ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Оцифровка, доводка и создание прототипа детали посредством 3D моделирования

«Кронштейн»

КП01 15.02.09.00.31.19 ПЗ

МДК.01.02. Методы создания и корректировки компьютерных моделей

ПМ.01 Создание и корректировка компьютерной модели

Специальность 15.02.09 Аддитивные технологии.

|  |
| --- |
| Выполнила:  Студентка 3 курса группы АДТ-31  Шеина Екатерина Васильевна  Руководитель проекта: преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович |

Вольск 2025

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | |  |
|  | |  |
| ВВЕДЕНИЕ  ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ |  |  |
| 1.1 Описание предметной области исследования | 9 |
| 1.2 Обоснование целесообразности | 10 |
| 1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей | 11 |
| ГЛАВА 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ |  |
| 2.1 Описание изделия оцифровки | 14 |
| 2.2 Процесс оцифровки | 14 |
|  |
| 2.2.1 Сканирование | 15 |
| 2.2.2 Моделирование | 17 |
| 2.2.3 Практическое применение изделия | 19 |
| ГЛАВА 3 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ |  |
| 3.1 Эргономические требования к рабочему месту | 20 |
| 3.2 Требования по охране труда и правила техники безопасности | 21 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ  СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ  Приложение |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | |  |

ВЕДЕНИЕ

Современное состояние темы, связанной с оцифровкой, доводкой и созданием прототипа детали посредством 3D-моделирования, характеризуется следующими аспектами:

* Высокая степень автоматизации и цифровизации: Современные технологии, такие как CAD (Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing) и CAE (Computer-Aided Engineering), позволяют эффективно оцифровывать, проектировать и оптимизировать детали, включая кронштейны. Использование 3D-сканирования и реверс-инжиниринга упрощает процесс оцифровки существующих объектов.
* Развитие аддитивных технологий: 3D-печать (например, FDM, SLA, SLS) активно используется для создания прототипов, что значительно ускоряет процесс разработки и тестирования. Это позволяет быстро вносить изменения в конструкцию и минимизировать затраты на производство.
* Интеграция с цифровыми двойниками: Современные подходы включают создание цифровых двойников деталей, что позволяет проводить виртуальные испытания и оптимизацию до начала физического производства.
* Теоретическая изученность: Теоретические основы 3D-моделирования, оцифровки и прототипирования хорошо разработаны. Существует множество исследований, посвященных методам оптимизации геометрии, выбору материалов и технологий производства. Однако, в зависимости от конкретной задачи (например, кронштейна), могут оставаться вопросы, связанные с уникальными условиями эксплуатации, требованиями к прочности, весом и другими параметрами.
* Практические вызовы: несмотря на высокую изученность, остаются проблемы, связанные с точностью оцифровки сложных геометрий, выбором оптимальных параметров для 3D-печати и постобработки, а также интеграцией новых материалов.

Таким образом, тема является актуальной и хорошо изученной на теоретическом уровне, но требует дальнейшего развития в области практического применения, особенно для специализированных задач.

Одной из ключевых деталей, широко используемых в различных отраслях промышленности, является кронштейн. Кронштейны выполняют важную функцию в конструкциях, обеспечивая крепление и поддержку различных элементов, и их проектирование требует высокой точности и учета множества факторов, таких как прочность, вес, материал и условия эксплуатации.

В соответствии с ГОСТ 1153-2019, кронштейн — это устройство для крепления умывальников и моек к стенам. [1]

Актуальность курсового проекта обусловлена необходимостью внедрения современных технологий для ускорения процесса проектирования, снижения затрат и повышения качества изделий. Оцифровка существующих деталей, их доводка и создание прототипов с использованием 3D-моделирования и аддитивных технологий позволяют решить эти задачи. Особенно это важно для кронштейнов, которые часто требуют индивидуальной настройки под конкретные условия эксплуатации.

Фотограмметрия, как метод оцифровки объектов, играет важную роль в подготовке данных для аддитивного производства. Она позволяет создавать точные 3D-модели объектов, которые могут быть напечатаны с использованием различных материалов. Бесконтактный метод работы фотограмметрии особенно ценится при работе с хрупкими или уникальными объектами, такими как археологические находки, произведения искусства или исторические памятники. Таким образом, фотограмметрия становится связующим звеном между реальным миром и цифровыми технологиями, обеспечивая возможность воспроизводства объектов с высокой точностью.

Практическая значимость курсового проекта заключается в том, что он направлен на решение реальных задач, с которыми сталкиваются современные инженеры и производственные предприятия. Использование технологий 3D-сканирования, 3D-моделирования и аддитивного производства для создания прототипа кронштейна имеет множество практических преимуществ, которые делают проект актуальным и востребованным.

Фотограмметрия, как инструмент оцифровки объектов, имеет широкий спектр применений. Например, в медицине она используется для создания протезов и ортопедических устройств, точно соответствующих анатомическим особенностям пациента. В археологии фотограмметрия позволяет создавать цифровые копии артефактов, сохраняя их для будущих поколений. В строительстве эта технология применяется для создания точных моделей зданий и сооружений, что необходимо для их реконструкции или реставрации. Все это подчеркивает важность развития и совершенствования методов фотограмметрии в контексте аддитивных технологий.

Многие предприятия сталкиваются с проблемой отсутствия технической документации на устаревшие детали, такие как кронштейны. Оцифровка с помощью 3D-сканирования позволяет восстановить геометрию детали и создать её цифровую модель, что особенно важно для ремонта и модернизации.

Объект исследования: объектом исследования является кронштейн — деталь, широко используемая в различных отраслях промышленности для крепления и поддержки элементов конструкций. Кронштейн выбран в качестве объекта исследования по следующим причинам: Распространенность и универсальность Кронштейны применяются в машиностроении, авиации, строительстве, автомобилестроении и других отраслях. Это делает их

универсальным объектом для изучения процессов проектирования и производства.

Требования к точности и прочности  
Кронштейны часто подвергаются значительным механическим нагрузкам, что требует высокой точности при их проектировании и изготовлении. Это делает их подходящим объектом для демонстрации возможностей современных технологий, таких как 3D-сканирование, 3D-моделирование и аддитивное производство. Кронштейн как объект исследования позволяет изучить и применить современные технологии проектирования и производства, такие как 3D-сканирование, 3D-моделирование и аддитивное производство. Это делает его идеальным объектом для курсового проекта, который сочетает в себе теоретические знания и практические навыки.

Исследование кронштейна имеет широкие перспективы применения в различных отраслях промышленности, что подчеркивает его актуальность и практическую значимость.

Предмет исследования:

Оцифровка кронштейна:

* Использование 3D-сканирования для получения цифровой модели существующего кронштейна.
* Анализ точности и качества оцифровки.

Доводка 3D-модели:

* Оптимизация геометрии кронштейна с учетом функциональных и технологических требований.
* Применение методов реверс-инжиниринга для улучшения конструкции.

Создание прототипа:

* Подготовка 3D-модели к 3D-печати или другому методу прототипирования.
* Выбор материалов и технологий для изготовления прототипа.
* Оценка качества и функциональности готового прототипа.

Анализ и сравнение:

* Сравнение исходного кронштейна с его оцифрованной и доработанной версией.
* Оценка эффективности применения 3D-моделирования и аддитивных технологий.

Круг рассматриваемых проблем:

В рамках курсового проекта рассматриваются ключевые проблемы, связанные с внедрением аддитивных технологий: высокая стоимость оборудования, ограниченная доступность материалов, необходимость разработки стандартов и нормативов, а также вопросы безопасности и экологичности процессов. Особое внимание уделяется анализу экономической эффективности использования аддитивных технологий и их влияния на конкурентоспособность предприятий. Также рассматриваются трудности, возникающие при оцифровке объектов с использованием фотограмметрии, такие как необходимость высококачественного освещения, точной калибровки камер и обработки больших объемов данных.

Цели и задачи:

Целью курсового проекта является оцифровка существующего кронштейна с использованием 3D-сканирования или ручного моделирования, проведение анализа и доводки модели для улучшения её функциональных и эксплуатационных характеристик, создание прототипа детали с использованием 3D-печати, оценка качества прототипа и соответствие его исходным требованиям.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

* Изучить теоретические основы аддитивных технологий и их классификацию.
  + Рассмотреть принципы работы фотограмметрии и ее роль в оцифровке объектов для аддитивного производства.
  + Проанализировать современные тенденции и направления развития аддитивного производства.
  + Оценить преимущества и ограничения использования аддитивных технологий в различных отраслях.
  + Рассмотреть примеры успешного внедрения аддитивных технологий и фотограмметрии на практике.
  + Разработать рекомендации по внедрению и использованию аддитивных технологий в производственных процессах.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

1.1 Описание предметной области исследования.

Предметной областью данного курсового проекта является процесс оцифровки, доводки и создания прототипа детали (кронштейна) с использованием технологий 3D-моделирования и аддитивного производства. Кронштейн — это тип детали, используемой в различных инженерных конструкциях для крепления, поддержки или соединения других элементов. Он широко применяется в машиностроении, авиастроении, строительстве, автомобильной промышленности и других отраслях.

1.1.2 Основные аспекты предметной области

Кронштейн как инженерная деталь

Кронштейн — это конструктивный элемент, предназначенный для крепления или поддержки других деталей.

Он может иметь различную форму и размеры в зависимости от назначения и условий эксплуатации.

Основные требования к кронштейнам: прочность, жесткость, минимальный вес, устойчивость к нагрузкам (статическим и динамическим).

1.1.3 Аддитивное производство (3D-печать)

Аддитивное производство — это технология создания объектов послойным наращиванием материала.

Позволяет быстро изготавливать прототипы и мелкосерийные детали сложной формы.

Основные технологии: FDM (моделирование методом наплавления), SLA (стереолитография), SLS (селективное лазерное спекание).

Материалы: пластики (PLA, ABS, PETG), металлы, композиты.

1.1.4 Основные задачи в предметной области.

* Преобразование физического объекта (кронштейна) в цифровую модель.
* Разработка точной и функциональной цифровой модели кронштейна.
* Улучшение функциональных и эксплуатационных характеристик кронштейна.
* Изготовление физического прототипа кронштейна.
* Фиксация всех этапов работы и результатов.

Заключение:

Предметная область исследования охватывает широкий спектр технологий и процессов, начиная от оцифровки и моделирования, заканчивая созданием физического прототипа. Изучение этих процессов позволяет не только улучшить качество и функциональность деталей, но и оптимизировать производственные циклы. Кронштейн, как объект исследования, является отличным примером для демонстрации возможностей современных технологий в инженерии и производстве.

1.2 Обоснование целесообразности

Исследование и разработка процесса оцифровки, доводки и создания прототипа детали (кронштейна) с использованием технологий 3D-моделирования и аддитивного производства является актуальным и целесообразным по нескольким ключевым причинам. Эти причины охватывают как технические, так и экономические аспекты, а также соответствуют современным тенденциям в инженерии и производстве.

1.2.1 Цифровизация производства:

Современные предприятия стремятся внедрять цифровые технологии для повышения эффективности и снижения затрат. Оцифровка и 3D-моделирование позволяют перевести процессы проектирования и производства на новый уровень

1.2.2 Современные требования

Кронштейн как инженерная деталь должен соответствовать ряду современных требований, которые определяются его функциональным назначением, условиями эксплуатации и общими тенденциями в инженерии и производстве. Эти требования охватывают как технические, так и

экономические аспекты, а также учитывают экологические и эргономические факторы. Кронштейн должен выдерживать механические нагрузки (статические и динамические) без деформации или разрушения.

Безопасность: Конструкция должна исключать острые углы, заусенцы и другие элементы, которые могут привести к травмам при монтаже или эксплуатации.

Заключение:

Современные требования к кронштейну включают в себя широкий спектр аспектов: от функциональных и конструктивных до экологических и эстетических. Эти требования отражают общие тенденции в инженерии и производстве, такие как стремление к снижению веса, повышению прочности, экономии ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду. Соответствие этим требованиям делает кронштейн не только надежным и долговечным, но и конкурентоспособным на рынке.

1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей.

Создание и корректировка цифровых моделей — это ключевые этапы в процессе разработки деталей, таких как кронштейн. Эти технологии позволяют преобразовать физический объект или идею в точную цифровую модель, которая может быть оптимизирована, протестирована и использована для производства. Рассмотрим основные технологии и методы, применяемые на этих этапах.

1.3.1 Технология создания цифровых моделей.

Процесс получения цифровой модели физического объекта с помощью 3D-сканера. Сканер создает облако точек или полигональную сетку, которая затем преобразуется в 3D-модель.

Используется для оцифровки существующих деталей, например, для реверс-инжиниринга.

Преимущества: Высокая точность, возможность работы с объектами сложной формы.

Программное обеспечение: Geomagic

1.3.2 Технологии корректировки цифровых моделей

Процесс оптимизации полигональной сетки модели для снижения её сложности без потери качества.

Используется для подготовки моделей к 3D-печати, анимации или симуляции

Требует ручной работы для сохранения деталей.

Заключение:

Технологии создания и корректировки цифровых моделей охватывают широкий спектр методов, от 3D-сканирования и ручного моделирования до генеративного проектирования и инженерного анализа. Эти технологии позволяют создавать точные, оптимизированные и готовые к производству модели, что делает их незаменимыми в современной инженерии и производстве. Выбор конкретной технологии зависит от задач, требований и доступных ресурсов.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание изделия оцифровки. Процесс оцифровки

Важная операция перед началом сканирования — это калибровка. Она делится на две составляющие: скачка и настройка софта, и, непосредственно, калибровка сканера. Использоваться будет сканер Range Vision Spectrum так как он подходит по методу сканирования и имеется в нашем распоряжении. В комплекте сканера есть небольшая книжка — это инструкция калибровки. В ней прописаны все этапы настройки сканера.

Первым же этапом там прописано установка их собственного ПО. Можно также пользоваться сканером, используя стороннее ПО, однако это сложнее, дольше и может вызывать большое количество ошибок и вылетов. Программное обеспечение для сканера доступен всем, он не является локальным, так как сканер является серийным.

Далее калибровка самого сканера. Программа потребует калибровку. В комплекте сканера находится пластина. Её нужно установить на специальную подставку и положить на поворачивающийся столик перед сканером примерно в середину. Далее запускается калибровка.

2.2 Процесс оцифровки

Оцифровка в аддитивных технологиях (также известна как 3D-сканирование) — процесс перевода физического объекта в цифровой формат, в результате которого создаётся трёхмерная модель.

Далее софт автоматически обрабатывает полученную информацию и все, калибровка завершена, можно наконец-то приступать к сканированию. Покрываем кронштейн мутирующим спреем для того чтобы сканер лучше распознавал нашу деталь. Далее поставим кронштейн на специальную подставку для сканирования.

Полученный скан имеет хорошую структуру и понятный рельеф, однако этого недостаточно. Любой скан, даже идеальный (белый матовый без сложных элементов, без подставок и сторонних объектов) может получиться недоработанным. Это происходит по многим причинам, такими как пыль в воздухе, ошибка сканера, случайная тряска опоры сканера и так далее. Поэтому после получения скана его следует обработать. Сделать это можно в самой программе сканера, либо же в специализированной программе. Функционал софта сканера крайне ограничен для таких целей, он способен лишь убрать какие-то лишние пиксели, шумы, слегка изменить полигональность и то не всегда. Поэтому обычно обработку проводят в отдельной программе. В нашем случае была использована программа ScanCenter NG. Она идеально подходит для несложной обработки, так как скан получился довольно точным. Так как программное обеспечение сканера сконвертировало файл в «stl» то и проблем с работой не возникло.

«Stl» (от англ. stereolithography)– это основной универсальный формат файлов, обрабатываемый данной программой.

STL определяется как формат данных модели, который описывает геометрию поверхности объекта как мозаику из треугольников ГОСТ Р 57558-2017. [2]

2.2 Сканирование

Сканирование на поворотном столе — это режим работы 3D-сканера, в котором объект устанавливают на платформу поворотного стола и сканируют нажатием одной кнопки. При повороте объекта фрагменты модели совмещаются автоматически.

1. Подготовка детали
   * разборка сложносоставного изделия на детали;
   * очистка от грязи и ржавчины;
   * матирование; нанесение меток.

Черные, блестящие и прозрачные поверхности требуют предварительной подготовки перед сканированием, иначе сканер их просто "не увидит". На предварительно очищенную поверхность наносят мелкодисперсный белый матирующий спрей. После сканирования спрей можно смыть водой, а остатки в труднодоступных местах снять спиртом.

Для наилучшей автоматической сшивки отдельных сканов на деталь наносятся маркеры — черные точки на клейкой основе, которые после сканирования легко снимаются и не оставляют следов.

1. Выбор зоны сканирования и настройка сканера.

Сканер настраивается и калибруется в зависимости от размера детали и требуемой точности сканирования.

1. Получение достаточного количества сканов со всех сторон детали.

Особую сложность представляет собой сканирование в труднодоступных местах. При этом ряд поверхностей, например, глубокие отверстия, так и останется для сканера недоступным, их придется достраивать на этапе твердотельного моделирования.

1. Сшивание сканов с автоматической или полуавтоматической настройкой и функцией контроля точности.

Программное обеспечение, комплектующееся сканером, осуществляет сшивку сканов в единую модель и позволяет выполнить первоначальную очистку модели от помех, шумов и дефектов.

В итоге формируется полигональная модель, представленная в формате STL, где поверхность детали состоит из множества треугольных элементов.

1. Обработка stl-модели.

Обработка STL-моделей — это важный этап работы с 3D-данными, который включает очистку, оптимизацию и подготовку модели для дальнейшего использования (например, для 3D-печати, анализа или визуализации). STL-файлы представляют собой полигональные сетки, состоящие из треугольников, и часто требуют обработки для улучшения их качества. Ниже приведено подробное описание процесса обработки STL-моделей.

В специальном ПО (- аббревиатура, которая чаще всего обозначает «программное обеспечение».), например Geomagic, проводится финишная обработка stl модели, на этом этапе получается гладкая, цельная поверхность. Большинство операций проводится в полуавтоматическом режиме. Трудоемкость данного этапа зависит от того, насколько качественно удалось сканировать изделие. Такую модель уже можно отправлять на 3d-печать, но нельзя редактировать в CAD-программе, для этого необходимо создать твердотельную модель.

1. [Получение твердотельной модели из облака точек](https://glavconstructor.ru/services/3d-scanning/solid-3d/) с одновременной доработкой (отсечение мусора, отсканированных меток, производственных недостатков детали, например наплывших сварных швов).
2. 3д модель с деревом построений.

Следующим этапом работы с полученной моделью может быть создание 3д модели с деревом построений. На этапе получается цельная твердотельная деталь без конструкторского замысла и логики проектирования. Если требуется внести изменения в модель, для этого необходимо иметь дерево построений.

2.3 МОДЕЛИРОВАНИЕ

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

1 шаг. Нажимаем на панели Мастер лечения, лечение не удалось, пробуем еще раз. Лечение не удалось.

2 шаг. Делаем Автоматическое разбиение, для того чтобы получить области для дальнейшей работы.

3 шаг. После разбиения выбираем нижнюю часть кронштейна и ставим плоскость.

4 шаг. Выбираем цилиндр и ставим вектор.

5 шаг. При помощи полученной плоскости мы сможем создать сетку для эскиза. Выбираем построенную плоскость и на панели нажимаем Эскиз по сетке.

6 шаг. По полученному шаблону эскиза, мы строем эскиз при помощи инструментов на панели. К примеру Отрезок, Окружности, Сплайна.

7 шаг. По эскизу делаем выдавливание при помощи - Вытянуть, протягиваем.

8 шаг. По полученной твердому телу мы ставим плоскость с той стороны куда протягивали. Также строим эскиз.

9 шаг. Во время того, как делаем деталь мы можем проверять отклонение нашего твердого тела от оригинала, при помощи Карты отклонения, которая покажет место отклонения, а также на сколько мм.

10 шаг. Строим вторую плоскость для того чтобы эскиз остальной детали.

11 шаг. Выбираем «Вытянуть» и вытягиваем на 3,75.

12 шаг. Строим новый эскиз окружностей.

13 шаг. Выбираем «Вытянуть» и вытягиваем окружности на 26,6 мм.

14 шаг. Строим новую плоскость.

15 шаг. По построенной плоскости строим эскиз.

16 Шаг. Выбираем «Вытянуть», «Объединить» и вытягиваем на 4,31 мм

17 Шаг. Снова строим новую плоскость и по ней делаем новый эскиз.

19 Шаг. Делаем «Вытягивание» на 7 мм и в противоположную сторону на 2,9 мм.

20 Шаг. Строим новую плоскость и эскиз.

21 Шаг. Выбираем «Вытянуть» и вытягиваем на 15,56 мм.

22 Шаг. Строим новую плоскость и делаем по ней эскиз.

23 Шаг. Выбираем действие «Вытянуть» и вытягиваем на 15,44 мм.

24 Шаг. Строим новую плоскость, делаем по ней эскиз.

25 Шаг. Выбираем «Вытянуть» и вытягиваем сплошным методом на 19.22 мм.

26 Шаг. Строим новый эскиз.

27 Шаг. Выбираем «Вытянуть», «Вырезать» и вырезаем сплошным методом на 21,75 мм.

Твердое тело готово.

2.2.3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Используются для крепления облицовочной кладки при возведении различных сооружений. Так, существует технология так называемого вентилируемого фасада. Кронштейн крепится к монолитному перекрытию, на него укладывают лицевой кирпич (облицовочный кирпич) или другой штучный кладочный элемент. Получается многослойная конструкция: несущее основание, утеплитель, воздушная прослойка, облицовочная кладка. Обычно через каждые два этажа или 7 м, максимальная высота кладки может быть 12 м. Материал кронштейнов — аустенитная нержавеющая сталь.

Области применения этого конструктивного монтажного элемента очень обширны. Это строительство, в том числе инфраструктурное, дорожное и инженерное, машиностроение, электротехническая сфера, добывающие и перерабатывающие предприятия. Кронштейн может использоваться и как самостоятельный специальный вид крепежа, и как составная деталь сложной металлоконструкции. Решающую роль играют не только конструктивные особенности изделия, но и металл, сплав или другой материал, из которого оно изготовлено.

Применение в механике и машиностроении

В механике и машиностроении консольные элементы применяются для усиления конструкций, так как они отличаются высоким сопротивлением на сдвиг или скол. В машиностроении на кронштейнах осуществляется фиксация многих деталей и узлов, включая двигатели, генераторы и другие вспомогательные агрегаты. В этом случае конструкция часто комбинируется с подшипниками, подушками, втулками. Также на кронштейнах крепятся практически все наружные осветительные приборы, включая фары-искатели, противотуманные фонари. При необходимости детали хромируют или покрывают другими антикоррозионными составами, а монтаж может осуществляться как на сварку, так и на болты, в том числе через демпферные подложки.

ГЛАВА 3. Охрана труда и техника безопасности

В процессе работы с 3D-моделированием, 3D-печатью и другими технологиями, связанными с созданием и корректировкой цифровых моделей, важно соблюдать требования по охране труда и технике безопасности. Это обеспечивает не только безопасность сотрудников, но и повышает эффективность работы. Рассмотрим основные аспекты, связанные с эргономикой рабочего места и правилами техники безопасности.

3.1. Эргономические требования к рабочему месту

Эргономика рабочего места направлена на создание комфортных и безопасных условий труда, которые минимизируют усталость и риск профессиональных заболеваний.

3.1.1. Организация рабочего пространства

Рабочий стол:

Должен быть достаточно просторным для размещения монитора, клавиатуры, мыши и других инструментов.

Высота стола должна соответствовать росту пользователя (обычно 72-75 см).

Кресло:

Должно быть регулируемым по высоте и иметь поддержку поясницы.

Подлокотники должны позволять расслаблять руки.

Освещение:

Рабочее место должно быть хорошо освещено, чтобы избежать напряжения глаз.

Рекомендуется использовать естественное освещение и дополнительные источники света (например, настольные лампы).

3.1.2. Расположение оборудования

Монитор:

Должен находиться на расстоянии 50-70 см от глаз.

Верхний край экрана должен быть на уровне глаз или чуть ниже.

Клавиатура и мышь:

Должны быть расположены так, чтобы руки находились в естественном положении (угол в локте около 90 градусов).

Рекомендуется использовать коврик для мыши с поддержкой запястья.

3.1.3. Режим работы

Перерывы:

Рекомендуется делать перерывы каждые 1-2 часа работы за компьютером.

Во время перерывов выполнять упражнения для глаз, шеи и спины.

Правильная осанка:

Спина должна быть прямой, ноги — стоять на полу или на подставке.

Плечи должны быть расслаблены, а локти — находиться близко к телу.

3.2. Требования по охране труда и правила техники безопасности

3.2.1. Общие требования

Обучение сотрудников:

Все сотрудники должны пройти инструктаж по технике безопасности перед началом работы.

Использование СИЗ (средств индивидуальной защиты):

При работе с 3D-принтерами, химикатами или инструментами для постобработки необходимо использовать перчатки, очки и маски.

Пожарная безопасность:

Рабочее место должно быть оборудовано огнетушителями и средствами для тушения пожара.

Запрещается оставлять включенное оборудование без присмотра.

3.2.2. Безопасность при работе с 3D-принтерами

Температурный режим:

3D-принтеры работают при высоких температурах, поэтому необходимо избегать контакта с нагревательными элементами.

Электробезопасность:

Принтер должен быть подключен к заземленной розетке.

Запрещается трогать внутренние компоненты принтера во время работы.

3.2.3. Безопасность при постобработке

Работа с инструментами:

При шлифовке или резке деталей необходимо использовать защитные очки и перчатки.

Химическая безопасность:

При использовании растворителей или красок необходимо работать в хорошо проветриваемом помещении и использовать респиратор.

3.2.4. Электробезопасность

Проверка оборудования:

Все электрооборудование должно регулярно проверяться на предмет повреждений.

Использование удлинителей:

Запрещается перегружать розетки и использовать неисправные удлинители.

Итог:

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

Курсовой проект был посвящен комплексному исследованию процесса оцифровки, проектирования и изготовления прототипа кронштейна с применением современных технологий 3D-сканирования, компьютерного моделирования и аддитивного производства. В ходе работы были изучены теоретические основы цифрового проектирования, проведена практическая оцифровка реальной детали, разработана ее трехмерная модель и рассмотрены возможные сферы применения данного изделия.

Проведенное исследование подтвердило высокую эффективность использования цифровых технологий в инженерно-конструкторской деятельности. Технологии 3D-сканирования, такие как применяемый в работе сканер Range Vision Spectrum, позволяют с высокой точностью преобразовывать физические объекты в цифровые модели, что особенно ценно при работе со сложными геометрическими формами. Последующая обработка полученных данных в специализированном программном обеспечении (Geomagic Design X, ScanCenter NG) дает возможность устранить дефекты сканирования, оптимизировать полигональную сетку и создать точную параметрическую модель, пригодную для инженерных расчетов и модификаций. Особое внимание в проекте было уделено аддитивным технологиям как перспективному направлению современного производства. Возможности 3D-печати позволяют не только быстро создавать прототипы для проверки конструктивных решений, но и изготавливать готовые детали с заданными механическими характеристиками. При этом использование различных материалов (PLA, ABS, нейлон, металлические порошки) открывает широкие возможности для адаптации технологии под конкретные производственные задачи.

Практическая часть работы продемонстрировала полный цикл создания цифрового двойника физического изделия - от подготовки детали к сканированию и настройки оборудования до построения твердотельной модели с возможностью ее параметрического редактирования. Полученный опыт подтвердил, что даже при наличии качественного исходного скана процесс постобработки и перевода полигональной модели в CAD-формат требует значительных временных затрат и высокой квалификации оператора. Это подчеркивает важность дальнейшего развития алгоритмов автоматизированного преобразования облаков точек в параметрические модели. В разделе, посвященном охране труда, были систематизированы основные требования к организации рабочего места инженера-конструктора и оператора 3D-оборудования. Особое внимание было уделено вопросам электробезопасности при работе с 3D-принтерами, правилам обращения с полимерными материалами и средствам индивидуальной защиты. Эти аспекты имеют критическое значение для обеспечения безопасных условий труда на современных производственных предприятиях. Перспективными направлениями для дальнейших исследований в данной области могут стать: углубленное изучение возможностей генеративного проектирования для оптимизации формы кронштейнов; сравнительный анализ различных технологий 3D-печати применительно к производству металлических крепежных элементов; разработка методики ускоренного перевода отсканированных моделей в редактируемый CAD-формат с сохранением дерева построений. Проведенная работа наглядно продемонстрировала, что интеграция цифровых технологий в производственные процессы позволяет существенно сократить сроки разработки новых изделий, повысить точность изготовления и снизить материальные затраты. Комплексный подход, сочетающий 3D-сканирование, компьютерное моделирование и аддитивное производство, открывает новые возможности для модернизации традиционных инженерных процессов и соответствует актуальным тенденциям цифровизации промышленности. Полученные результаты могут быть полезны для предприятий машиностроительного комплекса, строительных организаций и учебных заведений, занимающихся подготовкой специалистов в области современных производственных технологий.

Список используемой литературы.

1 <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293725/4293725829.pdf> кронштейн..

Дата обращения (12.03.2025)

1. <https://am-systems.pro/upload/disk/files/instance-web-elements-docs-pdf/pdf_file/2023/10/09/a874919adf7e02a050dfb9c95479925f.pdf> STL
2. Дата обращения (12.03.2025)
3. <https://rangevision.com/products/spectrum/> сканирование на поворотном стол.

Дата обращения (12.03.2025)

1. <https://www.bolshoyvopros.ru/questions/369906-chto-takoe-po.html> ПО (программное обеспечение).

Дата обращения (12.03.2025)

5. Официальный сайт компании RangeVision: <https://www.rangevision.com>

Дата обращения (12.03.2025)

6. ГОСТ Р 57558-2017 «Аддитивные технологии. Основные термины и определения». — М.: Стандартинформ, 2021.

7.ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

8.ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

9.Руководство пользователя 3D-сканера RangeVision Spectrum. — Официальный сайт RangeVision, 2023.

10.Geomagic Design X: User Manual. — 3D Systems, 2022.

11.ScanCenter NG: Technical Documentation. — Open Technologies, 2021.

12.<https://lider-3d.ru/blog/stati/ispolzovanie-3d-otsifrovki-dlya-rasshireniya-vozmozhnostey-3d-pechati/> оцифровка в адт [4]

Дата обращения (29.03.2025)