ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

Зам.директора по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Игнатьева Л.В./

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2025 г.

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

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

15.02.09 Аддитивные технологии.

ТЕМА: Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования

«Шестерня редуктора»

Работу выполнил:

студент 3 курса группы АДТ-31

Кичапин Андрей Анатольевич

Руководитель проекта:

преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович

Вольск 2025

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Содержание  Введение  Глава 1 Теоретическая часть  1.1 Описание предметной области исследования  1.2 Обоснование целесообразности проекта  1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей  Глава 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  Глава 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

Современные технологии проектирования и производства претерпевают значительные изменения благодаря цифровизации. Одним из ключевых направлений развития в области машиностроения, приборостроения и аддитивных технологий является процесс создания цифровых моделей изделий. Он включает в себя несколько важных этапов: оцифровку физического объекта, его доводку с использованием специализированного программного обеспечения и, при необходимости, изготовление физического прототипа. Эти процессы находят широкое применение в промышленности, реверс-инжиниринге, реставрации и других сферах, требующих высокой точности воспроизведения деталей.

Еще недавно аддитивные технологии не считались за серьезное направление, к ним относились как к локальному способу производства, из-за его дороговизны, сложности и малого количества людей, умеющих работать на 3D-принтерах. Однако сейчас они считаются крайне уважаемым и потенциальным направлением в области машиностроении. Обучение 3D-технологиям активно проводится различными образовательными учреждениями, и каждый год выпускается огромное количество специалистов, готовых дальше развивать это направление.

Одним из наиболее перспективных и востребованных на момент написания работы направлений в области аддитивных технологий является реверс-инжиниринг (обратное проектирование). Реверс-инжиниринг – процесс анализа и понимания работы существующего продукта, системы или технологии с целью воссоздания его работы, улучшения или замены Основным оборудованием в 3D-сканировании, соответственно, является сами сканеры. В свою же очередь сканеры делятся на ручные и стационарные.

Стационарные работают быстро и подходят для промышленного производства, однако в нем все делать программа, достаточно просто поставить подготовленный объект сканирования на поворотный стол и настроить программу.

В нашем распоряжении будут стационарные сканер Range Vision Spectrum.

Быстрая передача данных USB 3.0. Из стационарных присутствуют сканеры Range Vision Spectrum. Хороший сканер с хорошим качеством и простой использования. Просто хороший сканер, работающий автоматически и использующий поворотный столик, чтобы просканировать все грани объекта.

Объектом исследования будет ступенчатый вал. Целью является сканирование вала, обработка полученного скана, далее создание собственной 3D-модели, и, так как объект является техническим, его чертеж. Для обработки скана будет использоваться программа Geomagic Desing X, так как это лучшая программа для обработки отсканированных модель, из-за большого разнообразия инструментов, в особенности для работы с полигонами, однако не очень хорошо подходящая для технически точным объектов, поэтому очень важно будет получить хороший скан. А для создания модели и чертежа программа Компас3D, так как эта программа великолепно работает, если требуется построить технически точную деталь, к тому же позволяет автоматически создать чертеж. Из-за такого выбора программ контраст разницы скана и редактируемой модели будет виден лучше всего.

В данной курсовом проекте рассматривается процесс создания цифровой модели вала-шестерни, начиная от его оцифровки с помощью 3D-сканера Range Vision Spectrum и заканчивая получением готовой цифровой модели в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Данная тема является актуальной, так как вал-шестерня представляет собой одну из наиболее распространенных механических деталей, применяемых в передаточных механизмах, редукторах, двигателях и прочих технических системах.

Актуальность темы

Развитие цифровых технологий проектирования обусловлено рядом факторов. Прежде всего, традиционные методы измерения и проектирования уступают место 3D-сканированию, которое обеспечивает более высокую точность, минимизирует ошибки и ускоряет процессы проектирования. Оцифрованные модели деталей могут быть использованы не только для их воспроизведения, но и для оптимизации конструкции, тестирования на виртуальных стендах, а также для последующего производства с использованием аддитивных технологий.

Кроме того, процесс оцифровки и моделирования позволяет решить ряд задач, связанных с импортозамещением. В условиях, когда многие детали и узлы больше не производятся или имеют сложные логистические ограничения, возможность их воспроизведения с помощью 3D-сканирования становится особенно востребованной.

Цель и задачи курсового проекта

Целью данной работы является разработка цифровой модели детали «шестерня редуктора» путем её оцифровки, доводки и подготовки к возможному прототипированию.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Провести анализ предметной области, выявить наиболее эффективные технологии оцифровки и создания цифровых моделей.

2. Изучить методы и инструменты обработки 3D-сканированных данных, включая программное обеспечение Range Vision ScanCenter и КОМПАС-3D.

3. Осуществить процесс сканирования детали с использованием 3D-сканера Range Vision Spectrum, выявить возможные погрешности и способы их устранения.

4. Провести корректировку и доводку полученной цифровой модели в системе автоматизированного проектирования.

5. Оценить возможности практического применения полученной модели, включая её использование в производстве или анализе работоспособности.

6. Рассмотреть аспекты охраны труда при работе с 3D-сканерами, компьютерными системами моделирования и аддитивными технологиями.

Объект и предмет исследования

Объект исследования – методы создания и корректировка компьютерных моделей.

Предмет исследования – применение 3D-сканирования и последующей обработки данных для создания цифровой модели шестерни редуктора.

Методы исследования

В ходе выполнения работы используются следующие методы:

Практическое применение 3D-сканирования – процесс получения облака точек и его последующая обработка.

Анализ программного обеспечения – изучение функциональных возможностей Range Vision ScanCenter и КОМПАС-3D.

Методы цифрового моделирования – корректировка, доработка и адаптация модели для различных видов использования.

Существуют различные методы решения задач. В работе буду использованы метод анализа, метод сравнения и метод измерения. Структура работы включает в себя введение, теоретическую часть, практическую часть, охрану труда и технику безопасности, заключение, список источников и литературы.

Деталью исследования вал шестерня. В этом стандарте «вал» — термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

Для валов-шестерен применяются различные ГОСТы, в зависимости от их конструкции, размеров, материалов и методов обработки. Вот основные:

1. Стандарты на зубчатые зацепления

ГОСТ 1643-81 – Основные нормы взаимозаменяемости зубчатых цилиндрических колес (модули 1–15).

ГОСТ 592-81 – Основные параметры эвольвентного зацепления цилиндрических зубчатых колес.

ГОСТ 21354-87 – Цилиндрические передачи с прямыми и косыми зубьями. Основные параметры.

2. Стандарты на посадки и шпоночные соединения

ГОСТ 23360-78 – Валы и ступицы. Шпоночные соединения. Размеры.

ГОСТ 24643-81 – Валы и ступицы. Шлицевые соединения. Основные размеры.

ГОСТ 1139-80 – Шпоночные соединения. Размеры и допуски.

3. Стандарты на материалы и термообработку

ГОСТ 4543-2016 – Стали конструкционные легированные. Марки.

ГОСТ 19265-73 – Стали для зубчатых колес. Технические условия.

ГОСТ 8479-70 – Термообработка зубчатых колес и валов

Если шестерня редуктора имеет особые требования (например, используется в турбинах или других механизмах) могут понадобиться дополнительные ГОСТы.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание предметной области исследования

Современный этап развития инженерных технологий и производственных процессов характеризуется неуклонным ростом потребности в высокоточном проектировании, автоматизированных методах производства и цифровых решениях, позволяющих значительно повысить эффективность работы предприятий. В условиях стремительной индустриализации, глобальной цифровизации, а также постоянного совершенствования методов обработки материалов, инженерные и технологические компании всё чаще делают ставку на цифровые методы моделирования, которые в настоящее время стали неотъемлемой частью не только конструкторско-технологического проектирования, но и всего жизненного цикла изделия.

Применение цифровых методов моделирования играет ключевую роль в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, автомобилестроение, аэрокосмическую отрасль, судостроение и многие другие. Данные методы позволяют не только существенно повысить точность геометрических параметров деталей, но и сократить временные затраты на разработку, минимизировать ошибки, возникающие в ходе проектирования, а также оптимизировать производственные процессы. Использование современных программных комплексов для 3D-моделирования позволяет инженерам создавать детализированные цифровые копии будущих изделий, что особенно важно на этапах прототипирования, тестирования и подготовки к серийному производству.

Одним из наиболее передовых и востребованных направлений в области современного цифрового производства является аддитивное производство, более известное как технология 3D-печати. Этот инновационный метод построения трехмерных объектов основывается на послойном добавлении материала, что позволяет создавать детали сложной геометрической формы, изготовление которых традиционными методами (такими как литьё, фрезеровка, токарная обработка и штамповка) было бы затруднительным или вовсе невозможным. Основным преимуществом аддитивных технологий является их гибкость: процесс производства может быть легко адаптирован под индивидуальные потребности, а изменения в конструкцию изделия можно вносить уже на этапе цифрового проектирования, не прибегая к дорогостоящей доработке физического прототипа.

Однако применение аддитивных технологий, равно как и других передовых методов цифрового проектирования, невозможно без этапа оцифровки физических объектов. Оцифровка – это процесс перевода реального объекта в цифровую трехмерную модель, позволяющий не только создать точную копию изделия, но и впоследствии модифицировать, оптимизировать или интегрировать его в состав сложных механических систем.

Методика оцифровки деталей нашла широкое применение в следующих областях:

Разработка и модернизация промышленных изделий – создание цифровых моделей новых деталей и узлов перед их изготовлением.

Обратное проектирование (Reverse Engineering) – восстановление чертежной документации и параметров уже существующих изделий, для которых отсутствуют исходные конструкторские данные.

Контроль качества на производстве – проверка соответствия изготовленной детали проектной документации с помощью сравнения отсканированной модели с цифровым эталоном.

Реставрация и ремонт оборудования – создание цифровых копий изношенных или поврежденных деталей с целью последующего воспроизведения их в исходном виде.

В данном проекте подробно рассматривается процесс оцифровки и цифрового моделирования детали «вал-шестерня». Валы-шестерни являются важнейшими элементами множества промышленных механизмов и силовых агрегатов, включая:

Редукторы – механизмы, обеспечивающие передачу крутящего момента с изменением скорости вращения и передаточного числа.

Трансмиссии – узлы, предназначенные для передачи вращательного движения и распределения мощности между элементами машины или механизма.

Приводы различных типов – системы, в которых передача вращательного движения невозможна без точных и надежных зубчатых соединений.

Функциональная значимость и конструктивные особенности вала-шестерни предопределяют строгие требования к его проектированию и производству. Критически важными параметрами данной детали являются:

Высокая точность геометрических характеристик – малейшие отклонения могут привести к нарушению работы механизма, увеличенному износу и снижению КПД.

Прочность и долговечность –шестерня редуктора должна выдерживать значительные механические нагрузки и воздействие высоких крутящих моментов.

Минимальные допуски на обработку – обеспечение высокой степени точности при производстве критически важно для долговременной и безаварийной работы деталей.

Процесс оцифровки шестерни редуктора в рамках данной работы осуществляется с применением 3D-сканера Range Vision Spectrum – высокоточного специализированного устройства, предназначенного для создания цифровых копий физических объектов. Применение современных технологий 3D-сканирования позволяет значительно ускорить процесс получения цифровой модели изделия, исключая необходимость проведения длительных и трудоемких ручных измерений с использованием традиционных инструментов, таких как штангенциркуль или микрометр.

Полученная в ходе сканирования цифровая модель проходит ряд важных этапов обработки и доводки, выполняемых в специализированных программных средах, таких как КОМПАС-3D. Этот процесс включает в себя:

Корректировку формы – устранение возможных дефектов, погрешностей и артефактов, возникших в ходе сканирования.

Дополнительную детализацию модели – уточнение мелких элементов, контроль за соответствием реальным размерам.

Оптимизацию конструкции – внесение инженерных изменений в зависимости от требований к прочностным и эксплуатационным характеристикам.

Подготовку к дальнейшему производству – формирование цифровой модели, пригодной для дальнейшего изготовления методом аддитивного производства или традиционной механической обработки.

Таким образом, комплексный подход к процессу оцифровки, цифрового моделирования и дальнейшего проектирования деталей позволяет обеспечить высокую точность, повысить производственную эффективность и минимизировать вероятность ошибок. Современные технологии, используемые в данной работе, позволяют не только создать цифровую копию вала-шестерни, но и провести всесторонний анализ её характеристик, что в дальнейшем может способствовать оптимизации конструкции и улучшению эксплуатационных свойств изделия.

1.2 Обоснование целесообразности проекта

Современные тенденции в области промышленного производства, проектирования и инженерного моделирования демонстрируют неуклонный рост востребованности цифровых технологий, что обусловлено их многочисленными преимуществами перед традиционными методами разработки и обработки изделий. В условиях стремительного технологического прогресса, повышения требований к качеству и точности продукции, а также необходимости сокращения производственных затрат, применение цифровых методов становится не только желательной, но и критически важной составляющей эффективного и конкурентоспособного производства.

Одним из наиболее значимых направлений цифровизации в сфере машиностроения и промышленного проектирования является оцифровка изделий и создание их трехмерных цифровых моделей. Этот процесс обеспечивает широкий спектр преимуществ, позволяя значительно оптимизировать этапы проектирования, повысить точность изготовления, минимизировать риски возникновения ошибок, а также существенно сократить временные и материальные затраты, связанные с разработкой и производством изделий.

Преимущества применения 3D-сканирования в проектировании

Одним из ключевых преимуществ метода 3D-сканирования является высочайшая точность измерений, недостижимая при использовании традиционных методов замера, таких как штангенциркули, микрометры и координатно-измерительные машины. В отличие от ручных измерительных инструментов, подверженных влиянию человеческого фактора, цифровые методы позволяют получать детализированные геометрические данные, полностью исключая вероятность субъективных ошибок и обеспечивая предельно точное соответствие реального изделия его цифровому аналогу.

Этот аспект играет особенно важную роль при работе с изделиями, обладающими сложной геометрией и множеством мелких конструктивных элементов, где традиционные методы измерения могут оказаться недостаточно эффективными или вовсе неприменимыми. Использование 3D-сканирования позволяет с высокой точностью фиксировать мельчайшие конструктивные особенности детали, что критически важно при создании моделей, предназначенных для дальнейшего воспроизведения или интеграции в механизмы и узлы различного назначения.

Гибкость и удобство цифрового моделирования

Еще одним важным преимуществом цифровых моделей является возможность оперативного внесения изменений, что значительно упрощает процесс адаптации изделия под изменяющиеся условия эксплуатации. В отличие от традиционных физических прототипов, которые требуют длительных и трудно затратных модификаций, трехмерные цифровые модели могут быть скорректированы буквально за считанные минуты. Это делает данный подход гораздо более гибким, адаптивным и экономически оправданным, особенно в условиях производства, где необходимо частое внесение изменений в конструкцию деталей или адаптация их параметров под новые технические требования.

Цифровая модель может быть многократно редактирована, протестирована и оптимизирована, не требуя изготовления физических образцов, что в свою очередь сокращает затраты на материалы, снижает количество отходов и увеличивает скорость проектирования. Более того, возможность работы с цифровыми моделями в специализированных программных средах (таких как КОМПАС-3D, SolidWorks, AutoCAD) позволяет проводить детальный анализ конструкции, включая расчет механических нагрузок, симуляцию рабочих условий и тестирование изделия без необходимости его реального производства.

Архивирование и повторное использование моделей

Еще одним существенным преимуществом цифровых моделей является возможность их архивирования и последующего многократного использования. Это особенно актуально в серийном и массовом производстве, где требуется стандартизация деталей и высокая степень их повторяемости. Наличие готовой цифровой модели позволяет:

1. Быстро воспроизводить деталь без необходимости повторного сканирования или проектирования с нуля.
2. Оперативно вносить изменения в конструкцию без значительных временных затрат.
3. Сохранять цифровую документацию, что облегчает процесс сертификации и контроля качества на всех этапах производства.

Благодаря этому подходу, предприятия могут минимизировать временные и финансовые издержки, а также гарантировать стабильное качество выпускаемой продукции на протяжении всего жизненного цикла изделия.

Автоматизация и интеграция с передовыми технологиями производства

Использование цифровых моделей открывает широкие возможности для дальнейшей автоматизации производственных процессов. Интеграция полученных данных с станками с числовым программным управлением (ЧПУ) и 3D-принтерами позволяет:

1. Сократить время производства деталей, поскольку программное обеспечение для ЧПУ или 3D-принтера может автоматически использовать данные из цифровой модели.
2. Повысить точность изготовления, исключая влияние человеческого фактора.
3. Обеспечить более стабильные и предсказуемые результаты, что критически важно в серийном производстве.

Аддитивные технологии, использующие цифровые модели, позволяют изготавливать сложные детали без необходимости дорогостоящей оснастки и длительных производственных циклов. Это делает процесс производства более быстрым, точным и экономически эффективным.

Вывод о целесообразности проекта

Таким образом, проектирование, оцифровка и последующее цифровое моделирование детали «шестерня редуктогра» представляет собой не только актуальную инженерную задачу, но и важный элемент современного подхода к разработке и производству механических узлов. Использование передовых цифровых технологий позволяет:

Значительно повысить качество конечных изделий за счет высокой точности измерений и проектирования.

Существенно сократить временные и финансовые затраты на разработку и изготовление деталей.

Обеспечить гибкость и удобство внесения изменений в конструкцию без необходимости повторного физического производства прототипов.

Создавать архив цифровых моделей, упрощая процесс серийного производства и сокращая время на разработку аналогичных деталей в будущем.

Автоматизировать процесс производства, минимизируя зависимость от человеческого фактора и повышая эффективность работы предприятия.

Таким образом, применение цифровых технологий проектирования, моделирования и производства на примере детали «вал-шестерня» позволяет достичь высокого уровня точности, надежности и оптимизации всех этапов работы, что делает данный метод наиболее перспективным и востребованным в современных условиях промышленного производства.

1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей  
  
Процесс создания цифровых моделей представляет собой сложную, многоэтапную технологическую процедуру, включающую в себя ряд ключевых этапов, каждый из которых играет важнейшую роль в формировании качественной, точной и пригодной для дальнейшего использования цифровой модели изделия. Современные методы 3D-моделирования, в частности оцифровка физических объектов с последующей обработкой данных, позволяют с высокой степенью детализации воспроизводить реальные изделия в цифровом формате, обеспечивая возможность их дальнейшего проектирования, анализа, модификации и производства. Применение подобных технологий значительно упрощает процесс разработки деталей, минимизирует вероятность ошибок, возникающих при ручном проектировании, и позволяет адаптировать модель под различные условия эксплуатации. В основе создания цифровых моделей лежит последовательность технологических операций, каждая из которых имеет свои особенности, цели и задачи.

Основные этапы процесса создания и корректировки цифровых моделей:

1. Оцифровка объекта: первичный этап создания цифровой модели Первый и один из наиболее значимых этапов в процессе формирования цифровой модели – это оцифровка физического объекта. Данный этап заключается в создании детализированного трехмерного представления реального изделия с помощью специализированного оборудования. В рамках данной работы используется 3D-сканер Range Vision Spectrum – высокоточное устройство, предназначенное для бесконтактного сканирования различных объектов с целью получения их цифровой копии. Применение такого оборудования позволяет: максимально точно фиксировать форму и геометрию детали, исключая погрешности, которые могут возникнуть при ручных методах измерения. Автоматизировать процесс сбора геометрических данных, что значительно ускоряет процедуру создания цифровых моделей. Создавать цифровую модель с высокой степенью детализации, обеспечивая точное соответствие реальному объекту. В процессе сканирования формируется облако точек – массив координатных данных, которые в дальнейшем используются для построения полноценной 3D-модели.

2. Обработка облака точек: подготовка данных для последующего моделирования После завершения 3D-сканирования полученные данные представляют собой облако точек, включающее в себя координаты множества точек, соответствующих поверхности объекта. Однако на данном этапе массив данных еще не является полноценной цифровой моделью – он требует обработки, очистки и оптимизации. На этом этапе выполняются следующие процедуры: Фильтрация данных – удаление лишних или ошибочных точек, возникающих из-за помех в процессе сканирования. Выравнивание и совмещение сканов – если деталь сканировалась с разных ракурсов, то выполняется совмещение всех полученных данных в единую модель. Удаление шумов и исправление артефактов, возникающих при сканировании сложных поверхностей. Генерация полигональной сетки, которая позволяет преобразовать облако точек в более удобный для работы формат. Данный процесс проводится в специализированных программных комплексах, таких как RangeVision ScanCenter или другие CAD-системы, предназначенные для работы с трехмерными данными.

3. Создание твердотельной модели: формирование полноценной 3D-модели детали После обработки облака точек выполняется построение геометрической модели детали. На этом этапе происходит преобразование полигональной сетки в твердотельную модель, которая уже может использоваться для дальнейшего проектирования, анализа и производства. Формирование твердотельной модели включает в себя: Оптимизацию формы детали, если при сканировании возникли геометрические искажения. Создание полноценных объемных поверхностей, соответствующих реальному изделию. Коррекцию структуры модели с целью подготовки ее к дальнейшей обработке. Полученная трехмерная модель может быть использована для дальнейших инженерных расчетов, тестирования прочностных характеристик, анализа на соответствие требованиям и подготовки к производственному процессу.

4. Корректировка и доработка модели: финальная оптимизация и внесение изменений. На данном этапе проводится финальная доработка цифровой модели в специализированном программном обеспечении. В данной работе используется КОМПАС-3D, который позволяет проводить глубокую обработку модели с возможностью внесения конструктивных изменений. В процессе корректировки могут выполняться следующие операции: Изменение геометрии изделия для соответствия заданным параметрам. Сглаживание поверхностей с целью устранения дефектов, полученных при обработке облака точек. Добавление или удаление конструктивных элементов, необходимых для адаптации детали под конкретные условия эксплуатации. Использование параметрического моделирования для автоматизации проектирования. Этот этап позволяет привести цифровую модель к финальному виду, который полностью соответствует требованиям, предъявляемым к рассматриваемой детали.

5. Экспорт и подготовка цифровой модели к дальнейшему использованию. После завершения всех этапов обработки и корректировки цифровая модель готовится к дальнейшему использованию, в зависимости от поставленных задач. Это может включать: Экспорт модели в различные форматы (STL, STEP, IGES, OBJ) в зависимости от метода производства. Подготовку модели для 3D-печати – проверку на герметичность, устранение возможных проблем с сеткой и оптимизацию геометрии под особенности технологии аддитивного производства. Создание управляющих программ для станков с ЧПУ, если модель предназначена для механической обработки. Интеграцию модели в систему автоматизированного проектирования, что позволяет использовать ее для дальнейшего проектирования и сборки сложных механизмов. Применение цифровых моделей значительно повышает эффективность производственного процесса, поскольку позволяет сократить время на разработку, минимизировать количество ошибок и повысить точность изготовления конечного изделия.

Процесс создания цифровой модели изделия – это многоэтапный и высокотехнологичный процесс, включающий оцифровку объекта, обработку полученных данных, построение 3D-модели, корректировку и подготовку к производству. Использование цифровых технологий в данном процессе позволяет: максимально точно воссоздать физическую деталь в цифровом формате. Оперативно вносить изменения и корректировки в конструкцию изделия. Готовить цифровую модель для различных типов производства, включая 3D-печать и ЧПУ-обработку. Сократить временные и материальные затраты на проектирование и изготовление. Таким образом, применение технологий цифрового моделирования позволяет повысить точность, качество и эффективность процесса производства деталей, что делает данный метод незаменимым в современных инженерных и производственных процессах.

ГЛАВА 3. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ   
3.1 Эргономические требования к рабочему месту

Организация рабочего места оператора 3D-сканера и конструктора, занимающегося цифровым моделированием, представляет собой важнейший аспект, влияющий на эффективность работы, уровень производительности, комфорт и безопасность специалиста.

В процессе работы с 3D-сканером, а также при проектировании и обработке цифровых моделей в специализированном программном обеспечении, оператор проводит значительное количество времени за компьютером. Длительное нахождение в статичной позе, постоянное визуальное напряжение и высокая концентрация внимания требуют создания оптимальных условий труда, соответствующих современным эргономическим стандартам.

Правильная организация рабочего пространства позволяет:

1. Снизить утомляемость и физическое напряжение, возникающее при длительной работе за компьютером.
2. Минимизировать риск развития профессиональных заболеваний, связанных с нарушением осанки, зрительным перенапряжением и синдромом запястного канала.
3. Повысить точность работы, обеспечивая удобный доступ к оборудованию и инструментам.
4. Оптимизировать производственный процесс, снижая количество ошибок, вызванных дискомфортом и неудобством рабочего места.
5. Организация рабочего места должна учитывать ряд ключевых факторов, влияющих на безопасность и эргономику труда

Основные факторы, влияющие на комфорт и безопасность работы:

1. Освещение: обеспечение комфортных условий для зрения

Освещение играет решающую роль в организации рабочего пространства оператора 3D-сканера и конструктора. Неадекватное освещение может привести к быстрой утомляемости глаз, головным болям, снижению концентрации и ухудшению общего самочувствия.

Для обеспечения комфортных условий освещенность должна соответствовать следующим требованиям:

Достаточный уровень яркости – рабочая зона должна быть хорошо освещена, но без чрезмерной интенсивности, вызывающей раздражение глаз.

Равномерное распределение света – отсутствие резких теней и перепадов освещенности, которые могут затруднить работу с 3D-сканером.

Исключение бликов – источники света не должны создавать бликов на мониторе компьютера или поверхности сканируемого объекта, так как это может затруднить работу и привести к визуальному напряжению.

Предпочтение естественному освещению – при наличии окон необходимо правильно регулировать поступление дневного света с помощью штор или жалюзи.

Для достижения оптимального уровня освещенности рекомендуется использовать светодиодные лампы с нейтральной цветовой температурой (4000-5000 К), обеспечивающие естественное восприятие цветов и снижение нагрузки на зрение.

2. Рабочий стол: удобное расположение оборудования и инструментов

Рабочий стол должен быть достаточно просторным, чтобы на нем можно было разместить все необходимое оборудование, включая:

Компьютер с монитором и периферийными устройствами.

3D-сканер и его комплектующие (калибровочные мишени, подставки и т. д.).

Графический планшет или дополнительные устройства ввода (если используются в процессе моделирования).

Ключевые требования к рабочему столу:

Достаточная площадь поверхности, позволяющая разместить все необходимые инструменты без ощущения загроможденности.

Оптимальная высота (около 75 см), обеспечивающая удобную посадку и отсутствие излишнего наклона корпуса во время работы.

Пространство для ног, позволяющее свободно располагать ноги без дискомфорта.

Устойчивость и прочность, особенно если на столе размещается тяжелое оборудование.

Важно, чтобы стол позволял свободный доступ ко всем инструментам без необходимости чрезмерного наклона или вытягивания рук, что снижает напряжение в плечах и спине.

3. Монитор и периферия: снижение зрительного напряжения и обеспечение удобства работы

Монитор компьютера является основным инструментом работы конструктора, поэтому его расположение должно быть оптимально выверено с точки зрения эргономики.

Основные требования к расположению монитора:

Высота экрана должна быть на уровне глаз – верхний край дисплея должен находиться на уровне глаз пользователя, чтобы не приходилось поднимать или опускать голову.

Оптимальное расстояние – экран должен находиться на расстоянии 50-70 см от глаз, что снижает нагрузку на зрение.

Угол наклона – небольшой наклон экрана (15-20 градусов) помогает уменьшить блики и улучшает восприятие изображения.

Высокое разрешение экрана – предпочтительно использовать мониторы с разрешением не менее 1920x1080 (Full HD) или выше для четкого отображения деталей модели.

К периферийным устройствам также предъявляются требования:

Клавиатура и мышь должны быть расположены на комфортной высоте, чтобы не вызывать перенапряжения кистей рук.

Рекомендуется использовать эргономичную мышь, снижающую нагрузку на запястье.

Для профессиональной работы с 3D-моделями может использоваться графический планшет, который также должен быть размещен на удобном уровне.

4. Кресло: минимизация нагрузки на позвоночник и комфорт при длительной работе

Выбор правильного рабочего кресла играет ключевую роль в сохранении здоровья позвоночника и предотвращении дискомфорта при длительной работе за компьютером.

Основные требования к креслу:

Регулировка высоты – позволяет адаптировать положение сиденья к росту пользователя и высоте стола.

Поддержка поясницы – наличие эргономичной спинки, повторяющей естественные изгибы позвоночника, помогает снизить нагрузку на поясничный отдел.

Наличие подлокотников – снижает нагрузку на плечи и предплечья.

Мягкое сиденье с возможностью регулировки наклона – предотвращает онемение и усталость ног.

Оптимальным вариантом является офисное кресло с возможностью регулировки наклона спинки, высоты сиденья и уровня подлокотников.

5. Организация пространства: удобное расположение всех элементов рабочего места

Грамотная организация рабочего пространства способствует повышению продуктивности и снижению физического напряжения.

Основные принципы эргономичного расположения оборудования:

Все инструменты должны находиться в пределах легкой досягаемости – оператор не должен тянуться или наклоняться, чтобы взять нужный предмет.

Размещение оборудования на оптимальной высоте – чтобы исключить лишние движения, приводящие к быстрой усталости.

Соблюдение порядка на рабочем столе – отсутствие лишних предметов помогает сосредоточиться на процессе работы.

Минимизация шумового фона – при наличии работающих механизмов или вентиляторов рекомендуется использование шумопоглощающих элементов.

Организация рабочего места оператора 3D-сканера и конструктора, занимающегося цифровым моделированием, требует грамотного подхода к эргономике и безопасности.

Правильно подобранное освещение, удобное расположение монитора, эргономичный стол и кресло, а также рациональное размещение оборудования позволяют:

Повысить комфорт работы и снизить утомляемость.

Минимизировать риск возникновения профессиональных заболеваний.  
  
3.2 Требования по охране труда и правила техники безопасности

Работа с 3D-сканером и процесс цифрового моделирования требуют повышенного внимания к вопросам безопасности, поскольку они связаны с использованием сложного оборудования, электрических приборов, а также продолжительной работой за компьютером. Несоблюдение правил охраны труда может привести к поломке техники, ухудшению здоровья оператора и снижению качества работы.

Основные опасности при работе с 3D-сканером и цифровыми моделями включают:

1. Электротехнические риски (возможность поражения током при неправильной эксплуатации оборудования).
2. Оптическое излучение (при использовании лазерных или светодиодных 3D-сканеров).
3. Механические повреждения (падение оборудования, неосторожное обращение с тяжелыми деталями).
4. Проблемы со зрением (из-за длительной работы за монитором, воздействия яркого света сканера).
5. Нарушение осанки и переутомление (из-за неподвижного положения при работе).

В связи с этим необходимо строго соблюдать меры безопасности, направленные на защиту здоровья оператора и сохранность оборудования.

Основные требования по охране труда при работе с 3D-сканером

1. Контроль за оборудованием: исключение аварийных ситуаций

Оператор не должен оставлять 3D-сканер без присмотра во время его работы.

В случае обнаружения сбоев, перегрева или странных звуков в работе устройства его необходимо немедленно отключить и провести диагностику.

Запрещается самостоятельно разбирать оборудование без наличия соответствующих инструкций и квалификации.

2. Безопасность рабочего пространства: предотвращение постороннего вмешательства

Рабочая зона 3D-сканера должна быть очищена от посторонних предметов, чтобы избежать их попадания в область сканирования.

Не допускается нахождение посторонних людей вблизи сканера во время его работы, особенно если используется лазерная технология сканирования, которая может повлиять на зрение.

Важно обеспечить устойчивое расположение оборудования, чтобы предотвратить его случайное падение.

3. Проверка исправности соединений и кабелей

Перед началом работы необходимо проверить целостность всех кабелей и соединений.

Провода не должны находиться под ногами оператора или проходить в местах, где их можно случайно зацепить.

Не допускается самостоятельный ремонт поврежденных кабелей – в случае неисправности необходимо заменить их на новые.

4. Соблюдение правил электробезопасности

3D-сканер и компьютерное оборудование должны быть подключены только к исправным розеткам с заземлением.

Запрещается включать оборудование влажными руками, а также использовать 3D-сканер вблизи жидкостей.

В случае короткого замыкания или запаха гари необходимо немедленно отключить оборудование от сети и обратиться к специалисту.

5. Защита зрения и профилактика усталости

3D-сканеры с лазерными или светодиодными источниками света могут оказывать негативное влияние на глаза, поэтому не следует смотреть прямо в источник излучения во время работы устройства.

Для снижения нагрузки на зрение рекомендуется использовать специальные защитные очки (при работе с мощными лазерными сканерами).

Важно регулярно делать перерывы – каждые 40–60 минут отводить 5–10 минут на отдых, чтобы снизить зрительное напряжение и размяться.

6. Профилактика переутомления и нарушений осанки

Работа за компьютером должна сопровождаться периодическими разминками для предотвращения затекания мышц и проблем с позвоночником.

Рабочее место должно соответствовать эргономическим требованиям – кресло с поддержкой поясницы, правильное расположение монитора и клавиатуры.

Для снижения нагрузки на кисти рук рекомендуется использование эргономичной мыши и клавиатуры.

Соблюдение требований охраны труда и техники безопасности при работе с 3D-сканером и цифровыми моделями не только снижает риск травм и выхода оборудования из строя, но и помогает сохранить здоровье оператора, повысить его работоспособность и улучшить качество выполнения задач.

Систематическое следование этим правилам позволяет:

Избежать аварийных ситуаций и повреждения техники.

Снизить нагрузку на зрение и опорно-двигательный аппарат.

Обеспечить комфортную и безопасную рабочую среду.

Таким образом, грамотный подход к организации труда при работе с 3D-сканером способствует эффективному выполнению задач и улучшению условий работы оператора.

Заключение:

В ходе выполнения курсового проекта была проведена комплексная работа по оцифровке, доработке и прототипированию детали – "шестерня редуктора". Для реализации проекта использовались современные методы 3D-моделирования в КОМПАС-3D, что позволило создать точную цифровую копию данной детали и адаптировать её к требованиям производства.

На основе разработанной модели была выполнена её оптимизация с учётом конструктивных особенностей и технологичности изготовления. Дальнейшее прототипирование позволило проверить соответствие модели эксплуатационным требованиям, что подтвердило корректность выбранных проектных решений.

Таким образом, проделанная работа продемонстрировала значимость цифрового проектирования в создании и модернизации деталей редуктора. Итоговые результаты показали, что цифровизация процессов разработки способствует повышению точности, снижению производственных затрат и ускорению проектирования новых изделий.

Список литературы

ГОСТы:

1. ГОСТ 2.102-2013 – Виды и комплектность конструкторских документов.

2. ГОСТ 2.109-73 – Основные требования к чертежам.

3. ГОСТ 2.052-2006 – Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия.

4. ГОСТ 2.053-2013 – ЕСКД. Электронные документы.

5. ГОСТ 2.701-2008 – ЕСКД. Правила выполнения объемных моделей изделий.

6. ГОСТ Р ИСО 10303 – Стандарт STEP (форматы обмена CAD-моделями).

7. ГОСТ 2.305-2008 – Изображения – виды, разрезы, сечения.

8. ГОСТ 2.307-2011 – Нанесение размеров и предельных отклонений.

9. ГОСТ 2.315-2008 – Обозначения шероховатости поверхности.

10. ГОСТ 2.313-82 – Обозначение неразъемных соединений.

Книги и учебные пособия:

11. В. А. Павлов «Основы автоматизированного проектирования в машиностроении» – описание методик цифрового проектирования.

12. Ю. И. Кулагин «3D моделирование и инженерная графика» – основы работы с 3D моделями.

13. А. С. Лебедев «Методы проектирования и прототипирования деталей» – применение 3D-моделирования в инженерии.

14. С. А. Щербаков «Практикум по KOMPAS-3D» – работа с программой КОМПАС-3D.

Статьи и дополнительные материалы:

15. Журнал «Аддитивные технологии» – статьи по 3D-печати и прототипированию.

16. Методические указания по 3D-моделированию и прототипированию (университетские материалы).

17. Сайт www.cadcamcae.ru – новости и статьи по CAD-системам.