



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный
университет»
(ОГУ)

Победы пр., д. 13, г. Оренбург, 460018
Тел. (3532) 77-67-70; факс: (3532) 72-37-01
e-mail: post@mail.osu.ru; http://www.osu.ru; http://ory.pф

№ _____
на № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Оренбургский
государственный университет»
д-р физ.-мат. наук, профессор
С.Н. Летуа

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

на диссертационную работу Якимова Михаила Владимировича
«Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения
изотропных упругих характеристик опор»,

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

Актуальность темы диссертационной работы

Работа посвящена решению актуальной задачи повышения точности шпиндельного узла путем снижения анизотропии жесткостных характеристик опор.

Точность станка определяется факторами, непосредственно связанными с формообразующими подсистемами, среди которых шпиндельный узел (ШУ) играет наиболее существенную роль. Точность металлорежущего оборудования непрерывно повышается, в то же время обеспечение высоких точностных характеристик дополняется требованием постоянства точности как во времени, так и в пространстве. Данное обстоятельство наиболее актуально для станков с числовым программным управлением, обработка на которых характеризуется изменением направления силовых факторов в зоне резания. Также стоит отметить, что с интенсификацией режимов резания при обработке, возрастают

требования к характеристикам металлорежущих на холостом ходу, среди которых основной является жесткость.

Точность шпиндельного узла зависит от двух факторов: геометрической точностью изготовления и сборки элементов опор и точности вращения под действием силовых факторов. Геометрическая точность ШУ характеризуется радиальным и осевым биениями, и закладывается на этапе проектирования. Точность вращения шпинделя под действием силовых факторов зависит от природы возникновения нагрузки.

К внутренним силовым факторам относится центробежная сила, возникающая вследствие наличия дисбаланса тела шпинделя и конструктивных элементов, установленных на нем. Во время вращения центр шпинделя описывает траекторию, форма которой зависит от двух взаимосвязанных параметров: геометрической точности элементов конструкции и упругих характеристик опор. В свою очередь, жесткость опор в большинстве случаев имеет ярко выраженную анизотропию, то есть непостоянство при различных направлениях действия силы. При таких условиях траектория движения центра шпинделя существенно отличается от окружности, что вносит дополнительные погрешности в точность шпиндельного узла. Также стоит отметить, что обеспечение стабильности точностных характеристик металлорежущих станков вызывает необходимость учитывать постоянство жесткости ШУ в пространстве и при изменении температуры.

Однако, отсутствие достаточных результатов в изучении формирования анизотропии опор не дает возможности разрабатывать мероприятия по обеспечению изотропных упругих характеристик опор с целью повышения точности шпиндельных узлов. Таким образом, диссертационная работа Якимова М.В. является актуальной.

Структура и объем диссертации

Диссертация выполнена на базе Самарского государственного технического университета и состоит из введения, шести глав, общих выводов по работе, списка использованных источников и приложений. Основное содержание работы изложено на 182 страницах, включая 147 рисунков и 19 таблиц в тексте.

Научная новизна работы

1. Раскрыты закономерности формирования анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов и получены регрессионные зависимости упругих перемещений опоры на основе проведения полных факторных экспериментов.

2. Разработана математическая модель изгибных колебаний шпинделя на опорах с произвольно ориентированными анизотропными упругими характеристиками.

3. Установлено влияние температурного фактора на характер анизотропии податливости опор.

4. Раскрыты закономерности влияния жесткости опор, элементов конструкции ШУ и частоты вращения шпинделя на собственные частоты и формы колебаний.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, подтверждается корректным использованием методов численного и аналитического моделирования технических объектов, математического планирования и обработки результатов экспериментов. Достоверность результатов аналитических разработок подтверждается натурными экспериментами и совпадением ряда результатов с данными других исследователей.

Соответствие диссертации автореферату и паспорту научной специальности

Диссертационная работа соответствует пунктам 1 и 5 паспорта специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки) как по общему содержанию материалов, так и по теоретическим и практическим методикам исследований.

Автореферат диссертационной работы полностью отражает содержание, результаты, положения и полученные выводы работы.

Практическая значимость разработок соискателя

1. Сформулированы обоснованные рекомендации по снижению анизотропии жесткостных характеристик опор шпиндельных узлов.

2. Разработана конструкция устройства для измерения анизотропии упругих характеристик передней опоры шпиндельного узла токарного станка в производственных условиях и методика проведения исследований и обработки результатов.

3. Разработан новый способ компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков и устройства, его реализующего.

Апробация работы и публикации

Результаты диссертационной работы апробированы и приняты к внедрению в виде методик учета влияния погрешностей изготовления и сборки на упругие деформации шпиндельного узла на предприятиях ООО «Инженерный центр «Средневолжского станкозавода» (г. Самара) и ООО Научно-производственное объединение «РОСИНМАШ», а также использованы при

подготовке бакалавров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в ФГБОУ ВО СамГТУ.

По теме работы опубликовано 23 печатных труда, в том числе 9 статей в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных, и 1 патент РФ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, могут быть использованы на машиностроительных предприятиях, специализирующихся на изготовлении, модернизации и ремонте станочного оборудования. Проведенные Якимовым М.В. теоретические и экспериментальные исследования позволили сформулировать рекомендации по обеспечению изотропных упругих характеристик опор шпинделя, реализуемые при проектировании и сборке ШУ.

Замечания по диссертационной работе

1. Модель опоры качения, описанная в главе 3, обладает линейными упругими свойствами, что не полностью отражает жесткостные характеристики подшипников качения.

2. Не указано проводилась ли апробация способа компенсации упругих тепловых деформаций подшипников шпинделей металлообрабатывающих станков, описанного в главе 4.

3. В диссертации отсутствуют фотографии натуральных и стендовых испытаний.

4. В работе использована геометрическая модель точности, что в неполной степени отражает физику процесса.

5. В главе 6 недостаточно внимания уделено статистической обработке экспериментальных данных.

6. Эксперименты, описанные в главе 6, проводились на станках токарной группы. Представляет интерес выполнение указанных исследований на станках других групп, в частности координатно-расточных.

В целом, отмеченные недостатки не снижают научную и практическую ценность диссертационной работы Якимова М.В.

Заключение

Несмотря на отмеченные выше замечания, не снижающие ценность работы, диссертация Якимова М.В. на тему: «Повышение точности шпиндельных узлов на основе обеспечения изотропных упругих характеристик опор» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной задачи повышения точности шпиндельных узлов путем снижения анизотропии упругих характеристик шпиндельных опор, имеющей

существенное значение для станкостроения. Работа выполнена на достаточном научно-теоретическом уровне, методики и средства выполненных исследований соответствуют решаемым задачам.

На основании изложенного, учитывая актуальность работы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, а также уровень и объем выполненных исследований, рассмотренная диссертация удовлетворяет требованиям «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 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 (технические науки).

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на расширенном заседании кафедры технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов ФГБОУ ВО «Оренбургского государственного университета» протокол № 5 от 6.12.2021 г.

Заведующий кафедрой
технологии машиностроения,
металлообрабатывающих
станков и комплексов
д-р техн. наук, профессор

А.Н. Поляков

Подпись Полякова А.Н.
завещаю
Ведущий специалист по
документационному обеспечению
работы с персоналом
Дмитренко

