ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

«ВОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

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

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

КП01 15.02.09.00.31.14 ПЗ

|  |
| --- |
| Работу выполнил:  студент 3 курса группы АДТ-31  Сергушов Дмитрий Иванович Руководитель проекта: преподаватель Мифтахов Наиль Ильгизович |

Вольск 2025

|  |  |
| --- | --- |
| СОДЕРЖАНИЕ  Введение |  |
| 1 Теоретическая часть | 7 |
| 1.1 Описание предметной области исследования | 7 |
| 1.2 Обоснование целесообразности проекта |  |
| 1.3 Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей | 9 |
| 2 Практическая часть | 12 |
| 2.1 Описание изделия оцифровки | 12 |
| 2.2 Процесс оцифровки | 12 |
| 2.2.1 Сканирование или ручной обмер | 13 |
| 2.2.2 Моделирование | 15 |
| 2.2.3 Практическое применение изделия | 17 |
| 3 Охрана труда и техника безопасности | 19 |
| 3.1 Эргономические требования к рабочему месту | 19 |
| 3.2 Требования по охране труда и правила техники безопасности | 22 |
| Заключение |  |
| Список использованных источников и литературы  Приложения |  |

Введение

Аддитивные технологии, также известные как аддитивное производство или 3D-печать, представляют собой инновационный подход к созданию физических объектов путем послойного наложения материала. За последние десятилетия эти технологии совершили революцию в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, медицину, аэрокосмическую сферу и строительство. Их уникальные возможности позволяют создавать сложные геометрические конструкции, которые невозможно реализовать традиционными методами производства. В условиях ускоряющегося технологического прогресса и повышения требований к эффективности производства аддитивные технологии становятся неотъемлемой частью современного инженерного процесса.

Одним из ключевых этапов внедрения аддитивных технологий является оцифровка объектов для последующего их воспроизведения с использованием 3D-печати. Процесс оцифровки может быть выполнен различными методами, среди которых особое место занимает фотограмметрия — безконтактная технология получения трехмерных моделей объектов на основе анализа фотографий. Фотограмметрия позволяет преобразовать плоские изображения в объемные модели, что делает ее незаменимым инструментом в таких областях, как археология, реставрация, медицина и промышленное проектирование. Современные программные решения для фотограмметрии обеспечивают высокую точность и детализацию моделей, что значительно расширяет возможности их применения в аддитивном производстве.

Актуальность темы

Актуальность выбранной темы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, глобальная тенденция к цифровизации и автоматизации производства стимулирует внедрение аддитивных технологий, которые позволяют сократить время разработки и изготовления изделий, минимизировать затраты на материалы и оптимизировать логистические процессы. Во-вторых, экологическая повестка, направленная на снижение углеродного следа и рациональное использование ресурсов, делает аддитивное производство особенно привлекательным благодаря его минимальному количеству отходов. В-третьих, развитие персонализированных решений, таких как индивидуальные протезы, импланты и компоненты для специализированного оборудования, становится возможным благодаря гибкости аддитивных технологий.

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. Безконтактный 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.

В научной литературе тема аддитивных технологий активно изучается. Исследования посвящены как теоретическим основам (математическое моделирование процессов, материаловедение), так и практическим аспектам их применения. Однако вопросы, связанные с масштабированием этих технологий, стандартизацией процессов и экономической целесообразностью их использования, остаются недостаточно изученными. Это подчеркивает необходимость дальнейшего исследования данной области.

Практическая значимость

Практическая значимость работы заключается в возможности применения результатов исследования для оптимизации производственных процессов, повышения качества продукции и снижения затрат. Разработанные рекомендации могут быть использованы предприятиями различного масштаба для внедрения аддитивных технологий в свою деятельность. Кроме того, проект способствует формированию базы знаний о современных возможностях аддитивного производства, что важно для подготовки специалистов в данной области.

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.

Целью курсового проекта является исследование современных методов создания и корректировки компьютерных моделей, а также анализ их практического применения в различных областях.

Задачи:

1. Описать объект исследования, получить его размеры.

2. Подготовить его к сканированию.

3. Отсканировать объект.

4. Доработать скан в специализированной программе.

5. По полученным размерам построить собственную редактируемую модель.

6. С помощью редактируемой модели построить чертеж объекта.

7. Сравнить твердотельную модель и настоящий объект.

8. Рассчитать точность сканирования.

9. Сделать выводы по всем данным.

Объект и предмет исследования

Объектом исследования являются аддитивные технологии и их применение в современном производстве. Предметом исследования выступают методы, принципы и особенности внедрения аддитивных технологий в различные отрасли промышленности, а также роль фотограмметрии в подготовке данных для 3D-печати.

Предмет исследование - ступенчатый вал*.*

Методы исследования – сравнительный анализ, эксперимент, моделирование, расчет и измерения.

Методология исследования.

Методологическую основу исследования составляют системный анализ, сравнительный анализ научной литературы, статистический анализ данных, а также методы моделирования и прогнозирования. Для сбора информации использовались источники, включающие научные статьи, монографии, технические отчеты и данные компаний, работающих в сфере аддитивного производства. Особое внимание уделялось изучению современных программных решений для фотограмметрии и их интеграции с технологиями 3D-печати.

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.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Описание предметной области исследования

Деталью исследования ступенчатый вал. ГОСТ 25346-89**.** В этом стандарте «вал» — термин, условно применяемый для обозначения наружных элементов деталей, включая и нецилиндрические элементы.

ГОСТ 3485-46**.** Стандарт посвящён терминам из области «Детали машин. Валы и оси. Опоры валов и осей. Терминология». В нём, например, есть такие термины, как «ведущий вал» (передающий вращение), «ведомый вал» (получающий вращение) и другие.

ГОСТ 12080-66**.** Стандарт распространяется на цилиндрические концывалов диаметром от 0,8 до 630 мм, предназначенные для посадки деталей, передающих крутящий момент в машинах, механизмах и приборах.

Ступенчатый вал — это металлическое изделие, которое используется для поддержания детали, находящейся в состоянии вращения, и передачи крутящего момента от одного элемента к другому.

Также деталь используется как опора крутящихся узлов. Вал должен выдерживать значительные силовые нагрузки, воздействующие на него установленных устройств или опорных частей.

Вал испытывает значительные скручивающие, поперечные нагрузки, изгибающие моменты. В некоторых случаях он также должен противостоять силам растяжения и сжатия. Поперечные и другие нагрузки рассчитываются во время проектирования механизма.

Большое распространение валов в механизмах определяет огромное количество типоразмеров изделий.

В машиностроении широко применяются валы ступенчатого типа. Их важнейшими характеристиками являются:

- полная длина;

- количество ступеней и их длина;

- максимальный и минимальный диаметр;

- наличие шлицов, нарезки резьбы, профиля иного вида;

- показатель неравномерности перепада диаметра.

Назначение ступенчатых валов – передача крутящего момента от двигателя к исполнительному механизму. Этот тип используется повсеместно, включая тяжелое машиностроение, транспорт, производство, бытовую технику и др.

Ступенчатые валы отличаются сложной формой, поэтому их производство из заготовок может включать три и более операции, включая обработку поверхности на токарном станке, накатку резьбы, фрезерование проточек под шлицы для фиксации соединяемых элементов. Предусмотрены базовые размеры ступенчатых валов, что упрощает установку их в различные механизмы и двигатели.

Поверхность ступенчатых валов представляет собой сочетание различных типов посадочных и непосадочных поверхностей:

- гладких

- шлицевых

- шпоночных

- резьбовых

- переходных

Валы этого типа работают в сложных условиях, воспринимая значительные знакопеременные нагрузки, а также высокие обороты. Большие нагрузки приводят к повышенным требованиям к точности и качеству производства деталей.

Вал не только передает крутящий момент, но также служит для установки различных устройств, рабочих механизмов, в том числе обладающих высокой массой. Это приводит к значительным нагрузкам, которые воздействуют на вал: поперечным, скручивающим, продольным, а также на растягивание и сжатие.

Конструктивно форма вала может быть гладкой, фланцевой, в виде шестерни. Для уменьшения массы применяют полые изделия.

Существует два вида валов:

- жесткие, у которых размер среднего диаметра в 12 и более раз меньше длины;

- нежесткие, у которых это значение меньше, чем 12-кратное.

Модели для высокооборотистого оборудования предварительно проходят динамическую балансировку, в ходе которой добиваются определенного значения дисбаланса. Материалом для изделий служит различные марки конструкционной стали: малоуглеродистая, среднеуглеродистая, высоколегированная. Для улучшения износостойкости изделий, а также совокупности их физико-механических характеристик готовые изделия подвергаются различного типа термообработке.

Для валов из малоуглеродистых сталей используют цементирование поверхности на глубину 1 мм с допуском плюс-минус 0,2 мм. Обработка обеспечивает твердость стали, равной 57 ±1 HRC. Для среднеуглеродистых сталей применяют поверхностную закалку, нормализацию и термическое улучшение. Изделия, выполненные из высоколегированных сталей, применяют для оборудования, развивающего высокие скорости. Для придания валам необходимой твердости, они подвергаются азотированию на глубину в 0,35 мм.

* 1. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

Чтобы выбрать наиболее подходящий способ сканирования, нужно определить требующиеся факторы прибора: требуемая точность; размер; масса; конфигурация и рельеф. Из-за того, что деталь не имеет в себе сложных элементов или конструкций, то и точность не является проблемой. Точность соответствует с ГОСТ IEC 60309-1-2016. Габариты детали: 14.5 см.\*0.15 см.\*0.3 см.. По ним можно сказать, что деталь является стандартной. Масса также является стандартной. Основной материал — это сталь. Всего 0.380 гр. Конфигурация и рельеф не являются сложными, однако присутствуют некоторые неоднозначные элементы. Относительно всех вышеупомянутых факторов можно выбрать метод сканирования. И лучше всего будет сканировать на автоматическом бесконтактном сканере. Деталь не требует особенно точных элементов, поэтому высокоточные и контактные сканеры не требуются. По размерам и массе деталь соответствует габаритам, на которые рассчитан поворотный столик в автоматическом сканере, поэтому проще и быстрее будет использовать именно его. Описание технологий создания и корректировки цифровых моделей

Сканирование очень точный процесс, и многое количество факторов влияет на его исполнение и точность.

Основные факторы — это материал, цвет, чистота и ровность поверхности. Конкретно какой материал не имеет особого значения, если он конечно не очень тяжелый. Гораздо важнее поведение материала на свету, имеется в виду насколько поверхность бликует, к примеру глянцевая поверхность требует обработки, матовая нет (за исключением отчистки от отпечатков).

В нашем случае деталь имеет металлические элементы, а сам корпус сделан из стали. Такая сталь хоть и отсвечивает на свету, но делает это очень слабо, поэтому во время сканирования это не мешает. Но металлические штыри очень сильно бликуют.

Варианта три: покрыть штыри матирующим спреем, посыпать мелом, либо заклеить монтажным скотчем. Тратить спрей на небольшой элемент не имеет смысла, из-за большой области покрытия спреем. Мел не липнет к такому металлу, из-за того, что обмеднённая сталь в вилке имеет низкую шероховатость.

Единственным вариантом является малярный скотч, который еще и идеально подходит в этой ситуации. Конкретно цвет также ни на что не влияет, за исключением черного цвета. Черный цвет также напрямую связан со светоотражением.

Каждый знает, что черный цвет поглощает определенный процент падающего на него света. Чем темнее цвет, тем тяжелее его будет отсканировать.

К примеру, существует современный самый черный цвет «Vantablack», который поглощает 99,9% падающего на него света. На фотографиях он получается, как дыра, как черное пятно в пространстве.

Так же и со сканером, он либо выдаст ошибку, либо ничего не отсканирует, либо же в лучшем случае отсканирует контур, но ничего внутри отсканировано не будет, за редким исключением.

Решение будет такое же, как и с материалом, только мел будет менее эффективен. Матирующий спрей имеет свой цвет, следовательно, покрытие черного цвета, например, белым решит проблему. Ну и малярный скотч сработает также.

Чистота включает в себя не только снятие пыли и грязи. Гораздо хуже если краска наносится поверх старого металла, с которого отламывается старая краска, либо еще хуже металл вообще ржавеет.

Это означает что теперь рельеф поверхности становится крайне неровным и никаких вариантов не остается, кроме как снимать эту краску. А отчистка от пыли и грязи не вызывает затруднений, обычная тряпка с водой, либо с каким-либо мыльным средством с легкостью решает все проблемы, что и было сделано.

Рельеф тоже важный фактор при сканировании. Допустим сканер крайне неохотно сканирует острые и тонкие элементы и тут возникает проблема.

Наращивание толщины можно считать выходом, например, обклеить элемент некоторым количеством малярного скотча.

Однако это работает не всегда, поэтому с этим приходится мириться и либо редактировать кусочки, которые сканер всё-таки сумел отсканировать, либо же целиком с нуля делать их в специализированных программах. Но рельеф то не только тонкие элементы, тут также влияет качество поверхности, как пример вышеупомянутая краска на ржавом металле.

Различные неровности на поверхности могут стать проблемой, однако если объект сканирования небольшой, то скорее всего это зафиксировано не будет.

В плохом случае эти неровности попадают в объектив сканера и выхода два: редактировать в программе, либо устранить неровности. С редактированием в программе все ясно, но вот устранение неровностей имеет два варианта устранение проблемы отчисткой (пример с краской), либо же покрытие малярным скотчем в натяг, то есть создание собственной ровной поверхности.

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.

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

Далее вал был расположен короткой стороной вниз и также отсканирован. После нужно было отсканировать внутренние грани, не попавшие в обзор сканера, то есть требуется сделать сканы под углом. Далее, подложив черный маленький зажим для бумаги под деталь, она была отсканирована на другой стороне. Основные сканы сторон были готовы и сшиты. Последним этапом сканирования будет доработка не попавших в поле видимости сканера областей. Поворотный столик для таких целей наоборот мешает, поэтому его лучше выключить. При помощи сторонних объектов и подставок были получены нужные углы и цельный скан был готов. Он имеет некоторое количество дыр и недочетов, грани которых не получилось показать сканеру. Но это не является сильной проблемой, так как далее скан можно обработать и доработать. Требуется лишь сохранить файл в формате .stl и можно его использовать для обработки.

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» – это основной универсальный формат файлов, обрабатываемый данной программой.

2.2.1 СКАНИРОВАНИЕ

Процедура [3d-сканирования](https://glavconstructor.ru/services/3d-scanning/) внешне кажется довольно простой - прибор подсветил изделие, и 3д изображение на экране компьютера готово. Однако на деле все оказывается немного сложнее. Процесс объемного сканирования можно разбить на следующие этапы:

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. Автоматическая или полуавтоматическая сшивка сканов с контролем точности.

В программном обеспечении, поставляемом со сканером, происходит сшивка сканов в одну модель, там же можно провести первичную очистку модели от мусора, шумов и дыр.

В результате получается полигональная модель в формате stl (поверхность детали, состоящая из множества треугольников).

1. Обработка stl-модели.

В специальном ПО, например Geomagic Design X, 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 6 получается цельная твердотельная болванка без конструкторского замысла и логики проектирования. Если требуется внести изменения в модель, для этого необходимо иметь дерево построений.

1. Чертеж.

По полученной на этапе 6 или 8 модели выпускается чертеж, а также если необходимо к нему - контур под лазерную резку или развертка. Для правильного оформления чертежа необходимо знать материал детали. Для этого проводится материаловедческая экспертиза, либо конструктор определяет материал на свое усмотрение исходя из назначения изделия и условий его эксплуатации.

2.2.2 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 верхнею часть вала и ставим там плоскость, при помощи метода Извлечь.

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

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

6 шаг. По эскизу делаем выдавливание при помощи Вытянуть, протягиваем на 10.7мм.

7 шаг. По полученной твердому телу мы ставим плоскость с той стороны куда протягивали. Также строим эскиз. Делаем выдавливание на 5.65 мм.

8 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.

9 шаг. Извлекаем новую плоскость.

10 шаг. Задаем сетку для построения эскиза.

11 шаг. Строим эскиз.

12 шаг. По построенному эскизу делаем выдавливание на 5.60мм.

13 шаг. От построенного нового выдавливания извлекаем плоскость.

14 шаг. Создаем сетку для эскиза.

15 шаг. Делаем эскиз по сетке.

16 шаг. По новому эскизу делаем выдавливание на 14.2мм.

17 шаг. От построенного выдавливания извлекаем плоскость.

18 шаг. Создаем сетку для эскиза.

19 шаг. Делаем эскиз по сетке.

20 шаг. По созданному эскизу делаем выдавливание на 8мм.

21 шаг. Продолжаем строить модель, от последнего фрагмента извлекаем плоскость.

22 шаг. Создаем сетку для эскиза.

23 шаг. Делаем эскиз по сетке.

24 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 6.8мм

25 шаг. Извлекаем новую плоскость от нового фрагмента твердого тела.

26 шаг. Создаем сетку для эскиза.

27 шаг. Делаем эскиз по сетке.

28 шаг. По эскизу делаем выдавливание на 40мм.

29 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

30 шаг. Делаем сетку для эскиза.

31 шаг. Делаем эскиз по сетке.

32 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 5мм.

33 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

34 шаг. Делаем сетку для эскиза.

35 шаг. Делаем эскиз по сетке.

36 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 14.5мм.

37 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

38 шаг. Делаем сетку для эскиза.

39 шаг. Делаем эскиз по сетке.

40 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 2.5мм.

41 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

42 шаг. Делаем сетку для эскиза.

43 шаг. Делаем эскиз по сетке.

44 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 13.8мм.

45 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

46 шаг. Делаем сетку для эскиза.

47 шаг. Делаем эскиз по сетке.

48 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 2.6мм.

49 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

50 шаг. Делаем сетку для эскиза.

51 шаг. Делаем эскиз по сетке.

52 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 3мм.

53 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

54 шаг. Делаем сетку для эскиза.

55 шаг. Делаем эскиз по сетке.

56 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 4.5мм.

57 шаг. Извлекаем плоскость от построенного фрагмента.

58 шаг. Делаем сетку для эскиза.

59 шаг. Делаем эскиз по сетке.

60 шаг. Делаем выдавливание по эскизу на 4.8мм.

2.2.3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Ступенчатый вал необходим, чтобы передавать крутящий момент от привода к другим частям движущегося механизма. Такие детали используются и в бытовой технике, и в станках тяжелого машиностроения.

Обычно эти валы имеют три ступени, и на каждой предусмотрена лыска, что позволяет зафиксировать необходимые смежные изделия. В конфигурации этих деталей сочетаются наружные и внутренние, шлицевые, шпоночные, резьбовые и посадочные поверхности. В таких валах еще выполняются осевые отверстия, которые тоже могут быть разной формы — фасонными, ступенчатыми или гладкими.

В результате получается деталь комбинированной формы, которая может работать при знакопеременных и достаточно жестких нагрузках. Эти детали цилиндрической формы передают механическую энергию движения вдоль своей оси — от двигателя к другим рабочим частям механизма. Соответственно, важна высокая точность изготовления, чтобы передача происходила точно и беспрепятственно.

Такие детали используются в судостроении, в машиностроении, в двигателях внутреннего сгорания. При заказе конкретного варианта можно указать требуемые класс точности и степень сложности, а также шероховатость поверхностей, допуски на диаметры. Наша компания также обеспечивает термообработку для достижения необходимых характеристик прочности — например, закалку в масле или отпуск.

3 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:

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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: 24.02.2025

1. Доп. документация Geomagic Desing X

Дата обращения: 24.02.2025

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

Дата обращения: 28.02.2025

4.ASUTPP Заметки электрика. https://www.asutpp.ru/elektricheskietrojniki.html

Дата обращения: 28.02.2025

5.NAVIMAKS GROUP <https://navimaks3d.com/oblasti-primeneniya>

Дата обращения: 24.02.2025

6.<https://a3-eng.com/assets/files/8460/gost-25346-89.pdf>

Дата обращения: 17.07.2024

7.<https://meganorm.ru/Data2/1/4294750/4294750926.pdf>

Дата обращения: 17.07.2024

8.<https://gostassistent.ru/doc/1244e2a4-86df-4350-a30c-45cb016bf66f>

Дата обращения: 17.02.2025

9.<https://gostassistent.ru/doc/1244e2a4-86df-4350-a30c-45cb016bf66f>

Дата обращения: 17.02.2024

Отзыв

на курсовую работу студента (ки) курса

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(Код, название специальности, уровень подготовки)

Ф.И.О. студента

Тема курсовой работы (проекта)

Курсовая работа представляет собой самостоятельное теоретическое исследование на весьма актуальную тему … Автор рассмотрел (охарактеризовал) …, обозначил круг проблем, связанных с функционированием …, определил (если это так и есть!) возможные пути решения указанных проблем.

В первой главе автором представлен теоретические аспекты (исторические материалы?) такого (таких) сложного и многогранного явления (процесса?), как … Кроме того, в отдельном параграфе (?) представлен (предложен, дан, …) авторский взгляд на …

Вторая глава посвящена … Обстоятельно и подробно (синонимы) описаны (изложены, рассмотрены, …) Автор демонстрирует не только знания теоретического материала по проблеме (вопросам, аспектам, …), но и … излагает, характеризует, анализирует, …

В третьей главе актуализируется … Особое внимание уделяется… Автор подробно описывает общетеоретические положения (традиционные подходы, теоретические положения, …) Описывая некоторые аспекты (результаты, итоги, …), автор приходит к заключению об эффективности (неэффективности, …).

В целом, работа выполнена на достаточно высоком уровне и, при бсоответствующей защите может быть оценена «отлично (хорошо)».

Руководитель Ф.И.О. руководителя