

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 999.003.02
НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» И ФГБОУ ВО «ТОЛЬЯТТИНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 27.12.2016 г. № 25

О присуждении Рубцову Михаилу Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение точности горизонтальных координатно-расточных станков путём компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины» по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, принята к защите 24.10.2016 г., протокол № 23 объединенным диссертационным советом Д999.003.02, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки РФ, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32 и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет» Министерства образования и науки РФ, 445667, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, приказ о создании диссертационного совета №123/нк от 17 февраля 2015 года.

Соискатель Рубцов Михаил Анатольевич, 1990 года рождения, в 2012 году окончил ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет».

В 2016 году окончил заочную аспирантуру ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса».

Работает ведущим инженером ООО «Потенциал Строй» г. Тольятти.

Диссертация выполнена на кафедре «Сервис технических и технологических систем» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса».

Научный руководитель - доктор технических наук, доцент Горшков Борис Михайлович, заведующий кафедрой «Сервис технических и технологических систем» ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса».

Официальные оппоненты:

Базров Борис Мухтарбекович, доктор технических наук, профессор, ФГБУН «Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН», заведующий лабораторией «Теории модульной технологии»;

Казакова Ольга Юрьевна, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», кафедра «Автоматизированные станочные и инструментальные системы», доцент кафедры, дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» в своем положительном заключении, подписанном Васиным Алексеем Николаевичем доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Технология машиностроения, утвержденном Остроумовым Игорем Геннадьевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» – указала, что диссертация Рубцова Михаила Анатольевича соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением №842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года и удовлетворяет требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор - Рубцов Михаил Анатольевич - заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07–Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Соискатель имеет 15 опубликованных научных работ, из них по теме диссертации 15 работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях. Объем научных изданий - 4,19 печатных листа, из них авторский вклад – 2,0 печатных листа. Получены 1 патент РФ на изобретение и 3 патента РФ на полезную модель.

Наиболее значимые работы по теме диссертации М.А.Рубцова:

1. Горшков, Б.М. Методика исследования обработки на прецизионном технологическом оборудовании / Б.М. Горшков, О.Ю.Ремнева, М.А. Рубцов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2014. – № 4 – С. 149-151.

2. Рубцов, М.А. Методика анализа силовых деформаций несущих систем станков при контактных взаимодействиях поверхностей /М.А. Рубцов //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2016. – № 1 (35) – С. 35-41.

3. Рубцов, М.А. Разработка динамической модели стойки горизонтального координатно-расточного станка с комплексом гидродомкратов как объект управления /М.А. Рубцов //Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2016. – № 2 (36) – С. 59 – 66.

4. Патент 136380 Российская Федерация на полезную модель, МПК В23Q 23/00. Устройство стабилизации положений осей обрабатываемого отверстия и инструмента /М.А. Рубцов, Б.М. Горшков, Н.С. Самохина, О.А. Шлегель, Р.А. Диков; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный университет сервиса. – № 2013114036/02; заявл. 28.03.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. – 7 с.: ил.

5. Патент 142880 Российская Федерация на полезную модель, МПК В23Q 17/00. Устройство для контроля силовых деформаций станин координатно-расточных станков /М.А. Рубцов, Б. М. Горшков, Н.С. Самохина; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный университет сервиса. – № 2013143594/02; заявл. 26.09.2013; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 19. – 3 с.: ил.

6. Патент 140823 Российская Федерация на полезную модель, МПК В23Q 17/00. Устройство для измерения силовых деформаций изгиба и кручения станин координатно-расточных станков /М.А.Рубцов, Б.М. Горшков, Н.С. Самохина, А.Н. Евграфов; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный университет сервиса. – № 2014102420/02; заявл. 24.01.2014; опубл. 20.05.2014, Бюл. № 14. – 3 с.: ил.

7. Патент 2575508 Российская Федерация на изобретение, МПК В23Q 17/00. Устройство для измерения силовых деформаций станины координатно-расточного станка /Б.М. Горшков, М.А. Рубцов, Н.С. Самохина; заявитель и патентообладатель Поволжский государственный университет сервиса. – № 2014136864/02; заявл. 10.09.2014; опубл. 20.02.2016, Бюл. № 5. – 4 с.: ил.

На диссертацию и автореферат поступили **положительные** отзывы с замечаниями: **ведущей организации** - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», подписанный Васиным Алексеем Николаевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедры «Технология машиностроения», утвержденном Остроумовым Игорем Геннадьевичем доктором технических наук, профессором, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Отзыв положительный. Замечания: 1. В первой главе представлен анализ факторов и конструктивных особенностей, влияющих на точность металлорежущих станков, и рассмотрены методы их повышения, разработанные представителями отечественных и зарубежных школ. Однако их описание недостаточно полно и подробно. 2. В выводах по первой главе сказано, что при анализе существующих методов расчёта точности использовался программный комплекс ANSYS Workbench 14.5, но далее в работе ему не уделено внимания. 3. При разработке математической модели стыка подсистемы «салазки - стойка станка» желательно было бы учесть нелинейный характер их взаимодействий. 4. Не ясно, с какой целью при разработке динамической модели стойки с комплексом гидродомкратов учитывалось такое число стыков. 5. Не вполне ясно, с какой целью в четвертой главе представлен раздел конструктивных особенностей измерительных баз, разработанных Рубцовым М.А., если в дальнейшем они не использовались. 6. Из текста диссертации ясно, что предлагаемое устройство компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины позволяет компенсировать деформации изгиба станины. Однако не ясно, как оно будет реагировать на деформации кручения. **Официальных оппонентов:** Базрова Б.М. Отзыв положительный. Замечания: 1. Нет обоснования максимального значения нагрузки при экспериментальном исследовании. 2. Не показано как при изменении положения оси отверстия с помощью круглограммы определялось положение центра обработанного отверстия. 3. Вызывает сомнение повышение точности формы (овальность) отверстия в поперечном сечении. Дело в том, что при построении круглограммы нарушается условие подобия (так называемый масштабный эффект). Характер профиля на круглограмме ближе к «кардиоиде», а не овальности. И это является результатом

смещения профиля отверстия относительно оси вращения шпинделя измерительного прибора. 4. Имеются ошибки редакционного характера, например, номер и название таблицы 5.1 находятся на разных страницах (стр. 101, стр. 102), словосочетание «Продолжение таблицы 5.1» располагается в конце стр. 102, а должно вначале стр. 103; графики на рис. 5.5 стр. 108 и рис. 5.9 стр. 110 (рис. 5.6 и рис. 5.10; рис. 5.7 и рис. 5.11) выполнены в разных масштабах, что затрудняет сравнивать результаты точности обработки с применением системы управления и без нее.; Казаковой О.Ю. Отзыв положительный. Замечания: 1. В третьей главе представлена динамическая модель стойки горизонтального КРС с комплексом гидродомкратов как объект управления, позволяющая синтезировать регулятор системы управления. Предполагается, что данная модель использовалась при разработке лабораторной установки, но в тексте диссертации об этом не сказано. 2. В четвертой главе на рисунке 4.1 (стр. 81) представлена лабораторная установка, которая содержит устройство стабилизации положений осей обрабатываемого отверстия и инструмента, на котором не ясен способ закрепления двухкоординатных электронных уровней на заготовке и стойке станка. 3. На рисунке 4.12 (стр. 97) представлена схема взаимодействия рейки-шаблона с распределительным клапаном, но такое название является не корректным, поскольку это фотография реализованного устройства компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины. 4. На стр. 104, 106, а так же в ПРИЛОЖЕНИИ В (стр. 155-159) не совсем удачно представлены круглограммы – величины увода оси отверстия и шкалы плохо просматриваются на изображениях. **Отзыв ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**, подписанный заведующим кафедрой «Автоматизация производственных процессов», доктором технических наук, профессором Сердобинцевым Ю.П. Отзыв положительный, замечания: 1. Целесообразно было бы привести в автореферате структурную схему САУ, реализующую передаточную функцию (с. 10). 2. Не приведены результаты анализа существующих измерительных баз для КРС. 3. Не указаны размерности величин, входящих в формулы на с. 9 автореферата. **Отзыв ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»**, подписанный доктором технических наук, профессором кафедры «Информатика, прикладная математика и механика» Стихановским Б.Н. Отзыв положительный, замечания: 1. Из автореферата не ясно осуществлялось ли при выполнении экспериментальных исследований планирование эксперимента. 2. Диаграмма отклонения осей отверстий от деформации изгиба станины вследствие влияния веса стойки в сборе (рис. 7) описана не подробно, а именно она показывает основные достижения предлагаемой системы компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины горизонтального координатно-расточного станка. **Отзыв ФГБОУ ВО «Братский государственный университет»**, подписанный заведующим кафедрой «Технология машиностроения», доктором технических наук, профессором Янюшкиным А.С.; кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Технология машиностроения» Архиповым П.В., замечания: 1. Не совсем кор-

ректно, на наш взгляд, отмечается повышение точности геометрической формы отверстия с применением слова «примерно». 2. Из автореферата неясна возможность применения предложенных моделей, устройств и технических решений для металлорежущего оборудования других групп, следовало бы это отразить в основных выводах. 3. Из автореферата не ясно, проводился ли анализ экономической эффективности производственного использования предлагаемых решений. **Отзыв ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»**, подписанный заслуженным деятелем науки и техники РФ, доктором технических наук, профессором кафедры «Технология машиностроения» Ямниковым А.С.; доктором технических наук, профессором кафедры «Технология машиностроения» Ямниковой О.А., замечаний нет. **Отзыв ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**, подписанный действительным членом Академии инженерных наук РФ им. А.М. Прохорова, заведующим кафедры «Технологические процессы и машины» доктором технических наук, профессором Шумячером В.М.; доктором технических наук, профессором кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств» Пушкарёвым О.И., замечаний нет. **Отзыв ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»**, подписанный заведующим кафедрой «Автоматизированные системы обработки информатизации и управления», доктором технических наук, доцентом Капитановым А.В. Отзыв положительный, замечания: 1. Оценка разработанной математической модели контактных взаимодействий в стыке подсистемы «салазки – стойка станка» затруднена из-за недостатка информации. 2. В третьей главе была разработана динамическая модель стойки с комплексом гидродомкратов, которая позволяет синтезировать регулятор системы управления. Не сказано динамическая модель была применена к лабораторной установки или опытно-промышленной установке? **Отзыв ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»**, подписанный доцентом кафедры «Технология машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов», кандидатом технических наук, доцентом Серёгиным А.А. Отзыв положительный, замечания: 1. Из текста автореферата нельзя сложить представление о том, какой математический аппарат был использован при решении первого пункта научной новизны работы. 2. Большинство обозначений в формулах не расшифровано. 3. При изложении содержания пятой главы нет чётких пояснений к содержанию технологических переходов, производимых в ходе исследования погрешности обработки отверстий. **Отзыв ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»**, подписанный профессором кафедры «Технология машиностроения», доктором технических наук, Королёвым А.В. Отзыв положительный, замечания: 1. Большое расхождение между результатами, полученными расчетным и экспериментальными методами, что говорит о не всех учтенных значимых факторах. 2. Почти все изображения разработанных устройств изображены на главных видах на чертежах без выноски и масштабирования, что затрудняет читабельность и усложняет понимание механизма работы устройств. **Отзыв**

ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва», подписанный профессором кафедры «Прикладная механика», доктором технических наук, Букатым С.А. Отзыв положительный, замечания: 1. На странице 7 сказано, что задача повышения геометрической точности остро стоит применительно к горизонтальным координатно-расточным станкам, но почему не написано. 2. Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям силовых деформаций несущей системы станка и составления его баланса точности. Испытания описаны очень подробно, но желательно было бы приложить баланс точности, о котором была речь. 3. Какое аппаратное оснащение было использовано при выполнении высокоточных измерений обработанных отверстий и как они осуществлялись? **Отзыв ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»**, подписанный профессором кафедры «Автоматизация производственных процессов», доктором технических наук, Плотников А.Л. Отзыв положительный, замечания: 1. Из автореферата не ясно осуществлялось ли при выполнении экспериментальных исследований планирование эксперимента. 2. Диаграмма отклонения осей отверстий от деформации изгиба станины вследствие влияния веса стойки в сборе (рис. 7) описана не столь подробно и это затрудняет понимание предлагаемой системы компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины. **Отзыв ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»** подписанный профессором кафедры «Автоматизация производственных процессов», доктором технических наук, Заковоротным В.Л. Отзыв положительный, замечания: 1. В автореферате не описан принцип работы лабораторной установки и не понятно, что она из себя представляет. 2. Из автореферата не ясно обработка 64-х отверстий без использования системы компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины горизонтального координатно-расточного станка и с использованием проводилось на разных заготовках или на одной? 3. Как осуществлялась обработка результатов экспериментальных исследований погрешности растачиваемых отверстий? **Отзыв ПАО «АВТО-ВАЗ»**, подписанный главным специалистом исполнительного вице-президента по инжинирингу, доктором технических наук Николаевым П.А. Отзыв положительный, замечания: 1. На рисунках 1, 2, 5 слишком мелкий текст. На будущее желательно делать графические материалы крупнее. 2. Из автореферата не ясно как именно определяется угол наклона рейки-шаблона, закрепляемой на салазках. 3. В автореферате не описан принцип работы лабораторной установки и не понятно, что она из себя представляет.

Все поступившие отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, научным и практическим опытом, достижениями в данной области науки, наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** математические модели описывающие влияние контактных взаимодействий в стыках подсистем «салазки – стойка» и «салазки - роликовые направляющие станины» на геометрическую точность горизонтального координатно-расточного станка (КРС), с комплексом гидродомкратов как объекта управления;

- **предложена** методика компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины горизонтального КРС;

- **доказана** целесообразность и перспективность использования результатов диссертационной работы при модернизации горизонтальных КРС;

- новые понятия не **вводились**.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказано** влияние силовых и контактных деформаций несущей системы горизонтальных КРС на снижение их геометрической точности;

- **использован** комплекс существующих методов повышения точности металлорежущего оборудования;

- **изложены** аргументы обоснования выбора объекта исследования, в связи с тем, что потеря геометрической точности горизонтальных КРС вследствие силовых деформаций станины является проблемной стороной;

- **раскрыто** влияние собственных деформаций станины, контактных взаимодействий подсистем «салазки – стойка станка» и «салазки - роликовые направляющие станины» на геометрическую точность станка;

- **изучены** и проанализированы результаты исследований отечественных и зарубежных научных школ, занимающихся вопросом повышения точности металлорежущего оборудования;

- **проведена модернизация** горизонтального КРС модели 2А459АМФ4, направленная на повышение его геометрической точности.

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

- **разработана и внедрена** методика оценки влияния силовых деформаций упругой системы горизонтальных КРС (в статике) на точность обработки поверхностей в ФГУП «Научного конструкторско-технологического бюро» «ПАРСЕК» в рамках решения проблемы «Динамика, диагностика и надёжность технологического оборудования» (г. Тольятти). Получены патенты на полезную модель «Устройство стабилизации положений осей обрабатываемого отверстия и инструмента», № 136380; «Устройство для контроля силовых деформаций станин координатно-расточных станков», № 142880; «Устройство для измерения силовых деформаций изгиба и кручения станин координатно-расточных станков», № 140823; патент на изобретение «Устройство для измерения силовых деформаций станины координатно-расточного станка», № 2575508;

- **определены** перспективы практического использования предложенного устройства компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины, обеспечивающего повышение геометрической точности горизонтальных КРС;

- **создана** измерительная база для контроля силовых деформаций на основе гироскопического эффекта, позволившего повысить её устойчивость;

- **представлены** рекомендации к выполнению серии лабораторно-исследовательских работ по учебным курсам «Основы технологии машиностроения», «Технология производства бытовых машин и приборов» в ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет сервиса» (г. Тольятти).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** использованы современные измерительные средства, и датчики, входящие в государственный реестр измерительных средств. Для обработки полученных сигналов использовались методы цифровой обработки сигналов, алгоритмы которых реализовывались с помощью современного программного обеспечения;

- **теория** построена на проверяемых теоретических и экспериментальных данных и согласуется с ними. Достоверность и обоснованность научных выводов, положений и полученных результатов базируется на основных положениях классической механики и тригонометрии, линейной алгебры, математической статистики, методах компьютерного и математического моделирования;

- **идея базируется** на обобщении и анализе передового опыта российских и зарубежных ученых в области проектирования горизонтальных КРС, установленных на три опоры относительно фундамента;

- **использовано** сравнение авторских данных с данными, применяемыми в производственной практике и исследованиях в указанной области;

- **установлено** качественное совпадение результатов, полученных автором, с данными, представленными в других работах, посвящённых повышению геометрической точности металлорежущего оборудования;

- **использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, программный пакет КОМПАС-3D V12, методики статистической обработки данных, полученных в ходе экспериментальных исследований.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии на всех этапах выполнения исследования, включая проведение теоретических и экспериментальных исследований; разработку математических моделей, устройства компенсации угловых перемещений стойки при деформации станины горизонтального КРС; апробацию результатов исследования на международных и всероссийских конференциях; подготовку публикаций по выполненной работе.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается

