

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 КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.06.2023 г. № 4

О присуждении Соколову Вячеславу Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Создание технологии упрочнения свободнодвижимыми инденторами на базе энергетической оценки качества поверхностного слоя» по специальности 2.5.6. Технология машиностроения принята к защите 11 апреля 2023 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.286.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, приказ о создании диссертационного совета № 1185/нк от 12.10.2022г.

Соискатель Соколов Вячеслав Дмитриевич, 2 апреля 1989 года рождения, в 2012 году окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», в 2016 году окончил аспирантуру ДГТУ по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, работает ассистентом кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» в ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор Лебедев Валерий Александрович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской

государственный технический университет», кафедра «Металлорежущие станки и инструменты», и.о. заведующего кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. **Сидякин Юрий Иванович**, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», профессор кафедры «Технология машиностроения»;

2. **Рязанцев Александр Юрьевич**, кандидат технических наук, АО «Конструкторское бюро химавтоматики», конструкторский отдел проектирования средств технологического оснащения, начальник отдела дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (г. Кемерово), в своем положительном отзыве, подписанном Абабковым Николаем Викторовичем, к.т.н., доцентом, заведующим кафедрой технологии машиностроения и Блюменштейном Валерием Юрьевичем, д.т.н., профессором кафедры технологии машиностроения, указала, что диссертация Соколова Вячеслава Дмитриевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную для науки и практического применения тему, содержит новые научные результаты, которые имеют существенное значение для науки и практики в области повышения эффективности упрочняющей обработки деталей динамическими методами ППВ. Основные результаты и выводы по работе обоснованы теоретически и экспериментально и опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Автореферат достоверно и полностью отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Соколова Вячеслава Дмитриевича соответствует паспорту научной специальности 2.5.6 «Технология машиностроения» (пункты 2,3,7), требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п.9), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.6. Технология машиностроения.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ, 1 статья в издании, индексируемом в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus, общий объём 9,7 п.л., где соискателю принадлежит 6,8 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Публикации в научных изданиях в базе данных Scopus

1. Lebedev, V.A. Energy State of a Plastically Deformed Surface Layer / V.A. Lebedev, **V.D. Sokolov**, A.V. Kirichek // Procedia Engineering 150(2016). International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016. – Pp. 775–781(всего 0,6 п.л., авторский вклад 0.45 п.л.).
2. Лебедев, В.А. Методика разработки технологических процессов получения покрытий в вибрационных технологических системах / В.А. Лебедев, С.Ю. Штынь, **В.Д. Соколов** // Известия ВолгГТУ. – 2017. – № 9(204). – С. 88-91. (всего 0,4 п.л., авторский вклад 0.3 п.л.).
3. Лебедев, В.А. Прогнозирование физико-механических характеристик качества поверхностного слоя, модифицированного ППВ / В.А. Лебедев, **В.Д. Соколов**, И.В. Давыдова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2018. – Т. 14. – № 2(158). – С. 54-58. (всего 0,5 п.л., авторский вклад 0.4 п.л.).
4. Лебедев, В.А. Эффективность применения дополнительной упрочняющей обработки методом поверхностного пластического деформирования для повышения усталостной долговечности деталей / В.А. Лебедев, Ф.А. Пастухов, **В.Д. Соколов**, М.А. Бойко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2019. – Т. 15 – № 3(171). – С. 122-126. (всего 0,4 п.л., авторский вклад 0.25 п.л.).
5. **Соколов, В.Д.** Проектирование технологии упрочнения деталей динамическими методами ППВ / **В.Д. Соколов**, В.А. Лебедев, А.П. Чучукалов, И.В. Давыдова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т. 18. – № 11(215). – С. 507-511. (всего 0,4 п.л., авторский вклад 0.35 п.л.).

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

На диссертацию и автореферат поступило 15 отзывов, все отзывы положительные:

1. Афонин А.Н., д.т.н., профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий НИУ «БелГУ». Замечания:

- Неясно, как предложенное автором энергетическое условие разрушения поверхностного слоя соотносится с известными энергетическими критериями разрушения, например критериями Райса-Трейси, Кокрофта-Лейтема и др.;

- Из работы неясно, для какой группы материалов могут быть использованы полученные результаты, в частности справедливы ли они для легированных сталей с высоким содержанием остаточного аустенита.

2. Зайдес С.А., д.т.н., профессор кафедры материаловедения, сварочных и аддитивных технологий ФГБОУ ВО «ИниТУ». Замечания:

- К сожалению, предлагая энергетический подход, автор не приводит анализ других методов оценки накопленной энергии, например, по исчерпанию запаса пластичности или по результатам измерения микротвердости.

- В выводе 6 указывается о методике расчета параметров качества поверхностного слоя. Полезно было бы привести пример такого расчета.

3. Ивахненко А.Г., д.т.н., профессор кафедры машиностроительных технологий и оборудования ФГБОУ ВО «ЮЗГУ». Замечания:

- Из автореферата неясно, как была оценена значимость корреляционной связи энергетического состояния локального микрообъёма и, как следствие, поверхностного слоя, с его твёрдостью (выражение 7), поскольку далее представлены результаты исследований для разных материалов - стали 16ХЗНВМФБШ и стали 30ХЗВА (стр. 11-12), а также стали 20 (стр. 15).

4. Михайлов А.Н., д.т.н., заведующий кафедрой технология машиностроения, ФГБОУ ВО «ДонНТУ». Замечания:

- В автореферате, в 3-м абзаце, автор рассматривает энергию, накапливаемую в локальном объеме поверхности. Здесь, на мой взгляд, следовало бы говорить об изменении внутренней энергии локального микрообъёма поверхности в процессе ППВ.

- На рис. 6, кривая 6, не указаны параметры этой кривой в подрисуночной надписи.

- При анализе рисунков 7-9 автор не приводит величин дисперсии воспроизводимости, что не позволяет установить параметры соответствия установленных расчетных зависимостей.

5. Мокрозуб В.Г., д.т.н., заведующий кафедрой компьютерно-интегрированные системы в машиностроении ФГБОУ ВО «ТГТУ». Замечания:

- В автореферате не указана точность, полученного выражения (4) и не даны пределы изменения твердости, для которых это выражение справедливо.

- Очень кратко описана пятая глава.

6. Тотай А.В., д.т.н., профессор кафедры техносферная безопасность ФГБОУ ВО «БГТУ». Замечания:

- Отсутствует обоснование выбора для исследования именно виброударной обработки и не приведена ее схема;

- Нет объяснения, каким образом из эмпирической зависимости (5) и аналитической формулы (6) может быть установлена корреляционная связь;

- Для какого вида усталостной долговечности рекомендуется зависимость (16)? Для малоцикловой, многоцикловой или гигаацикловой?

7. Фроленкова Л.Ю., д.т.н., заведующая кафедрой машиностроения, профессор ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева». Замечания:

- Из автореферата не ясно каким методом и с какой точностью определялись коэффициенты в выражениях (5), (9), (10).

- В автореферате (стр. 15) в таблице представлен анализ расчетных и экспериментальных данных влияния виброударной обработки на повышение усталостной долговечности образцов на примере двух материалов. Для подтверждения достоверности проведенных расчетов необходимо иметь больший статистический материал.

8. Ямников А.С., д.т.н., профессор кафедры технология машиностроения ФГБОУ ВО «ТГУ». Замечания:

- Автор отмечает, что рост внутренней энергии происходит в результате протекания энтропийных процессов в локальном объеме, обусловленных тепловым эффектом, при этом их физическую сущность не раскрывает.

9. Безъязычный В.Ф., д.т.н., профессор кафедры технология авиационных двигателей и общего машиностроения ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А.Соловьева». Замечания:

- Из автореферата неясно проводилась ли автором сравнительная оценка расчетных значений параметров качества упрочненного поверхностного слоя, по предложенным им зависимостям с их расчетными значениями по зависимостям установленным на основе механического подхода, подтверждающая преимущества энергетического подхода.

10. Витренко В.А., д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «ЛГУ имени Владимира Даля». Замечания:

- Автору следовало бы, более четко определить граничные условия применимости разработанной энергетической модели упрочнения динамическими методами ППВ.

11. Кропоткина Е.Ю., д.т.н., профессор кафедры высокоэффективных технологий и обработки ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН». Замечания:

- Автор отмечает, что рост внутренней энергии происходит в результате протекания энтропийных процессов в локальном объеме, обусловленных тепловым эффектом, при этом их физическую сущность не раскрывает.

12. Кузнецов В.П., д.т.н., профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «УФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Замечания:

- В автореферате не приведены данные о погрешности измерения теплофизических параметров процесса на калориметрической установке. В связи с этим вопрос: как влияет теплопроводность термометра Testo 905-T2 на полученные результаты?

- Отсутствуют результаты исследования шероховатости поверхностей после ДППВ. Известно, что параметры микропрофиля коррелируют с теплофизическим состоянием материала в процессе упрочнения.

13. Макаров В.Ф., д.т.н., зам. заведующего кафедры инновационные технологии машиностроения ФГАОУ ВО «ПНИПУ». Замечания:

- Несмотря на обоснованность энергетического критерия автор все-таки при установлении зависимостей по оценке физико-механических характеристик качества поверхностного слоя, упрочненного динамическими методами ППВ использует полуэмпирический подход.

14. Соловьев Д.Л., д.т.н., профессор кафедры технология машиностроения ФГБОУ ВО «ВГУ имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых». Замечания:

- Результаты проведенных исследований были применены для вибрационно-ударного упрочнения поверхностей зубьев зубчатого колеса и промежуточного вала, однако в представленном описании не указывается форма, размеры, материал этих деталей, а также режимы их упрочнения, которые привели к повышению эксплуатационных свойств в 1,2 раза, что не позволяет в достаточной степени оценить практические возможности полученной методики расчета технологических режимов такого способа упрочнения.

15. Чучукалов А.П., к.т.н., помощник генерального директора по производству ПАО «Роствертол». Замечания:

- очень сжато представлена в автореферате пятая глава, что не позволяет представить содержание методик проектирования операций упрочнения динамическими методами ППВ.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью в области технологии машиностроения, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, а также их согласием.

Выбор ведущей организации обоснован ее широкой известностью своими достижениями в области технологии машиностроения и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также ее согласием. Направление научно-исследовательской деятельности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (г. Кемерово) соответствует теме диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** энергетические методы оценки параметров качества поверхностного слоя и прогнозирования эксплуатационных свойств деталей, подкрепленные результатами экспериментальных исследований и

обеспечивающие разработку рациональных технологий упрочнения динамическими методами ППВ;

- **предложен** энергетическая модель упрочнения научно обосновывает влияние технологических параметров и условий обработки на изменение энергетического состояния поверхностного слоя, модифицированного в процессе ППВ динамическими методами;

- **доказано** элемент пластически деформируемого материала считается предельно упрочненным, когда рост его внутренней энергии достигает величины равной разности теплосодержания (энтальпии) при температуре плавления и исходном состоянии;

- **подтверждена** гипотеза о возможности использования в качестве энергетической величины, определяющей разрушение металла в условиях циклического нагружения, величины соизмеримой с предельной энергией, поглощаемой кристаллической решёткой при нагреве локального микрообъема при температуре плавления;

- **введены** граничные энергетические условия, определяющие эффективность упрочнения деталей динамическими методами ППВ и разрушение поверхностного слоя в процессе эксплуатации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана** приемлемость, установленных на основе энергетического критерия, расчетных зависимостей, позволяющих (с погрешностью 14 %) определить физико-механические характеристики качества поверхностного слоя упрочнённого динамическими методами ППВ и обосновать производительность процесса обработки;

- **применительно к проблематике диссертации использованы:** научные основы технологии машиностроения, термодинамики, теории прочности и разрушения твердых тел, исследования в области упрочняющих технологий, физики металлов и металловедения;

- **изложены** аналитические подходы к расчёту параметров качества поверхности позволяющие с использованием ЭВМ выбирать рациональные технологические режимы операций упрочнения динамическими методами ДППВ;

- **раскрыты** энергетическое условие разрушения поверхностного слоя в процессе циклического нагружения позволяющее (с погрешностью 20 %)

прогнозировать влияния упрочнения динамическими методами ППВ на эксплуатационные свойства деталей;

- **изучены** закономерности изменения величины внутренней энергии, накапливаемой в локальном пластически деформированном объёме поверхности от количества актов ударно-силового воздействия на него и её составляющих (механической и тепловой);

- **проведена модернизация** расчетных зависимостей по оценке влияния теплового и механического эффектов на изменение энергетического состояния локального объема при динамическом ППВ.

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

- **разработаны** методики расчёта технологических режимов ППВ и параметров качества поверхности при проектировании операций упрочняющей обработки методом ППВ;

- **определены** энергетические критерии эффективности упрочнения деталей динамическими методами ППВ;

- **создан** экспериментальный калориметрический комплекс для определения энергетического состояния поверхностного слоя модифицированного ДППВ;

- **представлены** результаты внедрения разработанной методики на ОАО «Технология» г. Азов, Ростовской области для обоснования режимов эффективного виброударного упрочнения деталей колеса зубчатого и промежуточного вала.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для **экспериментальных работ** использованы специально изготовленное оборудование, современные методики и средства их реализации, обеспечивающие воспроизводимость результатов исследований в различных условиях, данные по обработке методами ДППВ, приведённые в научно-технической литературе;

- **теория** построена на использовании физических основ технологии машиностроения, законов термодинамики, теории прочности и разрушения твердых тел, исследований в области упрочняющих технологий, металловедения, методов математического моделирования;

- **идея** базируется на анализе основополагающих работ, посвященных применению динамических методов ППВ для упрочняющей обработки деталей машин;

- **использованы** как авторские данные, так и результаты исследований по рассматриваемой тематике научных школ НПО «ЦНИИТМАШ, ДГТУ, ВолГТУ, ВГТУ;

- **установлена** сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований, свидетельствующая об адекватности предложенных расчетных зависимостей и их приемлемости для практического применения.

Личный вклад соискателя состоит в:

- **личном участии** при решении всех поставленных задач для достижения цели работы и получения результатов, имеющих научную и практическую значимость для обеспечения существенного вклада в развитие технологической науки в машиностроении;

- **теоретическом обосновании** энергетического подхода к оценке параметров качества поверхностного слоя и прогнозирования эксплуатационных свойств деталей, упрочнённых ДППВ;

- **методическом обеспечении** проектирования технологических операций упрочняющей обработки динамическими методами ППВ;

- **создании материальной базы** для выполнения работы, внедрении результатов в производство.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. При оформлении списка литературы использовать преимущественно обозначения, требуемые стандартом 2018 года. 2. Целесообразно было бы перенести часть экспериментальных результатов из диссертации в автореферат для подтверждения теоретических результатов исследования.

Соискатель Соколов В.Д. согласился с большинством замечаний, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию объектов обсуждения, одобренную членами совета.

На заседании 21 июня 2023 года диссертационный совет принял решение за исследование задачи создания технологии упрочнения свободнодвижущимися инденторами на базе энергетической оценки качества поверхностного слоя

присудить Соколову Вячеславу Дмитриевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности 2.5.6, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

21 июня 2023 года

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор

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



В. Владислав Павлович

А. Андрей Владимирович