ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования «ПОДШИПНИК»

МДК.01.02. Методы создания и корректировки компьютерных моделей ПМ.01 Создание и корректировка компьютерной модели

|  |
| --- |
| Работу выполнил:  студент 3 курса группы АДТ-31  Миновщиков Михаил Алексеевич  Руководитель проекта: преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович |

Вольск 2025

|  |  |
| --- | --- |
| СОДЕРЖАНИЕ  Введение |  |
| 1 Теоретическая часть |  |
| 1.1 Описание предметной области исследования |  |
| 1.2 Обоснование целесообразности проекта |  |
| 1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей |  |
| 2 Практическая часть |  |
| 2.1 Описание изделия оцифровки |  |
| 2.2 Процесс оцифровки |  |
| 2.2.1 Сканирование или ручной обмер |  |
| 2.2.2 Моделирование |  |
| 2.2.6 Практическое применение изделия |  |
| 3 Охрана труда и техника безопасности |  |
| 3.1 Эргономические требования к рабочему месту |  |
| 3.2 Требования по охране труда и правила техники безопасности |  |
| Заключение |  |
| Список использованных источников и литературы  Приложения |  |

ВВЕДЕНИЕ

Аддитивные технологии, известные также как 3d-печать или послойное производство, представляют собой передовой метод изготовления деталей, который за последние годы кардинально изменил подходы к проектированию и производству в машиностроении, авиакосмической отрасли, автомобилестроении и других сферах промышленности. эти технологии позволяют создавать сложные геометрические формы, минимизировать отходы материала и значительно сокращать сроки разработки изделий по сравнению с традиционными методами обработки. одним из ключевых элементов многих механических систем являются подшипники, от качества и точности изготовления которых напрямую зависит работоспособность и долговечность оборудования.

Одним из важнейших этапов внедрения аддитивных технологий в производство подшипников является их оцифровка — процесс создания точной трехмерной модели, которая может быть использована для анализа, модификации и последующего изготовления. современные методы оцифровки включают 3d-сканирование, фотограмметрию и параметрическое моделирование в cad-системах. эти технологии позволяют не только воспроизводить существующие конструкции, но и оптимизировать их с учетом нагрузок, трения и других эксплуатационных факторов.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью совершенствования методов проектирования и производства подшипников, которые являются критически важными компонентами в механике. использование 3d-моделирования позволяет не только ускорить процесс разработки, но и проводить виртуальные испытания подшипников на прочность, износ и термостойкость, что снижает затраты на физические прототипы и повышает надежность конечного изделия.

Фотограмметрия и 3d-сканирование играют ключевую роль в оцифровке подшипников, особенно при работе с устаревшими или нестандартными образцами, для которых отсутствует точная техническая документация. эти методы позволяют с высокой точностью воссоздавать геометрию детали, включая микропрофили дорожек качения и зазоры, что крайне важно для корректной работы подшипника. кроме того, цифровая модель может быть доработана с учетом современных требований к материалам и конструктивным особенностям.

В научной литературе вопросы, связанные с аддитивным производством подшипников, исследуются в контексте новых материалов (например, металлических порошков и композитов), а также методов постобработки (шлифовка, термообработка). однако вопросы, касающиеся оптимизации процессов оцифровки и адаптации существующих конструкций под 3d-печать, остаются недостаточно изученными. это определяет необходимость дальнейших исследований в данной области.

Практическая значимость проекта заключается в демонстрации возможностей 3d-моделирования и аддитивных технологий для создания и модернизации подшипников. разработанная модель может быть использована для изготовления прототипов методом селективного лазерного спекания (sls) или прямого лазерного выращивания (ded), что открывает новые перспективы для мелкосерийного производства и ремонта оборудования.

Цель и задачи:

* Целью данного курсового проекта является оцифровка, конструктивная доработка и создание прототипа подшипника с использованием технологий 3d-моделирования.

Задачи:

* Изучить конструктивные особенности подшипников и методы их проектирования.
* Провести оцифровку подшипника с применением 3d-сканирования или параметрического моделирования в cad-среде.
* Оптимизировать геометрию модели с учетом нагрузок и условий эксплуатации.

Объект исследования:

* Аддитивные технологии и их применение в производстве подшипников.

предмет исследования:

* Методы оцифровки, моделирования и прототипирования подшипников, а также их адаптация под современные производственные процессы.

Методы исследования:

- Анализ существующих аналогов и стандартов на подшипниковые узлы.

использование cad-систем (solidworks, geomagick design, KOMPAS) для создания и модификации 3d-моделей.

- Применение технологий 3d-печати (fdm, sls) для изготовления прототипа.

- Механические испытания и сравнение с традиционными аналогами.

Круг рассматриваемых проблем:

в рамках проекта рассматриваются следующие ключевые вопросы:

-Точность оцифровки подшипников и влияние погрешностей на их работоспособность.

- Выбор оптимальных материалов для 3d-печати (пластики, металлические порошки).

-Экономическая целесообразность аддитивного производства подшипников по сравнению с классическими методами.

-Вопросы стандартизации и контроля качества при использовании 3d-печати.

данный проект демонстрирует, как современные цифровые технологии могут быть применены для усовершенствования производства критически важных механических компонентов, что способствует развитию инновационных подходов в машиностроении.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание предметной области исследования

Предметной областью исследования в данном курсовом проекте является применение технологий 3D-моделирования и прототипирования для разработки и совершенствования подшипников качения. Эта область объединяет в себе элементы машиностроения, трибологии, материаловедения и цифровых технологий, что делает её междисциплинарной и актуальной для современного производства.

1. Подшипники качения и скольжения являются ключевыми элементами механических систем, играющими важнейшую роль в обеспечении надежности и эффективности работы вращающихся узлов. Эти устройства выполняют несколько критически важных функций:

Основные функции подшипников:

- Обеспечение свободного вращения с минимальным трением

- Передача и распределение механических нагрузок

- Точное центрирование и фиксация вращающихся деталей

- Компенсация перекосов и вибрационных воздействий

- Защита сопрягаемых деталей от износа

2. 3D-моделирование и оцифровка в проектировании

3D-моделирование — это процесс создания трёхмерных цифровых моделей объектов с использованием специализированного программного обеспечения, такого как AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360 или Blender. В контексте проектирования корпусов электротехнических устройств 3D-моделирование позволяет создавать точные цифровые копии существующих изделий (оцифровка), вносить изменения в конструкцию для улучшения функциональности и эргономики, а также проводить виртуальные тесты (например, анализ нагрузок или тепловое моделирование) до создания физического прототипа. Оцифровка может выполняться с помощью 3D-сканирования или ручного моделирования на основе чертежей и измерений. Этот процесс особенно важен при модернизации существующих изделий, так как позволяет сохранить основные параметры и доработать только необходимые элементы.

3. Прототипирование и 3D-печать

Прототипирование — это процесс создания физического образца изделия для тестирования и оценки. Современные технологии, такие как 3D-печать, позволяют быстро и экономично изготавливать прототипы. Основные методы 3D-печати, используемые в проектировании корпусов, включают FDM (послойное наплавление пластика, например, PLA или ABS), SLA (использование фотополимерных смол и лазера для создания высокоточных моделей) и SLS (спекание порошковых материалов лазером). Преимущества 3D-печати включают возможность создания сложных геометрических форм, снижение отходов и ускорение процесса разработки. Для корпусов розеток чаще всего используется FDM-печать с применением термостойких пластиков, таких как ABS, которые соответствуют требованиям ГОСТ по механической прочности и термостойкости.

4Материалы и требования к подшипникам

Выбор материалов для подшипников определяется комплексом требований к прочности, износостойкости, коррозионной стойкости и трибологическим характеристикам.

Полимерные композиты:

- Полиамиды (PA)

- Полиэфирэфиркетон (PEEK)

- Политетрафторэтилен (PTFE)

Особенности: самосмазывающиеся свойства, химическая стойкость, бесшумность работы.

Критически важные требования к материалам подшипников:

- Твердость рабочих поверхностей (HRC 58-64 для сталей)

- Высокая контактная выносливость

- Минимальный коэффициент трения

- Устойчивость к усталостному разрушению

- Термостабильность в рабочем диапазоне температур

- Совместимость со смазочными материалами

При проектировании подшипников необходимо учитывать требования международных стандартов:

DIN 1494 (полимерные подшипники)

ГОСТ 24810-2013 (динамическая грузоподъемность)

* 1. Обоснование целесообразности

Разработка и совершенствование подшипников, с использованием технологий 3D-моделирования и прототипирования, является актуальной и целесообразной задачей. Это обусловлено рядом факторов, связанных с современными требованиями к производству, безопасностью, экономической эффективностью и инновационными подходами в проектировании. Ниже приведены основные аргументы, подтверждающие целесообразность данного проекта.

#### **Повышение точности и качества проектирования**

Использование 3D-моделирования позволяет создавать точные цифровые копии изделий, что особенно важно для подшипников, где даже небольшие отклонения могут привести к нарушению функциональности или безопасности. Трёхмерные модели дают возможность визуализировать изделие, провести анализ его геометрии и внести необходимые изменения до начала физического производства. Это значительно снижает риск ошибок и повышает качество конечного продукта.

#### **Соответствие современным стандартам безопасности**

Подшипник должен соответствовать строгим требованиям безопасности, установленным стандартами ГОСТ 520-2011 (общие технические условия) и ISO 281:2007 (динамическая грузоподъемность). Использование 3D-моделирования позволяет проводить виртуальные тесты на соответствие этим стандартам, такие как анализ механических нагрузок, термостойкости. Это обеспечивает высокий уровень безопасности конечного изделия.

#### **Возможность инноваций и улучшения дизайна**

3D-моделирование позволяет реализовать инновационные решения в конструкции подшипников, открывая новые возможности для повышения их эффективности. Среди перспективных направлений:

Оптимизация геометрии рабочих поверхностей:

Усовершенствованный профиль дорожек качения

- Бионические конструкции сепараторов

- Аэродинамические формы для высокоскоростных подшипников

Интеграция дополнительных функциональных элементов

Встроенные датчики вибрации и температуры

- Микроканалы для циркуляции смазки

- Самосмазывающиеся покрытия

- Системы активного охлаждения

Разработка специализированных исполнений:

- Подшипники для экстремальных условий (вакуум, агрессивные среды)

- Гибридные конструкции (металл-керамика)

- Модульные системы с возможностью быстрой замены элементов

Примеры инновационных решений:

* Подшипник с градиентной структурой материала, где твердость изменяется по глубине
* Конструкция с переменным шагом тел качения для снижения вибрации
* Сепаратор с ячеистой структурой для уменьшения массы

Целесообразность данного проекта подтверждается его актуальностью, экономической эффективностью, соответствием современным стандартам безопасности и возможностью внедрения инноваций. Использование технологий 3D-моделирования и прототипирования позволяет не только улучшить качество и функциональность подшипника, но и оптимизировать процесс его разработки, что делает проект важным шагом в подготовке специалистов для современной промышленности.

* 1. Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей

Создание и корректировка цифровых моделей являются важнейшими этапами в процессе проектирования и разработки изделий, таких как подшипник. Эти процессы основаны на использовании современных технологий и специализированного программного обеспечения, которые позволяют перейти от идеи к готовому изделию с высокой точностью и минимальными затратами. В данном разделе подробно рассматриваются технологии, используемые для создания и корректировки цифровых моделей, их особенности, преимущества и практическое применение.

Создание цифровых моделей

Создание цифровых моделей — это процесс разработки трёхмерного представления объекта в виртуальной среде. Этот процесс может быть выполнен двумя основными способами: ручное моделирование с нуля и оцифровка существующих объектов с помощью 3D-сканирования. Оба метода имеют свои особенности и применяются в зависимости от поставленных задач.

Ручное моделирование используется, когда необходимо разработать новое изделие или модернизировать существующее на основе чертежей, эскизов или технических требований. Этот метод предполагает создание 3D-модели с использованием CAD-программ (Computer-Aided Design), таких как AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360 или Blender. Процесс начинается с создания 2D-эскиза, на котором указываются основные размеры и геометрические параметры будущего изделия. Затем эскиз преобразуется в трёхмерную модель с помощью инструментов выдавливания, вращения, скругления и других операций. На этом этапе добавляются необходимые детали, такие как отверстия, крепления, рёбра жёсткости и другие элементы, которые обеспечивают функциональность изделия. Важным аспектом ручного моделирования является параметризация, которая позволяет настраивать модель с использованием параметров. Это делает процесс гибким, так как изменения размеров или формы могут быть внесены быстро и без необходимости переделывать всю модель.

Оцифровка с помощью 3D-сканирования применяется, когда необходимо создать точную цифровую копию существующего объекта. Этот метод особенно полезен при модернизации или реверс-инжиниринге изделий. Процесс начинается с использования 3D-сканера, который захватывает геометрию и текстуру объекта. Полученные данные представляют собой облако точек, которое затем преобразуется в полигональную сетку (mesh) с помощью специализированного программного обеспечения, такого как Geomagic или MeshLab. На этапе ретопологии полигональная сетка оптимизируется для создания чистой и лёгкой модели, пригодной для редактирования в CAD-программах. После этого модель экспортируется в CAD-систему для дальнейшей доработки. Оцифровка позволяет сохранить точность геометрии исходного объекта, что особенно важно при работе с сложными формами или изделиями, которые трудно описать с помощью чертежей..

Программное обеспечение для создания и корректировки моделей

Для работы с цифровыми моделями используется широкий спектр программного обеспечения, которое позволяет решать различные задачи проектирования. Среди наиболее популярных CAD-программ можно выделить AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360 и Blender. AutoCAD является универсальной программой для 2D- и 3D-моделирования, которая широко используется в различных отраслях. SolidWorks — это мощная CAD-система для параметрического моделирования и анализа, которая особенно популярна в машиностроении и промышленном дизайне. Fusion 360 — это облачное решение для проектирования, которое подходит для командной работы и интеграции с другими инструментами. Blender — это программа для создания сложных 3D-моделей и визуализации, которая часто используется в дизайне и анимации. Для обработки данных 3D-сканирования и ретопологии используются такие программы, как Geomagic и MeshLab.

Технологии создания и корректировки цифровых моделей играют ключевую роль в современном проектировании. Они позволяют разрабатывать высококачественные изделия, с учётом всех требований к функциональности, безопасности и эстетике. Использование CAD-программ и 3D-сканирования делает процесс проектирования более гибким, точным и экономически эффективным, что подтверждает их важность для инженерной практики. Эти технологии не только ускоряют процесс разработки, но и открывают новые возможности для инноваций, что делает их незаменимыми в современной промышленности и образовании.

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание изделия оцифровки.

Оцифровка изделия — это процесс преобразования физического объекта в его точную цифровую копию, которая может быть использована для анализа, модернизации, производства или архивирования. В данном проекте объектом оцифровки является подшипник — механическое устройство, которое играет важную роль в обеспечении безопасности и функциональности свободного вращения с минимальным трением. Подшипник представляет собой сложное изделие, которое должно соответствовать строгим требованиям по безопасности, эргономике и дизайну. Оцифровка такого изделия позволяет не только сохранить его геометрию в цифровом виде, но и открывает возможности для улучшения и адаптации под современные стандарты.

Описание изделия: подшипник

Подшипник – это техническое устройство, являющееся составной частью опоры вращающихся или качающихся деталей механизмов, которое:

Обеспечивает свободное вращение с минимальным трением

Воспринимает и передает механические нагрузки (радиальные, осевые, комбинированные)

Фиксирует положение вращающихся элементов относительно других деталей

Компенсирует перекосы и вибрационные воздействия

Подшипник качения представляет собой сложное техническое устройство, основные элементы которого изготавливаются из высококачественных материалов:

Кольца и тела качения: подшипниковая сталь ШХ15 (ГОСТ 801-78) с твердостью HRC 58-64

Сепараторы: латунь, сталь или полимеры (PA66, PEEK)

Уплотнения: резина NBR или фторкаучук

Геометрия корпуса подшипника представляет собой сложную инженерную систему, учитывающую функциональные требования и условия эксплуатации рассмотрим ключевые аспекты:

Наружное кольцо с точно обработанной дорожкой качения

Внутреннее кольцо с профилированной рабочей поверхностью

Специальные фаски и галтели для снижения концентрации напряжений

Посадочные поверхности с требуемыми допусками (h6, js6 и др.)

Оцифровка подшипника позволяет создать его точную цифровую копию, которая может быть использована для анализа, модернизации или производства. Это особенно важно при разработке новых моделей или улучшении существующих изделий.

2.2 Процесс оцифровки

Оцифровка подшипника — это многоэтапный процесс, который включает подготовку объекта, сканирование, обработку данных, создание 3D-модели и её проверку. Каждый этап требует использования специализированного оборудования и программного обеспечения. Ниже приведено подробное описание процесса оцифровки.

1. Подготовка объекта

Перед началом сканирования необходимо подготовить Подшипник. Этот этап включает:

* Очистку: удаление пыли, грязи и других загрязнений, которые могут повлиять на качество сканирования. Чистая поверхность обеспечивает более точное захватывание геометрии.
* Разборку: так как подшипник состоит из нескольких частей (наружное кольцо, внутреннее кольцо, тело качения, сепаратор) их можно отсканировать отдельно. Это повышает точность и упрощает процесс обработки данных.

2. Сканирование объекта

Сканирование выполняется с помощью 3D-сканера — устройства, которое захватывает геометрию и текстуру объекта. Существует несколько типов 3D-сканеров, каждый из которых имеет свои особенности:

* Лазерные сканеры: используют лазерный луч для измерения расстояния до поверхности объекта. Они обеспечивают высокую точность, но могут быть чувствительны к отражающим поверхностям.
* Оптические сканеры: работают на основе фотограмметрии, анализируя изображения объекта с разных ракурсов. Они подходят для объектов сложной формы, но требуют хорошего освещения.
* Структурированный свет: проекция световых полос на объект для определения его формы. Этот метод обеспечивает высокую точность и подходит для небольших объектов, таких как подшипник.

Процесс сканирования включает:

* Размещение подшипника на устойчивой поверхности или поворотном столе.
* Последовательное сканирование объекта с разных ракурсов для захвата всей поверхности.
* Сохранение данных в виде облака точек, которое представляет собой набор координат, описывающих поверхность объекта.

3. Обработка данных сканирования

После сканирования данные необходимо обработать для создания полигональной сетки (mesh). Этот этап выполняется с помощью специализированного программного обеспечения, такого как Geomagic, MeshLab или Artec Studio. Основные шаги обработки:

* Объединение данных: совмещение данных, полученных с разных ракурсов, в единую модель. Это может включать автоматическое или ручное выравнивание сканов.
* Очистка: удаление лишних точек, шумов и артефактов, которые могли возникнуть при сканировании. Например, удаляются точки, которые не принадлежат объекту (фон или помехи).
* Ретопология: оптимизация полигональной сетки для создания чистой и лёгкой модели. На этом этапе устраняются неровности и упрощается геометрия, что делает модель пригодной для редактирования в CAD-программах.

4. Создание 3D-модели

После обработки данных сканирования модель импортируется в CAD-программу (например, SolidWorks, Fusion 360 или AutoCAD) для создания параметрической 3D-модели. Этот этап включает:

* Восстановление геометрии: преобразование полигональной сетки в точную CAD-модель с использованием инструментов выдавливания, вращения и других операций.
* Добавление деталей, которые не зацепил сканер при сканировании
* Параметризация: настройка модели с использованием параметров, что позволяет легко изменять её размеры и форму в будущем.

5. Проверка и корректировка модели

После создания 3D-модели необходимо проверить её точность и соответствие исходному объекту. Это включает:

* Сравнение с оригиналом: наложение цифровой модели на изображение или физический объект для выявления отклонений.
* Анализ геометрии: проверка размеров, углов и других параметров с использованием измерительных инструментов.
* Корректировка: внесение изменений для устранения ошибок и улучшения модели.

6. Экспорт и использование модели

Готовая 3D-модель экспортируется в форматы, подходящие для дальнейшего использования:

* STL или OBJ: для 3D-печати прототипа.
* STEP или IGES: для передачи модели в производство или другим специалистам.
* PDF или DWG: для создания чертежей и технической документации.

Преимущества оцифровки подшипника

Оцифровка подшипника имеет несколько ключевых преимуществ:

* Точность: создание цифровой копии с высокой детализацией и минимальными отклонениями от оригинала.
* Гибкость: возможность быстрого внесения изменений и адаптации модели под новые требования.
* Сохранение данных: цифровая модель может быть использована для архивирования, анализа или повторного производства.
* Ускорение разработки: сокращение времени на создание и тестирование новых версий изделия.

Оцифровка подшипника представляет собой высокотехнологичный процесс преобразования физического изделия в точную цифровую модель с использованием современных методов 3D-сканирования и CAD-моделирования. Этот процесс играет ключевую роль в современном машиностроении. Использование 3D-сканирования и CAD-моделирования обеспечивает высокую точность, гибкость и скорость разработки, что делает этот процесс незаменимым в современном проектировании и производстве. Оцифрованный Подшипник может быть использован для анализа, модернизации, создания прототипов или серийного производства, что подтверждает его практическую значимость.

2.2.1 Сканирование

Сканирование — это ключевой этап оцифровки физических объектов, который позволяет преобразовать их в цифровую форму для дальнейшего анализа, модернизации или производства. В контексте данного проекта сканирование используется для создания точной цифровой копии подшипника. Этот процесс включает использование специализированного оборудования и программного обеспечения, а также требует тщательной подготовки и обработки данных. Ниже приведено подробное описание процесса сканирования, используемых технологий и их преимуществ.

1. Подготовка к сканированию

Перед началом сканирования необходимо подготовить объект и оборудование. Это включает следующие шаги:

1.1. Подготовка объекта

* Очистка: Подшипник должен быть очищен от пыли, грязи и других загрязнений, которые могут повлиять на качество сканирования. Чистая поверхность обеспечивает более точное захватывание геометрии.
* Разборку: так как подшипник состоит из нескольких частей (наружное кольцо, внутреннее кольцо, тело качения, сепаратор) их можно отсканировать отдельно. Это повышает точность и упрощает процесс обработки данных.

1.2. Подготовка оборудования

* Калибровка сканера: перед началом работы необходимо откалибровать 3D-сканер, чтобы обеспечить точность измерений.
* Настройка освещения: для оптических сканеров важно обеспечить равномерное освещение, чтобы избежать теней и бликов, которые могут исказить данные.
* Выбор режима сканирования: в зависимости от сложности объекта и требуемой точности выбирается подходящий режим сканирования (например, высокоточный для мелких деталей или быстрый для крупных объектов).

1. Технологии сканирования

Существует несколько технологий 3D-сканирования, каждая из которых имеет свои особенности и применяется в зависимости от задач и характеристик объекта. Основные технологии включают:

2.1. Лазерное сканирование

Лазерные сканеры используют лазерный луч для измерения расстояния до поверхности объекта. Они обеспечивают высокую точность и подходят для объектов сложной формы. Преимущества лазерного сканирования:

* Высокая точность (до микрон).
* Возможность сканирования объектов с отражающими или тёмными поверхностями.
* Подходит для объектов среднего и крупного размера.

2.2. Оптическое сканирование

Оптические сканеры работают на основе фотограмметрии, анализируя изображения объекта с разных ракурсов. Они подходят для объектов сложной формы и обеспечивают высокую детализацию. Преимущества оптического сканирования:

* Высокая скорость сканирования.
* Возможность захвата текстуры и цвета объекта.
* Подходит для объектов небольшого и среднего размера.

2.3. Сканирование структурированным светом

Эта технология использует проекцию световых полос на объект для определения его формы. Она обеспечивает высокую точность и подходит для небольших объектов, таких как Подшипник. Преимущества сканирования структурированным светом:

* Высокая точность и детализация.
* Быстрое сканирование.
* Подходит для объектов с мелкими деталями.

1. Процесс сканирования

Процесс сканирования включает несколько этапов, которые выполняются последовательно для получения точной цифровой копии объекта.

3.1. Захват данных

* Объект размещается на устойчивой поверхности или поворотном столе.
* Сканер последовательно захватывает данные с разных ракурсов, чтобы охватить всю поверхность объекта.
* Для сложных объектов может потребоваться несколько проходов сканирования.

3.2. Сохранение данных

* Данные сохраняются в виде облака точек, которое представляет собой набор координат, описывающих поверхность объекта.
* Для оптических сканеров данные могут включать текстуру и цвет объекта.

3.3. Предварительная обработка

* Данные с разных ракурсов объединяются в единую модель.
* Удаляются лишние точки и шумы, которые могли возникнуть при сканировании.

1. Обработка данных сканирования

После сканирования данные необходимо обработать для создания полигональной сетки (mesh). Этот этап выполняется с помощью специализированного программного обеспечения, такого как Geomagic, MeshLab или Artec Studio. Основные шаги обработки:

4.1. Объединение данных

* Данные, полученные с разных ракурсов, совмещаются в единую модель.
* Это может включать автоматическое или ручное выравнивание сканов.

4.2. Очистка

Удаляются лишние точки, шумы и артефакты, которые не принадлежат объекту (например, фон или помехи).

4.3. Ретопология

* Полигональная сетка оптимизируется для создания чистой и лёгкой модели.
* Устраняются неровности и упрощается геометрия, что делает модель пригодной для редактирования в CAD-программах.

1. Преимущества сканирования

Сканирование имеет несколько ключевых преимуществ, которые делают его незаменимым инструментом в современном проектировании и производстве:

* Точность: создание цифровой копии с высокой детализацией и минимальными отклонениями от оригинала.
* Скорость: быстрое захватывание данных, что сокращает время на разработку.
* Гибкость: возможность сканирования объектов сложной формы и мелких деталей.
* Сохранение данных: цифровая модель может быть использована для архивирования, анализа или повторного производства.

Сканирование — это важный этап оцифровки, который позволяет преобразовать физический объект в точную цифровую копию. Использование современных технологий, таких как лазерное, оптическое сканирование или сканирование структурированным светом, обеспечивает высокую точность и детализацию. Обработка данных сканирования с помощью специализированного программного обеспечения позволяет создать чистую и оптимизированную модель, пригодную для дальнейшего использования. Сканирование не только ускоряет процесс разработки, но и открывает новые возможности для анализа, модернизации и производства изделий, что делает его незаменимым инструментом в современной инженерии и дизайне.

2.2.2 Моделирование

Полученное облако точек после сканирования, запускаем программу Geomagic Design X, импортируем полученное облако точек.

Шаг 1: Подготовка и настройка проекта

Шаг 2: Создание базовых эскизов

Постройте эскиз наружного кольца:

Шаг 3: Формирование 3D-геометрии

Используйте операцию "Выдавливание" для колец:

Шаг 4: Моделирование тел качения

Создайте эскиз шарика (Ø7.94 мм для 6205)

Шаг 5: Разработка сепаратора

Постройте эскиз основания сепаратора:

Шаг 6: Добавление конструктивных элементов

Создайте канавки для смазки:

Шаг 7: Проверка и анализ

Выполните проверку на интерференцию:

Шаг 8: Подготовка к производству

2.2.3 Практическое применение изделия

Подшипник – это не просто игрушка, а сложное инженерное изделие, от которого зависит практически все сферы, благодаря им работают турбины, едет транспорт, перемещаются элементы мебели и крутятся барабаны стиральных машин.

На практике он выполняет несколько критически важных функций, определяющих его конструктивные особенности.

Полимерные подшипники обычно используются в тех случаях, когда необходима устойчивость к воздействию влаги или химических веществ. В этих областях применение стали невозможно или ограничено возможно – что делает полимерные шарикоподшипники наилучшим решением как с технической, так и с экономической точки зрения.

Полимерные подшипники могут работать без смазки. Поэтому их также можно использовать там, где нельзя использовать смазочные материалы, например - по гигиеническим соображениям. Возможные области применения столь же разнообразны, как свойства и преимущества полимерных шарикоподшипников. Сферы приминения:

Медицина и фармацевтика

Пищевая промышленность

Отопление и кондеционирование воздуха

Химическая промышленность и гальваническое производство

Производство текстиля и целлюлозной продукции

Транспортировка и погрузочно-разгрузочные работы

Электротехника

Измерение и контроль

Не менее важна механическая надежность подшипников, так как они работают в условиях постоянных динамических нагрузок. Их конструкция проектируется с существенным запасом прочности, что особенно критично для ответственных узлов. Однако нагрузки и максимальные скорости, которые может выдерживать полимерный подшипник, намного ниже, чем у обычных цельнометаллических подшипников.

Замена металлических моделей на пластиковые помогает уменьшить шум оборудования. А общая стоимость владения механизмами практически всегда будет ниже при использовании полимерных деталей. Они способствуют продлению срока службы оборудования благодаря снижению трения и отсутствию необходимости в техническом обслуживании.

Однако стоит учитывать, что если планируется работа в условиях повышенных скоростей и температур, то лучше сделать выбор в пользу стандартных металлических изделий, так как они лучше приспособлены к эксплуатации при перегреве.

1. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Эргономические требования к рабочему месту

Организация эргономики рабочих мест и процессов является одной из основных задач в деятельности специалиста по организации процессов. Рабочее место – это пространственный участок в рабочей системе, на котором выполняются рабочие задания. При организации эргономики рабочего места должны выполняться требования экономичности, эргономичности и гуманности. Правильно организованные рабочие места гарантирует:

* экономически выгодные объемы производства (количество);
* достаточное качество; незначительные накладные затраты;
* нагрузку и напряженность труда, которую может перенести работник; выполнение правил техники безопасности.

Антропометрия – это наука, которая занимается пропорциями и использованием размеров тела человека. Наглядно определять, а затем и использовать соответствующие размеры тела человека можно с помощью большого количество предлагаемых таблиц. В рамках организации рабочего места преследуется цель оптимального пространственного и форменного приспособления элементов рабочего места к работнику. Приспособление рабочего места к человеку требует, прежде всего, учета размеров человеческого тела при расчете размеров рабочего места. Поскольку размеры тела различных людей могут значительно отличатся, рабочее место должно проектироваться для определенного диапазона габаритов, а не для размера тела отдельного человека. Размеры тела в состоянии покоя и движения определяются длинной костей, силой мышц и тканей, а также формой и механикой суставов. Для организации рабочего места необходимо знать длину важнейших частей тела и величину пространства движения рук и ног. Наряду со средними значениями в большинстве случаев указывается, как правило, и на так называемые значения перцентилей (термин в антропометрии). Значение перцентиля указывает на то, какой процент людей в определенной группе населения – по отношению к определенному размеру тела – обладает большими или меньшими размерами, чем заданное значение. Размеры и пропорции тела различны у разных людей. Средний рост европейских женщин в возрасте от 26 до 40 лет составляет около 163 см, мужчин в том же возрасте – около 175 см. Однако нельзя ориентироваться только на средние значения при организации трудового процесса, так как людям большого и малого роста также необходимы хорошие условия труда. Среднее арифметическое значение размеров тела можно использовать для организации эргономики рабочего места только при условии, что отклонения от этого среднего значения вверх или вниз обладают соответственно таким же воздействием на человека. Однако, зачастую это не так. К примеру, высота сидения стула ориентирована на расстояние между полом и нижней частью бедра, то есть на длину голени со стопой. Увеличение высоты стула для большинства людей более неприятно, чем уменьшение его высоты на такую же величину. Поэтому при установлении высоты сидения должны, прежде всего, принимаются во внимание люди с более короткими ногами. «Внутренние размеры», например, пространство для колен под эксцентриковым прессом, должны быть ориентированы, напротив, на длинноногих людей. На рабочем месте рассматривают, в основном, положения стоя и сидя, но существует также положения: лежа, стоя на коленях и сидя на корточках. Для всех положений тела существуют разные позиции, т.е. вариации положения тела (например, можно стоять, наклонившись вперед или нагнувшись). Целесообразность одного или другого положения тела необходимо рассматривать с двух сторон:

с точки зрения рабочего задания и с точки зрения нагрузки на рабочего.

Сначала принимают решение о положении тела, исходя из рабочего задания. Какое положение тела является более подходящим: там, где необходимы размашистые движения тела и рук, или где надо прилагать значительную мышечную силу, предпочтительна работа, в положении стоя, так как при помощи движений и массы тела работа может быть облегчена. С другой стороны, существует большое количество работ, которые требуют спокойных движений и точного наблюдения, и поэтому должны выполняться только сидя.

Рассматривая с психологической точки зрения, положение сидя должно быть предпочтительнее положению стоя, потому что в положении сидя нагрузка меньше. В положении стоя в ногах собирается кровь, нарушается циркуляции крови, что может вызвать варикозное расширение вен. В то же время, при длительном нахождении в положении сидя могут возникнуть явления застоя крови в области таза и расстройства пищеварения.

Оптимальное решение состоит в том, что если рабочее задание позволяет, работник должен по своему усмотрению, согласно рабочему процессу, изменять свое положение (сидя, стоя). Фактически, существует целый ряд работ, которые могут выполняться как сидя, так и стоя. Это особенно распространено при однообразной деятельности, которая, однако, требует значительной степени внимания, поскольку изменение положения тела способствует концентрации внимания. На рабочих местах для работы и сидя, и стоя, рабочая высота ориентируется на положение стоя. Для уменьшения разницы считается, что высота сидения должна быть увеличена на 40 - 45см, это означает, что необходима еще специальная подставка для ног, которая дает дополнительное пространство для движения ног. Чтобы обеспечить использование этой возможности смены положения, необходимо следить за тем, чтобы глаза и ладони находились на одном уровне при обоих положениях, а стул был легко подвижен. Если рабочее задание создает предпосылки для работы сидя, следует позаботиться, чтобы каждый сотрудник мог безопасно работать, с минимально возможной утомляемостью и с максимально возможными удобствами. При неправильных размерах рабочего места подвергаются нагрузке особенно мышцы шеи, плечевого пояса и спины, что неправильно с точки зрения эргономики. Указанные ниже размеры такие как «рабочая высота», «высота сидения» и «пространство захвата» тесно связаны между собой и поэтому всегда должны рассматриваться вместе.

Рабочая высота - это та высота, на которой должны находиться обрабатываемые или наблюдаемые предметы труда. В положении сидя оно измеряется от поверхности сидения. Рабочая высота не идентифицируется просто с высотой стола, так как в некоторых случаях необходимо учитывать высоту приспособлений и устройств, при помощи которых выполняется работа. При этом высота стола должна выбираться соответственно ниже или, при заданной высоте стола, высота сидения должна выбираться выше. При определении рабочей высоты важную роль играет вид работ. При точных работах рабочая высота определяется, прежде всего, уровнем глаз над высотой сидения, наклоном взгляда или удаленностью зрительного восприятия. При сборочных работах или работе на станках должен быть найден компромисс между зрительными условиями и удобным положением рук (верхнее предплечье должно быть максимально вертикально опущено).

Нормальный рабочий стол должен давать работнику возможность опереть верхнюю часть тела, не наклоняясь далеко вперед. При работах более грубого характера с ярко выраженной динамикой важна свобода движения рук. Та же рабочая высота касается и машинописных работ (средняя высота клавиатуры). Высота между поверхностью стола и поверхностью сидения ограничена высотой бедер. Эффективная высота сидения – это высота от поверхности опоры для ног до поверхности сидения. В любом случае она должна быть изменяемой, так как рабочая высота (например, у станков) зачастую является неизменной. Необходимым для этого регулирования является диапазон от 38-51 см. Пространство захвата. Пространство над поверхностью стола, которое без труда можно охватить руками, ограничено индивидуальной длиной рук и называется пространством захвата. Не все зоны этого пространства одинаково удобны для манипулирования. Строение суставов обусловливает более или менее благоприятные траектории движения.

Рабочее пространство для ног. Положение опоры для ног регулируется индивидуально. Ножные переключатели, которые приводятся в движение пятками, лучше всего располагать под центром работы кистей рук. Педали, которые приводятся в движение носком ноги, лучше располагать перед человеком так чтобы пятка могла стоять на расстоянии 14-18см. перед невидимым перпендикуляром, проходящим через центр работы.

Ниже представлена эргономика рабочего места по инструкции Apple.

3.2 Требования по охране труда и правила техники безопасности

Охрана труда и техника безопасности на предприятии включают в себя комплекс мер, целью которых является обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников, занятых исполнением своих трудовых обязанностей.

Основные нормативные требования по этому направлению приведены в Трудовом кодексе. Также действует целый ряд специализированных нормативных актов отраслевого и межотраслевого характера.

Мероприятия по охране труда и ТБ направлены на предотвращение травм работников и исключение ситуаций, следствием которых может стать несчастный случай или авария. При этом на различных предприятиях требования техники безопасности и комплекс необходимых мер могут существенно различаться в связи с отраслевыми особенностями. В целом же можно выделить общие требования. Приведем основные из этих требований. Требования по созданию безопасных условий труда на рабочих местах

Охрана труда и техника безопасности на предприятии – это, прежде всего, зона ответственности работодателя и соответствующих служб организации.

Работодатель обязан разработать внутреннюю нормативную документацию, проводить инструктажи и проверки знаний в соответствии с требованиями законодательства, информировать работников обо всех обстоятельствах, от которых зависит безопасность на производстве.

Также работодатель обязан создать для работников безопасные условия труда. Для этой цели предусматривается комплекс требований:

1. использование оборудования и конструкций, соответствующих требованиям стандартов и другой нормативной документации;
2. соблюдение сроков периодических ремонтов и обслуживания оборудования;
3. соблюдение требований пожарной и [электробезопасности](https://garmcentr.ru/uslugi/obuchenie/electrobezopasnost/) при оснащении производственных и офисных помещений;
4. установка необходимых защитных приспособлений и конструкций;
5. обеспечение достаточной освещенности, вентиляции, поддержание оптимального температурного режима на рабочих местах;
6. своевременное устранение пыли и отходов производства;
7. обеспечение работников спецодеждой и спецобувью, а также другими средствами индивидуальной защиты в соответствии со спецификой производства;
8. обеспечение работников актуальными инструкциями по ТБ, наглядными материалами;
9. создание на рабочих местах и в производственных помещениях всех необходимых систем сигнализации, размещение знаков безопасности и т.д.

Требования по поддержанию безопасности на рабочих местах.

Одной из приоритетных задач охраны труда и техники безопасности является поддержание рабочих мест и производственных помещений в безопасном состоянии. Для этой цели предъявляются следующие требования:

каждый работник, независимо от должности и места работы, несет ответственность за поддержания порядка на своем рабочем месте;

1. необходимо своевременно убирать мусор и содержать рабочее место в чистоте;
2. проходы, коридоры, пути эвакуации должны оставаться свободными;
3. прокладка кабелей в пределах рабочих мест должна выполняться с соблюдением требований электробезопасности;
4. при разливе или рассыпании каких-либо веществ на рабочем месте или в производственных помещениях уборка должна быть произведена немедленно.

Требования техники безопасности к работникам предприятия

Обеспечение безопасности труда невозможно без непосредственного участия самих сотрудниками. Значительная часть аварий и несчастных случаев на производстве происходит из-за нарушений, допускаемых работниками.

Все работники, независимо от должности обязаны:

* знать особенности технологического процесса на своем рабочем месте;
* знать и соблюдать все действующие требования по безопасной эксплуатации оборудования на своем рабочем месте;
* обладать в полном объеме знаниями в рамках инструктажей по охране труда;
* носить принятую на предприятии униформу, спецодежду, использовать средства индивидуальной защиты;
* соблюдать требования техники безопасности, действующие в производственном подразделении;
* знать и соблюдать требования, которые предписываются знаками безопасности, установленным на рабочем месте;
* соблюдать требования пожарной безопасности и электробезопасности.

Заключение:

Соблюдение эргономических требований и правил техники безопасности на рабочем месте является важным аспектом организации труда. Это не только снижает риск травм и профессиональных заболеваний, но и повышает производительность и качество работы. Особое внимание следует уделять безопасности при работе с 3D-принтерами и инструментами для постобработки, а также обеспечению комфортных условий для сотрудников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка Подшипника с использованием современных технологий 3D-моделирования и прототипирования – это сложный, но крайне важный процесс, объединяющий инженерные расчеты, дизайн и практическую функциональность. В ходе проекта были последовательно выполнены все ключевые этапы: от оцифровки до параметрического моделирования в CAD-системах до финальной проверки конструкции.

Главным результатом работы стала оптимизированная 3D-модель подшипника, учитывающая все технические и эксплуатационные требования. Современные средства проектирования, такие как SolidWorks или Fusion 360, позволили не только точно воспроизвести геометрию изделия, но и провести виртуальные испытания – анализ нагрузок, проверку сборки, оценку термостойкости. Это значительно сократило время на доработки и минимизировало ошибки перед запуском в производство.

По итогам проделанной работы можно выделить, что 3Dсканирование не является сильно точной функцией. Однако при наличии опыта и умений этот результат можно превратить в точную и правильную модель, какую невозможно получить ни при каком виде обработки. Общая погрешность модели составляет 0,1 мм. При тщательном сканировании и дополнительных измерениях можно достигнуть и 4-5 квалитета. Способность сканировать сложные объекты, а позже получать из них целую модель — это, наверное, основное достоинство 3D-технологий. А основной минус — это время, затраченное на данные процессы. Поэтому аддитивные технологии — это довольно точечный метод, в котором преимущественно обрабатываются сложные детали. И когда время, затраченное на сканирование простых деталей, станет меньше, а сканы точнее, тогда и будет пиковая востребованность этой отраслью. Одним из помощников развития аддитивных технологий может стать база данных, с уже готовыми моделями по всевозможным ГОСТам, чтобы не тратить время на оцифровку модели, а просто взять её из базы. Увеличение скорости оцифровки, либо её избегание — это ключ к автоматизации аддитивных технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Документация сканера Range Vision Spectrum

Дата обращения: 24.03.2025

1. Доп. документация Geomagic Desing X

Дата обращения: 24.03.2025

1. Счетчики и показания. Свод информации об измерительных приборах и системах. <https://lemzspb.ru/razvetvitel-dlya-rozetki-kaknazyvayetsya>

Дата обращения: 28.03.2025

1. Нейросеть https://chat.deepseek.com/

Дата обращения: 14.03.2025

<https://podshipniki-optom.ru/articles/preimushestva-i-nedostatki-plastikovyh-podshipnikov>

Дата обращения: 17.03.2025

1. https://technobearing.ru/baza-znaniy/article\_post/pervaya-statya

Дата обращения: 17.03.2025

1. https://www.constanta-2.ru/podshipniki\_kachenia

Дата обращения: 17.03.2025

1. DIN 625-1 (стандарты для шарикоподшипников)

Дата обращения: 18.03.2025

1. ГОСТ 520-2011 Подшипники шариковые и роликовые Дата обращения: 18.03.2025
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Дата обращения: 16.03.2025

ПЕЧАТАТЬ!!!

Отзыв

на курсовую работу студента 3 курса

15.02.09

Миновщиков Михаил Алексеевич

Тема курсовой проекта: "Оцифровка, доработка и прототипирование детали посредством 3D-моделирования – Подшипник"

Курсовая работа представляет собой самостоятельное исследование, посвящённое актуальной теме цифрового проектирования и прототипирования механических деталей. Автор детально рассмотрел процессы оцифровки, доработки и прототипирования Подшипника, обозначил основные проблемы, возникающие при моделировании и производстве подобных изделий, а также предложил возможные пути их решения.

В первой главе автор изложил теоретические аспекты, связанные с 3D-моделированием и цифровой обработкой механических деталей, а также дал обзор существующих методов сканирования и проектирования. В работе прослеживается структурированный подход к анализу технологий и инструментов, используемых в данной области.

Во второй главе подробно описаны практические аспекты моделирования Подшипника, включая этапы его оцифровки с применением 3D-сканера, доработки модели в специализированном программном обеспечении (КОМПАС-3D) и подготовки к прототипированию. Автор демонстрирует уверенное владение инструментами цифрового проектирования, анализирует полученные результаты и обосновывает выбор применяемых методов.

В третьей главе кратко рассмотрены вопросы техники безопасности при работе с 3D-сканерами, программным обеспечением и оборудованием для прототипирования. Автор подчеркивает важность соблюдения норм охраны труда и использования средств индивидуальной защиты.

В целом, работа выполнена на достаточно высоком уровне и, при соответствующей защите может быть оценена «отлично».

Руководитель курсового проекта – Мифтахов Наиль Ильгизович