

«УТВЕРЖДАЮ»



И.о. ректора
имени Гагарина Ю.А.

О.А. Афонин

2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» (далее – СГТУ имени Гагарина Ю.А.)

Диссертационная работа «Повышение статической грузоподъемности упорно-радиальных шариковых подшипников передней стойки автомобилей путем совершенствования технологии их комплектования при сборке» выполнена Мухиной Еленой Вячеславовной на кафедре «Технология машиностроения» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В 2014 г. Мухина Е.В. окончила Институт электронной техники и машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» по специальности «Технология машиностроения».

С сентября 2014 г. по настоящее время Мухина Е.В. является аспиранткой очной формы обучения по направлению 15.06.01 «Машиностроение» на кафедре «Технология машиностроения» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2018 г. в СГТУ имени Гагарина Ю.А.

В 2014 г. Мухина Е.В. окончила Институт электронной техники и машиностроения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» по специальности «Технология машиностроения».

С сентября 2014 г. по настоящее время Мухина Е.В. является аспиранткой очной формы обучения по направлению 15.06.01 «Машиностроение» на кафедре «Технология машиностроения» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Диплом об окончании аспирантуры выдан в 2018 г. в СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Королёв Андрей Альбертович, работает профессором кафедры «Технология машиностроения» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение.

1. Диссертация Мухиной Елены Вячеславовны выполнена на высоком научном уровне, представляет собой самостоятельное, целостное, завершённое исследование, выполненное на актуальную тему и содержащее решение прикладной научной задачи, заключающейся в повышении статической грузоподъемности шариковых подшипников путем совершенствования технологии их комплектования при сборке.

2. **Личное участие** соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в постановке и обосновании цели и задач исследования, разработке и обоснования технологии комплектования

подшипников в процессе сборки, математическом моделировании влияния комплектовочных параметров на нагрузочную способность подшипника под действием комбинированной внешней нагрузки, проведении экспериментальных исследований влияния комплектовочных параметров подшипника на статическую грузоподъемность и момент сопротивления вращению, а также создании компьютерной модели процесса формирования статической грузоподъемности упорно-радиальных подшипников в процессе комплектования при сборке, позволяющей определить рациональный диапазон значений комплектовочных параметров.

3. Степень достоверности результатов проведенных соискателем ученой степени исследований подтверждается: разработкой способа комплектования шариковых упорно - радиальных подшипников, основанного на расчете рационального диапазона значений угла контакта, позволяющего повысить статическую грузоподъемность; разработкой рабочей инструкции по обеспечению в процессе комплектования подшипника 1118-2902840 рационального угла контакта. Так же было разработано устройство, позволяющее проводить исследования статической грузоподъемности подшипника под действием реального соотношения составляющих внешней нагрузки на подшипник и спроектирована автоматическая линия сборки упорно-радиальных подшипников, в основе которой заложено устройство для засыпки шариков в подшипник при его сборке и комплектовании.

Справедливость выводов относительно адекватности компьютерной и математической моделей процесса комплектования подтверждается экспериментальными исследованиями, выполненными с применением современных методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных, а также показателями эффективности опытно-производственного применения разработанной технологии и практических рекомендаций.

4. Научная новизна результатов диссертации Мухиной Е.В. заключается в следующем:

4.1 Выполнено математическое моделирование влияния угла контакта тел и дорожек качения и других комплектовочных параметров на статическую грузоподъемность в однорядном упорно-радиальном шариковом подшипнике. Установлены новые закономерности процесса комплектования;

4.2 Разработана компьютерная модель формирования статической грузоподъемности упорно-радиальных подшипников в процессе комплектования при сборке, позволяющая определить рациональный диапазон значений комплектовочных параметров;

4.3 Научно обоснована технология комплектования упорно-радиальных подшипников передней стойки автомобилей по критерию статической грузоподъемности, основанная на определении оптимального и допустимых углов контакта тел и дорожек качения;

4.4 Установлена и формализована экспериментальная зависимость статической грузоподъемности подшипника от угла контакта в подшипнике.

Полученные зависимости позволяют определить технологические факторы, обеспечивающие комплектование подшипника с рациональным диапазоном угла контакта, обеспечивающего повышенную статическую грузоподъемность подшипника.

4.5 Проведены экспериментальные исследования влияния комплектовочных параметров подшипника на статическую грузоподъемность и момент сопротивления вращению.

5. Практическая значимость работы состоит в том, что:

- разработан способ комплектования шариковых упорно - радиальных подшипников, основанный на расчете рационального диапазона значений угла контакта, позволяющий повысить статическую грузоподъемность (патент № 2626800);
- разработана «Рабочая инструкция по обеспечению в процессе комплектования подшипника 1118-2902840 рационального угла контакта, обеспечивающего его повышенную грузоподъемность», где предложены рациональные условия осуществления процесса комплектования подшипников 1118-2902840, используемых в верхней опоре передней подвески автомобилей семейства ВАЗ Калина, Приора, Гранта;
- предложено специальное устройство для исследования статической грузоподъемности подшипника под действием реального соотношения составляющих внешней нагрузки на подшипник (Патент РФ № 170317);
- предложено эффективное устройство поршневого типа для засыпки шариков в подшипник при его сборке и комплектовании, (патент №157388);
- результаты работы приняты к внедрению на предприятии ООО «Рефмашпром» (г.Саратов) при производстве подшипников 1118-2902840, используемых в верхней опоре передней подвески автомобилей семейства ВАЗ: Калина, Приора и других и в НПП НИМ СГТУ имени Гагарина Ю.А. при освоении производства подшипников 1118-2902840-05.

6. Ценность научных работ автора заключается в разработке и исследовании закономерностей комплектования упорно-радиальных шарикоподшипников, и созданию на этой основе научно обоснованной технологии комплектования упорно-радиальных подшипников по критерию статической грузоподъемности.

Получены научные результаты:

- получена математическая модель формирования статической грузоподъемности упорно-радиального шарикоподшипника, работающего при комбинированной внешней нагрузке, в процессе комплектования при сборке;
- установлена закономерность, отражающая влияние на угол контакта в упорно-радиальном подшипнике и на статическую грузоподъемность подшипника комплектовочных параметров: разницы диаметров дорожек качения колец подшипников, радиусов профилей дорожек качения,

диаметра шариков и соотношения значений составляющих внешней нагрузки;

- установлен экстремальный характер влияния угла контакта на статическую грузоподъемность упорно-радиального шарикоподшипника, получены зависимости, отражающие влияние на величину оптимального значения угла контакта, при котором обеспечивается максимальная статическая грузоподъемность подшипника, соотношения составляющих внешней нагрузки;
- разработана компьютерная модель формирования статической грузоподъемности упорно-радиального шарикоподшипника при комплектовании и сборке, которая позволяют определить при заданных условиях работы подшипника минимально возможную нагрузку на шарик;
- установлены регрессионные зависимости статической грузоподъемности упорно-радиального шарикоподшипника и момента сопротивления вращению подшипника от влияющих факторов: соотношения радиусов профиля дорожек качения и диаметра шариков и диаметра шариков;
- установлено, что наибольшее влияние на статическую грузоподъемность подшипника и момент сопротивления вращению оказывает соотношение радиуса профиля дорожек качения и диаметра шариков, так как влияние этого фактора существующие методики комплектования подшипников не учитывают. А это приводит к значительному снижению эксплуатационных свойств подшипников.

7. Апробация работы. Результаты работы, а также ее отдельные разделы докладывались и обсуждались на 1 всероссийской научно-технической конференции и 14 научно-технических международных конференциях. Основные положения работы представлены на конференциях: Международная конференция с элементами научной школы для молодежи «Современные технологии и материалы новых поколений» (г.Томск, 09-13 октября 2017 г.); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики» (г. Самара, 31 октября 2016 г.); Международная научно-практическая конференция «Научные механизмы решения проблем инновационного развития» (г. Уфа, 1 апреля 2017 г.); 3 Международная научно-практическая конференция «Инжиниринг Техно 2015» (г. Саратов, 22-25 октября 2015 г.); IX Международной научно-практической конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире: материалы IX международной научно-практической конференции», (г. Санкт-Петербург, 11 марта 2015 г.); 7 Международная научно-практической конференция «Техника и технологии: пути инновационного развития» (г. Курск, 26-27 февраля 2015 г.).

8. Публикации. По результатам диссертационного исследования опубликовано 24 работы, в том числе 5 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Получены патенты на полезную модель №157388 «Устройство поршневого типа для засыпки шариков» и №170317 «Устройство для

определения статической грузоподъемности подшипника качения», а также патент на изобретение № 2626800 «Способ комплектования шарикоподшипников». Список наиболее значимых публикаций по диссертационному исследованию приведен.

Публикации по теме диссертации

*Публикации в рецензируемых изданиях,
включенных в перечень периодических изданий ВАК РФ*

1. Мухина Е.В. Влияние условий комплектования упорного подшипника качения на его статическую грузоподъемность / А.В.Королев, А.А.Королев, О.Ю.Давиденко [и др.] Б // СТИН. – 2016. – №. 7. – С. 35-40.

2. Мухина Е.В. Современный метод комплектования прецизионных изделий типа подшипников качения [Текст] / А. В. Королев, А. А. Королев, Е. В. Мухина // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2015. – № 1. – С. 42-44. – ISSN 0202-3350

3. Мухина Е.В. Влияние точности тел качения на эффективность сборки упорно-радиальных шарикоподшипников [Текст] / Мухина Е.В. [и др.] //СТИН. – 2016. – №6. – С.32-34

4. Мухина Е.В. Влияние условий комплектования на собираемость подшипников при стохастическом способе [Текст] / Мухина Е.В. [и др.] // Научно-технические технологии в машиностроении, изд-во Машиностроение. – 2015. – № 4.

5. Мухина Е.В. Влияние остаточных деформации в деталях после абразивной обработки и центробежной очистки на качество сборки шарнирных подшипников [Текст] / Мухина Е.В. [и др.] //СТИН. – 2016. – №6. – С.30-32.

Патенты

6. Патент РФ № 157388, 09.11.2015.. Устройство поршневого типа // Патент России № 2626800. 2017/ Мухина Е.В., Королев А.В, Королев А.А., Нейгебауэр К.С.

7. Патент РФ № 2626800, 01.08.2017. Способ комплектования шарикоподшипников// Патент России № 2626800. 2017/ Мухина Е.В., Королев А.В, Королев А.А.

8. Патент РФ № 170317, 21.04.2017 . Устройство для определения статической грузоподъемности подшипника качения// Патент России № 170317. 2017/ Мухина Е.В., Королев А.В, Королев А.А.

Публикации в других изданиях

9. Методика комплектования упорно-радиальных подшипников/ Е.В. Мухина [и др.]// Современные проблемы науки и образования: вопросы теории и практики: материалы Международной научно-практической конференции НИЦ «Поволжская научная корпорация», г.Самара 31 октября 2016 г. – С.318-321.

10. Методика исследования угла контакта в упорно-радиальном подшипнике /Мухина Е.В , Королев А.В., Нейгебауэр К.С.//Научные механизмы решения проблем инновационного развития :сборник статей Международной научно-практической конференции, г.УФА, 1 апреля 2017 года. – в 4-х ч.Ч.2/– Уфа:АЭТЕРНА,2016. – С. 36-39.

11. Условия комплектования подшипников на их собираемость/ А.А.Королев, Е.В.Мухина, А.М. Сытник // «Современные инновации в науке и технике»: материалы 7-ой ВНТК 13-14 апреля 2017 года, г. Курск. – С.116-119.

12. Исследование влияния величины отклонений шара и объема накопителя на вероятность комплектования подшипников [Текст] / А. В. Королев [и др.] // Поколение будущего: взгляд молодых ученых - 2014 : сб. науч. ст. 3-й междунар. науч. конф., г. Курск, 13-15 нояб. 2014 г. : в 2-х т. / Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск, 2014. – Т. 2. – С. 344-348.

13. Существующие способы и технологии сборки упорно-радиальных подшипников и эффективность их использования [Текст] / А. В. Королев, Е. В. Мухина, К. С. Нейгебауэр // Современные инструментальные системы, информационные техноло-гии и инновации : сб. науч. тр. XI междунар. науч.-практ. конф., г. Курск, 19-21 марта 2014 г. : в 4-х т. – Курск, 2014. – Т. 2. – С. 236-238.

14. К вопросу о процессах комплектования точных изделий приборостроения [Текст] / А. В. Королев, Е. В. Мухина, К. С. Нейгебауэр // Безопасность и проектирование конструкций в машиностроении и строительстве : материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Курск, 14-15 окт. 2013 г. – Курск, 2013. – С. 171-172.

15. Моделирование процесса засыпки шариков в упорные подшипники с применением устройства поршневого типа [Текст] / Е. В. Мухина, А. В. Королев // Новые задачи технических наук и пути их решения : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф., г. Уфа, 20 февр. 2015 г. – Уфа, 2015. – С. 65-67.

16. Метод комплектования прецизионных изделий типа подшипников качения [Текст] / А. В. Королев, Е. В. Мухина, К. С. Нейгебауэр // Молодежь и XXI век - 2015 : материалы V междунар. молодежной науч. конф., г. Курск, 26-27 февр. 2015 г. : в 3-х т. – Курск, 2015. – Т. 3. – С. 121-124.

17. вопросу о вероятности комплектования подшипников [Текст] / А. С. Яковишин, Е. В. Мухина ; науч. рук. А. В. Королев // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : сб. науч. тр. XII междунар. науч.-практ. конф., г. Курск, 19-20 марта 2015 г. : в 4-х т. – Курск, 2015. – Т. 2. – С. 276-280.

18. Технология комплектования упорно-радиальных и радиально-упорных подшипников, основанная на индивидуальном подборе деталей [Электронный ресурс] / Е. В. Мухина, А. А. Королев // Инжиниринг Техно 2015 : сб. тр. III междунар. науч.практ. конф., г. Саратов, 22-25 окт. 2015 г. : в 2-х т. – Саратов, 2015. – Т. 1. – С. 111-118. – Загл. с титул. Экрана

19. Технология комплектования подшипников качения [Текст] / Е.В. Мухина [и др.] // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире: материалы IX международной научно-практической конференции, 11 марта 2015., г. Санкт-Петербург. – Т. 1. – С. 8-13.

20. К вопросу влияния различных факторов на процесс комплектования шариковых подшипников [Текст] / В. Мухина [и др.] // Техника и технологии: пути инновационного развития- 2015 : материалы V междунар. молодежной науч. конф., г. Курск, 26-27 февр. 2015 г. : в 3-х т. – Курск, 2015. – Т. 3. – С. 100-104.

9. Высказанные в ходе обсуждения диссертационной работы замечания носили частный характер и по существу не затрагивали ее основных положений и результатов.

Диссертационная работа Е.В. Мухиной соответствует п.9-14 паспорта специальности 05.02.08. – «Технология машиностроения».

Диссертация «Повышение статической грузоподъемности упорно-радиальных шариковых подшипников передней стойки автомобилей путем совершенствования технологии их комплектования при сборке» Мухиной Елены Вячеславовны соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08. – «Технология машиностроения».

Заключение принято на заседании кафедры «Технология машиностроения» СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Присутствовало на заседании 20 человек.

Результаты голосования: «за» – 20 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 19 от «30» августа 2018 г.

Доктор технических наук,
заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Алексей Николаевич Васи