Оглавление

[Введение. 4](#_Toc421733497)

[Технологическая часть. 6](#_Toc421733498)

[2*.* Требования к технологичности конструкции детали. 10](#_Toc421733499)

[3.Анализ технологичности конструкции детали «Фланец маслоагрегата». 11](#_Toc421733500)

[3.1. Анализ технологичности конструкции детали по геометрической форме и конфигурации. 11](#_Toc421733501)

[3.2. Анализ технологичности конструкции детали по наличию унифицированных конструктивных элементов детали, требованиям точности и качества поверхностей. 12](#_Toc421733502)

[4. Анализ базового технологического процесса. 15](#_Toc421733503)

[5. Выбор заготовки. 15](#_Toc421733504)

[6. Расчет припусков и определение размеров заготовки. 16](#_Toc421733505)

[6.1 Определение исполнительных размеров заготовки. 16](#_Toc421733506)

[6.2. Расчет припусков опытно-статистическим методом. 20](#_Toc421733507)

[7. Определение массы заготовки и коэффициента использования материала. 21](#_Toc421733508)

[8. Выбор оборудования. 21](#_Toc421733509)

[9. Краткая характеристика станков. 22](#_Toc421733510)

[10. Разработка маршрутного технологического процесса. 26](#_Toc421733511)

[11. Выбор и обоснование технологических баз. 28](#_Toc421733512)

[12. Расчет и назначение режимов резания. 29](#_Toc421733513)

[13. Расчет норм времени. 40](#_Toc421733514)

[Конструкторская часть. 43](#_Toc421733515)

[Проектирование станочного приспособления. 43](#_Toc421733516)

[Описание конструкции и принцип работы приспособления. 44](#_Toc421733517)

[Расчёт усилий зажима 44](#_Toc421733518)

[Расчет приспособление на прочность. 46](#_Toc421733519)

[Расчёт точности приспособления. 48](#_Toc421733520)

[Проектирование мерительного приспособления. 49](#_Toc421733521)

[Расчет точности контрольно-измерительного приспособления . 50](#_Toc421733522)

[Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. 52](#_Toc421733523)

[Планировка участка цеха. 53](#_Toc421733524)

[Требования при составлении планировок. 53](#_Toc421733525)

[Определение потребного количества оборудования на проектируемом участке. 56](#_Toc421733526)

[Расчёт площади механического цеха. 57](#_Toc421733527)

[1. Производственная площадь. 57](#_Toc421733528)

[2. Вспомогательная площадь. 58](#_Toc421733529)

[Экономическая часть. 59](#_Toc421733530)

[Безопасность труда. 65](#_Toc421733531)

[Заключение. 71](#_Toc421733532)

[Литература. 72](#_Toc421733533)

**Реферат**

Выпускная квалификационная работа 72 с., 5 рисунка, 17 таблиц, 23 источника, 4 приложения,10 л. графич. материала.

Ключевые слова: технологический процесс, оборудование с ЧПУ, приспособление для точения, специальное мерительное приспособление.

Объектом разработки является механический участок цеха для изготовления детали «Фланец маслоагрегата».

Цель работы – разработка механического участка цеха для изготовления детали «Фланец маслоагрегата» и выбор оптимального технологического процесса.

В процессе работы проведен анализ существующего технологического процесса, предложены прогрессивные технологические методы обработки, улучшена заготовка, автоматизированное приспособление для точения, подобраны эффективные режимы обработки, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков, сделан экономический расчет на одну операцию технологического процесса.

Данная работа содержит конкретные задачи в области совершенствования технологии, организации производства и улучшении технико-экономических показателей работы участка по производству детали «Фланец маслоагрегата». На данном участке применяется специальные приспособления для точения и специальное мерительное приспособление, станок с программным управлением. Это позволяет повысить процент автоматизации и механизации, уменьшить трудоемкость изготовления, снизить себестоимость детали, освободить производственных рабочих от малоэффективного ручного труда.

В результате разработки технологического процесса предложены оптимальные параметры проектируемого оборудования, разработана схема приспособления для точения и измерения радиального биения, проведены точностной и силовой расчеты приспособлений. Разработана программа для обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ.

Эффективность предложенной технологии оценена с помощью сравнительного экономического анализа операции.

# Введение

В настоящее время развитие современной авиационной техники идет в направлении увеличения скорости, высоты и дальности полётов. Также в связи с увеличением объёма работ, выполняемых летательными аппаратами в гражданской и военных сферах, растёт разнообразие конструкций самолётов и вертолётов в соответствии с их назначением.

Всё это повышает требования к качеству изготовления конструкций и их надёжности. Это возможно благодаря внедрению новых конструкторских и технологических решений. И здесь одним из актуальных вопросов является вопрос механизации и автоматизации технологических процессов и станочных приспособлений, что позволяет освободить рабочего от трудоёмкого ручного труда, повысить производительность труда, точность обработки и уменьшить количество рабочих занятых в производстве.

Автоматизация крупносерийного и массового производства обеспечивается применением станков-автоматов и автоматических линий. Для серийного производства необходимы средства сочетающие в себе производительность и точность станков автоматов с гибкостью универсального оборудования. Эта проблема решается с помощью станков с ЧПУ. Станок с ЧПУ является автоматом с гибкой связью, работой которого управляют вычислительные устройства, работая в автоматическом режиме станок с ЧПУ сохраняет свойства и достоинства универсального станка.

В автоматизированных приспособлениях все этапы, начиная от установки и базирования и заканчивая снятием обработанной детали производиться без участия рабочего.

В авиадвигателестроении в связи со спецификой производства и обрабатываемых деталей (малые партии изделий, труднообрабатываемые материалы, сложные пространственные формы, высокие требования по точности и качеству обработки) наибольшее распространение получили механизированные приспособления.

В данной выпускной квалификационной работе ставиться задача разработать новый технологический процесс обработки детали «Шестерня», который позволит снизить штучно-калькуляционное время производства детали для снижения себестоимости изготовления. Разработка механизированной технологической оснастки для механизации и автоматизации процесса производства детали «Фланец маслоагрегата». Выбор металлосберегающего технологического процесса получения заготовки, позволяющий сократить затраты на производство.

Также ставиться задача анализа и улучшения условий труда работающих, повышения безопасности труда.

## **Технологическая часть.**

В основу проектирования любого технологического процесса должно быть положено три принципа: технический, экономический и социальный. В соот­ветствии с первым принципом технологический процесс должен обеспечить полное выполнение всех требований рабочего чертежа и технических условий на изготовление заданного изделия. В соответствии со вторым принципом при изготовлении изделия должна быть обеспечена требуемая производительность труда и наименьшая себестоимость. В соответствии с третьим принципом тех­нологический процесс должен соответствовать требованиям техники безопас­ности и промышленной санитарии по системе стандартов безопасности труда. Обязателен учет экологических факторов. Проектирование технологических процессов имеет целью дать подробное описание процессов изготовления изделий с необходимыми технико-экономи­ческими расчетами и обоснованием выбранного варианта, так как технологи­ческие процессы характерны своей многовариантностью. Из не­скольких возможных вариантов технологического процесса изготовления одно­го и того же изделия, равноценных с позиций технического принципа проекти­рования, выбирают наиболее эффективный и рентабельный вариант. Задачами технологического проектирования являются определение усло­вий изготовления изделий, определение типа производства, видов исходных за­готовок, проектирование технологического маршрута обработки, выявление не­обходимых средств производства и порядка их применения, определение себе­стоимости и трудоемкости изготовления изделий, определение исходных дан­ных для календарного планирования, для организации технического контроля, определение состава рабочей силы. Решение задач проектирования зависит от большого числа факторов, свя­занных со служебным назначением изделия, его конструкторско-технологическими параметрами и состоянием производства. При решении этих задач должна проводиться оптимизация технологических процессов, которая заключается в обеспечении выпуска необходимого количества изделий заданного качества при возможно меньшей себестоимости изготовления при наилучших показате­лях всех элементов процессов и наименьших затратах времени. Оптимизация представляет собой трудоемкий процесс и наиболее эффективно решается с ис­пользованием вычислительной техники. Технологические процессы разрабатываются при проектировании новых, реконструкции действующих предприятий, а также при организации производ­ства новых изделий на действующих предприятиях.

В зависимости от количества изделий и условий их изготовления различают три вида технологических процессов: единичный, типовой и групповой.

Единичный технологический процесс - это процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства. Такой процесс разрабатывают, как правило, для оригинальных деталей или сборочных единиц, которые по своим формам, свойствам поверхностных слоев, материалу и другим показателям не имеют общих конструктивных и технологических признаков с изделиями, изготовляемыми ранее на данном предприятии.

Типовой технологический процесс - это технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками. Такая общность позволяет в свою очередь разработать общность содержания и последовательности выполнения большинства технологических операций и переходов для всей группы изделий, что имеет неоспоримые преимущества технического и экономического характера.

**Групповой технологический процесс** - это процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками. Такой процесс создается с использованием определенных классификационных признаков. Таковыми являются технологические признаки, которые позволяют создать для группы заготовок общую наладку оборудования и использовать общую технологическую оснастку. Работа по созданию групповых технологических процессов проводится только для отдельных предприятий вне зависимости от типа производства.

В данном проекте разработан технологических процесс для обработки детали «Шестерня» с учетом всех принципов, что обеспечивает экономическую и производственную эффективность изготовления. В основу проектирование заложено сокращение времени изготовления детали, рациональный метод выбора заготовки и использование современных методов обработки и расчета основных параметров технологического процесса.

**1.Конструкторско-технологическая характеристика детали.**

Деталь «Фланец маслоагрегата» изготовляется из алюминиевого сплава **АК6-Т1 по** ГОСТ 21488-97. Химический состав и физико-механические свойства приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Деталь « Фланец маслоагрегата» изготовляется из алюминиевого сплава **АК6-Т1 по** ГОСТ 21488-97, которая имеет следующий химический состав (таб.1).

Таблица 1. Химический состав в % алюминиевого сплава **АК6-Т1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Fe | Si | Mn | Ni | Ti | Al | Cu | Mg |
| до 0,7  % | 0,7 - 1,2  % | 0,4 - 0,8% | до 0,1  % | до 0,1  % | 93,3 - 96,7% | 1,8 - 2,6  % | 0,4 - 0,8  % |

Таблица 2. Физические свойства алюминиевого сплава **АК6-Т1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| σв, МПа | δ, % | *KCU*, кДж/м2 | ρ, кг/м3 | НВ, МПа |
| 560 | 12 | 0,19 | 2750 | 269 |

Примечание к таблице 2: σв – временное сопротивление разрыву, δ – относительное удлинение, KCU– ударная вязкость, ρ - плотность, НВ – твердость по Бринеллю.

Деталь «Фланец маслоагрегата» представляет плоскую деталь.  Масса детали не требует специальных грузоподъемных устройств для установки и снятия ее со станка.

Все поверхности детали доступны для обработки и измерения.

Точность размеров отверстий высокая (7-9‑й квалитеты), шероховатость низкая (*Ra*1,6).

Требования к цилиндричности, перпендикулярности оси отверстия и радиального биения связаны по работе сопрягаемых деталей.

В чертеже указана одна группа контроля 3. Группа контроля 3 означает требование проверки твердости сердцевины на 100% деталей.

Точность размеров и шероховатость поверхностей конструктивно и экономически обоснованы.

Конструкция детали имеет хорошую жесткость, деталь имеет удобные поверхности для базирования и закрепления.

Конструкция детали дает возможность использования рациональных заготовок: при небольшом объеме выпуска в качестве заготовки можно принять круглый сортовой прокат; при большом объеме выпуска с целью повышения коэффициента использования материала в качестве заготовки можно принять штамповку, получаемую на кривошипном горячештамповочном прессе или горизонтально-ковочной машине из прутка, а также возможно применить литье.

Материал детали алюминиевый сплав **АК6-Т1** хорошо обрабатывается резанием, т.е. технологичен [19].

## 2*.*Требования к технологичности конструкции детали.

Оценка технологичности конструкции детали является важным этапом тех­нологической подготовки производства. Конструкция детали является техноло­гичной, если при ее изготовлении и эксплуатации затраты материала, времени и средств минимальны. Оценка технологичности проводится качественно и коли­чественно с расчетом показателей технологичности по ГОСТ 14.201-83. Ком­плект критериев технологичности детали можно условно разделить на две груп­пы. [5]

Первая группа критериев определяет общие требования к детали; во вто­рую группу входят критерии технологичности, которые относят к обрабатываемой поверхности.

К общим требованиям относятся: выбор материала детали и увязка требо­ваний качества поверхности, упрочнения, остаточных напряжений в поверхност­ном слое и т.д. с маркой материала; обеспечение достаточной жесткости конст­рукции; наличие и создание искусственных баз, используемых при обработке; сокращение до минимума числа установов заготовки; наличие элементов, удоб­ных для закрепления заготовки в приспособлениях, причем зажимные элементы должны обеспечить доступ для обработки максимального количества поверхно­стей с одного установа, с использованием в основном консольно закрепленного инструмента, отсутствие или сведение к минимуму числа глухих отверстий, расположенных не под прямым углом к основным координатам.

Конструкция детали в целом технологична, так как представляет собой сочетание простых поверхностей (цилиндры и плоскости), которые могут быть обработаны типовыми методами, стандартным режущим инструментом.

## 

## 3.Анализ технологичности конструкции детали «Фланец маслоагрегата»

### 3.1. Анализ технологичности конструкции детали по геометрической форме и конфигурации

1. Деталь должна изготавливаться из стандартных и унифицированных за­готовок – конструкция детали технологична т.к. в качестве заготовки использует­ся штамповка.

2. Свойства материала должны удовлетворять существующей технологии изготовления, конструкции детали технологична, т.к. алюминиевый сплав **АК6-Т1** хорошо обрабатывается резанием.

3. Конструкция детали должна обеспечить применение типовых, групповых или стандартных техпроцессов – конструкция детали технологична.

4. Доступность всех поверхностей для обработки – конструкция детали тех­нологична т.к. все поверхности доступны для обработки.

5. Отсутствие специальных требований – конструкция детали технологична, т.к. специальные требования отсутствуют.

6. Возможность обработки плоскостей и отверстий на проход – конструкция детали технологична т.к. возможна обработка плоскостей и отверстий на проход.

7. Отсутствие глухих отверстий и торцев подрезаемых с внутренних сторон

– конструкция детали нетехнологична т.к. есть глухие отверстия.

8. Отсутствие плоскостей и отверстий расположенных не под прямым углом

– конструкция детали технологична т.к. плоскости и отверстия не под прямым уг­лом отсутствуют.

9. Отсутствие внутреннихрезьб большого диаметра - конструкция детали технологична, т.к. отсутствуют внутренние резьбы.

10. Форма канавок, фасок, выточек и других конструктивных элементов де­тали (КЭД) должны обеспечивать удобный подвод и отвод режущего инструмен­та – конструкция детали технологична, т.к. форма канавок, фасок, выточек и дру­гих КЭД обеспечивает удобный подвод и отвод режущего инструмента.

11. Обеспечение перпендикулярности осей отверстий к прилегающим по­верхностям – конструкция детали технологична, т.к. перпендикулярность осей от­верстий к прилегающим поверхностям обеспечивается.

12. Расположение плоских обрабатываемых поверхностей по возможности на одном уровне – конструкция детали не технологична, т.к. есть поверхности расположенные не на одном уровне.

13. Конструкция детали должна быть удобной для позиционирования и ко­ординирования на столе станка – конструкция детали технологична, т.к. это усло­вие выполняется.

14. Конструкция детали должна обеспечивать обработку с одного установа–конструкция детали не технологична, т.к. это условие не выполняется.

15. Деталь должна иметь поверхности удобные для захвата – конструкция детали технологична, т.к. это условие выполняется.

### 3.2. Анализ технологичности конструкции детали по наличию унифицированных конструктивных элементов детали, требованиям точности и качества поверхностей

Анализ и технологичность конструкции детали провожу для выявления мер, которые необходимо провести, чтобы получать деталь требуемого качества, расширению эксплуатационных возможностей детали, а также повышению производительности труда при ее изготовлении [5].

Таблица 3. Таблица поверхностей детали.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| НАИМЕНОВАНИЕ  ПОВЕРХНОСТИ | КОЛИЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ | КВАЛИТЕТ | ШЕРОХОВАТОСТЬ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ø 33,8 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 32 | 1 | 8 | 1,6 |
| Ø 32 | 1 | 7 | 1,6 |
| Ø 27,8 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 27 | 2 | 12 | 1,6 |
| Ø 26,7 | 1 | 11 | 1,6 |
| Ø 26,5 | 1 | 11 | 1,6 |
| Ø 26 | 1 | 8 | 1,6 |
| Ø 26 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 25,2 | 2 | 9 | 1,6 |
| Ø 25 | 3 | 9 | 1,6 |
| Ø 23,8 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 22 | 1 | 8 | 1,6 |
| Ø 21 | 1 | 11 | 1,6 |
| Ø 20 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 14 | 1 | 12 | 1,6 |
| Ø 13 | 2 | 7 | 1,6 |
| Ø 11 | 4 | 12 | 1,6 |
| Ø 10 | 1 | 11 | 1,6 |
| Ø 9 | 4 | 11 | 1,6 |
| Ø 8,5 | 4 | 12 | 1,6 |
| Ø 8 | 2 | 12 | 1,6 |
| Ø 6 | 2 | 8 | 1,6 |
| 125 | 1 | 12 | 1,6 |
| 38 | 1 | 12 | 1,6 |
| 32 | 1 | 11 | 1,6 |
| 23,5 | 1 | 12 | 1,6 |
| 2 | 1 | 12 | 1,6 |
| 17,5 | 1 | 12 | 1,6 |
| 15 | 1 | 12 | 1,6 |
| 12 | 1 | 12 | 1,6 |
| 10,5 | 1 | 12 | 1,6 |
| 9 | 1 | 12 | 1,6 |
| 3,3 | 1 | 12 | 1,6 |
| 1,2 | 1 | 12 | 1,6 |
| 0,7 | 1 | 12 | 1,6 |
| R35 | 1 | 12 | 1,6 |
| R23 | 1 | 12 | 1,6 |
| R20 | 4 | 12 | 1,6 |
| R18,5 | 1 | 12 | 1,6 |
| R18 | 1 | 12 | 1,6 |
| R16 | 2 | 12 | 1,6 |
| R12 | 7 | 12 | 1,6 |
| R10 | 4 | 12 | 1,6 |
| R8 | 21 | 12 | 1,6 |
| R6 | 1 | 12 | 1,6 |
| R5 | 4 | 12 | 1,6 |
| R3 | 8 | 12 | 1,6 |
| R1 | 4 | 12 | 0,8 |
| R0,6 | 2 | 12 | 6,3 |
| R0,4 | 2 | 12 | 1,6 |
| R0,2 | 2 | 12 | 1,6 |
| R0,1 | 3 | 12 | 0,8 |
| Фаска 1х45° | 4 | 12 | 3.2 |
| Фаска 0,6х45° | 3 | 12 | 1,6 |

Итого:

Кол-во поверхностей –127;

Квалитет 12 –105;

Квалитет 11 –9;

Квалитет 9 –5;

Квалитет 8 –5;

Квалитет 7 –3.

Шероховатость 6,3– 2;

Шероховатость 3.2– 4;

Шероховатость 1,6– 114;

Шероховатость 0,8 – 7.

Расчет показателей:

1. Определение коэффициента точности

Коэффициент точности рассчитывают по формуле:

Кт=1 – 1/Тср**,**

где Тср – средний квалитет точности поверхностей детали.

Тср=∑(Тini)/∑ni,

Где Тi – квалитет точности;

Ni – число поверхностей детали одинакового квалитета.

Тср= (105\*12+9\*11+5\*9+5\*8+3\*7)/127 = 11,5;

Ктч= 1–1/11,5 = 0,91.

2. Определение коэффициента шероховатости

Коэффициент шероховатости рассчитывают по формуле:

Кш=1 – 1/Racр,

uде Racр – среднее значение параметра шероховатости поверхностей детали.

Racр=∑(Rai)/∑ni,

где Rai – параметр шероховатости поверхности детали;

ni **–** число поверхностей детали с одинаковым параметром шероховатости.

Racр = (6,3\*2+3,2\*4+1,6\*114+0,8\*7)/127=1,68 мкм;

Кш=1–1/1,68=0,4.

Таблица 4.Сводная таблица технологичности детали.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормативные значения | Кт.ч≥0,8 | Кш≥0,21 |
| Расчётное значение | 0.91>0,8 | 0,40>0,21 |

Вывод: По ЕСТПП 14.201-74 нормативный коэффициент точности обработки КТ.ч. = 0,8, следовательно, полученное значение КУ.Э. = 0,91>КТ.Н. = 0,8 удовлетворяет требованиям ЕСТП [5].

По ЕСТПП 14.201-74 нормативный коэффициент шероховатости КШ.Н.=0,21, следовательно, полученное значение Кш = 0,40>КШ.Н. = 0,21 удовлетворяет требованиям ЕСТПП.

## 4. Анализ базового технологического процесса.

Базовый технологический процесс изготовления детали (приложение №1) осуществляется на несовременном технологическом оборудовании и имеет ряд существенных недоста­тков - универсальные станки оснащены станочными приспособле­ниями без какой-либо механизации зажима заготовок, что требует затраты больших физических усилий рабочего. Вторым недостатком базового технологи­ческого процесса является то, что не применяются многоинструментальные токарные станки с числовым программным управлением, которые экономят время обработки детали, повышают точность изготовления за счет выполнения нескольких механических операций за один установ, а также обладают большей жесткостью.

## 5. Выбор заготовки.

Вид и метод получения заготовок оказывает существенное влияние на характер технологического процесса, на трудоемкость и экономичность обработки детали. Для изготовления детали «Фланец маслоагрегата», в качестве заготовки рассмотрим два вида заготовок: круглый прокат, отливка и поковка, получаемая методом штамповки на горизонтально-ковочной машине [18].

Выбор заготовки и метод ее получения произведен в соответствии с ГОСТ 14. 303 – 75

Для изготовления детали «Фланец маслоагрегата» в качестве заготовки рассмотрим 2 вида:

1. Прокат – заготовка из круглого проката;
2. Поковка, получаемая методом штамповки на горизонтально-ковочной машине.

Проведя анализ характера работы детали и ее конструктивных технологических элементов, делаю вывод, что из рассматриваемых заготовок, по минимуму приведенных затрат предпочтение следует отдать литью. АК-6Т1 - алюминиевый ковочный сплав, термически обработанный (закалка и искусственное старение). Используют для деталей сложной формы, средней прочности, изготовление, которого требует высокой пластичности в горячем состоянии.

В соответствии с программой выпуска детали, ее конструкцией и свойства материала детали «Фланец маслоагрегата» выбираю штамповку в качестве заготовки.

III группа контроля штамповки по ОСТ1 00021-78. Твердость проверяют у всех заготовок. Контроль твердости допускается проводить у 3% деталей, если при этом 100% деталей подверглись проверке методами неразрушающего контроля.

## 6. Расчет припусков и определение размеров заготовки.

Величина припусков влияет на себестоимость изготовления детали. При увеличенном припуске повышаются затраты труда, расход материала и другие производственные расходы. А при уменьшенном припуске приходится повышать точность заготовки, также увеличивает себестоимость изготовления детали. Для более точного определения припуска и предотвращения перерасхода материала применяют расчетно-аналитический метод для каждого конкретного случая с учетом всех требований выполнения заготовок и промежуточных операций [18].

# Размеры заготовки рассчитаем по ОСТ 1 90073-85 «Штамповки и поковки из алюминиевых сплавов. Технические условия»

Штамповочное оборудование – КГШП. Нагрев заготовок – индукционный.

1. Масса детали *М*д = 2,05 кг.

Определим расчетную массу поковки *М*з:

где *Kp* – расчетный коэффициент (*Kp* = 1,6):

3. Конфигурация поверхности разъема штампа П (плоская) — (см. табл. 1).

4. Основные припуски на размеры, мм:

Наибольшие габаритные размеры штамповки 100…160 мм, Ra6.3…0.8 следовательно назначаем 2,00 мм

Размеры штамповки, мм:

длина 128+2⋅2=132 мм;

ширина 160+2⋅2=164 мм;

толщина 42+2⋅2=46 мм.

Допускаемые отклонения размеров штамповки, мм:

длина ;

ширина ;

толщина .

5. Допускаемое смещение по плоскости разъема штампа — 0,7 мм .

6. Допускаемое коробление — 0,8 мм .

7. Допускаемая величина остатка от облоя по периметру среза — 1,2 мм .

Таблица 5 . Припуски и допуски на поверхности заготовки детали «Фланец маслоагрегата»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование обрабатываемой поверхности | Допуск, мм | | Допуск, мм | Размер заготовки, мм |
| на сторону | на размер |
| Длина | 2 | 4 |  | 132 |
| Ширина | 2 | 4 |  | 164 |
| Толщина | 2 | 4 |  | 46 |

 Таблица 6. Расчета операционных припусков и размеров, общего припуска и размеров заготовки (элементарная поверхность — посадочное отверстие ∅ [1]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологические операции | | Минималь­ный назначенный  припуск 2Zmin, мкм | Минималь­ный расчетный размер,   мм | Операцион­ный допуск Td,   мкм | Максималь­ный расчетный размер,   мм | Максималь­ный расчетный припуск 2Zmax, мкм | Операцион­ный размер,    мм |
| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5 | Контрольная (заготовки) | 13350 | 45,3 | 1200 | 46,5 | 14525 |  |
| 45 | Координатно-расточная — Расточить ∅32 предвари­тель­но | 11400 | 33,90 | 100  (10 квал.) | 34 | 12500 |  |
| 95 | Токарная — Расточить ∅32 окончательно | 1950 | 31,950 | 25  (7 квал.) | 31,975 | 2025 |  |
| Проверка расчета: Tdз-Tdд=2Zз max-2Zз min  1200-25=14525-13350 | | | | | | | |

## 7. Определение массы заготовки и коэффициента использования материала

Массу заготовки и массу детали определяем с помощью программы t-Flex.

Мд=2,05 кг.

Мз=3,28 кг.

После того как, была определена масса заготовки можно определить коэффициент использования материала – КИМ. Коэффициент использования материала определяется по формуле:

,

где: Мд – масса детали, кг, а Мз – масса заготовки, кг.

### 

**10. Разработка маршрутного технологического процесса.**

Разработка технологических процессов (ТП) входит основным разделом в технологическую подготовку производства и выполняется на основе принципов «Единой системы технологической подготовки производства» (ГОСТ 14.001 – 73). [6],[7]

При разработке технологических процессов необходима исходная информация.

Базовой исходной информацией для проектирования ТП служат: рабочие чертежи деталей, технологические требования, регламентирующие точность, параметр шероховатости поверхности и другие требования качества; объем годового выпуска изделий. В нашем случае базовой исходной информацией для проектирования ТП является рабочий чертеж детали «Шестерня» .

При проектировании необходимо изучать и использовать руководящую и справочную информацию. Руководящая информация предопределяет подчиненность принимаемых решений государственным стандартам. К справочной информации относятся справочные и методические материалы. Их перечень предоставлен в списке использованной литературы данной работы.

При выборе заготовки было учтено, что руководящим положением об экономии материалов, создании безотходной и малоотходной технологии и интенсификации технологических процессов в машиностроении отвечает тенденция использования более точной и сложной заготовки.

Маршрутная технология разрабатывается, выбирая технологические базы и схемы базирования для всего технологического процесса.

Вся механическая обработка детали «Фланец маслоагрегата» была наиболее выгодно распределена по операциям и, таким образом, выявлена последовательность выполнения операций и их число. Для каждой операции выбрано оборудование, в зависимости от вида обрабатываемой поверхности, ее точности и качества.

Проектирование операций – задача многовариантная; варианты оцениваются по производительности и себестоимости, имея в виду максимальную экономию времени и высокую производительность. Имея в виду выше изложенное, операционная технология разработана с учетом места каждой операции в маршрутном ТП. К моменту проектирования каждой операции известны, какие поверхности и с какой точностью были обработаны на предшествующих операциях, какие поверхности и с какой точностью должны быть обработаны на данной операции. При проектировании операций были разработаны их структуры, рассчитаны настроечные размеры, составлены схемы обработок, назначены режимы обработки.

Проектируемый технологический процесс предусматривает следующую последовательность обработки детали “Фланец маслоагрегата”.

Таблица 7. План операций технологического процесса.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № операции | Наименование операции | Применяемое оборудование |
| 000 | Заготовительная | 3аготовительное отделение |
| 005 | Контрольная | Cтол БТК |
| 010 | Токарная | Токарно-винторезный станок SAMAT-400SV TB-226 |
| 015 | Контрольная | Стол БТК, Твердомер ТР-5043 УС-10 |
| 020 | Термическая | Термическое отделение |
| 025 | Фрезерная | Универсально-фрезерный FNGJ-32 ФУ-42 |
| 030 | Слесарная | Слесарный верстак |
| 035 | Координатно-расточная | Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15 |
| 040 | Токарная | Токарно-винторезный станок SAMAT-400SV TB-226 |
| 045 | Координатно-расточная | Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15 |
| 050 | Фрезерная | Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II |
| 055 | Слесарная | Cлесарный верстак |
| 060 | Промывка | Промывочное отделение |
| 065 | Фрезерная | Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II |
| 070 | Слесарная | Слесарный верстак |
| 075 | Промывка | Промывочное отделение |
| 080 | Термическая | Термическое отделение |
| 085 | Слесарная | Плита притирочная |
| 090 | Промывка | Промывочное отделение |
| 095 | Токарная | Токарно-винторезный станок SAMAT-400SV TB-226 |
| 100 | Слесарная | Cлесарный верстак |
| 105 | Фрезерная | Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II |
| 110 | Слесарная | Слесарный верстак |
| 115 | Промывка | Промывочное отделение |
| 120 | Фрезерная | Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II |
| 125 | Слесарная | Слесарный верстак |
| 130 | Промывка | Промывочное отделение |
| 135 | Плоскошлифовальная | Плоскошлифовальный 3701 ШП-22 |
| 140 | Слесарная | Слесарный верстак |
| 145 | Координатно-расточная | Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15 |
| 150 | Промывка | Промывочное отделение |
| 155 | Притирочная | Плита притирочная |
| 160 | Притирочная | Токарный специальный для доводки ТВ-320П ТВ-68 |
| 165 | Промывка | Промывочное отделение |
| 170 | Контрольная | Стол БТК |
| 175 | Токарная | Токарно-винторезный станок SAMAT-400SV TB-226 |
| 180 | Слесарная | Слесарный верстак, Настольно-сверлильный 2Г103П СН-53 |
| 185 | Промывка | Промывочное отделение |
| 190 | Нанесение покрытий | Гальваническое отделение |
| 195 | Притирочная | Плита притирочная |
| 200 | Притирочная | Токарный специальный для доводки ТВ-320П ТВ-68 |
| 205 | Промывка | Промывочное отделение |
| 210 | Координатно-расточная | Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15 |
| 215 | Промывка | Промывочное отделение |
| 220 | Контрольная | Стол БТК |
| 225 | Нанесение покрытий | Гальваническое отделение |
| 230 | Контрольная | Стол БТК |
| 235 | Сдаточная | СГД |

## 8. Выбор оборудования.

Исходя из заданной производственной программы, применяю в технологи­ческом процессе горизонтальный токарный станок с ЧПУ SAMAT-400SV и обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II.

Для операций сверления и растачивания выбираю координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 и настольно-сверлильный 2Г103П.

При этом технологический маршрут построен с максимальной концентрацией обработки на одном станке. Это приводит к со­кращению производственного цикла [11].

Выбранные станки обеспечат высокую производительность обработ­ки детали и высокую экономическую эффективность технологического процесса.

## 9. Краткая характеристика станков

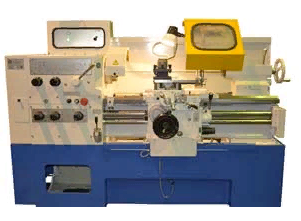


Рис 1. Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400SV

Характеристики:

Жесткость и прочность станины станка SAMAT 400SV, высокая мощность привода главного движения (7,5 кВт) и широкий диапазон частоты вращения шпинделя (12-2200 об/мин) позволяют использовать данное оборудование для обработки материалов широкого диапазона твердости и структуры - сталей, в том числе легированных, чугуна, цветных металлов и сплавов, пластмассы с высокими скоростями резания, используя современный инструмент из инструментальной стали и с тведосплавными пластинами.

Станки модели SAMAT 400SV по ГОСТ 8-82 имеют повышенный класс точности - П.

**Параметры точности станка SAMAT 400SV**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | **Параметры** | **Значение** |
| класс точности П |
| 1. | Некруглость обрабатываемого изделия, не более в мкм | 2,5 |
| 2. | Конусность обрабатываемого изделия, не более в мкм | 6,5 |
| 3. | Прямолинейность торцовой поверхности, не более в мкм | 6 |
| 4. | Точность шага нарезаемой резьбы, не более в мкм | 30 |
| 5. | **Шероховатость, обрабатываемой поверхности металлов:**   * при обработке черных металлов * при обработке цветных металлов |  |
| Rz20 |
| Ra1,25 |



Рис 2. Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II

Характеристики:

|  |  |
| --- | --- |
| **VARIAXIS** | **500-5X II** |
| Размер палетты | 500 x 400 мм |
| Перемещение по осям (X/Y/Z) | 510/510/460 мм |
| по осям (A/C) | -120-+30°/±360° |
| Быстрая подача по осям (X,Y,Z) | 52 000 мм/мин |
| по осям (A,C) | 3600,9000°/мин |
| Шпиндель | 12 000 об/мин, 22 кВт (30 л. с) (при 15-мин. цикле) |
| Тип хвостовика инструмента | MAS BT-40, CAT-40 |
| Вместимость магазина | 30, \*40, \*60, \*80, \*120 |
| Требуемая площадь (Стандартная компоновка/Станок с системой смены 2 паллет) | 2805 х 2950 / 2805 х 4002 |



# Рис 3. Координатно-расточной 2В44ОАФ1

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ :

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Значение** |
| **Основные параметры станка** |  |
| Класс точности (Н,П,В,А,С) | А |
| Рабочая поверхность стола, мм | 800 х 400 |
| Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм | 25 |
| Наибольший диаметр расточки в стали 45, мм | 250 |
| Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм | 125..585 |
| Расстояние от оси шпинделя до стойки (вылет шпинделя), мм | 500 |
| **Шпиндельная бабка** |  |
| Частота вращения шпинделя (б/с регулирование), об/мин | 50...2000 |
| Пределы рабочих подач гильзы шпинделя на один оборот шпинделя, мм/об | 0,03...0,16 9 ступеней |
| Наибольшее вертикальное перемещение шпинделя (ход) (ручное, механическое), мм | 210 |
| Наибольшее вертикальное перемещение шпиндельной бабки (установочное от руки), мм | 250 |
| Внутренний конус шпинделя (внутренний конус) специальный | 5 |
| Наибольший конус закрепляемого инструмента | Морзе 4 |
| Закрепление шпиндельной коробки на направляющих | ручное |
| **Рабочий стол** |  |
| Наибольшее перемещение стола (продольное/ поперечное), мм | 710 х 400 |
| Число Т- образных пазов на столе | 5 |
| Величина ускоренного перемещения стола и салазок, мм/мин | 800 |
| Пределы рабочих подач стола и салазок при фрезеровании, мм/мин | 16..800 |
| Наибольшая масса обрабатываемого изделия, кг | 320 |
| **Точность станка** |  |
| Цена деления растровой сетки установки координат, мм | 0,001 |
| Точность установки координат, мм | 0,005 |
| Точность расстояний между осями отверстий, растачиваемых на станке, мм | 0,008 |
| Точность растачиваемого диаметра (постоянство диаметра), мм | 0,004 |
| Предохранение от перегрузки механизма подач | есть |
| **Привод** |  |
| Количество электродвигателей на станке | 5 |
| Электродвигатель привода главного движения, кВт | 2 |
| Электродвигатель привода перемещения стола, кВт | 0,245 |
| Электродвигатель привода перемещения салазок, кВт | 0,245 |
| Электродвигатель насоса системы смазки, кВт |  |
| Электронасос охлаждающей жидкости | ПА-22М, 0,125 кВт |
| **Габарит станка** |  |
| Габариты станка, включая ход стола и салазок, мм | 2520 х 2195 х 2385 |
| Масса станка, кг | 3510 |



# Рис 3. Настольно-сверлильный 2Г103П

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ :

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование параметра** | **Значение** |
| **Основные параметры станка** |  |
| Наибольший условный диаметр сверления, мм | 3 |
| Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола | 45..160 |
| Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм | 110 |
| **Рабочий стол** |  |
| Размеры рабочей поверхности стола, мм | 140 х 140 |
| Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов | 1 |
| **Шпиндель** |  |
| Наибольшее перемещение шпиндельной головки по колонне, мм |  |
| Ход гильзы шпинделя, мм | 40 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 2500..16000 |
| Количество скоростей шпинделя | 5 |
| Конус шпинделя | 29° под цангу |
| **Привод** |  |
| Электродвигатель привода, кВт (об/мин) | 0,18 (2800) |
| **Габарит и масса станка** |  |
| Габариты станка (длина ширина высота), мм | 450 х 225 х 480 |
| Масса станка, кг | 50 |

## 11. Выбор и обоснование технологических баз

От правильности назначения технологических баз в значительной степени зависит фактическая точность выполнения линейных размеров, заданных конст­руктором, правильность взаимного расположения поверхностей, точность обра­ботки и т.д. При автоматизации производства и применении станков с ЧПУ, зна­чение правильности выбора технологических баз еще более возрастает. Т.к. все это основано на принципе автоматического получения размеров, в котором тех­нологическая база является одним из составляющих элементов [6].

При назначении технологических баз должны соблюдаться следующие принципы:

1. Принцип совмещения технологической и измерительной базы (погрешность базирования равна нулю).

2. Принцип постоянства баз, т.е. на большей части операций должны при­меняться одни и те же базы.

3. Силы закрепления необходимо прикладывать перпендикулярно выпол­няемому размеру.

Исходя из этих принципов выбираем следующие теоретические схемы ба­зирования заготовки.

Для базирования на большинстве операций в качестве базы служит торец детали, на операциях 010 и 040 – заготовка устанавливается в четырехкулачковый патрон.

На операциях 050 и 065 деталь базируется в специальном приспособление.

## 12. Расчет и назначение режимов резания

Разработка технологического процесса механической обработки заготовки обычно завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования. [11], [13], [14]

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

Операция №035. Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15. Для сверления отверстия 23 мм в заготовке выбираем инструмент: сверло 23 Р6М5 ГОСТ 886-77.

Аналитический расчёт глубины резания и оборотов шпинделя при сверлении в заданных условиях, с учетом возможности станка и режущих способностей.

Определим глубину резания:

Рекомендованная подача: 0,08-0,1 мм/об. При рассверливании отверстия рекомендованную подачу для сверления увеличиваем в 2 раза:

мм/об;

По ряду подач данного станка выбираем подачу мм/об;

Скорость резания:

Определим обороты шпинделя:

Исходя из параметров станка принимаем n = 2000 об/мин:

Определим силы резания и крутящий момент:

где:  *–* коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

– эмпирический коэффициент для расчета осевой силы.

– эмпирический коэффициент для расчета момента:

Рассчитаем мощность, затрачиваемую на резание:

Проверка по мощности:

*η∙Nст≥ Nрез*

0,20кВт ≤ 4,5 кВт – условие выполняется.

Определяем основное технологическое время:

где – длина подвода инструмента,

– длина врезания инструмента.

Операция №045. Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15.

Переход №1. Для сверления отверстия 11 мм в заготовке выбираем инструмент: сверло 11 Р6М5 ГОСТ 886-77.

Аналитический расчёт глубины резания и оборотов шпинделя при сверлении в заданных условиях, с учетом возможности станка и режущих способностей.

Определим глубину резания:

Рекомендованная подача: 0,08-0,1 мм/об.

Скорость резания:

Определим обороты шпинделя:

Исходя из параметров станка принимаем n = 2000 об/мин:

Определим силы резания и крутящий момент:

где:  *–* коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

– эмпирический коэффициент для расчета осевой силы.

– эмпирический коэффициент для расчета момента:

Рассчитаем мощность, затрачиваемую на резание:

Проверка по мощности:

*η∙Nст≥ Nрез*

0,20кВт ≤ 4,5 кВт – условие выполняется.

Определяем основное технологическое время:

где – длина подвода инструмента,

– длина врезания инструмента.

Операция №045. Координатно-расточной 2В44ОАФ1-15 СС-15.

Переход №2. Для сверления отверстия 16 мм в заготовке выбираем инструмент: сверло 16 Р6М5 ГОСТ 886-77

Аналитический расчёт глубины резания и оборотов шпинделя при сверлении в заданных условиях, с учетом возможности станка и режущих способностей.

Определим глубину резания:

Рекомендованная подача: 0,08-0,1 мм/об.

Скорость резания:

Определим обороты шпинделя:

Исходя из параметров станка принимаем n = 1600 об/мин:

Определим силы резания и крутящий момент:

где:  *–* коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

– эмпирический коэффициент для расчета осевой силы.

– эмпирический коэффициент для расчета момента:

Рассчитаем мощность, затрачиваемую на резание:

Проверка по мощности:

*η∙Nст≥ Nрез*

0,14кВт ≤ 4,5 кВт – условие выполняется.

Определяем основное технологическое время:

где – длина подвода инструмента,

– длина врезания инструмента.

Операция 050. Обрабатывающий центр MAZAK VARIAXIS 500-5X II.

Переход №1. Фрезерование контура.

Фрезерование контура выполняют сборной торцовой фрезой из быстрорежущей стали марки Р6М5 с числом зубьев z=4 шт., наружный диаметр D = 50 мм. Глубина резания равна 5 мм.

Рассчитаем режимы резания:

Глубина резания: t= 5 мм;

Ширина фрезерования: B= 25 мм;

Подача на оборот фрезы: So = Sz∙z = 0,1∙4 = 0,4 мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

,

где ; qv=0,25; mv=0,2; xv=0,1; yv=0,2; uv=0,15; p=0–коэффициент и показатели степеней [2, стр.287];

Т= 180 мин – средняя стойкость фрезы [2, стр.290];

,

где - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [2, стр. 262];

где - коэффициент, учитывающий влияние состояние поверхности заготовки [2, стр. 263];

где - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала [2, стр. 263];

м/мин;

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

n=1000∙V/(π∙D)=1000∙53,64/(π ∙50)=342об/мин;

Минутная подача:

Sм = Sz∙z∙n=0,1∙4∙342=1137 мм/мин;

Уточняем подачу по паспорту станка Sм =140 мм/мин, тогда

подача на зуб: мм/зуб.

Сила резания:

,

где ; x=0,95; y=0,8; u=1,1; q=1,1; w=0 –коэффициент и показатели степеней [2, стр. 291];

- поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [2, стр. 264];

– показатель степени;

H;

Находим радиальную составляющую силы резания:

Крутящий момент на шпинделе, H·м:

H·м;

Мощность резания, кВт:

кВт;

Проверка по мощности:

*η∙Nст≥ Nрез*

0,76кВт ≤ 15 кВт – условие выполняется.

Операция 030. Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY.

Переход №2. Обточка D= 62 мм. Резец проходной Т15К6. Глу­бина резания t = 2 мм; число проходов i = 1; период стойкости Т = 60 мин.

Назначим подачу исходя из марки обрабатываемого материала S = 0,3 мм/об. Тогда скорость резания VP найдем по формуле:

,

где: Т – период стойкости, мин; t – глубина резания, мм; S - подача об/мин; CV =350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; KV = 0,44. Тогда расчетная скорость резания будет равна:

.

Число оборотов будет рассчитываться по формуле:

,

где: D – диаметр обрабатываемой поверхности, D=65 мм; VP – рассчитанная скорость резания. Тогда получим число оборотов равное:



Определение силы резания:

,

где: СV = 300; x = 1; y = 0,75; n = –0,15; коэффициент силы резания КР определяется по формуле:

,





Мощность резания при точении определяется по формуле:

,

 кВт.

Мощность двигателя станка Nд =11 Квт, т.к Nд >N ,следовательно обработка на выбранной оборудовании возможна.

Определение основного (машинного) времени осуществляется по формуле:

,

где: l1 и l2 – величины соответственно врезания и перебега резца (l1 =2 мм, l2 = 0 мм); L – длина обрабатываемой поверхности, мм; i – число проходов.



Операция 050. Зубофрезерный станок 53В30П

Зубья нарезаются червячной фрезой из быстрорежущей стали марки Р6М5 с числом зубьев z=14 шт., наружный диаметр D = 90 мм. Глубина резания равна 5 мм.

Рассчитаем режимы резания:

Глубина резания: t= 5 мм;

Ширина фрезерования: B= 25 мм;

Подача на зуб: мм/зуб [2, стр. 283];

Подача на оборот фрезы: So = Sz∙z = 0,1∙14 = 1,4 мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

,

где ; qv=0,29; mv=0,24; xv=0,3; yv=0,34; uv=0,1; p=0,1 –коэффициент и показатели степеней [2, стр.287];

Т= 180 мин – средняя стойкость фрезы [2, стр.290];

,

где - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [2, стр. 262];

где - коэффициент, учитывающий влияние состояние поверхности заготовки [2, стр. 263];

где - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала [2, стр. 263];

м/мин;

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

n=1000∙V/(π∙D)=1000∙6,025/(π ∙ 90)=21,30об/мин;

По паспорту станка принимаем n=50 об/мин;

Уточняем скорость резания:

V=π·D·n/1000=π ·90·50/1000=14,13 м/мин;

Минутная подача:

Sм = Sz∙z∙n=0,1∙14∙50=70 мм/мин;

Уточняем подачу по паспорту станка Sм =70 мм/мин, тогда

подача на зуб: мм/зуб.

Сила резания:

,

где ;x=0,86; y=0,72; u=1,0; q=0,86; w=0 –коэффициент и показатели степеней [2, стр. 291];

- поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [2, стр. 264];

– показатель степени;

H;

Находим радиальную составляющую силы резания:

Крутящий момент на шпинделе, H·м:

H·м;

Мощность резания, кВт:

кВт;

Проверка по мощности:

*η∙Nст≥ Nрез*

0,87 кВт ≤ 4,2 кВт – условие выполняется.

Операция №095. Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY.

Переход №3. Для сверления отверстия 12 мм в заготовке из материала выбираем инструмент: сверло 8 Р6М5 ГОСТ 886-77

Аналитический расчёт глубины резания и оборотов шпинделя при сверлении в заданных условиях, с учетом возможности станка и режущих способностей.

Определим глубину резания:

Рекомендованная подача: 0,23-0,28 мм/об.

Определим обороты шпинделя:

Исходя из параметров станка принимаем n = 1120 об/мин

Определим силы резания и крутящий момент:

где:  *–* коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

– эмпирический коэффициент для расчета осевой силы.

– эмпирический коэффициент для расчета момента:

Рассчитаем мощность, затрачиваемую на резание:

Определяем основное технологическое время:

где – длина подвода инструмента,

– длина врезания инструмента.

Остальные режимы резания находим аналогично и результаты записываем в сводную таблицу.

Таблица 7. Режимы резания для изготовления детали «Шестерня»

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер операции | Наименование операции, перехода | Глубина резания t, мм | Длина резания l, мм | Подача Sо, мм/об | Скорость V, м/мин | Частота вращения n, мин-1 | Основное время tо, мин |
| 015 | Токарно-винторезная |
| Точить наружную поверхность D=28 с образование фасок | 1.5 | 19.5 | 0.3 | 14 | 160 | 0,52 |
| 2. Точить наружную поверхность D=46 | 1.5 | 61 | 0.6 | 10.5 | 72 | 1.52 |
| 3. Точить наружную поверхностьD=30 с подрезкой торца | 1 | 26.5 | 0,4 | 12.7 | 135 | 0,56 |
| 020 | Многоцелевая с ЧПУ |
| 2.Фрезерование шестигранника: | 3 | 15 | 0.08 | 23 | 290 | 0.81 |
| 2. Чистовое точение поверхности: | 0.5 | 120 | 0.2 | 45 | 350 | 1.78 |
| 3. Нарезание резьбы | 1 | 24 | 2 | 30.7 | 350 | 0,2 |
| 025 | Сверлильная: |  | | | | | |
|  | Сверление отверстия | 4 | 42 | 0.145 | 11.3 | 450 | 0.72 |
| 040 | Круглошлифовальная: |
| Шлифование Ø42 | 0.3 | 60 | 0.67 | 50 | 200 | 0.47 |
| Шлифование М27 | 0.1 | 24 | 0.06 | 50 | 200 | 3.5 |

# 13. Расчет норм времени.

Технические нормы времени в условиях среднесерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.[15],[16]

Штучное время определяется по формуле:

Тшт = То + Тв + Тоб + Тот,

где То – основное время, мин;

Тв – вспомогательное время, мин;

Тоб – время на обслуживание рабочего места, мин; складывается из времени на организационное и времени на техническое обслуживание рабочего места;

Тот – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Нормативы вспомогательного времени используем с учётом коэффициента для среднесерийного производства k=1,85:

Tш=Tо +(Тус+Тзо+Туп+Тиз)k



Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

Тв = Тус + Тзо + Туп + Тиз

где Тус – время на установку и снятие детали, мин;

Тзо – время на закрепление и открепление детали, мин;

Туп – время на приемы управления, мин;

Тиз – время на измерение детали, мин.

Тогда время на обслуживание рабочего места определяется по формуле:

Тоб = Ттех+ Торг

где Ттех– время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

Торг – время на организационное обслуживание рабочего места, мин.

Время на обслуживание Тo6c и отдых Тoтд в серийном производстве по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих в процентах от оперативного времени Тoп.

Оперативное время определяется по формуле:

Топ = То + Тв

Подготовительно-заключительное время состоит из следующих составляющих:

– время на наладку станка и установку приспособления;

– время перемещений и поворотов рабочих органов станков;

– время на получение инструментов и приспособлений до начала и сдачи после окончания обработки и др.

Расчеты норм времени по всем операциям сводятся в таблицу и записываются в операционные карты.

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

где Тп-з – подготовительно-заключительное время;

Тшт – норма штучного времени, мин;

n – размер партии деталей,

Для серийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле:

где а – количество дней запаса деталей на складе;

Ф – количество рабочих дней в году.

Принимаем а=5 дней; Ф=257 дней.

Принимаем n=40 деталей.

Таблица 8. Нормы времени на изготовления детали «Болт упорный».

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер операции | Наименование операции | Основное времяТо | Вспомогательное время Тв | | | Оперативное время Топ | Время обслуживания | Время на отдых | Штучное времяТшт | Подготов.-заключительное Тп-з | Штучно-калькуляцион. время Тшт-к |
| Тус | Туп | Тиз |
| 015 | Токарно-винторезная | 2.6 | 0,3 | 0,25 | 0,21 | 3.36 | 0.12 | 0.1 | 6.2 | 12 | 6.5 |
| 020 | Многоцелевая с ЧПУ | 2.79 | 0,34 | 0,1 | 1,78 | 5.01 | 0.19 | 0.08 | 9.3 | 17 | 9.7 |
| 025 | Сверлильная | 0.72 | 0.21 | 0.15 | 0.34 | 1.42 | 0.08 | 0.04 | 2.6 | 10 | 2.9 |
| 040 | Круглошлифовальная | 3.97 | 0.25 | 0.16 | 0.35 | 4.73 | 0.28 | 0.12 | 8.7 | 8 | 8.9 |

# Конструкторская часть.

## Проектирование станочного приспособления.

Интенсификация производства в машиностроении неразрывно связана с техническим перевооружением и модернизацией производства на базе применения новейших достижений науки и техники. Техническое перевооружение, подготовка производства новых видов продукции машиностроения и модернизация средств производства неизбежно включают процессы проектирования средств технологического оснащения и их изготовления [2],[3].

В общем объёме средств технологического оснащения примерно

50 % составляют станочные приспособления. Применение станочных приспособлений позволяет:

1) надежно базировать и закреплять обрабатываемую деталь с сохранением её жесткости в процессе обработки;

2) стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего;

3) повысить производительность и облегчить условия труда рабочего в результате механизации приспособлений;

4) расширить технологические возможности используемого оборудования.

Для эффективного использования станков и станочных приспособлений предъявляется ряд требований.

Для обеспечения высокой точности обработки заготовок приспособления должны быть выполнены с высокой точностью. Погрешности базирования и закрепления должны быть сведены к минимуму. Конструкция приспособления не должна быть наиболее податливым звеном системы станок-приспособление-инструмент - деталь, чтобы использовать полную мощность станка на черновых операциях и обеспечивать высокую точность на чистовых операциях. Приспособление должно обеспечивать хорошую инструментальную доступность, т.е. возможность подхода инструмента к как можно большему количеству поверхностей заготовки. Приспособления должны обеспечивать сокращение времени зажима-разжима заготовки. Для сокращения времени переналадки станков приспособления должны обеспечивать возможность их быстрой смены или переналадки [2].

## Описание конструкции и принцип работы приспособления

Специальное приспособление предназначено для закрепления детали «Фланец маслоагрегата» при фрезеровании контура. Обработка ведется на обрабатывающем центре MAZAK VARIAXIS 500-5X II.

Приспособление состоит из корпуса 1 в которую устанавливают шток 8 надетого на него поршнем 9 и затянутой гайкой 18. Корпус закрывается крышкой 6 и крышка 2. На крышку 2 устанавливается плита 3 и прижимается винтами 17 затем на плиту 3 запрессовывают штифт 11. Деталь 4 устанавливается на плиту и прижимается быстросъемной шайбой 10.

Приспособление работает следующим образом. После сборки приспособления деталь 4устанавливают на плиту 3 и затем устанавливают быстросъемную шайбу 10, далее в штоковую полость подается сжатый воздух. После этого шток 8 двигается вниз за тем самым зажимает заготовку после чего заготовку начинают обрабатывать. После окончания работ с другой стороны поршня подается сжатый воздух который возвращает шток в изначальное положение для разжима заготовки. За тем заготовку переворачивают и дообрабатывают оставшийся контур. После обработки ее меняют на новую заготовку и повторяя за тем цикл.

## Расчёт усилий зажима

Составим уравнение моментов сил, при котором заготовка будет в неподвижности:

где - момент силы

где B=25 мм – ширина фрезы.

- коэффициент запаса для разработанного приспособления с гидравлическим приводом:

,

где К0 – гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки, К0 = 1,5;

К1 – коэффициент, зависящий от вида базовой поверхности заготовки, для чистовой обработки, К1 = 1;

К2 – коэффициент учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента, для зубофрезерования, К2 = 1,6;

К3 – коэффициент учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей, т.к. нет прерывистых поверхностей К3 = 1;

К4 – коэффициент, учитывающий род привода, для гидравлических приводов К4 = 1,1;

К5 – коэффициент, учитывающий неудобство расположения рукоятки и угла ее поворота более 90°, К5 = 1,0;

К6 – коэффициент, учитывающий наличие крутящих моментов, стремящихся повернуть заготовку, и вид опор; К6 = 1,0;

где l=55 мм – плечо силы трения;

– сила трения.

Силу трения найдем из уравнения равновесия на ось 0X:

тогда:

Отсюда выражаем силу зажима:

Сила Р на штоке пневмоцилиндра определяется по формуле:

; (2.9)

где: сила на штоке , p – давление сжатого воздуха (0,9 МПа), η – КПД с учетом потерь на трение манжет о стенки цилиндра ()

Отсюда:

Выбираем цилиндр с диаметром D=40 мм и диаметром штока d = 10мм. Тогда:

D2 - d2 = 402 - 102 = 1500.

## Расчет приспособление на прочность.

Расчет приспособления на прочность веду с помощью программы t-Flex.

В соответствии с данными расчетами, делаю вывод, что деталь «Удлинитель» удовлетворяет прочности и следовательно приспособление будет работать .

Рисунок 2.

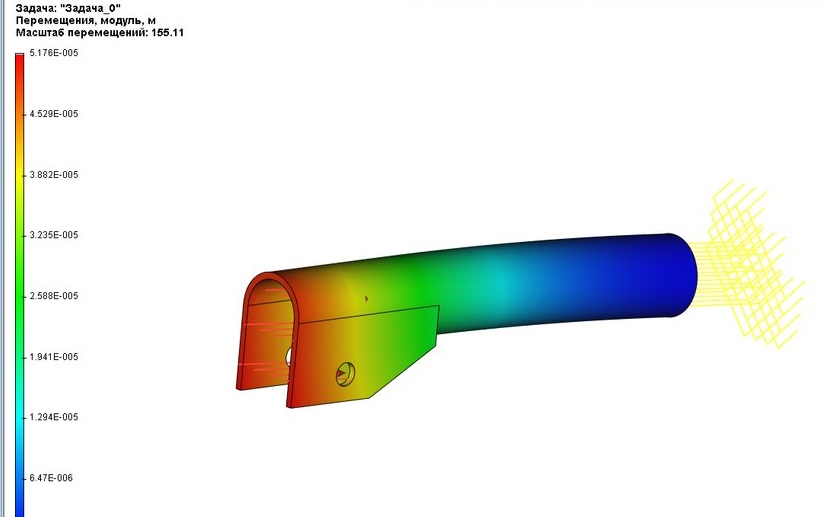


Рисунок 3.

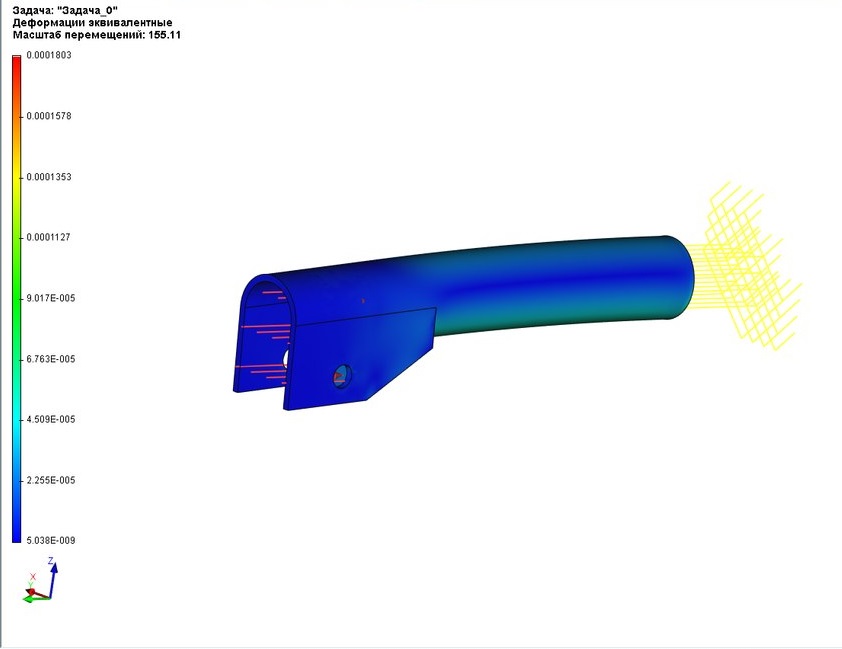
****

Рисунок 4.

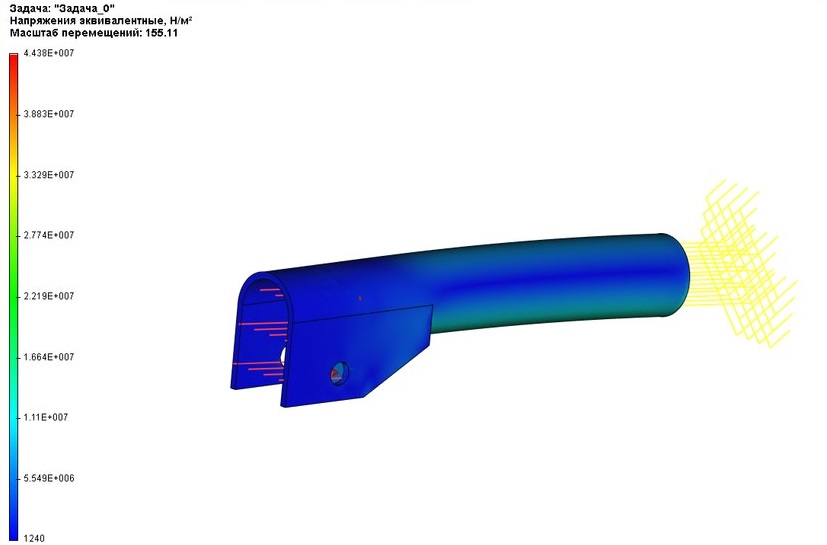
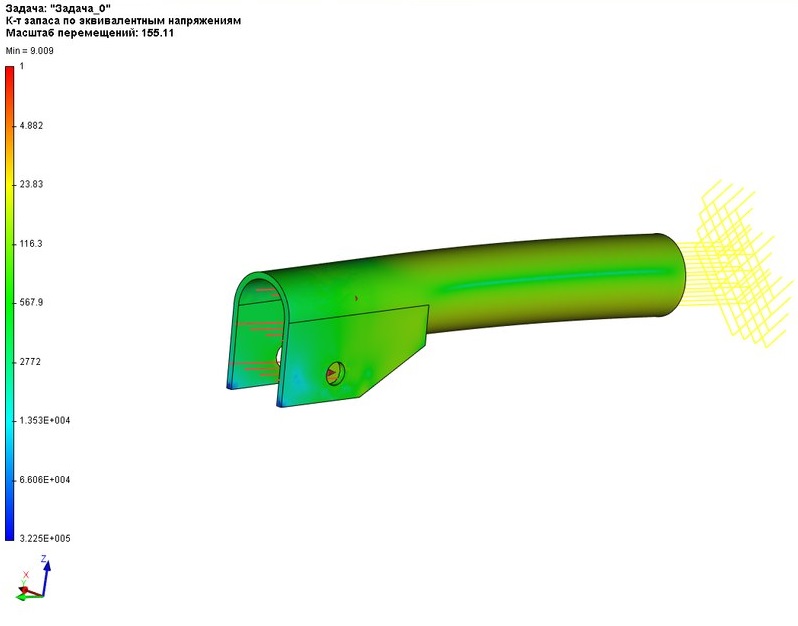
****

Рисунок 5.

****

## Расчёт точности приспособления.

Точность обработки заготовок в значительной степени зависят от пра­вильного назначения требований к точности изготовления приспособлений.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызы­вающих суммарную погрешность.

Погрешность изготовления приспособления вычисляется по формуле:

[24, с.151],

где δ – допуск выполняемого при обработке размера заготовки,

kT – коэффициент, учитывающий отклонения рассеяния значений со­ставляющих величин от закона нормального распределения;

kT1 - коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках;

kT2 - коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от при­способления;

ω – экономическая точность обработки;

εз – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

εу – погрешность установки приспособления на станке;

εи – погрешность положения заготовки, возникающая в результате из­нашивания элементов приспособления;

εп – погрешность от перекоса инструмента;

εб – погрешность базирования заготовки в приспособлении.

При установке заготовки на двух упорах, погрешность базирования равна 0,08 мм.[24, стр.155].

,08мм;

εз=0,03мм – погрешность закрепления в центре с пневматическим приводом [4, с.169]

εу=0,03 мм – погрешность установки приспособления на станок

[24, c.171];

εu = U0 ∙ k1 ∙ k2 ∙ k3 ∙ k4

U0 = 25 мкм – средний износ установочных элементов [24, c.175]

k1, k2 , k3 , k4 - поправочные коэффициенты [24, c.176]

εu = 25 ∙ 0,91∙ 1,25∙ 0,94∙ 1,0 = 0,027 мм

Погрешность положения приспособления [24, c.177]

εП= 0,04 мм

ω = 0,048 мм; [4, c.153]

kT = 1,0 kT1 = 0,8 kT2 = 0,6; [24, c.151]

δ = 0,3 мм – из чертежа детали;

Таким образом, погрешность, допустимая для данного приспособления и вызываемая неточностью его изготовления, не должна превышать 0,23 мм.

## Проектирование мерительного приспособления.

В своей работе разрабатываю компоновку контрольно-измерительного приспособление для контроля торцового биения.

Принцип действия.

На плите (7) с помощью болтов (20) и пальцев (18) закреплена призма (19), на которую укладывается контролируемая деталь (3) «Болт упорный». Сверху на стойке(2) с помощью винтов (15) установлены две направляющие (4), по которым перемещается планка (1), удерживаемая винтом (8) от выпадения. Планка удерживает, измеряемую деталь, прижимая ее к призматической поверхности.

Осевое положение валика фиксируется упором (на рис. не показан).

На плите неподвижно смонтирована стойка (5) с помощью винтов (15).

В прорези стойки установлена рычажнаяпередача, в которую входят: коромысло(8), которое крепится к стойке болтом (14), ограничитель хода пружины (7) , создающее измерительное усилие.

Второй конец коромысла соприкасается с измерительным стержнем

ИГ (9).

Измеряемой детали, уложенному на призму и прижатому сверху

подвижной планкой (1), дают один - два оборота и отсчитывают максимальное показание ИГ (9), которое и определяет биение торца

относительно шейки.

## Расчет точности контрольно-измерительного приспособления .

Точность показаний контрольно-измерительногоприспособлениея определяется суммарной погрешностью измерений (СПИ).   
Суммарная погрешность может составлять 8 - 30 % допуска   
контролируемого параметра. Ее величина зависит от назначения   
изделий и может быть равна: для ответственных изделий   
(авиационная техника) - 8 %, для менее ответственных - 12,5 %,   
для остальных 25-30%.

В настоящее время существует ряд методик расчета СПИ,которые в подавляющем большинстве случаев отличаются лишь степенью детализации определения отдельных составляющих погрешности.

На этапе проектирования контрольно-измерительного приспособления применяю табличный метод расчета суммарной погрешности измерения.   
Возможность использования принятой конструкции контрольно-измерительного приспособления определяется суммарной погрешностью измерения, методика расчета составляющих которой при измерении линейных размеров (длин и диаметров), величина радиального и торцового биения в диапазоне размеров от 1 до 500 мм дана в ГОСТе 8.051 - 81.

В общем случае должно выполняться условие:

 ,

где -погрешности, допускаемые при измерении.   
  
 Допускаемые погрешности регламентирует ГОСТ 8.051 -81. [9]

Таким образом :

Условие выполняется, следовательно контрольно-измерительное приспособление считается пригодным для работы.

## Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ.

Разработку программы произвожу с помощью программы t-Flex для операции 020-обработка наружного контура.

N0M03

N5S200

N10F30

N15G01X-170.38Z223.65

N20G01X-170.38Z208.65

N25M11

N30M02

N35M30

N40M03

N45S200

N50F30

N55G01X-170.18Z208.45

N60G01X-168.38Z208.45

N65G01x-168.38Z190.35

N70G01X-170.68Z190.35

N75M11

N80M02

N85M30

N90M03

N95S200

N100F30

N105G01X-178.276Z190.218

N110G01X-179.368Z187.218

N115G01x-179.38Z187.15

N120G01X-179.38Z1160.15

N125M11

N130M02

N135M30

# Литература.

1. А.Г. Косилова, Р.К. Мещерякова Справочник технолога машиностроителя в 2 – томах. М.: Машиностроение, 1985.
2. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1979.
3. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966.
4. Кормилицин и др. Программирование обработки деталей на станках с ЧПУ: - Учебное пособие. ВолГТУ. 1999 г. - 92 с.Технологичность конструкций изделия / Под ред. ЮД. Амирова - М.: Машиностроение, 1990. - 768 с.
5. Ванин, В.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей в машиностроении : учеб.пособие / В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 332 с
6. А.А. Гусев Технология машиностроения: Учебник.- М:. Машиностроение, 1986 г. - 480 с.
7. Степанов Ю.С. Альбом контрольно-измерительных приспособлений, -М.:Машиностроение 1998г.
8. Станки с программным управлением. Справочник / Г.А. Монахов, А.А Оганян, Ю.И. Кузнецов и др. - М.: Машиностроение, 1975. -288 с.
9. Тарабарин О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б. Т 19 Проектирование технологической оснастки в машиноостроении: Учебное пособие. — 22е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 304 с.
10. Резание металлов, режущие инструменты и станки: метод.указания / сост.: А.Н. Волков, М.Б. Сазонов, И.А. Чигринёв. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012. – 36 с.
11. Аверьянов О.И., Клепиков В.В. Режущий инструмент: Учебное пособие. - М: МГИУ, 2007. — 144 с.
12. Обработка металлов резанием . Справочник технолога А.А.Панов и др. - М.: Машиностроение. 2004 г. - 784 с.
13. Ю.В.Барановский Режимы резания металлов. Справочник.- М.: НИИТавтопром, 1995 г. - 456с.
14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. - М.: Экономика, 1988. - 368 с.
15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания. Справосник в 2х томах. М.: Машиностроение, 1991. - 640 с.
16. Жолобов А.А. Экономика и организация машиностроительного производства. Дипломное проектирование: Учебное пособие.- Изд-влГревцева. 2011 г. - 328 с.
17. А.Е.Перминов. Определение припусков и размеров заготовки расчетно-аналитическим методом М.:МАТИ, 2006.-16 с.
18. А.Е. Перминов Анализ рабочего чертежа детали. Методические указания к дипломному и курсовому проектированию, -М.:, МАТИ, 2007г., 16с.
19. А.Е. Перминов, Н.П.Колесников Оформление технологической документации. Методические указания к дипломному проектированию,- М.:, МАТИ, 2009 г., 24с.
20. Бабин С.В. Планировка производственных участков. Методические указания к дипломному и курсовому проектированию,- М.:, МАТИ, 2005г., 28с.
21. Часовые тарифные ставки, действующие с 1.07.2003г.
22. Расчет энергоносителей за 2003г.
23. Юдин Е.А.Охрана труда в машиностроении. М.: Машиностроение, 1976.
24. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений.: Справ. Пособие. – Мн.: Беларусь, 1991 – 400 с: ил.