

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»

доктор технических наук, профессор

Д.В. Пашенко



**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертацию Мухиной Елены Вячеславовны

**«Повышение статической грузоподъемности упорно-радиальных шариковых подшипников передней стойки автомобилей путем совершенствования технологии их комплектования при сборке»,**  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

**Общие сведения о диссертации**

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.». Работа состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, определений, списка литературы из 73 наименований и 6 приложений на 12 страницах. Основной материал изложен на 104 страницах, содержит 9 таблиц и 27 рисунков. Общий объем работы (без приложений) 113 страниц.

По теме диссертации опубликовано 24 работы, в том числе: 5 статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, 2 статьи в изданиях, индексируемых в МБД SCOPUS, получен 1 патент на изобретение и 2 патента на полезную модель. Все опубликованные работы по содержанию соответствуют теме и отражают основное содержание диссертации. Приведён перечень научно-технических конференций, на которых докладывались и

обсуждались основные положения и результаты, дают основания считать, что диссертационная работа прошла достаточную апробацию.

Диссертация изложена грамотным техническим языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Следует отметить четко определенную структуру диссертационной работы:

- Первая глава посвящена критическому анализу существующих подходов в вопросах комплектования и сборки подшипников, а также поставлены задачи исследования;
- Вторая глава посвящена теоретическому обоснованию и описанию разработке математической модели формирования угла контакта тел и дорожек качения в подшипнике, разработке компьютерной модели влияния угла контакта и других геометрических параметров на статическую грузоподъемность при комплектовании, проведен анализ полученных результатов;
- Третья глава посвящена разработке методики проведения экспериментальных исследований, дано обоснование средств исследований и описание конструкции экспериментальной установки;
- Четвертая глава посвящена описанию предлагаемой технологии и алгоритму комплектования;
- В пятой главе автор приводит практические рекомендации по использованию результатов работы. Результатами промышленных испытаний, подтверждена эффективность предложенных технологических решений.

В целом по объёму и структуре диссертация соответствует установленным требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по заявленной специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Автореферат в полном объёме отражает содержание диссертационной работы и позволяет ознакомиться со всеми основными результатами, полученными автором, а также выводами и рекомендациями, вытекающими из приведённых исследований.

В работе корректно определены объект и предмет исследования и сформулированы задачи, решение которых обеспечивает достижение поставленной цели, грамотно выбраны методы исследования. Проведенные автором теоретические исследования основаны на использовании базовых положений технологии машиностроения. Все вышесказанное позволяет утверждать, что автору удалось решить поставленные задачи диссертационного исследования.

### **Актуальность исследования**

Широко применяемые методы и способы комплектования подшипников является трудоемким и дорогостоящим процессом. И, несмотря на это на многих изделиях возникает преждевременный износ деталей в процессе эксплуатации. Одной из основных причин является неравномерное распределение нагрузки и напряжений в подшипнике. Автор работы связывает эту причину с неверно выбранным углом контакта или неверно выбранным типом подшипника, согласно существующим справочным рекомендациям.

В работе предлагается использовать технологию комплектования, работающую по критерию статической грузоподъёмности. Данная технология позволит обеспечить рациональный диапазон угла контакта тел и дорожек качения в шариковом подшипнике, при котором нагрузка на тела качения будет минимальна.

Таким образом, диссертационная работа посвящена решению актуальной технологической задачи, связанной с разработкой научно-обоснованной технологии комплектования с целью повышения статической грузоподъемности упорно-радиальных шариковых подшипников передней стойки автомобилей.

### **Новизна исследований и ценность полученных результатов**

В данном случае можно говорить о комплексном решении актуальной научно-производственной задачи повышения грузоподъемности подшипников

качения за счет использования усовершенствованной технологии комплектования. Повышение качества изделий и снижение трудоемкости сборки подшипников достигается за счет формирования угла контакта, при котором обеспечивается минимальная нагрузка на шарики и высокая работоспособность подшипника, а детали при сборке делятся всего на две размерные группы, что упрощает процесс комплектования.

Получены новые научные результаты, которые заключаются в следующем:

- математическая модель влияния угла контакта тел и дорожек качения и других комплектовочных параметров на статическую грузоподъемность в однорядном упорно-радиальном шариковом подшипнике;
- компьютерная модель формирования статической грузоподъемности упорно-радиальных подшипников в процессе комплектования при сборке, позволяющая определить рациональный диапазон значений комплектовочных параметров;
- технология комплектования упорно-радиальных подшипников передней стойки автомобилей по критерию статической грузоподъемности, основанная на определении оптимального и допустимых углов контакта тел и дорожек качения;
- экспериментальная зависимость статической грузоподъемности упорно-радиального подшипника от геометрических параметров дорожек качения и угла контакта в подшипнике, которые позволяют определить технологические факторы, обеспечивающие комплектование подшипника с рациональным диапазоном угла контакта.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Полученные автором выводы, в достаточной степени обоснованы, опираются на существующие научные положения и не противоречат существующим теориям и исследованиям. Принятые ограничения при

проводении математического анализа являются допустимыми и не оказывают существенного влияния на результаты работы.

Достоверность результатов работы, основных выводов и рекомендаций подтверждается обоснованным использованием исходных данных, использованием современного математического аппарата и научных положений, статистически значимым соответствием результатов теоретических расчетов с результатами экспериментальных исследований, результатами производственного испытания работоспособности подшипников, изготовленных с применением предложенной технологии.

Техническая новизна предложенных решений подтверждается 3 патентами:

1. Дата публикации 01.08.2017г. №2626800 «Способ комплектования шарикоподшипников»;
2. Дата публикации 27.11.2015г. №157388 «Устройство поршневого типа для засыпки шариков»;
3. Дата публикации 21.04.2017г. №170317 «Устройство для определения статической грузоподъемности подшипника качения».

Основные положения работы были апробированы на научно-практических конференциях, а их значимость для отраслевых предприятий подтверждена соответствующими документами о внедрении.

В связи с этим достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений.

### **Значимость результатов, полученных автором диссертационной работы для науки и практики**

В диссертации решалась научная задача, которая 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.

Практическая значимость заключается в разработке способа и технологии комплектования упорно-радиальных подшипников по критерию статической грузоподъемности, разработке устройства для определения статической грузоподъемности упорно-радиальных шарикоподшипников и схемы эффективной автоматизированной линии для осуществления процесса комплектования упорно-радиальных шарикоподшипников, а также разработке практических рекомендаций предложенной технологии в промышленности.

Практическая значимость подтверждается актами внедрения на машиностроительных предприятиях: ООО "Рефмашпром" и в НПП НИМ СГТУ при производстве упорно-радиальных шарикоподшипников.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Выполненные исследования могут найти широкое применение в производстве других упорно-радиальных и радиально-упорных подшипников, особенно специальных подшипников, для которых известна внешняя эксплуатационная нагрузка. Для освоения производства таких подшипников помимо простых расчетов потребуется провести ряд экспериментальных исследований по методикам, которые изложены в данной работе.

Результаты выполненных исследований могут найти применение не только на подшипниковых предприятиях, но и в различных НИИ, КБ, ОКБ при создании новой техники. В этом случае при конструировании и расчете подшипниковых узлов, механизмов и машин можно предусматривать комплектование упорно-радиальных и радиально-упорных подшипников с рациональными параметрами, обеспечивающими повышенную грузоподъемность подшипников.

### **Замечания по работе**

Отмечая научную новизну, практическую и теоретическую значимость исследования, необходимо отметить следующие замечания и пожелания:

1. Не четко обозначены регулируемые параметры при комплектовании упорно-радиальных подшипников.
2. В автореферате показаны не все экспериментальные зависимости угла контакта и статической грузоподъемности от комплектовочных параметров.
3. При выводе математической модели распределения нагрузки в подшипнике нет единиц измерения в правой и левой частях уравнений (см. зависимости 2.6-2.9, 2.14, 2.18, 2.19 и т.д.), что не позволяет определить правильность их вывода.
4. Используется несоответствующая системе СИ и общепринятой в технической литературе терминология (см. Заключение на с.102 «снижает надежность работы подшипника», «близкого к максимальному критическому значению»).

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы, но должны быть учтены автором при дальнейших исследованиях в предметной области диссертации.

## **Заключение**

Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современных средств и методов, что позволило получить достоверные результаты при обосновании способа комплектования упорно-радиальных подшипников. Выполненные исследования имеют высокую практическую значимость и заслуживают широкой практической реализации.

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится научно обоснованное решение важной практической задачи создания технологии комплектования шариковых подшипников, позволяющей существенно повысить статическую грузоподъемность подшипников.

Диссертация Мухиной Елены Вячеславовны «Повышение статической грузоподъемности упорно-радиальных шариковых подшипников передней стойки автомобилей путем совершенствования технологии их комплектования

при сборке» полностью соответствует требованиям п.9 - 14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08-«Технология машиностроения».

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Технология машиностроения» 12 ноября 2020г., протокол №4. На заседании кафедры присутствовали 1 доктор технических наук, 6 кандидатов технических наук.

Заведующий кафедрой «Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»,  
к.т.н., доцент

 Голубовский Виталий Вадимович

Секретарь кафедры «Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
технологический университет»,  
к.т.н., доцент

 Донцова Марина Владимировна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Пензенский государственный технологический  
университет»

Адрес: 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, д. 1а/11;

Телефон: +7 (8412) 49–54–41, Факс: +7 (8412) 49–60–86

E-mail: [rector@penzgtu.ru](mailto:rector@penzgtu.ru)