что учтен тип производства....., проводят с учетом технологической наследственности»; на стр.15: «полученные зависимости позволяют прогнозировать и управлять режимами на этапе технологической подготовки производства» - что именно «позволяют прогнозировать»?

5. Результаты моделирования шероховатости даны в тексте автореферата с избыточной точностью до $10^{-4} \dots 10^{-6}$ мкм (стр.15, табл. 2), 10^{-3} мкм (стр.24-25, табл.3) – как правило, достаточно 10^{-2} мкм.;

14. Доктора технических наук, профессора кафедры «Технологии материалов и транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Колмыкова В.И.
Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается признанными достижениями этих специалистов в соответствующей отрасли науки, высоким уровнем профессионализма, специализацией и большим научно-практическим опытом, в том числе по тематике исследования соискателя, а также наличием у оппонентов и ведущей организации публикаций и исследований по данной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработаны** теоретические и методические основы процессов комбинированной обработки (концентрированными потоками энергии с поверхностной пластической деформацией), обеспечивающих получение параметров качества модифицированных износостойких поверхностных слоев

у деталей с контактными поверхностями трения в жидких рабочих средах на примере золотниковых и плунжерных пар трения.

– **предложена** методика проектирования процессов КО с применением концентрированных потоков энергии и ППД, отличающиеся от существующих тем, что учтен тип производства при выборе оборудования, инструмента, оснастки и анализ результатов (параметров качества модифицированной износостойкой поверхности) проводят с учетом технологической наследственности. По данной методике разработаны процессы для получения модифицированных износостойких поверхностных слоев на примере деталей золотниковых и плунжерных пар гидравлического оборудования.

– **доказана** взаимосвязь режимов обработки с параметрами качества модифицированных поверхностей и износостойкостью.

– **выведены** теоретические зависимости параметров модифицированных поверхностей и режимов КО, которые позволяют управлять свойствами поверхностных слоев на этапе технологической подготовки производства.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **разработана** научно обоснованная методика проектирования процессов КО с применением концентрированных потоков энергии и ППД для повышения износостойкости поверхностей деталей, работающих в жидких рабочих средах, расширяющая технологические знания в области получения новых поверхностных свойств.

– **установлена** взаимосвязь режимов обработки с параметрами качества модифицированных поверхностей и износостойкостью.

– **создана** методология проектирования технологических процессов КО, отличающаяся возможностью решения обратной задачи по схеме: оптимальный уровень эксплуатационных свойств (износостойкость) – оптимальный диапазон режимов КО.

– **получены** теоретические и эмпирические зависимости параметров качества поверхностного слоя модифицированных износостойких поверхностей от режимов КО, отличающиеся тем, что учтены особенности процессов – наличие зон отпуска.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– **разработаны и внедрены** методы комбинированной обработки для получения модифицированных поверхностей, повышения качества поверхностного слоя и износостойкости на примере золотниковых и плунжерных пар трения.

– **разработаны** технологические рекомендации для внедрения на предприятиях, работающих в условиях трения в жидких рабочих средах.

– **доказана** эффективность разработанных методов внедрением и испытаниями на ведущих предприятиях общего машиностроения (имеются акты о внедрении и испытаниях на более 10 ведущих предприятиях РФ) и авиационно-космической отрасли (имеется акт внедрения).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании;
- показана воспроизводимость результатов исследования на различных экспериментальных и промышленных установках;
- полученные результаты не противоречат ранее проводимым исследованиям по данной тематике;
- идея базируется на анализе экспериментальных исследований и рабочих гипотезах по теме диссертации.

Личный вклад соискателя состоит:

- в получении исходных данных по теме диссертации;
- личное участие в апробации результатов исследования;
- разработке экспериментальных и промышленных установок;
- обработке и интерпретации экспериментальных данных,
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней п. 9-11, 13, 14, утверждённого Постановлением Правительства РФ «О порядке присуждения учёных степеней». В работе изложены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны. Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором на основании выполненных исследований разработаны теоретические положения для построения эффективных и востребованных в отечественном машиностроении процессов комбинированных технологий механической и физико-технической обработки при возможности получения с их использованием качественных износостойких слоев в гидравлических системах машиностроения, внедрение которых имеет существенное значение для развития страны. Публикации по теме работы соответствуют требованиям Положения ВАК и специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- для расширенной реализации использования результатов работы в общем машиностроении издать по материалам диссертации через центральное издательство монографию с конкретными примерами накопленного в отрасли опыта;
- отсутствует методика научно-обоснованного выбора метода комбинированной обработки с механическим и лучевым воздействием, позволяющая прогнозировать назначение ресурса и межремонтного периода для плунжерных пар при типовых условиях эксплуатации изделий. Замечание может быть устранено путем создания новых конструкций гидравлического оборудования, защищенных охранными документами государства.

Соискатель Яковлева А.П. согласилась с замечаниями и сообщила, что учтет их в дальнейшей работе.

В диссертации Яковлевой А.П. содержится решение значимой для промышленности проблемы – увеличение износостойкости поверхностей деталей работающих в условиях трения в жидких рабочих средах на примере золотников и плунжеров гидравлического оборудования.

Работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые результаты и положения, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

На заседании 30.10.2025 г. диссертационный совет принял решение **присудить Яковлевой Анне Петровне ученую степень доктора технических наук за:** создание теоретических и методических основ процессов комбинированной обработки (концентрированными потоками энергии с поверхностной пластической деформацией), обеспечивающих оптимальные технологические условия для получения заданного качества модифицированных износостойких поверхностных слоев у деталей с контактными поверхностями трения в жидких рабочих средах на примере золотниковых и плунжерных пар трения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 11, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент



Смоленцев
Владислав Павлович

Мандрыкин
Андрей Владимирович

30.10.2025 г.