

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.307.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 декабря 2023 г. № 276

О присуждении **Самуль Артёму Геннадьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение качества поверхностного слоя деталей тангенциальным ультразвуковым воздействием при поверхностном деформировании» по специальности 2.5.6. Технология машиностроения принята к защите 21 сентября 2023 г. (протокол заседания № 71) диссертационным советом 24.2.307.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83 (Приказ от 02.11.2012 № 714/нк о создании совета, приказ от 24.03.2021 № 256/нк о возобновлении работы совета).

Соискатель **Самуль Артём Геннадьевич**, 28 мая 1994 года рождения.

В 2018 году соискатель окончил магистратуру в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования (ФГБОУ ВО) «Новосибирский государственный технический университет» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»,

освоил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 05.02.08 «Машиностроение», направленности «Технология машиностроения» в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», год окончания – 2022, работает старшим преподавателем кафедры «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре технологии машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, **Гилета Виктор Павлович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра технологии машиностроения, доцент.

Официальные оппоненты:

Блюменштейн Валерий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», кафедра «Технология машиностроения», профессор,

Лебедев Валерий Александрович, кандидат технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет», кафедра «Металлорежущие станки и инструменты», и.о. заведующего кафедрой дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования (ФГАОУ ВО)**

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, в своем положительном отзыве, подписанном Павловым Валентином Федоровичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой сопротивления материалов, и утвержденном Прокофьевым Андреем Брониславовичем, доктором технических наук, доцентом, первым проректором - проректором по научно-исследовательской работе, указала, что по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Повышение качества поверхностного слоя деталей тангенциальным ультразвуковым воздействием при поверхностном деформировании» отвечает критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата наук (пп. 9–11, 13, 14 Положения о присуждении учёных степеней), соответствует научной специальности 2.5.6 Технология машиностроения, а её автор Самуль Артём Геннадьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендуемый ВАК РФ, опубликовано 3 статьи; в изданиях, включенных в международные базы Scopus и Web of Science – 3 статьи. Авторский вклад соискателя в научные публикации заключается в проработке известных теоретических и практических опубликованных данных по тематике диссертации, обработке результатов эксперимента, оформлении и подготовке материалов к публикации; вклад составляет 90 %. Объем научных статей – 7 печатных листов.

В опубликованных работах представлены результаты исследования ультразвукового поверхностного пластического деформирования (УЗПД) по тангенциальной схеме, позволяющего применять данный метод при обеспечении требуемого качества поверхностного слоя упрочненных деталей из металлов и сплавов с твердостью менее HB150. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значительные работы:

1. Рахимьянов, Х.М. Обеспечение микрогеометрического состояния поверхности деталей, выполненных из пластичных материалов, ультразвуковой обработкой / Х.М. Рахимьянов, В. П. Гилета, А.Г. Самуль // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2020. - Т. 16, № 6. - С. 256-259. - DOI: 10.36652/1813-1336-2020-16-6-256-259.

2. Самуль, А.Г. Кинематические характеристики процесса ультразвуковой поверхностной обработки / А. Г. Самуль // iPolytech Journal. – 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 24-34. – DOI 10.21285/1814-3520-2022-1-24-34.

3. Rakhimyanov, K. Kinematics of ultrasonic processing / K. Rakhimyanov, V. Gileta, A. Samul // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Sevastopol, 07–11 сентября 2020 года. – Sevastopol, 2020. – P. 022054. – DOI 10.1088/1757-899X/971/2/022054.

4. Samul, A. Ultrasonic Surface Machining of Aluminium Alloy Parts / A. Samul, V. Gileta, A. Nasonov [et al.] // Key Engineering Materials. – 2022. – Vol. 910 KEM. – P. 321-330. – DOI 10.4028/p-wj4ahe.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ведущая организация ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет академика С.П. Королева», г. Самара.

Замечания: 1) В диссертации не указаны требования к материалам (из твёрдого сплава или синтетических алмазов АСПК) и к геометрическим характеристикам инденторов – деформаторов (в редакции дисс.) в зависимости от обрабатываемого материала деталей. Так же не ясно, в каких экспериментах используются инденторы из твёрдого сплава, а в каких из синтетических алмазов АСПК. 2) Схема конструкции приспособления для ввода ультразвуковых колебаний (рис. 3.1 и 3.2, с. 92) с использованием груза является громоздкой. Рациональнее было бы использование для создания силы нагружения компактного пружинного устройства с тарированной силой нагружения. 3) Из схемы конструкции приспособления для выглаживания по тангенциальной схеме (рис. 3.1 и 3.2) не ясно, каким образом изменяется направление ввода колебаний

относительно вектора главной скорости обработки. 4) Из диссертации не ясно: с какой погрешностью можно использовать полученные в работе регрессионные зависимости при выборе режимов обработки деталей из других материалов, близких по твёрдости и пластичности материалам, использованным в работе. Имеются ли ограничения на диаметр обрабатываемых деталей. 5) В диссертации приведены эпюры только тангенциальных, то есть окружных остаточных напряжений, но нет сведений по осевым ОН в продольном направлении, которые обычно при выглаживании значительно больше окружных и определяют сопротивление деталей усталостному разрушению. 6) В диссертации нет требований о проведении испытаний на сопротивление усталости, которые более достоверно, чем твёрдость, подтверждают повышение эксплуатационных свойств.

2. Официальный оппонент Блюменштейн Валерий Юрьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева», кафедра «Технология машиностроения», профессор (г. Кемерово).

Замечания: 1) Автор использует аббревиатуру УЗПД, трактуя это как ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование (стр. 8 диссертации). Если так, то почему сокращение не выглядит как УЗППД? 2) Непонятно, с какой целью в 1-й главе автор приводит термины, определения и классификации, приемлемые для учебного процесса. Например, определения шероховатости, волнистости, классификацию остаточных напряжений, классификацию методов ППД и др. При этом, отсутствует научный анализ достижений в заявленной предметной области, который должен сопровождаться графическими зависимостями, моделями и др. научной информацией; в 1-й главе приведен только текст. 3) Автор утверждает, что «Благоприятное влияние УЗПД на точность геометрической формы обрабатываемых деталей, обусловлено незначительным уменьшением значения отклонения от круглости в поперечном сечении цилиндрических деталей» (стр. 12 автореферата, стр. 114-117 диссертации). Это требует пояснения. 4) Неясна роль профильного

радиуса/диаметра деформирующего инструмента в формировании качества поверхностного слоя. Традиционно, профильный радиус индентора при ППД – один из ключевых технологических факторов. Непонятно, использован инструмент только с одним профильным радиусом равным 4 мм? 5) Требуется пояснения термин «Очаг деформирования» (стр. 79 диссертации). В теории пластичности и, в частности, теории ППД, известен термин «Очаг деформации». Здесь на рис. 2.31 (стр. 70 диссертации) приводится лунка от статического внедрения индентора и нет очага деформации как такового. С какой целью определяется площадь контакта? Обычно при ППД площадь контакта используется при работе инструмента по контактному давлению. 6) Цель работы: «Разработка технологии формирования поверхностных слоёв с повышенными требованиями к уровню микрогеометрических и физико-механических характеристик на деталях из пластичных металлов и сплавов методом ультразвукового поверхностного пластического деформирования». И где же собственно технология? 7) Являются ли приемлемыми численные значения волнистости после обработки УЗПД для процессов эксплуатации деталей из данных материалов (табл. 4.1, стр. 119 диссертации)? 8) Исследования характера распределения, уровня и глубины залегания тангенциальных остаточных напряжений (σ_t) проводились методом Н.Н. Давиденкова на кольцах (стр. 170 диссертации). А как учитывались деформации от вырезки и разрезки колец? Или исходные образцы были выполнены в виде колец? Тогда как оценивалась деформация от разрезки кольца? В диссертации нет детального изложения. Поэтому данная методика требует дополнительного пояснения. 9) К сожалению, выводы по 2-й, 4-й и 5-й главам весьма многословны, что несколько «размывает» представления о основных научных достижениях.

3. Официальный оппонент Лебедев Валерий Александрович, кандидат технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет, кафедра «Металлорежущие станки и инструменты», и.о. заведующего кафедрой (г. Ростов-на-Дону).

Замечания: 1) В работе рассматривается влияние УЗПД по тангенциальной схеме на качество формируемого в процессе обработки поверхностного слоя, которое характеризуется геометрическими и физико-механическими параметрами. Этой терминологии надо было и придерживаться. Непонятно для чего в тексте вводятся разные понятия: микрогеометрические и физико-механические: характеристики, параметры, свойства, состояние? 2) Автору следовало бы четче обосновать объект обработки. Ведь все металлы и сплавы являются пластичными. Почему в качестве критерия принята твердость на уровне $HV = 150$? 3) В качестве задачи исследований выдвинута задача выбора рациональной схемы ультразвукового поверхностного пластического деформирования для обработки деталей из пластичных металлов и сплавов. По сути в работе речь идет о совершенствовании схемы УЗПД. 4) В работе и автореферате отсутствуют предпосылки, являющиеся базой для выполнения проведенных исследований. 5) В работе автор излишне увлекся раскрытием применяемых методов ППД и параметров, характеризующих качество поверхностного слоя. 6) Иллюстрируя результаты экспериментальных исследований, не следовало их искусственно сглаживать. Так, например, на рисунке 5.10 в результате сглаживания появился экстремум, который требует объяснения. Хотя фактически его нет. 7) Из описания процесса УЗПД неясно как устанавливается контактное давление индентора с деталью, амплитуда и частота его колебаний и как они связаны с параметрами качества формируемого поверхностного слоя. 8) Автор при обосновании перспектив диссертационного исследования отмечает: имеет практический и научный интерес установление рациональных границ применимости данной схемы ультразвукового деформирования, по сравнению с УЗПД по нормальной схеме. Интерес не может быть основанием для перспективного исследования.

Отзывы на автореферат:

1. Ятло Иван Иванович, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», кафедра «Технология машиностроения», доцент и **Буканова Ирина Сергеевна**,

кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», кафедра «Технология машиностроения», доцент (г. Барнаул). *Замечания:* 1) На стр. 16 автор утверждает, что повышение упругих свойств материала в большинстве случаев приводит к росту усталостных свойств изделий. Однако только развитая дислокационная структура и появление в поверхностных слоях остаточных напряжений сжатия – основные факторы, обуславливающие заметное повышение усталостных свойств.

2. Гартфельдер Виктор Адольфович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», кафедра «Колесные и гусеничные машины», профессор (г. Чебоксары). *Замечания:* 1) Из текста автореферата не ясна методика определения остаточных напряжений и их зависимость от режимов обработки и свойств деформируемых материалов. 2) Предлагаемые автором формулы определения параметров R_a и S_m сложны для практического применения, требуют упрощения или преобразования в компьютерную программу. 3) Из текста автореферата не ясно, проводилась ли статистическая обработка практических результатов с целью подтверждения стабильности получаемого в реальных условиях показателей качества и прочностных свойств при изготовлении деталей из различных материалов.

3. Попов Андрей Юрьевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», кафедра «Металлорежущие станки и инструменты», профессор (г. Омск). *Замечания:* 1) Что является деталью или группой деталей, для которых предлагается метод повышения качества поверхностного слоя? 2) Не понятно, как форма и размеры индентора влияют на параметры поверхностного слоя.

4. Масыгин Василий Борисович, кандидат технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», кафедра «Технология машиностроения», профессор (г. Омск). *Замечания:* 1) Автор проанализировал существующие математические модели процесса ультразвукового поверхностного пластического деформирования, позволяющие

прогнозировать итоговое состояние поверхностного слоя обработки, однако в работе не рассмотрена математическая модель, разработанная к.т.н., доцентом С.Б. Скобелевым на основе применения коэффициентов перекрытия и обработанности; следует заметить также, что в автореферате не дана ни одна фамилия исследователей ультразвуковой обработки, в частности д.т.н. А.В. Телевного. 2) В автореферате в выводе 7 сказано о разработанном алгоритме управления технологическим процессом ультразвукового поверхностного пластического деформирования и технологических рекомендациях, но в автореферате они приведены в общем виде, в частности, не даны конкретные рекомендации по выбору параметра V_V .

5. Логинов Николай Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства», заведующий кафедрой и **Левашкин Денис Геннадьевич**, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства», доцент (г. Тольятти).

Замечания: 1) Исходя из материалов автореферата не ясно каким образом выполнена разработка модели формирования топографии поверхности (с. 9) при УЗПД по тангенциальной схеме. Также не ясно каким образом обеспечивается возможность прогнозирования топографического строения поверхности с учетом формирования новой микрогеометрии поверхностного слоя. 2) В третьей главе (с. 11) выполнены расчеты и изготовление волноводов, необходимых для реализации УЗПД, однако из материалов автореферата не ясно волноводы какой геометрии применялись для выполнения экспериментальных исследований. Особенно это представляется важным при исследовании влияния угла между скоростями и вектором колебательной скорости на характеристики формируемой микрогеометрии поверхностного слоя деталей при УЗПД.

6. Букатый Станислав Алексеевич, доктор технических наук, профессор, АО «Авиаагрегат», ведущий инженер (г. Самара). *Замечания:* 1) В автореферате приведены рисунки и аналитические зависимости, при этом не указано:

справедливы они для любых материалов деталей, рассматриваемых в диссертации, или получены для конкретного материала. 2) В автореферате не указано, на каком оборудовании определяли ОН, приводятся эпюры только тангенциальных, т.е. окружных остаточных напряжений, но нет сведений по определению осевых ОН — в продольном направлении, которые обычно значительно больше окружных и определяют сопротивление деталей усталостному разрушению. 3) При оценке эффективности УЗПД, при исследовании эксплуатационных свойств деталей, следовало бы провести усталостные испытания в сравнении с известными способами поверхностного упрочнения.

7. Шаламов Виктор Георгиевич, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ): политехнический институт», кафедра «Детали машин и подъемно-транспортные устройства», заведующий кафедрой (г. Челябинск). *Замечания:* 1) Не совсем информативны иллюстрации. Например, по рис. 1 не совсем ясен предлагаемый метод: где угол ввода колебаний? С какой дискретностью он реализуется? Рис. 2 абсолютно не соответствует требуемому качеству: что на нём необходимо увидеть? На рис. 3 фрагменты д, е практически не отличаются, т.е. нет влияния? Рис. 7: утверждается, что он иллюстрирует влияние угла ввода колебаний на изменение микротвёрдости поверхности. Однако рис. 7 ясно показывает (пересечением линий) случайный характер микротвёрдости, полученной с разным углом ввода колебаний. При этом не указываются статистические характеристики значимости (существенности, а не случайности) полученных результатов по микротвёрдости. Рис. 8: должно быть 8 кривых, видно только 7, при этом кривой от шлифования не приведено. Кроме того, кривая алмазного выглаживания явно конкурентна с предлагаемым методом. 2) Соискатель утверждает, что УЗПД обеспечивает «упрочняюще-чистовой» эффект (с. 8). В автореферате приводится выражение высоты микронеровностей (с. 13), указывается на изменение формы и волнистости получаемой поверхности (с. 12). Как видно из выражения возникающих микронеровностей, обеспечение

требуемой их величины носит многовариантный характер (т.е. может обеспечиваться различным сочетанием технологических параметров). Как практически решается задача по требуемой форме, волнистости и шероховатости поверхности? 3) Третья задача работы (с. 4) предусматривает разработку «...теоретические закономерности ... и математическую модель формирования топографии поверхности». Однако в автореферате о её решении (как и в выводах) ничего не говорится.

8. Саблин Павел Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», кафедра «Машиностроение», доцент, факультет Машиностроительных и Химических Технологий, декан (г. Комсомольск-на-Амуре). *Замечания:* 1) Из автореферата не ясно, в каком направлении проводилось измерение параметров шероховатости (в направлении главного движения, либо в направлении подачи). 2) Из автореферата не ясно, почему в некоторых случаях происходит разупрочнение поверхностного слоя после УЗПД на глубине 500-600 мкм (рисунок 7).

9. Черепанов Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, ФБГУН Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН (ИПТМ СО РАН), лаборатория «Термодинамики и прочности новых материалов», главный научный сотрудник (г. Новосибирск). *Замечания:* 1) Из работы не ясно в условиях сухого трения или с использованием смазочной/ых сред проводилось ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование? 2) По содержанию работы нет пояснений о необходимости назначения дополнительного припуска на УЗПД по тангенциальной схеме.

Все отзывы положительные.

В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость разработанной технологии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области поверхностного пластического деформирования, наличием научных разработок, публикаций в рецензируемых изданиях по выполненным исследованиям, близким к проблеме

работы соискателя, вкладом в развитие данного направления исследований и, таким образом, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также отсутствием совместных проектов, печатных работ.

Наиболее значимые публикации сотрудников ведущей организации и официальных оппонентов:

1. Евдокимов, Д.В. Расчетное прогнозирование технологических остаточных деформаций лопаток ГТД на этапе концевого фрезерования / Д.В. Евдокимов, Д.Л. Скуратов, А.С. Букатый // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2022. – Т. 24, № 1(105). – С. 11-19. – DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-1-11-19.

2. Влияние обкатки роликом на многоцикловую усталость образцов с надрезом различной глубины и напрессованной втулкой / В.Ф. Павлов, В.П. Сазанов, В.С. Вакулюк [и др.] // Динамика и виброакустика. – 2022. – Т. 8, № 1. – С. 6-11. – DOI: 10.18287/2409-4579-2022-8-1-6-11.

3. Блюменштейн, В.Ю. Особенности структурно-фазового состояния поверхностного слоя образцов из стали 45 после обкатывания мультирадиусным роликом / В.Ю. Блюменштейн, К.С. Митрофанова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2022. – Т. 18, № 4(208). – С. 170-175. – DOI: 10.36652/1813-1336-2022-18-4-170-175.

4. Блюменштейн, В.Ю. Инновационные технологии отделочно-упрочняющей обработки поверхностным пластическим деформированием в транспортном комплексе / В.Ю. Блюменштейн // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2019. – № 8(98). – С. 16-24. – DOI: 10.30987/article_5d2635cb370c77.32034089.

5. Оценка влияния ультразвуковых колебаний на напряженное состояние поверхностного слоя отверстия, обработанного методом калибрования / В.А. Лебедев, Ю.А. Тороп, А.Н. Кочетов, Н.С. Коваль // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2023. – № 5(143). – С. 33-39. – DOI: 10.30987/2223-4608-2023-33-39.

6. Технологические особенности упрочнения коленчатых валов виброударным методом / В.А. Лебедев, Ф.А. Пастухов, М.М. Чаава, Г.В. Серга //

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея по изменению пластического поведения материала в очаге деформации при ультразвуковом поверхностном пластическом деформировании за счет смены направления ввода колебаний относительно обрабатываемой поверхности,

предложен нетрадиционный подход к снижению волнообразования при обеспечении упрочняюще-чистового эффекта на поверхности деталей, выполненных из металлов и сплавов различной твердости, методом УЗПД, за счёт изменения направления ввода колебаний в зону обработки,

доказана перспективность новой научной идеи по снижению радиальной составляющей силы деформирования и изменению пластического течения материалов в очаге деформации при УЗПД по тангенциальной схеме, повышающих управляемость процесса при формировании требуемого микрогеометрического и физико-механического состояния поверхностного слоя обрабатываемых деталей,

введен новый термин – угол ввода колебаний относительно вектора скорости главного движения обработки (β).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано научное положение о влиянии кинематики процесса ультразвукового поверхностного пластического деформирования на формирование стабильного качества поверхностного слоя с низкими параметрами шероховатости и повышенными физико-механическими свойствами на деталях, выполненных из пластичных металлов и сплавов,

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования, математическое моделирование формируемой топографии при УЗПД по тангенциальной схеме, а также элементы статистического анализа и компьютерного моделирования,

изложена техническая идея по изменению пластического поведения материала в

очаге деформации за счёт изменения кинематических параметров ультразвукового поверхностного пластического деформирования и схема её реализации,
раскрыты условия для решения проблемы минимизации волнообразования при применении УЗПД по тангенциальной схеме при обработке пластичных металлов и сплавов,
изучены связи между основными параметрами процесса УЗПД по тангенциальной схеме с характеристиками качества поверхностного слоя обработанных деталей, а также топографии их поверхностей,
проведена модернизация существующей математической модели определения параметров следа, оставляемого деформатором на обрабатываемой поверхности, позволяющей прогнозировать итоговое микрогеометрическое состояние поверхностного слоя детали после УЗПД по тангенциальной схеме.

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

разработана и внедрена технология УЗПД по тангенциальной схеме в ОА «Авиаагрегат» при производстве титановых штоков и АО «НПО НИИИП-НЗиК» при обеспечении минимальных значений отклонения формы и низкой шероховатости корпусов теплонагруженных СВЧ усилителей мощности, а также в образовательный процесс в ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»,

определены предельные значения параметров режимов ультразвукового поверхностного пластического деформирования по тангенциальной схеме, обеспечивающей формирование качества поверхностного слоя и геометрическую точность деталей, выполненных из металлов и сплавов с твёрдостью менее HB150,
созданы технологические рекомендации на основе разработанной математической модели формирования топографии поверхности деталей после ультразвукового поверхностного пластического для применения данной обработки на машиностроительных предприятиях,

представлены научно-обоснованные технологические рекомендации по выбору рациональных параметров ультразвукового поверхностного пластического деформирования, позволяющих назначать технологические режимы отделочно-упрочняющей обработки, обеспечивающие формирование поверхностных слоев с требуемым уровнем микрогеометрических и физико-механических характеристик на деталях из пластических металлов и сплавов методом ультразвукового поверхностного пластического деформирования по тангенциальной схеме.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследования подтверждаются использованием современного оборудования, аттестованных методик анализа и метрологических средств измерений, обработкой экспериментальных данных с привлечением современных методов статистического и математического анализа, что позволяет сделать заключение о достоверности полученных результатов,

теория построена на использовании основ технологии машиностроения и согласуется с экспериментальными результатами по обеспечению формирования поверхностного слоя деталей, выполненных из металлов и сплавов различной твердости, без образования волнистости, а также с опубликованными материалами по теме диссертации,

идея базируется на научном обобщении передового опыта и анализе теории и практики российских и иностранных исследователей в области упрочняюще-чистовой обработки деталей инструментом, колеблющимся с ультразвуковой частотой,

использованы данные, полученные ранее другими исследователями, по технологическому обеспечению качества поверхностного слоя деталей и проведено их сравнение с полученными автором экспериментальными результатами,

установлено качественное совпадение авторских результатов исследования с результатами, представленными в научной литературе по данной тематике,

использованы современные методики статистической обработки

экспериментальных данных, а также математическое моделирование формируемого микрогеометрического состояния поверхности, позволяющие оценить степень достоверности полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке задачи исследования, предложении технологии ультразвукового поверхностного пластического деформирования по тангенциальной схеме, оценке формирования топографии поверхности после ультразвукового поверхностного пластического деформирования в зависимости от технологических режимов обработки, организации и проведении каждого этапа исследований, выполнении анализа, обработки и интерпретации полученных результатов, подготовке основных публикаций по выполненной работе, формулировке выводов и рекомендаций.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания, касающиеся полноты описания способа регулирования угла наклона инструмента; оценки влияния угла ввода колебаний относительно скорости главного движения на форму траектории следа, формируемого за один проход инструмента; отсутствия информации о недостатках и ограничениях предлагаемого метода поверхностного пластического деформирования.

Соискатель Самуль Артём Геннадьевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию на выказанные замечания, дал полное пояснение способа регулирования угла ввода колебаний относительно вектора скорости главного движения и кинематики рабочего инструмента и его влияние на форму траектории следа, изменяющуюся от прямой линии до синусоиды, ширина которой, в пределе, составляет удвоенное значение амплитуды колебаний. Также соискатель дал аргументированный ответ о недостатках и ограничениях ультразвукового поверхностного пластического деформирования по тангенциальной схеме, заключающихся в повышении энергозатрат на осуществление процесса УЗПД по тангенциальной схеме и невозможности обработки труднодоступных поверхностей деталей, меньших, чем радиус рабочего инструмента.

На заседании 14 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение за

новые научно обоснованные технологические разработки, направленные на решение проблем повышения качества поверхностного слоя деталей за счет применения тангенциального ультразвукового воздействия при поверхностном деформировании, что имеет существенное значение для развития машиностроительной отрасли страны, присудить **Самуль Артёму Геннадьевичу** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **20** человек, из них **8** докторов по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из **26** человек, входящих в состав совета, проголосовали: за **20**, против **0**, недействительных бюллетеней **0**.

Председательствующий на заседании
диссертационного совета, заместитель
председателя диссертационного совета,
д.т.н., профессор



Пономарев Борис
Борисович

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

Вулых Николай
Валерьевич

Дата оформления заключения 15 декабря 2023 г.