

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор –
Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «СамГТУ»
д.т.н., профессор

Ненашев М.В.

«26» октября 2016 г.

ВЫПИСКА

из протокола № 4 расширенного заседания кафедры «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет»
от «26» октября 2016 г.

Присутствовали: зав. каф. “Технология машиностроения”, д.т.н., проф. Носов Н.В., сотрудники кафедры “Технология машиностроения”: д.т.н., проф. Громаковский Д. Г., д. т.н., проф. Рыльцев И.К., д. т.н., проф. Богомолов Р.М., д. т.н., проф. Ибатуллин И.Д., д. т.н., доцент Черепашков А.А., к.т.н., доц. Кургузов Ю.И., к.т.н., доц. Дмитриев В.А., к.т.н., доц. Гришин Р.Г., к.т.н., доц. Лысенко Н.В., к.т.н., доц. Береснев Ю.Л, доц. Родионов В.А., к.т.н., доц. Ковшов А.Г. , к.т.н., доц. Немыткин С.А., к.т.н., доц. Горяинов Д.С., уч. секретарь вед. инж. Карлова М.Д.

Приглашенные: зав. каф. «Транспортные процессы и технологические комплексы» ФГБОУ ВО СамГТУ: к.т.н., доцент Батищева О.М.; зав. каф. «Автоматизированные станочные и инструментальные системы» ФГБОУ ВО СамГТУ, д.т.н., проф. Денисенко А.Ф., сотрудники кафедры: к.т.н., доц. Папшева Н.Д., д.т.н., проф. Шуваев В.Г., д.т.н., проф. Яресяко С.И.

Председатель расширенного заседания: д.т.н., профессор Денисенко А.Ф.

Ученый секретарь: ведущий инженер кафедры «Технология машиностроения» Карлова М.Д.

По профилю рассматриваемой диссертации 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки присутствовали: д.т. н. – 6, к.т.н. – 10.

Слушали: доклад Ольги Владимировны Родионовой по законченной диссертационной работе «Повышение производительности операции

шлифования на жестких опорах колец приборных подшипников на основе оптико-электронного контроля микрогеометрических параметров дорожек качения», выполненной на кафедре «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель: зав. кафедры «Технология машиностроения», д.т.н., профессор Носов Н.В.

В ходе обсуждения докладчику были заданы следующие вопросы:

К.т.н., доцент Кургузов Ю.И.:

1. Учитывалась ли погрешность базирования кольца при установке на жесткие опоры в расчетах при моделировании?

Родионова О.В.: При бесцентровом шлифовании колец подшипников погрешность базирования возникает в связи с несовпадением конструкторских и технологических баз, при моделировании погрешность базирования не учитывалась.

2. Какие установочные базы применяются при шлифовании дорожек качения внутренних колец подшипников?

Родионова О.В.: При шлифовании дорожек качения внутренних колец подшипников установочными базами являются жесткие опоры, одна из которых подвижная, а другая неподвижная.

3. Какие силы учитывались при построении модели процесса профильного шлифования?

Родионова О.В.: Учитывались следующие силы: результирующая сила резания, силы реакций жестких опор, силы трения, возникающие между кольцом и опорами, сила тяжести, равнодействующая всех элементарных сил трения с учетом проскальзываний.

4. Как настраивается положение жестких опор в процессе обработки? Чем обусловлен тот или иной вариант наладки?

Родионова О.В.: При шлифовании кольцо устанавливается на жесткие опоры, угол между опорами фиксированный и составляет 105° , одна из опор является подвижной и приспособление позволяет перемещать ее относительно горизонтальной оси кольца на угол от 5 до 20° . При угле меньше 5° кольцо подшипника может быть вырвано силами резания. При угле больше 20° кольцо подшипника может быть вырвано равнодействующей всех элементарных сил трения с учетом проскальзываний.

К.т.н., доцент Дмитриев В.А.:

1. Какие напряжения получили по результатам моделирования?

Родионова О.В.: На поверхностном слое в модели получили эквивалентные напряжения, величина которых зависит от режимов обработки и схемы наладки жестких опор при шлифовании.

2. Какая зависимость была получена при экспериментальном

исследовании параметров качества поверхности при различном составе СОЖ?

Родионова О.В.: Были построены уравнения регрессии, которые носили линейный характер, что подтверждалось максимальным коэффициентом парной корреляции.

Д.т.н., проф. Громаковский Д.Г.:

1. Как попадают частицы абразивных зерен и стружка в зону обработки при шлифовании?

Родионова О.В.: При шлифовании дорожек качения колец подшипников с масляной СОЖ частицы абразивных зерен после правки и разрушения рабочей поверхности круга не успевают осаждаться в отстойниках очистителя и остаются в СОЖ после очистки, так как, применяемая в процессе обработки СОЖ, обладает повышенной вязкостью.

2. Какие требования предъявлялись к чистоте СОЖ?

Родионова О.В.: Основными показателями чистоты СОЖ являются массовая концентрация механических примесей, средний размер частиц в процессе эксплуатации, среднее квадратическое отклонение размеров частиц.

Д.т.н., проф. Шуваев В.Г.:

1. Как создавалась модель процесса профильного шлифования колец подшипников в программе ANSYS?

Родионова О.В.: Разработка модели процесса включает несколько этапов: сначала строилась геометрическая модель и упрощенный эскиз кольца и жестких опор, далее шел этап моделирование твердых тел кольца и опор с заданием толщины. Для решения задачи в комплексе были созданы контактные пары между опорами и кольцом.

2. Как получили конечно-элементную модель?

Родионова О.В.: В программе ANSYS проводилось упорядоченное разбиение конечно-элементной сетки на компонентах с простой геометрией, как правило, близких к четырехугольнику в двумерной модели. Для поверхностей кольца и опор был выбран упорядоченный тип разбиения. При упорядоченном разбиении сетка является регулярной, состоящей из четко прослеживаемых рядов элементов.

3. В чем научная новизна применения компьютерного моделирования процесса шлифования?

Родионова О.В.: По результатам компьютерного моделирования установлено, что в процессе обработки нежесткое кольцо подшипника деформируется от действия сил резания, это приводит к возникновению в поверхностных слоях эквивалентных напряжений, и как следствие этого, формированию остаточных деформаций, которые влияют на отклонение от круглости дорожки качения кольца.

К.т.н., доцент Батищева О.М.:

1. Что включал в себя алгоритм корреляционной обработки изображений поверхности дорожек качения колец?

Родионова О.В.: Алгоритм корреляционной обработки изображений

основан на получении корреляционных поверхностей по следующей методике: создание электронной информации об изучаемом объекте, выбор размера базового окна для предварительной обработки изображения, преобразование изображения в бинарную форму, сканирование эталона по бинарному изображению и определению коэффициента корреляции в каждой точке поверхности, обработке полученных результатов и определению амплитуды и шага автокорреляционной функции.

2. Что означает термин амплитуда переменной составляющей автокорреляционной функции?

Родионова О.В.:

Амплитуда переменной составляющей автокорреляционной функции находится из графика автокорреляционной функции, как среднее значение.

К.т.н., доцент Папшева Н.Д.:

1. Какой круг применяется для обработки шлифованием дорожек качения колец подшипников?

Родионова О.В.: При шлифовании колец подшипников на жестких опорах применяется абразивный круг прямого профиля с размерами 355x16x127 мм предварительно профилированный с радиусом дорожки качения следующих характеристик: 91AF320M9V22 (91A M40 C19K22).

2. С каким увеличением и характеристиками были получены бинарные изображения поверхности дорожек качения?

Родионова О.В.: Формат видеокадра, записываемого в память компьютера при оценке видеоизображений поверхности дорожки качения, имеющей торOIDальную форму, составил 100×120 пикселей, что соответствовало размеру $1 \times 1,5$ мм.

3. Почему был использован оптико-электронный комплекс, а несуществующие методы и средства измерения микрорельефа поверхности?

Родионова О.В.: Оптико-электронный комплекс позволяет не только определять шероховатость поверхности дорожки качения, но и определять дефекты, полученные при шлифовании и их влияние на микрогеометрию поверхности.

На все вопросы Родионовой О.В. были даны исчерпывающие ответы.

В дискуссии с положительной оценкой работы выступили специалисты, в т.ч. по профилю рассматриваемой диссертации (специальность 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки), зав. кафедрой “Технология машиностроения”, д.т.н., проф. Носов Н.В., д.т.н., проф., директор научно-технического (образовательного) центра надежности технологических, энергетических и транспортных машин Громаковский Д.Г., д.т.н., проф. Рыльцев И.К., д.т.н., проф. Ибатуллин И.Д., к.т.н., доцент Кургузов Ю.И., к.т.н., доц. Береснев Ю.Л., д.т.н., проф. Денисенко А.Ф., к.т.н., доц. Лысенко Н.В., д.т.н., доц. Черепашков А.А., к.т.н., д.т.н., проф. Яреско С.И., д.т.н., проф. Шуваев В.Г.

Отрицательных выступлений не было.

В заключение выступил научный руководитель соискателя, профессор кафедры «Технология машиностроения», д.т.н., профессор Носов Н.В.

Постановили: принять по диссертационной работе Родионовой О.В. следующее заключение:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Самарский государственный технический университет»

Диссертация «ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ КОЛЕЦ ПРИБОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ОСНОВЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ МИКРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ», выполнена на кафедре «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», Министерства образования и науки Российской Федерации.

В 2012 г. Родионова Ольга Владимировна окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный технический университет» с присвоением степени магистра техники и технологии по направлению «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств». В период подготовки диссертации с 2012г. по 2016г соискатель Родионова Ольга Владимировна учился в очной аспирантуре на кафедре «Технология машиностроения» по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2016 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Научный руководитель – Носов Николай Васильевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Технология машиностроения», д.т.н., профессор, зав. кафедрой.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

считать тему диссертационной работы «ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ КОЛЕЦ ПРИБОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ОСНОВЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ МИКРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ», представленную Родионовой О.В., актуальной в связи с тем, что она посвящена важной задаче повышения производительности

обработки и обеспечение качества поверхности дорожек качения внутренних колец приборных подшипников при шлифовании на жестких опорах.

1. Актуальность работы.

При изготовлении колец подшипников основным показателем процесса является производительность и цикл обработки, которые зависят от режимов шлифования, характеристик абразивных кругов и марки применяемой СОЖ.

Одной из важнейших характеристик качества подшипников качения является состояние микрорельефа их рабочих поверхностей (шероховатость, волнистость, гранность, наличие дефектов и др.), так как характер микрорельефа для многих из них определяет показатели надёжности и долговечности при эксплуатации. В большинстве случаев износ трущихся поверхностей подшипников при трении зависит от дефектов (концентраторов напряжений) на них и имеет усталостный характер разрушения поверхностного слоя под влиянием повторных термомеханических воздействий.

В связи с этим повышение производительности процесса и обеспечение требуемых параметров микрорельефа механически обработанных поверхностей при бездефектном шлифовании дорожек качения колец приборных подшипников является актуальной задачей.

2. Личное участие автора в получении научных результатов.

Считать, что лично автором, Родионовой О. В. получены следующие наиболее существенные научные результаты:

1. Разработана конечно-элементная модель процесса профильного шлифования дорожки качения внутреннего кольца приборного подшипника на жестких опорах при разных режимах обработки и параметрах наладки.

2. Разработана методика оценки шероховатости и дефектов поверхности при шлифовании колец подшипников на жестких опорах с использованием оптико-электронного комплекса. Предложены зависимости связывающие величины R_a , R_z , R_{max} шероховатости поверхности и амплитуду автокорреляционной функции.

3. Установлено влияние различных составов СОЖ на производительность и параметры качества поверхности (шероховатость, волнистость, точность формы, дефекты, прижоги и др.) при профильном шлифовании дорожек качения внутренних колец подшипников.

4. Определено влияние чистоты СОЖ на образование дефектов на поверхности дорожки качения при профильном шлифовании.

5. Определены оптимальные режимы обработки при профильном шлифовании дорожек качения внутренних колец подшипников в зависимости от состава СОЖ.

6. Проведены технико-экономический анализ, опытно-промышленная проверка и внедрение результатов исследования в производство с общим экономическим эффектом 216180 руб.

3. Степень обоснованности научных положений, достоверности и аprobации полученных результатов.

Считать, что научные положения, выводы и рекомендации являются достоверными и обоснованными, что подтверждается достаточно полным и корректным теоретическим анализом, а так же полученными результатами решения практических задач. Достижение цели и решение поставленных задач в работе обеспечены применением современных методов исследований: использованием аттестованных измерительных средств, а также оптико-электронного комплекса и методов регрессионного и дисперсионного анализов.

Дополнительную уверенность в этом придает широкая аprobация результатов исследования на международных, всероссийских и научных конференциях, в частности на: «Высокие технологии в машиностроении» (г. Самара, 2011, 2012, 2013, 2014 г.г.); «Современные компьютерные технологии фирмы «Delcam» в науке, образовании и производстве» (г. Самара, 2013 г.); «Научно-техническое творчество: проблемы и перспективы» (г. Самара, 2014 г.); «Актуальные проблемы автотранспортного комплекса» (г. Самара, 2014 г.); «Актуальные проблемы трибологии технических, энергетических и транспортных машин» (г. Самара, 2014 г.); «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» (г. Самара, Самарский университет имени ак. С. П. Королева, 2016 г.), а также на Ученом совете кафедры «Технология машиностроения», СамГТУ.

4. Степень научной ценности и новизны полученных результатов.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Разработана конечно-элементная модель и определен процесс деформации и образования отклонения от круглости дорожек качения колец подшипников при шлифовании на жестких опорах по результатам теоретических исследований.

2. Разработана методика определения шероховатости и дефектов на рабочей поверхности внутренних колец подшипников оптико-электронным комплексом на основе создания квазиоптимальных корреляционных алгоритмов.

3. Установлены регрессионные зависимости, связывающие параметры шероховатости поверхности R_a , R_z , R_{max} дорожек качения внутренних колец приборных подшипников с амплитудой автокорреляционной функции.

4. Определено влияние состава и чистоты СОЖ на производительность процесса обработки колец приборных подшипников на жестких опорах по результатам экспериментальных исследований.

5. Установлено влияние режимов шлифования, а также состава и чистоты СОЖ на качество поверхности и образование дефектов при шлифовании по результатам экспериментальных исследований.

6. Разработан системно-структурный подход к оптимизации процесса профильного врезного шлифования, в котором обобщены и дополнены технические ограничения по следующим исходным данным: амплитуде автокорреляци-

онной поверхности дорожки качения, деформации кольца подшипника и по температуре шлифования при различных составах СОЖ.

5. Практическая значимость и ценность работы.

Полученные Родионовой О.В. научные результаты, несомненно, имеют практическую значимость, заключающуюся в следующем:

1. В разработке и внедрении оптико-электронного комплекса для исследования шероховатости и дефектов поверхности дорожек качения колец подшипников, полученных при шлифовании.

2. В определении оптимальных режимов профильного шлифования дорожек качения в зависимости от состава СОЖ. Установлено, что применение водной СОЖ вместо масляной повышает производительность шлифования в 1,7 – 2,0 раза.

3. В уменьшении брака по дефектам на рабочей поверхности внутренних колец подшипников с 5% при шлифовании с применением масляной СОЖ до 1...1,5 % при использовании водной СОЖ.

4. Во внедрении результатов исследований при изготовлении приборных подшипников на ООО «ЗПП» г. Самара с общим экономическим эффектом 216180 руб.

5. Во внедрении результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс при проведении лабораторных работ и выполнении магистерских диссертаций по направлению 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

6. Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационное исследование соответствует специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», области исследования: №2 (теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических воздействий).

7. Полнота изложения материалов диссертации отражена в работах, опубликованных соискателем

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

По теме диссертации опубликовано 164 печатных работ, включая 3 статьи в ведущих периодических изданиях из перечня ВАК.

Публикации в журналах из перечня ВАК

1. Носов Н. В. «Исследование процесса шлифования дорожки качения приборных подшипников» (часть 1) / Н.В. Носов, Р.Г. Гришин, В.А. Родионов, А.А. Широнин, О.В. Родионова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, – Издательство СамНЦ РАН. – т.13. – №4 (3). – 2011. – С. 1161 – 1164.

2. Родионов В. А. «Исследование шероховатости дорожки качения приборного подшипника» / В. А. Родионов, О. В. Родионова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Самара, Издательство Самарского научного центра РАН. – 2016. – т.18. – № 4 (2) – С.373 – 377.

3. Родионова О. В. «Оптимизация процесса профильного шлифования кольца подшипника» / О.В. Родионова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, Издательство Самарского научного центра РАН. – 2016. – т.18. – № 4 (2). – С.378 – 382.

Статьи и материалы конференций, опубликованные в других научных изданиях

1. Носов Н. В. «Моделирование деформаций, возникающих при шлифовании дорожки качения кольца приборного подшипника» // Н. В. Носов, В. А. Родионов, О. В. Родионова // В сб.: Высокие технологии в машиностроении. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2011. – С.112 – 113.

2. Носов Н. В. «Оптимизация режимов шлифования дорожек качения колец приборных подшипников» / Н.В Носов., В.А. Родионов, А.А. Широнин, А.С.Голиков, О.В.Родионова // Высокие технологии в машиностроении. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2012. – С.12 – 15.

3. Родионова О. В. «Исследование остаточных напряжений, возникающих при шлифовании дорожки качения колец подшипников на жестких опорах» / О.В.Родионова // Высокие технологии в машиностроении. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2012. – С.145 – 148.

4. Родионова О. В. «Моделирование процесса шлифования дорожки качения кольца подшипника на жестких опорах» / О.В.Родионова // Современные компьютерные технологии фирмы «Delcam» в науке, образовании и производстве. – Самара Самар. гос. техн. ун-т. – 2013. – С.96 – 100.

5. Родионов В.А. «Исследование процесса шлифования приборных подшипников» / В.А. Родионов, О.В.Родионова // В сб.: Высокие технологии в машиностроении. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2013. – С.52 – 55.

6. Родионова О. В. «Исследование процесса формирования погрешности формы при шлифовании на жестких опорах» / О.В.Родионова // Высокие технологии в машиностроении. – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2013. – С.58 – 61.

7. Родионова О. В. «Исследование шероховатости приборного подшипника» / О.В.Родионова // IX Всероссийская конференция-семинар с международным участием «Научно-техническое творчество: проблемы и перспективы». – Самара, Самар. гос. техн. ун-т. – 2014. – С.98 – 102.

8. Родионова О. В. «Моделирование процесса профильного шлифования» / О. В. Родионова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук.- Самара, Издательство Самарского научного центра РАН. Спец. вып. «Актуальные проблемы трибологии». –2015. – С.122 – 125.

9. Родионов В. А. «Исследование шероховатости поверхности сопряжения кольца приборного подшипника различными методами» / В. А. Родионов,

О. В. Родионова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, Издательство Самарского научного центра РАН. Спец. вып. «Актуальные проблемы трибологии». –2015. – С.231 – 233.

10.Родионова О. В. «Исследование шероховатости поверхности сопряжения подшипника» / О.В.Родионова // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса. – Самара. Самар. гос. техн. ун-т. – 2015. – С. 26 – 30.

11. Носов Н. В. «Оптимизация процесса шлифования колец подшипников на жестких опорах» / Н. В. Носов, В. А. Родионов, О. В. Родионова // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докладов междунар. науч. – техн. конф. 22-24 июня 2016г. – Самара: Самарский университет. – В 2 Ч. – Ч.2. – 2016. – С. 167 – 168.

8. Целесообразность защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Считать, что работа Родионовой О. В. отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Тема диссертационной работы и её содержание полностью соответствует специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Диссертация «ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИИ ШЛИФОВАНИЯ НА ЖЕСТКИХ ОПОРАХ КОЛЕЦ ПРИБОРНЫХ ПОДШИПНИКОВ НА ОСНОВЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО КОНТРОЛЯ МИКРОГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОЖЕК КАЧЕНИЯ» Родионовой Ольги Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Присутствовало на заседании 22 чел. Результаты голосования: «за» - 22чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 4 от «26» октября 2016г.

Денисенко А. Ф., зав. кафедрой
«Автоматизированные станочные
и инструментальные системы», д.т.н., профессор

Карлова М. Д., вед. инженер кафедры
«Технология машиностроения»


