

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор – проректор
по науке и инновациям, д.т.н.



А.Б. Прокофьев

10 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» на диссертационную работу Родионовой Ольги Владимировны на тему: «Повышение производительности операции шлифования на жестких опорах колец приборных подшипников на основе оптико-электронного контроля микрогеометрических параметров дорожек качения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Актуальность темы диссертации

В практике современного производства приборных подшипников имеет место тенденция, заключающаяся в постоянном ужесточении требований к долговечности, надежности и точности геометрических параметров комплектующих деталей. При изготовлении деталей подшипников основная доля операций приходится на операции шлифования. Поэтому от производительности, обеспечиваемой при шлифовании, т.е. во многом от режимов резания, будет зависеть трудоемкость изготовления деталей подшипников, а также качество обработки поверхностей.

Анализ операций шлифования дорожек качения колец приборных подшипников, выполняемых на жестких опорах, показал, что стабильное обеспечение в заданных пределах таких геометрических параметров дорожки качения как отклонение от круглости, волнистость, отклонение профиля поперечного сечения дорожки, параметров микрогеометрии поверхности (шероховатости) в продольном и поперечном направлениях, а также обеспечение отсутствия дефектов и шлифовочных прижогов на рабочей поверхности, вызывает наибольшие трудности. Поэтому тема диссертационного исследования Родионовой О.В., направленного на повышение производительности процесса шлифования дорожек качения приборных подшипников при обеспечении заданных параметров качества поверхности деталей, является актуальной задачей.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов и рекомен-

даций и списка использованной литературы из 125 наименований, изложена на 137 страницах, содержит 10 таблиц, 53 рисунка.

Во введении автор сформулировал актуальность выбранной темы, цели и задачи работы.

В первой главе проведен анализ особенностей формообразования поверхности при обработке колец подшипников шлифованием на жестких опорах, а также выполнен обзор литературных источников по теоретическим и экспериментальным исследованиям влияния состава и качества СОЖ на процесс шлифования. Обобщение результатов проведенного анализа позволило автору установить, что в литературе в недостаточной степени освещены вопросы, связанные с повышением производительности процесса шлифования при обеспечении стабильных параметров качества поверхности, а также вопросы, касающиеся технологической наследственности и причин формирования дефектов при шлифовании дорожек качения колец подшипников.

Во второй главе представлена конечно-элементная модель процесса шлифования дорожки качения внутреннего кольца подшипника на жестких опорах, созданная в программном комплексе ANSYS. Автором рассмотрены вопросы влияния режимов и условий обработки, и в частности расположения опор, на деформацию кольца подшипника в процессе шлифования. Исследования, проведенные автором, показали, что возникающие при шлифовании силовые нагрузки формируют в поверхностном слое беговой дорожки эквивалентные напряжения и вызывают упругие деформации нежестких колец. На основе анализа полученных результатов автором было сделано предположение, что к факторам, под действием которых формируется отклонение от круглости, можно отнести упругие деформации кольца в процессе шлифования.

В третьей главе представлена методика и результаты исследования параметров микрогеометрии и дефектов поверхности дорожек качения внутренних колец подшипников при помощи оптико-электронного комплекса после обработки шлифованием. Оценка микрогеометрии поверхности дорожек качения показала, что наиболее информативным параметром для оценки шероховатости поверхности является амплитуда автокорреляционной функции. Автором диссертации предложены зависимости, связывающие параметры шероховатости Ra , $Rmax$, Rz с амплитудой автокорреляционной функции. Проведенное диссертантом исследование микрогеометрии дорожек качения колец подшипников позволило также выявить дефекты обработки и установить причины их появления. Анализ полученных результатов показал, что дефекты на обработанной поверхности образуются в результате некачественной очистки масляной СОЖ.

В четвертой главе представлены методика и результаты экспериментальных исследований процессов шлифования дорожек качения колец подшипников в условиях применения двух составов СОЖ – масляной и водной. Автором были получены результаты, позволяющие также оценить влияние чистоты СОЖ на качество поверхности дорожек качения колец подшипников. Экспериментальными исследованиями установлено, что применение водной

СОЖ стабилизирует отклонение от круглости и шероховатость поверхности. При этом высота волнистости практически не изменилась, а отклонение профиля поперечного сечения дорожки уменьшилось с 2,1 мкм до 1,3 мкм, т.е. в 1,6 раза. Сравнение результатов отклонения формы, полученных на основе численного и натурального экспериментов, показало их удовлетворительную сходимость. Кроме того, исследованиями установлено, что после шлифования колец с водной СОЖ количество деталей с дефектами на дорожке качения уменьшилось до 1...1,5 %, а количество брака по дефектам дорожки качения при использовании масляной СОЖ составило примерно 5 %.

В пятой главе разработана модель оптимизации режимов шлифования дорожек качения колец приборных подшипников на жестких опорах с применением масляной и водной СОЖ. В созданной диссертанткой модели оптимизации режимов шлифования в качестве целевой функции принята максимальная производительность процесса, а в качестве технических ограничений: амплитуда автокорреляционной функции поверхности дорожки качения, допустимое отклонение от круглости дорожки качения и температура шлифования. Расчеты показали, что применение водной СОЖ позволяет увеличить производительность процесса шлифования в 2 раза в диапазоне исследуемой шероховатости поверхности.

В шестой главе приведены результаты опытно-промышленной проверки и внедрения разработанных технологий в производство. Источниками экономической эффективности использования в промышленности результатов диссертационной работы являются: увеличение периода стойкости шлифовальных кругов, уменьшение износа правящих инструментов, повышение производительности процесса, снижение брака при обработке колец подшипников.

В заключении перечислены основные научные и практические результаты работы.

Основные научные результаты

Наиболее существенные научные результаты, полученные в диссертационной работе, заключаются:

1. В разработке конечно-элементной модели и получении результатов численного эксперимента процессов деформации и образования отклонения от круглости дорожек качения колец подшипников при шлифовании на жестких опорах.

2. В создании методики определения шероховатости поверхности и дефектов на рабочей поверхности внутренних колец подшипников на основе разработанных оптико-электронного комплекса и квазиоптимальных корреляционных алгоритмов.

3. В получении регрессионных зависимостей, связывающих параметры шероховатости поверхности Ra , Rz , $Rmax$ дорожки качения внутренних колец приборных подшипников с амплитудой автокорреляционной функции.

4. В полученных результатах экспериментального исследования влияния состава и чистоты СОЖ, а также режимов обработки на производительность и

качество поверхности при шлифовании на жестких опорах колец приборных подшипников.

5. В создании математической модели для определения оптимальных условий резания на операциях профильного врезного шлифования кольцевых заготовок.

Достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений и выводов подтверждается:

- корректностью поставленных задач;
- обоснованностью принятых допущений в разработанных математических моделях;
- применением известных численных методов;
- использованием в процессе исследования поверенного метрологического оборудования и сертифицированного программного обеспечения;
- сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Диссертация написана понятным, технически грамотным языком, логично построена, а ее структура и содержание соответствуют поставленной цели и задачам исследований. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Практическая значимость

Практическая значимость результатов, полученных соискателем, заключается:

1. В разработке и внедрении на ООО «Завод приборных подшипников» технологических рекомендаций на операции шлифования на жестких опорах дорожек качения колец подшипников при использовании водной и масляной СОЖ;

2. В создании и внедрении на указанном ранее предприятии оптико-электронного комплекса для исследования шероховатости и дефектов поверхности дорожек качения и методики для контроля данных параметром у колец подшипников.

3. В использовании полученных диссертанткой результатов в учебном процессе при проведении лабораторных работ и выполнении магистерских диссертаций по направлению 15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

Установлено, что применение водной СОЖ вместо масляной повышает производительность шлифования в 1,7 – 2,0 раза и приводит к уменьшению на 3,5% брака, связанного с дефектами на рабочей поверхности внутренних колец подшипников. Годовой экономический эффект от использования на ООО «ЗПП» полученных диссертанткой результатов составил 216180 руб. на один станок.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные выводы и рекомендации могут быть использованы при изготовлении деталей подшипников, в частности на производственных мощностях Курской подшипниковой компании (КПК), ЗАО «Томский подшипник» (РОЛ-ТОМ), Шаболовском подшипниковом заводе (ГПЗ-2) и других предприятиях.

Замечания по диссертационной работе

1. Предложенная методика исследования параметров микрогеометрии обработанной поверхности носит оценочный характер и требует дальнейшего совершенствования.

2. Автор работы не исследовал такие параметры качества поверхностного слоя как микротвердость, остаточные напряжения и структурно-фазовое состояние, которые во многом определяют надежность и долговечность изделия.

3. В математической модели для определения оптимальных условий шлифования дорожек качения колец подшипников отсутствуют ограничения, связанные с техническими возможностями станка.

Общая характеристика диссертационной работы Родионовой О.В.

1. Диссертация соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

2. Тема, цель, задачи и содержание диссертационной работы соответствуют заявленной научной специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

3. Работа выполнена на хорошем научно-теоретическом уровне, методы и средства теоретических и экспериментальных исследований современны и вполне приемлемы для решения поставленных задач.

4. Новые научные и прикладные результаты, полученные диссертанткой и представленные в работе – достоверны и вполне достаточны для обоснования сделанных выводов.

5. Диссертация имеет практическую ценность, т.к. разработанные автором математические модели, методики, алгоритмы и программное обеспечение могут быть использованы в производстве при изготовлении и контроле точности, шероховатости и других параметров, характеризующих качество колец приборных подшипников. Перспективы использования результатов диссертационных исследований в машиностроении достаточно широки.

6. Диссертационная работа в достаточной степени апробирована, что подтверждается четырнадцатью публикациями в научно-технических изданиях и материалах конференций. При этом три статьи опубликованы в изданиях из перечня ВАК. Результаты работы внедрены в производство.

7. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Родионовой О.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, имеющую значение для повышения производительности и точности при изготовлении колец приборных подшипников за счет разработки моделей, методик и алгоритмов для определения оптимальных режимов и условий операции шлифования. Содержание автореферата в полной мере соответствует тексту диссертации.

С учетом ранее изложенного считаем, что представленная диссертационная работа Родионовой О.В. удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Родионова Ольга Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв на диссертационную работу и автореферат обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры технологий производства двигателей №2 от. 09.10.2017 г.

И.о. заведующего кафедрой технологий производства двигателей
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», д.т.н.
Тел. (846)267-45-79
E-mail: berill_samara@bk.ru
Защитил диссертации по спец.
05.02.09

Хаймович
Александр Исаакович

Профессор кафедры технологий производства двигателей
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор, д.т.н.
Тел. (846)267-45-73
E-mail: skuratov.sdl56@yandex.ru
Защитил диссертации по спец.
05.07.05

Скуратов
Дмитрий Леонидович

Подписи Хаймовича А.И. и Скуратова Д.Л. заверяю:
ученый секретарь университета,
д.т.н., профессор



Кузьмичев
Венедикт Степанович