

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
99.2.001.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» И
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 27.12.2021 № 69

О присуждении Назарову Михаилу Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности производства нежестких корпусных деталей путем автоматизации этапов ТПП и введения в зону резания энергии УЗ-поля», по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 19.10.2021 г., протокол №64, объединенным диссертационным советом 99.2.001.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Министерства науки и высшего образования РФ, по адресу 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32, действующим на основе приказа №123/нк от 17.02.2015 г.

Соискатель Назаров Михаил Вадимович, 1992 года рождения. В 2015 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». В 2019 году соискатель окончил аспирантуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Работает инженером II-категории в Региональном технологическом центре промышленного интернета в машиностроении (РТЦПИМ) УлГТУ.

Диссертация выполнена на кафедре "Инновационные технологии в машиностроении» и в РТЦПИМ ФГБОУ ВО УлГТУ.

Научный руководитель - Заслуженный работник высшей школы РФ, д-р техн. наук, профессор **Киселев Евгений Степанович**, директор Регионального технологического центра промышленного интернета в машиностроении, профессор кафедры «Инновационные технологии в машиностроении» УлГТУ

Официальные оппоненты:

Гузеев Виктор Иванович – д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология автоматизированного машиностроения» ФГБОУ ВО «Южно-уральский государственный университет» (Национальный исследовательский университет) (г. Челябинск);

Приходько Вячеслав Михайлович – Член - корреспондент РАН, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Московский государственный автодорожный университет (МАДИ)» дали свои положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», в своём положительном заключении, рассмотренном на расширенном заседании кафедры «Инновационные технологии машиностроения» ФГБОУ ВО «ПНИПУ» протокол №4, от 11 ноября 2021 г., подписанном д-р техн. наук, профессором Макаровым Владимиром Фёдоровичем и утвержденном проректором по науке и инновациям д-р техн. наук, профессором Коротаевым Владимиром Николаевичем, указала, что диссертация М.В. Назарова выполнена на достаточно высоком научно-теоретическом уровне, методики и средства выполненных исследований соответствуют решаемым задачам. Тема, цель, задачи и содержание диссертации соответствуют п. 2 и п. 3 заявленной специальности 2.5.5. - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Диссертационная работа Назарова М.В. «Повышение эффективности производства нежестких корпусных деталей путем автоматизации этапов ТПП и введения в зону резания энергии УЗ-поля»

по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, уровню и объему выполненных исследований удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Назаров Михаил Вадимович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Соискатель имеет 24 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 20 работ, из них 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи в изданиях, индексируемых Scopus и Web of Science и 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ. Работы посвящены теоретическим и экспериментальным исследованиям упругих деформаций тонкостенных обрабатываемых элементов, оценке влияния составляющих элементов режима резания на формирование технологических остаточных напряжений (ТОН) и структурно-фазовые превращения в поверхностном слое (ПС) обработанных деталей, автоматизации ТПП (назначения режима фрезерования) и др. Авторский вклад составляет 3,78 п.л., в общем объёме научных изданий 5,81 п.л.

Научные работы соискателя отражают результаты проведенного исследования и раскрывают основные положения, выносимые на защиту. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах. Научные труды представлены статьями в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, из базы цитирования Scopus и Web of Science, материалах научных конференций и свидетельствами о регистрации программ ЭВМ. Наиболее значимые научные работы соискателя из числа опубликованных в рецензируемых научных изданиях:

1. Киселев Е.С. Повышение качества твердосплавных инструментов и деталей путем создания заданного уровня остаточных напряжений в поверхностном

- слое / Е.С. Киселёв, М.В. Назаров// Вектор науки Тольяттинского государственного университета, 2015, № 2, с.81 - 85
2. Храмов А.В. Особенности импортозамещения металлорежущего инструмента в современных условиях/ А.В. Храмов, Е.Н. Лексин, И.В. Семдянкин, М.В. Назаров, Е.С. Киселев// СТИН, 2016, №1, с.21-26
 3. Киселёв Е.С. Особенности обеспечения качества нежестких алюминиевых заготовок при фрезеровании с наложением ультразвуковых колебаний / Е.С. Киселёв, Ш.А. Имандинов, М.В. Назаров // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2017. № 12 (207). С. 14-17.
 4. Назаров М.В. Автоматизированный выбор технологии изготовления деталей летательных аппаратов/ М.В. Назаров, А.В. Попович, Е.С. Киселёв // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 8-1. С. 147-153.
 5. Киселёв Е.С. К вопросам о технологической подготовке и обработке заготовок нежестких деталей машин / Е.С. Киселёв, М.В. Назаров, Н.В. Мезин // Вектор науки ТГУ. 2019. №1 (47). С. 21-29.
 6. Назаров М.В. Фрезерование тонкостенных заготовок из алюминиевых сплавов при учете условий жесткости и автоматизации назначения элементов режима обработки на станках с ЧПУ/Назаров М.В., Киселёв Е.С.// Горное оборудование и электромеханика. - 2019. - №6. - С. 42-46.
 7. Киселёв Е.С. Научноёмкая технология повышения эффективности изготовления нежестких деталей из титановых и алюминиевых сплавов / Киселёв Е.С., Назаров М.В. // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2020. №7. – С. 12-19.
 8. Khramov A. Improving the performance of metal-cutting tools / A. Khramov, E. Leksin, I. Semdyankin, E. Kiselyov, M. Nazarov//Russian Engineering Research. 2016. Т. 36. № 8. pp. 684-689.
 9. Nazarov M. Using of machine parts abstract elements in nc-programs developing for the cnc machines / Nazarov M., Kiselev E., Popovich A. // MATEC Web Conf. 2018. №224. pp. 401-404.

10. Nazarov M. Milling of thin walled components from aluminum alloys by considering the conditions of rigidity and automation assignment elements of a cutting mode on CNC machines / Nazarov M., Kiselev E.// MATEC Web of Conferences 297, 01010 (2019)
11. Nazarov M.V. Automatically search of a rational cutting mode for milling non-rigid blanks with the specified quality parameters / Nazarov M., Kiselev E.S., Savelev K.S.// IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 709 044069 (2020)
12. Свид. 2019610381 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Агрегатор параметров операции механической обработки "глубинное фрезерование" в среде Siemens NX / М.В. Назаров, Е.С. Киселёв, А.В. Попович; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО УлГТУ (RU). – №2018664994; заявл. 24.12.18; опубл. 10.01.19, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
13. Свид. 2019610383 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Фильтр неактуальных параметров операций механической обработки в сам модуле Siemens NX / М.В. Назаров, Е.С. Киселёв, А.В. Попович; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО УлГТУ (RU). – №2018664997; заявл. 24.12.18; опубл. 10.01.19, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
14. Свид. 2019610384 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Классификатор параметров операции механической обработки в сам модуле Siemens NX / М.В. Назаров, Е.С. Киселёв, А.В. Попович; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО УлГТУ (RU). – №2018664998; заявл. 24.12.18; опубл. 10.01.19, Реестр программ для ЭВМ. – 1 с.
15. Свид. 2020613565 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Расчёт режима резания при учёте условий жесткости и других ограничивающих условий/ К.С. Савельев, М.В. Назаров, Е.С. Киселёв; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО УлГТУ (RU). –

№2020612600; заявл. 11.03.2020; опубл. 18.03.20, Реестр программ для ЭВМ.
– 1 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации - **ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»**, подписанный д-р техн. наук, профессором Макаровым В.Ф. и утвержденный проректором по науке и инновациям д.т.н., профессором Коротаевым Владимиром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Первая глава содержит большое количество информации описательного характера. 2. При разработке математических моделей расчёта упругих деформаций тонких стенок под действием сил фрезерования соискатель не приводит используемые допущения. 3. Расчёт сил резания основан на эмпирических зависимостях, от чего возникает вопрос правильности выбора коэффициентов. 4. Чтобы объяснить влияние формы УЗ сигнала на процесс обработки, необходимо привести и проанализировать сигнал, поступающий с усилителя на преобразователи. 5. Температура не измерялась и не рассчитывалась, поэтому при объяснении полученных результатов строятся предположения о влиянии на температуру элементов режима резания, полученных другими исследователями. 6. Уменьшение теплосиловой напряженности в зоне обработки нежестких элементов заготовок может быть обеспечено не только за счет введения энергии УЗ колебаний в контактные зоны при фрезеровании, но и за счет рационального применения составов и техники подачи СОЖ. Однако соискатель не уделяет в своей работе должного внимания этому факту.

2. Отзыв официального оппонента - **Гузеева Виктора Ивановича**, д-р техн. наук, профессора, зав. кафедрой «Технология автоматизированного машиностроения» **ФГБОУ ВО «Южно-уральский государственный университет»** (Национальный исследовательский университет). Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Отсутствуют допущения, используемые при разработке математических моделей расчёта упругих

деформаций обрабатываемых стенок под действием сил резания. 2. Для расчета составляющих сил фрезерования использованы не аналитические, а эмпирические зависимости, поэтому возникает вопрос с выбором исходных данных (коэффициентов). 3. Не произведен анализ суммарного УЗ сигнала от двух источников для полноценного объяснения влияния на процесс обработки. 4. При исследовании процесса формирования технологических остаточных напряжений и фазового состава поверхностного слоя деталей при механической обработке с применением УЗК не варьировали толщиной обрабатываемой стенки. 5. Исследования упругих деформаций выполнены без варьирования скорости резания. 6. Контактная температура в зоне резания не измерялась. Однако, при объяснении полученных результатов строятся предположения о влиянии на температуру элементов режима резания.

3. Отзыв официального оппонента - **Приходько Вячеслава Михайловича**, Чл.-корреспондента Российской Академии Наук, д-р техн. наук, профессора, профессора кафедры «Технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Московский государственный автодорожный университет (МАДИ)». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Отсутствует полный и необходимый для оценки перспектив использования обзор современных возможностей перечисленных САМ-систем. 2. В работе рассмотрены только операции механической обработки со съемом стружки при удалении припусков с тонкостенных элементов заготовки периферией фрезы. Недостаточно уделено внимание операциям обработки торцом твердосплавного режущего инструмента. 3. При расчете составляющих силы фрезерования не учтено влияние современных составов и техники подачи смазочно-охлаждающих технологических средств, оказывающих существенное влияние на теплосиловую напряженность процесса резания. В связи с этим вопрос с выбором исходных данных (коэффициентов) решен не полностью. 4. Исследование процесса формирования ТОН и фазового состава ПС деталей при фрезеровании с применением УЗ колебаний производилось на

стационарных режимах без варьирования амплитуды и частоты. Результаты не сравнивались с обработкой жесткой заготовки.

4. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»**, г. Брянск, подписанный Заслуженным деятелем науки и техники РФ, д-р техн. наук, профессором, профессором кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Сусловым Анатолием Григорьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Недостаточно или представлена в минимальном объеме информация о предшественниках диссертационной работы как в России (СССР), так и за рубежом. 2. Отсутствует информация о возможностях снижения сил резания за счет рационального применения смазочно-охлаждающих жидкостей.

5. Отзыв на автореферат из **ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**, г. Донецк, ДНР, подписанный председателем Международного Союза Машиностроителей д-р техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Михайловым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На мой взгляд, следовало бы расширить работу и привести исследования в области тонкостенных нежестких деталей из медных сплавов и сталей. 2. В работе, на мой взгляд, следовало бы учесть рекомендации по обработке тонкостенных нежестких оболочек, типа цилиндр или снаряд, с добавлением поля ультразвука в зону обработки, которые выполнены в Донецком национальном техническом университете (диссертация Таровика А.Б., защищена в 2020 г.).

6. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»**, г. Воронеж, подписанный д-р техн. наук, профессором, профессором кафедры «Технологии машиностроения» Кирилловым Олегом Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В автореферате не обнаружено заключение по работе. Это обязательный элемент диссертации.

Приведенные общие выводы являются большей частью отчётом о проделанной работе и не отвечают требованиям к заключению. 2. Из п.4 общих выводов не ясна содержательная часть рекомендаций, как они связаны с целью работы и где применены. 3. Следовало подчеркнуть в выводах значимость предложенный в работе базы данных (глава 2) и осветить её сущность. 4. Не ясно, какой научный вклад в работу вносит расчёт экономической эффективности, которой посвящена целая глава в работе (глава 5). Приведенный в ней материал имеет уровень рядовой инженерной разработки. 5. Не раскрыта новизна исследований, описываемая формулами (1)-(5). Фактически это известные зависимости и непонятно в чем их оригинальность.

7. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана**, Москва, подписанный д-р техн. наук, профессором кафедры «Инструментальная техника и технологии» Масловым Андреем Руффовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Много терминологических неточностей. Например «..система инженерного анализа NX CAE...» далее в тексте именуется «...Siemens NX CAE...»; «...уровень ТОН (технологических остаточных напряжений???) вместо «величина остаточных напряжений», которые показаны на рис. 11; «...введение энергии УЗ поля...», а далее «...воздействие механических колебаний УЗ частоты...» и. т.п. 2. В описании зависимости (1) n 0 число точек расчётной сетки, а в формуле (4) n – частота вращения, мин-1. Такие неточности затрудняют восприятие автореферата. 3. Материалы, посвященные влиянию наложенных УЗ колебаний, неубедительны, о чём свидетельствует п.п. 6 и 8 общих выводов. В целом использование УЗ колебаний выглядит как вошедшее в работу искусственно, не имеющее логической необходимости. 4. Данные рис. 11 интересны, но, к сожалению, не раскрыты способы и средства получения этих результатов.

8. Отзыв на автореферат из **ФГБУН ИМАШ им. А.А. Благонравова РАН**, подписанный Лауреатом Ленинской премии СССР, д-р техн. наук,

заведующим лабораторией теории модульной технологии профессором Базровым Борисом Мухтарбековичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В научной новизне не раскрыто влияние введения энергии УЗ-поля на результат обработки. 2. Отсутствует информация о базировании заготовки тонкостенных корпусных деталей на станке, оказывающем значительное влияние на качество процесса обработки нежесткой детали. 3. В автореферате не отображена схема включения результатов исследования в САПР.

9. Отзыв на автореферат из **Донского государственного технического университета**, подписанный д-р техн. наук, профессором, профессором и заведующим кафедрой «Технология машиностроения», Тамаркиным Михаилом Аркадьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из автореферата не ясно почему элементы деталей моделируются отдельно стоящей пластиной без учёта их конструкции. 2. В автореферате не указано как учитывается жесткость остальных элементов технологической системы. 3. В автореферате не обоснованы диапазоны варьирования режимов обработки.

10. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева**, подписанный д-р техн. наук, профессором кафедры «Технологии машиностроения» Блюменштейном Валерием Юрьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На наш взгляд, представление автореферата могло выглядеть более логичным, если бы автор ввел такие важные составляющие, как: объект исследования, предмет исследования, основная научная гипотеза, основная научная идея.

11. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет»**, подписанный д-р техн. наук, профессором кафедры «Экспериментальная и техническая физика» Годлевским Владимиром Александровичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Формула (1) содержит более десятка измеряемых

эмпирических факторов, что должно приводить к большим погрешностям. Не указано, проводились ли для этой зависимости расчёт ошибки косвенного измерения. 2. Указано, что выполняли многофакторное планирование эксперимента с поиском оптимального режима обработки. Итоговое уравнение регрессии по результатам этого эксперимента не представлено, характеристика оптимума не проводится, нет оценки адекватности модели по Фишеру.

12. Отзыв на автореферат из АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады», подписанный главным технологом, к.т.н. Ингеманссоном Александром Рональдовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В автореферате не приведены сведения об анализе статистических данных по отклонению точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей тонкостенных элементов деталей и сборочных единиц, исходя из практики машиностроительных предприятий, а также анализ типовых требований конструкторской документации. 2. В автореферате не приведены режимы УЗ колебаний, вводившихся при механической обработке, с целью определения их рационального диапазона.

13. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева»**, подписанный д-р техн. наук, профессором, профессором кафедры «Технологии машиностроительных производстве» Лунёвым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из автореферата не ясно, какое влияние на упругую деформацию обрабатываемых элементов оказывает введение в зону резания энергии УЗ-поля. 2. В автореферате не отражено, для какого этапа механической обработки (черновой или чистовой) используется алгоритм поиска рационального режима резания. Имеются ли отличия в подбore режимов механической обработки для черновой и чистовой операции. Имеются ли рекомендации по подбору припуска на чистовую операцию.

14. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева»**, подписанный д-р техн. наук, заведующим кафедрой МС и ПФ профессором Волковым Дмитрием Ивановичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Технологическая подготовка производства заключается не только в назначении режимов резания. Для тонкостенных деталей необходимо проектирование, в том числе, специальной оснастки, особенно, если необходимо подвести ультразвук. В чём будет экономичность разработанной автоматизации при увеличении времени подготовки оснастки. 2. В автореферате не приведены полученные регрессионные модели. Непонятно, какие параметры ультразвукового поля там задействованы.

15. Отзыв на автореферат из **ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»**, подписанный д-р техн. наук, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» профессором Братаном Сергеем Михайловичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В общей характеристике работы нет четкого выделения таких основных структурных элементов, как «степень разработанности темы исследования», «теоретическая и практическая значимость работы», «методология и методы исследования» (см. п. 9.2.1 ГОСТ Р 7.0.11-2011), а также «заключение» (п. 9.2.3). 2. В формулах на с. 10-11 знак умножения обозначен в виде звёздочки, а размерность частоты вращения в формуле (4) указана в об/мин, вместо мин^{-1} , что несколько снижает качество оформления полученных автором результатов.

16. Отзыв на автореферат из **ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»**, подписанный д-р техн. наук, заслуженным работником высшей школы РФ, профессором кафедры «Машиностроительные технологии и материалы» Зайдесом Семеном Азиковичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из содержания автореферата невозможно оценить идею использования УЗ-поля при фрезеровании тонких стенок, так как не ясно к чему приложен источник,

его направление, мощность и т.д. 2. На рис. 11 показано распределение остаточных напряжений по толщине стенки, но не указан способ определения этой зависимости. 3. Автор использует термин «рациональные режимы резания», но не даёт ему пояснения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они являются ведущими специалистами в области механической обработки заготовок нежестких деталей, фрезерования тонкостенных заготовок, использования в технологических процессах изготовления деталей в машиностроении энергии ультразвука, имеют научные публикации по данным направлениям в рецензируемых научных изданиях, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов. В ведущей организации и организациях, в которых осуществляют свою деятельность официальные оппоненты, выполнен значительный объем научных исследований, связанных с изучением процессов, рассматриваемых соискателем в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика автоматизированного расчёта рациональных элементов режима резания;

предложена математическая модель расчёта величины упругих деформаций обрабатываемого элемента под действием силы резания, **позволившая определить** величину выхода размеров изготавливаемых нежестких деталей за пределы поля допуска с использованием и без использования ультразвуковых колебаний в зоне резания;

доказана перспективность использования ультразвуковых колебаний для повышения производительности операций фрезерований тонкостенных нежестких элементов заготовок из алюминиевых и титановых сплавов;

новые понятия не вводились.

Теоретическая значимость исследований заключается в том, что:

доказана возможность сокращения затрат на технологическую подготовку производства нежестких деталей машин за счёт предложенной методики автоматизированного назначения режима фрезерования;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс существующих базовых экспериментальных методик, многофакторное планирование для получения регрессионных моделей составляющих сил резания и технологических остаточных напряжений в зависимости от элементов режима резания, натурный эксперимент для оценки влияния ультразвуковых колебаний в процессе фрезерования на параметры качества поверхностного слоя и составляющие силы резания;

изложены доказательства влияния ультразвуковых колебаний на повышение производительности обработки нежестких элементов заготовок деталей машин из алюминиевых и титановых сплавов, основанные на результатах исследований влияния УЗК на снижение сил резания и величины технологических остаточных напряжений;

раскрыта взаимосвязь элементов режима резания с величиной технологических остаточных напряжений и фазовыми превращениями в поверхностном слое тонкостенных элементов заготовок деталей машин из алюминиевых и титановых сплавов;

изучены связи и закономерности влияния элементов режима резания на составляющие силы резания;

проведена модернизация известных методик назначения режима резания, позволяющая определить величину возможных упругих деформаций обрабатываемых элементов при окончательном фрезеровании на стадии технологической подготовки производства.

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

разработана новая методика назначения рационального режима резания, эффективность которой **подтверждена** в производственных условиях ООО

«Рубикон» (г. Ульяновск) и Региональном технологическом центре промышленного интернета в машиностроении Ульяновского государственного технического университета; расчётный экономический эффект от **внедрения** результатов исследования в ООО «Рубикон» составил 1 млн 368 400 рублей;

определены перспективы практического использования полученных результатов диссертационного исследования для повышения производительности обработки заготовок тонкостенных нежестких деталей из алюминиевых и титановых сплавов;

представлены и переданы для использования в производственных условиях ООО «Рубикон» технологические рекомендации автоматизации назначения режима фрезерования при обработке тонкостенных элементов заготовок.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ использованы современные измерительные средства, результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследований, полученных в лабораторных и производственных условиях;

теоретические исследования (теория) построены на известных проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуются с опубликованными экспериментальными данными других исследователей по тематике диссертации;

идея диссертационного исследования построена на основе анализа практики обеспечения качества поверхностного слоя деталей, а также на обобщении передового производственного опыта обработки тонкостенных заготовок деталей из алюминиевых и титановых сплавов;

использовано сравнение данных, полученных автором, с результатами полученными ранее другими авторами по тематике диссертации;

установлено совпадение результатов, полученных автором с результатами, представленными в независимых источниках периодической и справочной печати по тематике исследования;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, сравнение данных, полученных автором по разработанным моделям, с данными, полученными в ходе прямых экспериментов, других учёных, а также с производственными данными.

Личный вклад соискателя состоит в:

- участия на всех этапах процесса, определении цели, задач, непосредственном выполнении научных исследований, как теоретического, так и экспериментального характера, необходимых для решения поставленных задач и достижения цели диссертационной работы: разработка **математической модели** упругих деформаций обрабатываемых тонких стенок, разработка **методики расчёта** рационального режима резания при учёте условий жесткости, разработка **методики автоматизированного расчёта** рационального режима резания, **экспериментальные исследования** влияния элементов режима фрезерования на составляющие силы резания, технологические остаточные напряжения и фазовый состав поверхностного слоя обработанных деталей;

- личном участии в опытно-промышленной апробации результатов исследования;

- обработке и интерпретации экспериментальных данных;

- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Результаты исследований рекомендуется использовать:

на предприятиях машиностроительной отрасли и прежде всего – авиационной промышленности, занимающихся изготовлением единичных и мелкосерийных нежестких деталей из алюминиевых и титановых сплавов;

на приборостроительных предприятиях, производящих тонкостенные единичные и мелкосерийные корпуса для своих изделий из алюминиевых и титановых сплавов.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием плана исследований и основной идейной линии, взаимосвязью поставленных задач и полученных результатов, содержит новые научные результаты, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку.

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

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит решение задач повышения эффективности производства нежестких деталей в единичном и мелкосерийном производстве за счёт сокращения затрат на технологическую подготовку производства и интенсификации процесса механической обработки посредством введения в зону обработки энергии ультразвукового поля, позволяющие существенно уменьшить себестоимость изготовления машиностроительной продукции.

Работа соответствует критериям, установленным в разделе II Положения о присуждении учёных степеней, утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 27 декабря 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Назарову М.В. учёную степень кандидата технических наук по специальности 2.5.5. - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 10 докторов наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, участвующих в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в разовую защиту 0 человек, проголосовал: за

