

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы
Якимова Михаила Владимировича «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Повышение точности шпиндельных узлов является важной научно-технической задачей. Особое значение приобретает обеспечение стабильности точностных характеристик шпиндельного узла в пространстве, что обусловлено возможным изменением направления действия силовых факторов в зоне обработки, вызванное многообразием конструкций инструментальных систем и компоновок станков. Точность шпиндельного узла определяется рядом параметров, среди которых наименее освещенным является анизотропия жесткостных свойств опор, обусловленная особенностями их конструкции и работы.

В связи с этим, поставленная в работе цель по повышению точности шпиндельного узла путем снижения анизотропии жесткостных характеристик опор на этапе проектирования и сборки является актуальной. Для достижения указанной цели автором решен ряд научных задач, наиболее значимыми из которых являются:

- разработка упруго-деформационной конечно-элементной модели опоры шпиндельного узла с неидеальными элементами, позволяющей оценить влияние точности изготовления посадочных поверхностей подшипниковой опоры качения на упругие характеристики и возможную анизотропию упругих деформаций;
- разработка структурно-параметрической модели, позволяющей оценить анизотропию упругих характеристик подшипников шпиндельных узлов среднего типоразмера при изменении отклонения от круглости посадочных поверхностей;
- исследование анизотропии податливости опор, влияния температуры на характер анизотропии податливости опор и влияния анизотропии податливости опор шпинделя на динамические характеристики шпиндельного узла;
- оценка влияния силовых и температурных факторов на погрешности формы отверстий в корпусе под подшипники при работе станка на холостом ходу.

В диссертационной работе Якимова М.В. представлены исследования, в результате которых получен ряд новых научных результатов, связанных с изучением механизмов формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов. Автором предложены структурно-параметрическая, упруго-деформационная конечно-элементная и аналитическая модели, на основе которых установлены закономерности влияния анизотропии жесткости опор на точностные и динамические характеристики шпиндельного узла. Показано, что характер анизотропии опор шпиндельного узла в большинстве случаев близок по форме к овалу, что достижение изотропии упругих характеристик опор позволяет добиться снижения биения переднего конца шпинделя на 30 %. По результатам численных экспериментов установлено, что при проектировании корпуса шпиндельного узла для обеспечения стабильности же-

сткостных характеристик опор в пространстве, следует учитывать, в зависимости от компоновки станка, как действие центробежной силы, так и вес шпинделя. Выполненные исследования позволили автору решить поставленные в диссертации задачи и разработать обоснованные рекомендации по снижению анизотропии жесткости опор шпиндельных узлов.

Практическая значимость работы заключается в разработке обоснованных рекомендаций по снижению анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов; разработке конструкции устройства для измерения анизотропии упругих характеристик передней опоры шпиндельного узла токарного станка в производственных условиях и разработке нового способа компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков и устройства, его реализующего, подтвержденного Патентом РФ.

Внедрение результатов исследований на предприятиях ООО «Инженерный центр «Средневолжского станкозавода» (г. Самара) и ООО НПО «РОСИНМАШ» (г. Самара), а также в учебном процессе Самарского государственного технического университета является подтверждением практической ценности работы.

Обоснованность научных положений и достоверность результатов диссертационной работы обусловлены применением современных методов исследований, базирующихся на основных положениях теории проектирования шпиндельных узлов и технологии машиностроения, теории математического моделирования с использованием численно-аналитических методов и методов математической статистики, применением современного оборудования, использованием аттестованных средств измерения, согласованием с известными литературными данными.

Приведенные в библиографическом списке работы автора, включающие публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, публикации в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, а также перечень научно-технических конференций, на которых докладывались и обсуждались основные результаты, дают основание считать, что диссертационная работа Якимова М.В. прошла всестороннюю апробацию.

Однако представленные в автореферате результаты вызывают ряд вопросов и замечаний:

1. Не указан тип ПФЭ при разработке регрессионной модели (стр. 9-10). Проверка адекватности модели должна проводиться по статистическим критериям Стьюдента и Фишера. Насколько оправдана оценка адекватности путем сравнения результатов расчета перемещений по уравнению регрессии с результатами, полученными с использованием конечно-элементной модели, как это предлагается автором?
2. При определении влияния температуры на упругие характеристики шпиндельных опор не указан диапазон изменения температуры и его соответствие с реальными температурами, наблюдаемыми при эксплуатации станка (стр. 13).

Однако приведенные замечания не умаляют достоинств диссертации, не снижают общей положительной оценки работы. Автореферат полностью раскрывает основное содержание диссертации.

Степень публикаций и апробация работы достаточны для диссертации, пред-

ставленной на соискание ученой степени кандидата технических наук. Выводы по работе отвечают содержанию поставленных задач и результатам выполненных исследований.

В целом диссертационная работа **Якимова Михаила Владимировича** является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития методов повышения точности металлорежущих станков, в частности, точности шпиндельного узла на основе обеспечения его изотропных упругих характеристик.

Диссертационная работа «*Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор*» по научной новизне, практической значимости и объему отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 с изменениями от 21 апреля 2016 года), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Якимов Михаил Владимирович**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальностям 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Доктор технических наук, заведующий лабораторией лазерно-индуцированных процессов Самарского филиала ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук



Ярьско С.И.

01 декабря 2021 г.

Ярьско Сергей Игоревич, заведующий лабораторией лазерно-индуцированных процессов Самарского филиала ФГБУН Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 443011, г. Самара, ул. Ново-Садовая, 221, тел.: 8-846-3341481; 8-846-3344220; e-mail: laser@fian.smr.ru, yarsi54@gmail.com.

Наименование научной специальности, по которой защищена докторская диссертация: 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Я, Ярьско Сергей Игоревич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Якимова Михаила Владимировича, и их дальнейшую обработку.

Самарский филиал Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Физического
института им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук (СФ ФИАН)
ПОДПИСЬ ВЕРНА
Начальник ОК *Сергей Игоревич Ярьско*
« 01 » 12 2021



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Якимова Михаила Владимировича на тему «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)

Диссертационная работа посвящена выявлению способов расчета методом конечных элементов, равно как и фактического контроля точности шпиндельных узлов и её зависимости от показателей жесткости шпиндельных опор. Тема исследования актуальна, так как минимизация биений, колебаний и погрешностей, вызванных неточностями изготовления корпусов шпинделей и самих шпиндельных узлов, позволяет значительно улучшить точность и стабильность получаемых размеров.

В диссертационной работе проведен анализ состояния проблемы, представлены зависимости анизотропии упругих свойств шпиндельных узлов от некруглости посадочных поверхностей опор шпинделей, а также температурных деформаций.

Автором проведены исследования точности шпиндельных узлов методом секторной конечно-элементной модели для моделирования условий сопряжения реальных поверхностей. В результате численного анализа выявлены закономерности, подкрепляющие обоснование широкого применения прямого привода шпиндельных узлов без применения переборных групп. Примечательно наблюдение о том, что толщина стенки корпуса шпинделя существенно не влияет на анизотропию жесткости.

Автором разработаны нагрузочное устройство и схемы измерения, позволяющие определить деформации передней опоры под действием статических и динамических сил и оценить анизотропию податливости опор.

Особый интерес также представляет запатентованный способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков и устройство для его реализации, которое позволяет изменить натяг в подшипниковых опорах шпиндельного узла.

В качестве замечаний необходимо отметить:

1. В автореферате не указано, проводились испытания или расчеты для шпинделей с наклонным расположением оси вращения, а также влияние износа подшипников на точность узла?

2. В автореферате нет данных о погрешностях и повторяемости экспериментально измеренных значений и говорится лишь о конкретных значениях.
3. Несоответствие наименования осей в расчетах, приведенных в 5 главе, с общепринятыми обозначениями осей шпинделей на металлорежущих станках (ось Z сонаправлена с осью вращения шпинделя, ГОСТ 23597-79).

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы. Метод исследования характеристик шпиндельных узлов, предложенный в этой работе, включает в себе практическую пользу и научную новизну.

В целом представленная диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом. Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ОмГТУ, д. т. н., профессор

 А. Ю. Попов

Ассистент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ОмГТУ

 Д. А. Блохин

Подписи удостоверяю

Начальник управления кадров ОмГТУ

 Ю. А. Духовских



26.11.2021



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

07 АЕК 2021 № 104-6336

На № _____ от _____

Учёному секретарю диссертационного совета 99.2.001.02

Н.И. Веткасову

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»
432700, ГСП, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича
«Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)

Повышение точности шпиндельных узлов является актуальной научно-технической задачей, так как на долю шпиндельного узла приходится до 80 % погрешностей в общем балансе точности станка.

На точность шпиндельного узла оказывают влияние геометрическая точность изготовления и сборки элементов его конструкции, а также точность вращения под действием силовых факторов. При вращении центр шпинделя вследствие влияния центробежной силы описывает траекторию, форма которой определяется точностью элементов конструкции опор и стабильностью их упругих характеристик. Наличие анизотропии жесткости опор ШУ, проявляющееся в непостоянстве податливости в различных направлениях, вносит дополнительные погрешности в точность шпиндельных узлов.

Таким образом, цель диссертационной работы, заключающаяся в повышении точности шпиндельного узла путем снижения анизотропии жесткостных характеристик опор на этапе проектирования и сборки, является актуальной.

В диссертационной работе Якимова М.В. получен ряд новых научных выводов, связанных с изучением механизмов формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов. Выявленные автором закономерности влияния анизотропии жесткости опор на точностные и динамические характеристики шпиндельного узла получены на основе использования разработанных им структурно-параметрической, упруго-деформационной конечно-элементной и аналитической моделей. В ходе выполненных экспериментов на действующем технологическом оборудовании установлено, что характер анизотропии опор ШУ, для рассмотренных случаев, по форме близок к овалу. Подтверждено, что снижение анизотропии позволит добиться уменьшения радиального биения переднего конца шпинделя на 30%. Путем конечно-элементного моделирования анизотропии упругих свойств посадочных поверхностей опор различных конструкций корпусов шпиндельных узлов, установлено, что наиболее удачной является конструктивный вариант корпуса ШУ с симметричным расположением

Отзыв

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича «ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗОТРОПНЫХ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОР»

на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.5

Темой диссертации выбрана актуальная для современного машиностроения область исследований — точность шпиндельных узлов. Объём работы и качество исследований видятся вполне достаточными.

Вместе с тем, на основе описания работы, содержащегося в автореферате, хотелось бы сформулировать некоторые вопросы и замечания:

1. Одна из указанных задач диссертационной работы (пункт 6 на стр. 4) — «определение влияния силовых факторов на погрешности формы отверстий в корпусе под подшипники при работе станка на холостом ходу». При этом в автореферате не описано, как эта задача решалась;
2. Величина анизотропии (например, рисунок 5 на стр. 11) указана в безразмерных единицах. Остаётся неясным, насколько эти значения велики и к каким размерным отклонениям приводит выявленная анизотропия.

Несмотря на указанные недостатки, научная ценность выполненной работы не вызывает сомнений.

Автор отзыва:

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» Политехнического института Сибирского федерального университета Курзаков Андрей Сергеевич.

akurzakov@sfu-kras.ru

Адрес: 660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 79



Курзаков А.С.

30.11.2021

| | |
|--------------------------------------|--|
| ФГАОУ ВО СФУ | |
| Подпись <u>Курзаков А.С.</u> заверяю | |
| Целопроеводитель <u>А.С.</u> | |
| «30» 11 2021 г. | |

В диссертационный совет Д 99.2.001.02
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
технический университет»
Ученому секретарю Веткасову Н.И.
432027, г. Ульяновск,
ул. Северный Венец, 32, Ул.ГТУ

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Диссертационное исследование Якимова М.В. посвящено исследованию процесса повышения точности шпиндельных узлов путем снижения анизотропии жесткостных опор на этапе проектирования и сборки.

Актуальность диссертации обусловлена тем, что поддержание высоких темпов развития станкостроения, в том числе станков с ЧПУ, возможно только при непрерывном совершенствовании точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор, которые обеспечивают получение требуемого качества деталей при низкой трудоемкости изготовления. На долю шпиндельного узла приходится от 50 до 80% погрешностей в общем балансе точности станка. Повышение точности шпиндельных узлов металлорежущих станков определяет уровень и темпы развития практически всех отраслей машиностроения и авиакосмической отрасли.

В результате выполненных исследований автор:

1. Разработал упруго-деформационную конечно-элементную модель опоры шпиндельного узла, которая позволяет оценить влияние точности изготовления посадочных отверстий.
2. Разработан и изготовил устройство для контроля анизотропии упругих характеристик шпиндельных узлов и внедрил его в производство.
3. Определил влияние силовых факторов на погрешность формы отверстий в корпусе.

4. Провел экспериментальное исследование влияние температуры на характер анизотропии опор.

5. Выполнил оценку влияния анизотропии податливости опор шпинделя на динамические характеристики шпиндельного узла.

Научная новизна заключается в раскрытии закономерностей анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и разработке математической модели изгибных колебаний шпинделя, анализе влияния температурного фактора на характер анизотропии податливости опор.

Практическая ценность работы заключается в обосновании рекомендаций по снижению анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и разработке нового способа компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлорежущих станков.

Достоверность полученных результатов подтверждена применением современной измерительной аппаратуры, использованием прикладных программ с применением математического моделирования; обработка результатов осуществлялась с использованием современных и вычислительных средств.

Содержание автореферата аргументировано раскрывает цель и основные задачи исследования, полно отражены достигнутые научные и практические результаты, которые достаточно широко апробированы докладами на научно-технических конференциях различного уровня и публикациями в открытой печати. Стиль изложения материала свидетельствует о научной зрелости автора.

По материалам работы, изложенным в автореферате, имеются следующие **замечания**:

1. Из автореферата неясно, на каких моделях станков проводились исследования и при помощи какой контрольно-измерительной аппаратуры.
2. На стр. 6 автореферата указан подшипник 697713Л без обозначения его точности, что затрудняет оценку результатов исследований.
3. Интересны были бы исследования ШУ современных станков с ЧПУ, использующих мотор-шпиндель.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают значимости выполненной работы, имеющей большое значение для ряда отраслей станкостроения и машиностроения, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

Основные положения выполненных исследований соответствует паспорту специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» и достаточно полно представлены в опубликованных научных трудах автора.

На основании автореферата, его содержания, объекта и предмета исследования можно заключить о соответствии представленной диссертации требованиям ВАК РФ, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенным в «Положения о

присуждении ученых степеней» (Постановление правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. и изменениями, вносимыми в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук от 09.12. 2014 года № 1560), а ее автор Якимов Михаил Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный
технический университет»
с.т. 8-905-337-37-16,
эл. почта agarovsi54@mail.ru

Агапов
Агапов
Сергей
Иванович

400050, г. Волгоград, пр. им. В.И. Ленина, 28, ВолгГТУ
р.т. +7(844)2-24-84-29, techmash@vstu.ru

Наименование специальности, по которой защищена докторская диссертация 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».



О Т З Ы В

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича
"Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных
упругих характеристик опор",

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по научной специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и
физико-технической обработки (технические науки)

Станкостроение является одной из ведущих отраслей машиностроения, поскольку оно во многом определяет научно-технический потенциал экономики страны. Шпиндельный узел – главный конструктивный элемент металлорежущего станка, качество исполнения которого определяет в конечном итоге и качество изготавливаемых изделий. К качеству проектирования и изготовления шпиндельных узлов на станкостроительных предприятиях всегда уделялось особое внимание. Поэтому актуальность диссертации соискателя Якимова М.В., направленной на повышение качества шпиндельных узлов, не вызывает сомнений. Поставленная соискателем задача решалась путем создания новых методов повышения жесткости шпиндельных опор на подшипниках качения.

Теоретические изыскания поведения шпиндельной опоры в процессе работы осуществлялись соискателем, в частности, путем численного моделирования с использованием программного инструмента ANSYS, который является мощным и эффективным средством исследований. Соискатель разработал конечно-элементные модели для изучения упругих характеристик шпиндельных опор, включая и корпусные элементы, в которых устанавливается шпиндель. Выполненный соискателем комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволил сформулировать научную новизну диссертации.

Практическая значимость диссертационных исследований представляется также достаточно высокой, поскольку разработанные соискателем способы повышения качества шпиндельных узлов в первую очередь могут быть востребованы в станках высоких классов точности.

Апробация соискателем результатов диссертационной работы в научно-технических изданиях и на конференциях различного уровня вполне достаточная. Разработки соискателя могут быть реализованы и в станкостроительных производствах, и при подготовке студентов и аспирантов по машиностроительным направлениям и специальностям.

Вопросы и замечания по автореферату.

1. Наименование рис. 2 "Модели сборки опоры" на самом деле представляют собой схемы взаимного расположения вала и корпуса.

2. Фраза из 6-го вывода " ... предпочтение следует отдавать конструкциям корпусов с минимальным числом дополнительных отверстий ..." представляется очевидной.

3. Каким образом разработки соискателя могут быть применены к шпиндельным опорам на подшипниках скольжения?

4. Каким образом учитывается разброс параметров подшипников, которые устанавливаются в опору парами?

5. Соискатель утверждает, что при проектировании корпуса шпиндельного устройства "... для станков с горизонтальной компоновкой также требуется принимать во внимание вес шпинделя". Получается, что для станков с вертикальной компоновкой массой (весом) шпинделя можно пренебречь?

6. Какова целесообразность применения разработанных способов для серийных станков нормального класса точности?

В целом по поставленной научно-технической задаче, ее актуальности, научным и практическим результатам диссертация Якимова М.В. заслуживает положительной оценки, поскольку в ней решена важная народнохозяйственная задача повышения качества металлорежущих станков. Данная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, соответствующей требованиям ВАК, а соискатель Якимов М.В. заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Доктор технических наук (05.02.08),
доцент по кафедре автоматизированных станочных систем,
профессор кафедры "Технология машиностроения"
ФГБОУ ВО "Тулский государственный университет"
Трушин Николай Николаевич



300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, ТулГУ
Рабочий телефон: 8-4872-25-46-48
E-mail: trushin@tsu.tula.ru



В диссертационный совет
99.2.001.02
при ФГБОУ ВО УлГТУ и
ФГБОУ ВО ТГУ
Ученому секретарю диссовета
д.т.н., проф. Веткасову Н.И.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова М.В. «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения упругих характеристик опор», представленной при соискании ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Шпиндельный узел металлорежущего станка оказывает определяющее влияние на точность обработки деталей. Поэтому повышение качества механической обработки деталей непосредственно связано с повышением точности шпиндельных узлов. В этом контексте тематика данной работы является вполне актуальной.

Решать имеющуюся проблему автор предлагает путем снижения анизотропии жесткостных характеристик опор на этапе проектирования и сборки.

Для достижения поставленной цели диссертант наметил решить ряд задач, в числе которых: создание модели опоры шпиндельного узла, позволяющей оценить влияние точности изготовления посадочных поверхностей подшипниковой опоры качения на ее упругие характеристики; разработка устройства для контроля анизотропии упругих характеристик шпиндельного узла и проведения экспериментов по анизотропии податливости опор, в том числе и с учетом их нагрева; определение силовых и температурных факторов на погрешности формы отверстий в корпусе под подшипники.

В результате проделанной работы автором была сформулирована научная новизна, выражающаяся в: раскрытии закономерностей формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и построении математической модели изгибных колебаний шпинделя на опорах.

Научная новизна работы подтверждается ее практической значимостью. В частности, предложены рекомендации по снижению анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов; разработана конструкция устройства для измерения анизотропии упругих

характеристик опоры шпиндельного узла; предложен способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей.

Работа прошла достаточную апробацию на конференциях различного уровня, а ее содержание всесторонне опубликовано.

Вместе с тем, следует отметить, что шпиндельные узлы металлорежущих станков в редких случаях вращаются без деталей или инструментов. А деталь или инструмент вносят свою долю погрешностей в точность вращения шпинделя. Между тем, в работе об этом ничего не сказано.

В целом, представленная работа выполнена на высоком уровне, имеет все необходимые компоненты и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Поэтому ее автор, Якимов М.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Зав. каф. «Металлорежущие станки
инструменты», ФГБОУ ВО Кузбасского
государственного технического
университета им. Т.Ф. Горбачева,
доктор технических наук,
профессор

Коротков Александр Николаевич

Почтовый адрес: РФ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Тел.: 8-(3842)-39-63-99

Адрес электронной почты: msikuzstu@mail.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Якимова Михаила Владимировича

на тему: «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.05.05 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)»

В настоящей работе предлагается теоретическое обоснование и практическая реализация повышения точности шпиндельных узлов, на основе чего может быть повышена точность механической обработки деталей. Выполненное исследование направлено на решение **актуальной** научно-технической задачи, так требования к точности деталей постоянно повышаются.

Научную ценность представляет математическая модель изгибных колебаний шпинделя на опорах с произвольно ориентированными анизотропными упругими характеристиками. Автором раскрыты закономерности влияния жесткости опор, элементов конструкции шпиндельных узлов и частоты вращения шпинделя на собственные частоты и формы колебаний.

Практическая значимость работы определяется созданием рекомендаций по снижению анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов. Автор работы предложил новый способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков и устройство, его реализующее.

Вместе с тем, по содержанию автореферата имеются следующие **замечания и вопросы:**

1. В технологии сборки машин известен способ совмещения контуров деталей с учетом их пространственных погрешностей. Автор упоминает в автореферате возможности применения данного способа, однако его технологическая реализация при сборке подшипниковых узлов в автореферате не раскрыта.
2. В автореферате не раскрыты возможности уменьшения собственного дисбаланса шпинделя.
3. Ничего не говорится о возможности повышения жесткости на основе применения двухрядных подшипников со смещенным расположением роликов.

Указанные замечания не снижают в целом положительной оценки диссертационной работы. Сделанные замечания носят рекомендательный или уточняющий характер.

Работа прошла широкую апробацию на научно-технических конференциях и семинарах.

Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате и достаточно полно отражают суть исследований.

Из рассмотрения автореферата следует, что диссертация Якимова М.В. соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор – Якимов М.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.05.05 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)».

Профессор кафедры

«Технологии и оборудование машиностроения»

Московского политехнического университета

Доктор технических наук, профессор

Вартанов Михаил Владимирович

Почтовый адрес: 107023, г. Москва, Б.Семеновская ул., 38

Московский Политех

Контактный телефон: +7-917-5226635

E-mail: m.v.vartanov@mospolytech.ru

Подпись Вартанова М.В. заверяю:

Печать:

СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРОВОМУ
ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ
ШИПЕЕВА Е. Д.



10.12.2021

Владимирская обл.
г. Ковров, 601910.
ул. Маяковского, 19.
ФГБОУ ВО
„Ковровская государственная
технологическая академия
им В.А. Дегтярёва”

432700, ГСП
Г. Ульяновск,
ул. Северный Венец, 32
ФГБОУ ВО „УлГТУ”
Ученому секретарю
диссертационного совета
99.2.001.02
д.т.н., Веткасову Н.И.

Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Якимова Михаила Владимировича на тему:

«Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор» по специальности 2.5.5 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Актуальность работы.

На шпиндельный узел (ШУ) станка действуют значительные нагрузки, он работает при значительных скоростях вращения, вибрации, это оказывает влияние на точность обработки на станке. Динамика вращения шпиндельного узла влияет на поверхность обработки деталей от 50 до 80%.

Точность и стабильность параметров шпиндельного узла зависят от точности его изготовления и сборки. Главными параметрами, оказывающими влияние на точность изготовления деталей, являются радиальное и осевое биение, определяемые балансировкой узла, вида действующих нагрузок при обработке деталей.

Определение упругих характеристик элементов шпиндельного узла, в состав которых входят валы и подшипники качения, вызывает трудность при оценке из упругих свойств.

Задача анализа методов прогнозируемого обеспечения упругих характеристик шпиндельных узлов станков является актуальной в научно-техническом плане.

Целью диссертационной работы является повышение точности шпиндельного узла путём снижения анизотропии характеристик жёсткости опор на этапе проектирования и сборки.

Задача работы:

1. Проведён анализ влияния точности изготовления и сборки элементов опоры качения на её упругие характеристики.

2. Разработана упруго-деформационная конечно-элементная модель опоры шпиндельного узла с неидеальными элементами, позволяющая оценить влияние точности изготовления посадочных поверхностей подшипниковой опоры качения на упругие характеристики и возможную анизотропию упругих деформаций.

3. Разработано и создано устройство для контроля анизотропии упругих характеристик ШУ в производственных условиях .

4. Проведено экспериментальное исследование анизотропии податливости опор.

5. Выполнено экспериментальное исследование влияния температуры на характер анизотропии податливости опор.

6. Определено влияние силовых факторов на погрешности формы отверстий в корпусе под подшипники при работе станка на холостом ходу.

7. Установлено влияние температурных факторов на погрешности формы отверстий в корпусе под подшипники при работе станка на холостом ходу.

8. Выполнена оценка влияния анизотропии податливости опор шпинделя на динамические характеристики шпиндельного узла.

К целям и задачам исследований замечаний нет.

Научная новизна работы заключается в:

- раскрытии закономерностей формирования анизотропии характеристик жёсткости опор шпиндельных узлов и получения регрессивной зависимости упругих перемещений опоры на основе проведения полных факторных экспериментов;
- разработке математической модели изгибных колебаний шпинделя на опорах с произвольно ориентированными анизотропными упругими характеристиками;
- анализе влияния температурного фактора на характер анизотропии податливости опор;
- раскрытии закономерностей влияния жёсткости опор, элементов конструкции ШУ и частоты вращения шпинделя на собственные частоты и формы колебаний.

Научная новизна работы соответствует целям и задачам исследований.

Практическая значимость работы направлена на практическое использование результатов исследований при разработке шпиндельных узлов, предварительная оценка их параметров при проектировании опор, автором разработано средство изменения анизотропии упругих характеристик опор.

Положения, выносимые на защиту, полностью раскрывают результаты исследований.

Степень достоверности результатов исследований. В работе проведен полный факторный эксперимент с корректной обработкой результатов.

Апробация работы. Основные положения исследований доложены на 8 международных конференциях.

Результаты исследований приняты к внедрению на 2 предприятиях и используются в учебном процессе.

Публикации. Автор опубликовал 23 работы, в том числе 9 в изданиях, внесенных в перечень ВАК, 2 статьи в индексируемых в международных базах данных, получил 1 патент на изобретение.

Основное содержание работы

В введении обоснована актуальность исследования шпиндельных узлов путём выявления закономерностей упругих характеристик опор.

Первая глава посвящена анализу современного состояния обеспечения точности изготовления шпиндельных узлов.

На основании анализа определена цель и сформулированы задачи исследований.

Во второй главе обосновано влияние точности изготовления и сборки опор на их упругие характеристики. Оценка влияния точности изготовления на упругие характеристики опор проводилась на основе структурно-параметрической модели.

На основе численного моделирования выявлено влияние овальности сопрягаемых поверхностей вала и отверстия, величины нагрузки на характеристики опор шпиндельных узлов.

Выявлено, что анизотропия упругих характеристик узлов – есть отношение упругих перемещений (жёсткости и податливости опор) к их максимальным значениям.

На основании предложенной модели разработана модель сборки опор, при которой наличие овальности на посадочных поверхностях при запрессовке и приложении нагрузки приводит к деформации колец подшипников в зависимости от расположения. Следовало бы более подробно описать модель сборки и указать причину и закономерность деформации колец.

В третьей главе решалась задача разработки упруго-деформированной конечно-элементной модели опоры с учетом анизотропии упругих свойств.

На основании полного факторного эксперимента для подшипников определенной группы определились упругие перемещения в опорах в зависимости от модулей упругих элементов подшипников и модулей сдвига.

Получены следующие результаты: математическая модель упругих перемещений КЭ – модели опоры по осям.

Адекватность предложенных моделей подтверждена: погрешность упругих перемещений составляет 22,96%, в осевом – 8,46%.

Четвертая глава посвящается разработке КЭ-модели корпуса ШУ и его влияние в конструкции на погрешности формы отверстий под подшипник с учетом силовых и температурных факторов.

Было установлено снижение анизотропии жёсткости отверстий под опоры.

Доказана конструкция корпусов с симметричным расположением отверстий. Для остальных конструкций корпусов происходит существенное увеличение деформации при воздействии нагрузок.

В пятой главе приведены результаты экспериментального определения анизотропии упругих деформаций передней опоры шпиндельного узла и влияния температурного фактора на анизотропию

К эксперименту замечаний нет.

Замечания к автореферату:

1. Из-за краткого изложения не прозвучало в реферате физики процесса влияния анизотропии на упругие характеристики опор.
2. В автореферате следовало бы более подробно описать модель сборки и указать причину деформации колец.

Заключение по работе.

Диссертационная работа выполнена на хорошем уровне, а результаты моделирования подтверждены экспериментом. Результаты работы прошли хорошую апробацию на 8 научно-технических конференциях, а результаты исследований опубликованы в 23 работах, 9 из которых в изданиях рекомендованных ВАК.

Якимов Михаил Владимирович достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

Д.т.н., профессор

Профессор кафедры « Технологии машиностроения »

ФГБОУ ВО «КГТА им. В.А. Дегтярева»

tms@dksta.ru

т. 8 (49232) 6-96-00 (доб.271)

м. 8-915-761-38-11.

Handwritten signature and date: 06.12.21

Ю.З. Житников

Проректор по НР и МС



Н. А. Кузнецов

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации
Якимова Михаила Владимировича
на тему «Повышение точности шпиндельных узлов
на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор»
по специальности 2.5.5 – Технологии и оборудование механической
и физико-технической обработки (технические науки)

Диссертация М.В.Якимова посвящена исследованию влияния упругих характеристик опор на точность вращения шпинделей, которая является важнейшей их характеристикой и в значительной мере определяет точность обработки деталей на станке, путем раскрытия закономерностей формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов.

Для достижения цели исследования в работе поставлен и решен ряд задач.

Результаты исследования имеют научную новизну, практическую ценность и внедрение.

Материалы диссертации отражены в 23 печатных работах, из них: 9 - в научных изданиях, рекомендованных ВАК. Получен патент на изобретение.

Основные результаты работы доложены на 8 конференциях различного уровня, что свидетельствует о достаточной апробации.

Автореферат по форме и содержанию соответствует требованиям ВАК и дает достаточно полное представление о диссертации.

Тем не менее, по автореферату можно сделать следующие замечания:

- 1) Из рисунка 2 (стр. 8) не ясно, какова природа максимального смещения оси вала после запрессовки, которая, по мнению автора, в случае одинаковой ориентации отклонений может достигать 3,7 мкм; при разной ориентации - 2,5 мкм.
- 2) Из автореферата не ясно, на сколько можно снизить упругие тепловые деформации подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков применением предлагаемого автором способа и устройства их компенсации.

Указанные замечания не затрагивают основных положений и выводов работы и не снижают ее научный уровень и практическую значимость.

Диссертация соответствует требованиям ВАК Минобразования и науки РФ к кандидатским диссертациям по специальности 2.5.5, а ее автор – Якимов М.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук,
профессор кафедры «Техническая механика и мехатроника»

Саратовского государственного
технического университета имени Гагарина Ю.А.

д. т. н., доцент

06.12.21

 М.В. Виноградов

Адрес: 410054 г.Саратов, ул.Политехническая, 77

Телефон: 89372437337

Адрес электронной почты: michail1948@mail.ru

Подпись профессора кафедры «Техническая
механика и мехатроника» Виноградова Михаила
Владимировича заверяю

Ученый секретарь Ученого совета Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А., доцент

 Н.В. Тищенко



В объединенный диссертационный совет
99.2.001.02, созданный на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», ученому секретарю диссертационного совета Н.И.Веткасову 432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный венец, 32

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Якимова Михаила Владимировича
«Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5

Проведен анализ существующих моделей для оценки эксплуатационных характеристик шпиндельных узлов, упругих свойств при проектировании и изготовлении.

Предложена расчетная схема для численного моделирования упругих деформаций опоры качения при отклонениях от круглости посадочных отверстий вала и корпуса, а также структурно-параметрическая модель сборки опоры при конечно-элементном моделировании, произведена оценка овальности посадочных поверхностей.

Предложено решение задачи по разработке упруго-деформированной конечно-элементной модели опоры с учетом анизотропии упругих свойств, а также секторно-элементная модель, позволяющая упростить решение задачи.

Произведена проверка адекватности модели полным факторным экспериментом для подшипника 697713Л с использованием шести факторов.

Произведена оценка влияния конструкции корпуса при разработке КЭ-модели шпиндельного узла с учетом погрешности формы отверстий под подшипники при действии силового и температурного факторов.

С использованием численного моделирования построены годографы упругих перемещений отверстия под переднюю опору шпинделя корпусов шпиндельных узлов станков с коробками скоростей и без них.

Экспериментально показана необходимость учета компоновки шпинделя и температурного фактора на анизотропию упругих свойств опоры, предложен способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей и устройство для его осуществления.

Проведен анализ влияния анизотропии податливости опор шпинделя на динамические характеристики ШУ с использованием предложенной математической модели изгибных колебаний и результатов модельного анализа с использованием пакета Ansys Workbench. С использованием модального анализа проведена оценка изменения диапазонов собственных частот для каждой формы колебаний, что позволяет рационально использовать шпиндель.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Одной из главных задач машиностроительных предприятий является повышение качества и снижение себестоимости выпускаемой продукции, поэтому диссертационная работа Якимова Михаила Владимировича, посвящённая повышению точности технологического оборудования, является актуальной.

Научная новизна работы заключается в установлении регрессионной зависимости упругих перемещений опоры на основе раскрытия закономерностей формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и в разработке математической модели изгибных колебаний шпинделя с учетом анизотропной упругой характеристики опор.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением результатов исследований на машиностроительных предприятиях.

Выполненные исследования содержат новые научно-обоснованные конструктивные решения, обеспечивающие повышение точности шпиндельных узлов металлорежущих станков, за счет обеспечения изотропных упругих характеристик опор качения.

По автореферату диссертации имеются отдельные замечания:

– по второй главе приводятся значения анизотропии подшипников шпиндельных узлов при изменении отклонения от круглости без указания рассматриваемых диаметральных размеров;

– в пятой главе при проведении оценки изменения диапазонов собственных частот шпинделя не представлены их численные значения и линейно-диаметральные размеры шпинделя;

– в шестой главе не указаны: материал комплектующих опытного образца и качество поверхностей контакта; диапазон температур шпиндельного узла; необходимое количество измерений; метод обработки экспериментальных данных; сходимость теоретических и экспериментальных результатов исследования. Метрологическое обеспечение точности и прецизионности измерений представлено частично.

Отмеченные замечания не снижают научную значимость проведенного исследования. Работа представляет собой законченное научное исследование, сформулированные защищаемые научные положения и выводы представляются достоверными и с достаточной полнотой освещены в 23 опубликованных научных трудах автора, в том числе 9 статьях в журналах, входящих в перечень ВАК, одном патенте и 2 публикациях в изданиях, индексируемых в международных базах данных.

Выполненная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Якимов Михаил Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

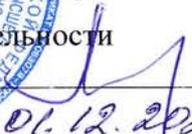
Доцент кафедры технологии машиностроения
кандидат технических наук (05 02 08), доцент  /Раменская Елена Владимировна/

Зав. кафедрой технологии машиностроения
кандидат технических наук, доцент  /Ручкин Леонид Владиленович/

Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева;
660037, Россия, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31,
тел. (8391)2919134 E-mail: lena@krasian.ru

Подпись Е. В. Раменской и Л. В. Ручкина удостоверяю

Проректор по научной и инновационной деятельности
СибГУ им. М. Ф. Решетнева

 /Ю. Ю. Логинов/
01.12.2021г



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича на тему: «ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИЗОТРОПНЫХ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОР», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Геометрическая точность шпиндельных узлов во многих случаях определяет точностные характеристики изделия. Поэтому работа, направленная на обеспечения изотропных упругих характеристик шпиндельных узлов, без сомнения, является актуальным направлением развития технологии машиностроения.

Научная новизна работы состоит в разработке упруго-деформационной конечно-элементной модели опоры шпиндельного узла с неидеальными элементами.

На основании модели автором раскрыты закономерности формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и получена регрессионная зависимость упругих перемещений опоры.

Практическая ценность работы заключается в разработке конструкции устройства для измерения анизотропии упругих характеристик передней опоры шпиндельного узла токарного и методики проведения исследований и обработки результатов, а также разработке нового способа компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков.

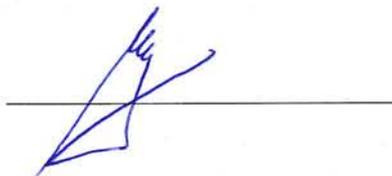
В качестве замечаний можно указать, что из автореферата неясно

1. Как моделировался преднатяг в соединении и нелинейность контакта в сопряжениях подшипника с валом и корпусом?
2. По какому количественному критерию оценивалась адекватность КЭ модели реальному процессу;

2. Одномассовая схема расчета шпинделя представляется весьма упрощенной, уместно будет представление этого узла в виде модели как минимум двухмассовой, с двумя участками, один из которых будет консольным с сосредоточенной массой на конце, второй – с массой между пружинами.

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки. Якимов Михаил Владимирович заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Зверовщиков Александр Евгеньевич
заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»,
доктор технических наук, доцент
специальности 05.02.08, 05.02.07.
Адрес: 440017, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел.: (8412) 20-84-30.
Адрес электронной почты: azwer@mail.ru



Подпись Зверовщикова А. Е. заверяю
Ученый секретарь Ученого Совета ФГБОУ ВО
«Пензенский государственный университет»
кандидат технических наук, доцент



О.С. Дорофеева

432700, ГСП, г. Ульяновск, ул. Северный Венец,
32. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный
технический университет» Ученому секретарю
диссертационного совета Веткасову Н.И.

ОТЗЫВ

Якимова Михаила Владимировича на тему
«Повышение точности шпиндельных узлов на
основе обеспечения изотропных упругих
характеристик опор», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.5.5 «Технология и оборудование
механической и физико-технической обработки
(технические науки)»

Исследования, направленные на повышение точности шпиндельных узлов металлорежущих станков и разработке обоснованных методик прогнозируемого обеспечения весьма актуальны для их проектирования и эксплуатации.

В диссертационной работе проведен ряд исследований, которые имеют научное и практическое значения. Среди них можно особо отметить:

– предложена и разработана структурно-параметрическая модель, расчетная схема и результаты упругих характеристик опор шпиндельного узла с неидеальными элементами;

– разработана математическая модель и аналитические зависимости изгибных колебаний шпинделя на опорах с произвольно ориентированными анизотропными упругими характеристиками;

– научно обоснованы результаты экспериментальных исследований формирования анизотропных упругих характеристик шпиндельных опор;

– разработана конструкция устройства для контроля анизотропии упругих характеристик шпиндельных узлов токарных станков в производственных условиях;

– разработан новый способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников металлорежущих станков и устройств, его реализующее;

– выявлены закономерности влияния на собственные частоты и формы колебаний шпинделя упругих характеристик опор, конструктивных и скоростных их факторов.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 23 научных работах, в том числе 9 статьях в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, 2 статьях в изданиях, индексируемых в международных базах данных и патенте РФ на изобретение.

Из автореферата неясно, какое аппаратное оснащение было использовано при проведении экспериментальных исследований, определения упругих характеристик опор шпиндельных узлов и оценки влияния температурных факторов на анизотропию.

Несмотря на это диссертант провел весьма важные и нужные исследования. Практическая значимость работы несомненна.

В целом работа выполнена на высоком уровне и полностью отвечает требованиям ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а её автор Якимов М.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки)».

Зав. кафедрой «Сервис технических и
технологических систем»
Поволжского государственного
университета сервиса
д.т.н., профессор



Б.М. Горшков

13.12.2021

445046 г.о. Тольятти,
Самарской обл.,
ул. Механизаторов 20,121
сот. 8-917-126-69-06
kaf_ekis@tolgas.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Якимова Михаила Владимировича
«Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения
изотропных упругих характеристик опор»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.
Специальность 02.05.05 – Технология и оборудование механической и
физико-механической обработки (технические науки)

Актуальность диссертации. Качество механической обработки деталей непосредственно связано с характеристиками элементов несущей системы металлорежущего станка. К числу наиболее значимых элементов несущей системы металлорежущего станка, оказывающих влияние на её работоспособность, точность, жесткость и виброустойчивость следует отнести шпиндельный узел. Исследование Якимова М.В. является актуальным, поскольку его целью является повышение точности шпиндельного узла путем снижения анизотропии жесткостных характеристик опор на этапе проектирования и сборки.

Научная новизна. В результате рассмотрения автореферата Якимова М.В. необходимо выделить ряд следующих положений научной новины:

- раскрытие закономерностей формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и получение регрессионной зависимости упругих перемещений опоры на основе проведения полных факторных экспериментов;
- разработка математической модели изгибных колебаний шпинделя на опорах с произвольно ориентированными анизотропными упругими характеристиками;
- проведение комплексного анализа влияния температурного фактора на характер анизотропии податливости опор;
- раскрытие закономерностей влияния жесткости опор, элементов конструкции шпиндельного узла и частоты вращения шпинделя на собственные частоты и формы колебаний.

Достоверность полученных результатов. Представленные Якимовым М.В. теоретические положения подтверждены экспериментально. Результаты исследования внедрены в деятельность ряда промышленных предприятий.

Содержание. Соответствует специальности «02.05.05 – Технология и оборудование механической и физико-механической обработки (технические науки)», работа построена логично, выполнена на высоком научном уровне и характеризуется достаточным объемом полученных результатов. Результаты исследования докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях, опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Замечания по работе:

1. В автореферате отсутствуют сведения о технико-экономическом эффекте, полученном от внедрения результатов диссертационной работы.
2. В автореферате не отражено влияние типа подшипника в передней опоре шпинделя на анизотропию упругих характеристик опоры.

Указанные замечания не снижают общей ценности и значимости исследования Якимова М.В.

Судя по автореферату, считаем, что диссертационное исследование Якимова Михаила Владимировича на тему «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор» является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям ВАК предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «02.05.05 – Технология и оборудование механической и физико-механической обработки (технические науки)».

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Компьютерно-интегрированная
технология машиностроения» ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

Шапошников А.М./ ()

Кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Компьютерно-интегрированная
технология машиностроения» ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

Порсев К.И./ ()

Дата составления отзыва: 08.12.2021

Информация о составителях отзыва:

Шапошников Александр Михайлович, Порсев Кирилл Игоревич
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»

150023, Россия, г. Ярославль, Московский проспект, 88

Тел.: +7 (4852) 40-21-99

e-mail: porsevki@ystu.ru



*Шапошников А.М.
и Порсев К.И. заверяю*

С.А.

А.В. Сергеева