

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе РОДИОНОВОЙ Ольги Владимировны «**Повышение производительности операции шлифования на жестких опорах колец приборных подшипников на основе оптико-электронного контроля микрогеометрических параметров дорожек качения**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Общая характеристика работы и соответствие темы диссертации паспорту научной специальности

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, содержит 53 рисунка и 10 таблиц. Общий объем диссертации 137 страниц, включая библиографический список из 125 наименований на 13 страницах и семь приложений на 10 страницах, в которых приведены результаты расчета напряжений, профилограммы и круглограммы профиля внутренних колец подшипников, а также копии документов, подтверждающих внедрение результатов работы.

По теме диссертации опубликовано 14 работ (по автореферату), из них три статьи в изданиях, входящих в перечень, утвержденный ВАК РФ.

Все опубликованные работы соответствуют теме диссертации и раскрывают ее основное содержание.

Структура диссертации общепринятая.

Во введении автором сформулирована актуальность темы исследования, обоснована ее теоретическая и практическая значимость, представлены структурная схема реализации задач исследования и структура диссертации.

В первой главе приведен аналитический обзор работ по формообразованию профиля колец приборных подшипников шлифованием. Показано, что наибольшее влияние на производительность обработки и качественные характеристики шлифованных поверхностей оказывают силовые и тепловые деформации при установке колец на жесткие опоры, а отсутствие методики количественной оценки микрогеометрии и дефектов поверхности при шлифовании не исключает появление брака. На основе обзора сформулирована цель и поставлены задачи исследования.

Во второй главе разработана конечно-элементная модель процесса шлифования на основе программного пакета ANSYS, которая позволила оценить деформации кольца и их влияние на отклонение от круглости профиля дорожки качения. Предложено для уменьшения деформаций кольца располагать регулируемую опору под углом $\alpha = 5 \dots 10^\circ$ от горизонтальной линии, проходящей через ось кольца.

В третьей главе приводятся методика и результаты оптико-электронного исследования микрогеометрии и дефектов поверхности внутренних колец подшипников после шлифования. Предложено в качестве параметра микрогеометрии поверхности кольца использовать амплитуду автокорреляционной функции и получены зависимости, связывающие ее с такими параметрами шероховатости как R_a , R_z и R_{max} . Это позволило учесть влияние на параметры шероховатости поверхности дефектов, полученных при шлифовании.

Предложена классификация дефектов на рабочей поверхности колец подшипников и установлены факторы, влияющие на их образование. Выявлены наиболее значимые факторы, которыми являются врезная подача при правке шлифовального круга, врезная черновая подача при шлифовании, состав и качество очистки смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ).

В четвертой и пятой главах приведены методика и результаты экспериментальных исследований профильного шлифования внутренних колец подшипников при использовании СОЖ на масляной и водной основе, а также предложены модели оптимизации режимов шлифования для этих двух видов СОЖ.

При построении моделей оптимизации процесса профильного шлифования в качестве технических ограничений приняты амплитуда автокорреляционной функции, учитывающая шероховатость поверхности и дефекты на дорожке качения подшипникового кольца, отклонение от круглости, связанное с деформациями кольца при установке на жесткие опоры, и температуру шлифования, которая влияет на структурные и фазовые изменения в материале кольца, что может привести к возникновению прижогов и микротрещин на поверхности.

Установлено, что применение СОЖ на водной основе при шлифовании позволило стабилизировать шероховатость поверхности и отклонение подшипникового кольца от круглости, а также снизить отклонение профиля в осевом сечении в 1,6 раза с 2,1 мкм до 1,3 мкм. При этом производительность шлифования увеличилась в 1,7...2 раза.

В шестой главе представлены результаты промышленной апробации и

внедрения результатов исследований в производство.

Показано, что экономический эффект достигнут за счет снижения брака при использовании СОЖ на водной основе с 5% по базовой технологии до 1,5% по предлагаемой и повышение производительности шлифования путем оптимизации технологических режимов.

Экономический эффект на 1 станок при годовой программе выпуска колец 120 000 штук составил 216 180 руб.

Приложения содержат материалы, позволяющие более подробно раскрыть некоторые разделы диссертации.

В целом по объему и структуре диссертация соответствует установленным требованиям.

Автореферат раскрывает основные положения диссертации, тема диссертационной работы соответствует заявленной специальности 05.02.07 - Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Актуальность темы

Повышение эксплуатационных характеристик опор качения позволит увеличить надежность и ресурс машин и механизмов, а следовательно, конкурентоспособность изделий отечественного машиностроения на мировом рынке. Перспективным направлением повышения эксплуатационных характеристик опор качения является технологии обработки рабочих поверхностей их деталей. Основные точностные параметры колец подшипников качения формируются на операции шлифования. Особенно велика трудоемкость обработки колец прецизионных приборных подшипников. Ограниченные габаритные размеры колец, их малая жесткость при высоких требованиях к точностным параметрам и качеству поверхности создают серьезные технологические трудности на операции формообразования профиля шлифованием. Поэтому актуальность темы диссертации Родионовой О.В., направленной на повышение производительности обработки и обеспечение качества поверхности внутренних колец приборных подшипников при шлифовании на жестких опорах не вызывает сомнений.

Научная новизна диссертации и значимость основных выводов и результатов работы

Диссертация Родионовой О.В. представляет собой комплекс научных исследований, направленных на усовершенствование технологического процесса внутренних колец приборных подшипников на операции шлифования путем

оптико-электронного контроля микрогеометрических параметров поверхности качения, применения СОЖ на водной основе и оптимизации технологических режимов.

В результате исследований автор получил следующие важные научные результаты:

- разработана конечно-элементная модель и получены результаты теоретических исследований процессов деформации и образования отклонения от круглости дорожек качения колец подшипников при шлифовании на жестких опорах;

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

- получены регрессионные зависимости, связывающие параметры шероховатости поверхности R_a , R_z и R_{max} дорожек качения внутренних колец приборных подшипников с амплитудой автокорреляционной функции;

- получены результаты экспериментального исследования влияния состава и чистоты СОЖ на производительность шлифования на жестких опорах колец приборных подшипников;

- получены результаты экспериментального исследования влияния режимов шлифования, а также состава и чистоты СОЖ на качество поверхности и образование дефектов при шлифовании;

- предложен системно-структурный подход к оптимизации процесса профильного врезного шлифования, в котором обобщены и дополнены технические ограничения по следующим исходным данным: амплитуде автокорреляционной функции поверхности дорожки качения, допустимому отклонению от круглости дорожки качения и температуре шлифования.

Самостоятельную научную ценность имеют методики проведения экспериментальных исследований производительности процесса и методика исследования качества СОЖ, а также результаты промышленных испытаний.

Анализ и достоверность основных выводов.

Исходные положения, использованный в работе математический аппарат, применение апробированных методик, современного оборудования и приборов убеждают в корректности полученных результатов.

Выводы по главам и по работе в целом отражают содержание и ценность работы.

В то же время следует отметить следующее.

Вывод 1 представляет собой констатацию выполненных в работе исследований и не содержит конкретной информации.

Вывод 2 является новым, в нем сформулированы результаты исследований по определению шероховатости с учетом дефектов поверхности по амплитуде автокорреляционной функции и обосновано расхождение полученных параметров шероховатости с данными, полученными путем измерения контактными приборами.

Вывод 3 является новым и содержит количественную оценку уменьшения отклонения профиля кольца в осевом сечении при использовании предложенной автором СОЖ на водной основе.

Вывод 4 является новым, но не содержит конкретной информации по величине отклонения от круглости внутреннего кольца подшипника при шлифовании на жестких опорах.

Вывод 5 достоверен, является новым и важным для практической реализации технологии в условиях производства, но сформулирован нечетко и не подтвержден конкретными данными, показывающими взаимосвязь технологических факторов с параметром оптимизации.

Вывод 6 является новым, содержит количественную оценку снижения брака при изготовлении подшипниковых колец и роста производительности шлифования, а достоверность вывода подтверждается экономическим эффектом, полученным при внедрении в производственных условиях результатов исследований, выполненных автором.

Практическая ценность работы.

Практическая ценность полученных в работе результатов состоит:

- в применении оптико-электронного комплекса для исследования шероховатости и дефектов поверхности дорожек качения колец подшипников после шлифования;
- в определении оптимальных режимов профильного шлифования для применяемой в производстве масляной СОЖ и предлагаемой автором СОЖ на водной основе, применение которой позволило в 1,7...2 раза повысить производительность шлифования;

- в уменьшении брака на операции профильного шлифования внутренних колец подшипников с 5% до 1...1,5% при использовании СОЖ на водной основе;
- во внедрении результатов исследований на ООО «Завод приборных подшипников» (г. Самара) с экономическим эффектом 216180 руб.;
- во внедрении результатов исследований в учебный процесс путем постановки новых лабораторных работ и использовании для подготовки магистерских диссертаций по направлению 15.04.05.

Недостатки и замечания по работе.

К недостаткам диссертации следует отнести нижеуказанные замечания.

1. В работе мало внимания уделено качеству правки шлифовального круга, хотя сам автор в третьей главе диссертации (с.72) и автореферате (с.11) отмечает, что наиболее значимыми факторами, влияющими на образование дефектов, являются качество очистки СОЖ (11,1%) и врезная подача при правке шлифовального круга (7,4%), а также вид СОЖ (6,2%) и врезная черновая подача при шлифовании (6,2%).

2. Не приведено обоснование выбора состава СОЖ на водной основе, которая предложена взамен масляной СОЖ, используемой на производстве, хотя вязкость СОЖ и поверхностная активность ее компонентов оказывают существенное влияние на физико-химические процессы в зоне резания и формирование качественных параметров шлифованной поверхности.

3. Непонятен вклад автора в разработку оптико-электронного комплекса и программного обеспечения к нему (см. с.4 автореферата), хотя в тексте диссертации (с.54, 55, 59 и 62) указано, что они разработаны другими авторами.

4. Имеются отдельные неточности редакционного и стилистического характера в тексте диссертации (см. с.6, 7, 14, 15, 17, 22, 23, 25, 39, 51, 64, 77, 78, 117, 119, 125).

Форма изложения и оформления материалов диссертации.

Диссертация имеет целостную структуру и единый стиль изложения материала. Написана технически грамотным языком, логично изложена и аргументирована, что позволило раскрыть как частные аспекты рассматриваемых задач, так и всей работы в целом. Рисунки выполнены качественно. Материалы приложений содержат необходимую информацию и документацию.

В целом работа оформлена достаточно хорошо, а отдельные шероховатости, отмеченные выше, не снижают высокой оценки работы.

Заключение.


В целом диссертация О.В. Родионовой представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, которая вносит существенный вклад в решение актуальной научно-технической задачи по повышению производительности и обеспечению точности профильного шлифования колец приборных подшипников.

По актуальности, объёму, научно-техническому уровню и практическому значению диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», 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.

Согласен на обработку персональных данных.

Зверовщиков Владимир Зиновьевич
докт.техн.наук, (05.02.08 — Технология машиностроения;
05.02.07 — Технология и оборудование
механической и физико-технической обработки)
ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»,
профессор кафедры «Технология машиностроения»,

440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40,
тел.: (841-2)36-82-24,
адрес электронной почты tmspgu@mail.ru



Подпись Зверовщикова В.З. заверяю
Ученый секретарь Ученого Совета ПГУ
кандидат технических наук, доцент



О.С. Дорофеева

19.10.2017г.