Оглавление

[Введение. 4](#_Toc421733497)

[Технологическая часть. 6](#_Toc421733498)

[2*.* Требования к технологичности конструкции детали. 11](#_Toc421733499)

[3.Анализ технологичности конструкции детали «Шестерня». 12](#_Toc421733500)

[3.1. Анализ технологичности конструкции детали по геометрической форме и конфигурации. 12](#_Toc421733501)

[3.2. Анализ технологичности конструкции детали по наличию унифицированных конструктивных элементов детали, требованиям точности и качества поверхностей. 13](#_Toc421733502)

[4. Анализ базового технологического процесса. 16](#_Toc421733503)

[5. Выбор заготовки. 16](#_Toc421733504)

[6. Расчет припусков и определение размеров заготовки. 17](#_Toc421733505)

[6.1 Определение исполнительных размеров заготовки. **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc421733506)

[6.2. Расчет припусков опытно-статистическим методом. **Ошибка! Закладка не определена.**](#_Toc421733507)

[7. Определение массы заготовки и коэффициента использования материала. 20](#_Toc421733508)

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

[9. Краткая характеристика станков. 21](#_Toc421733510)

[10. Разработка маршрутного технологического процесса. 29](#_Toc421733511)

[11. Выбор и обоснование технологических баз. 33](#_Toc421733512)

[12. Расчет и назначение режимов резания. 34](#_Toc421733513)

[13. Расчет норм времени. 41](#_Toc421733514)

[Конструкторская часть. 44](#_Toc421733515)

[Проектирование станочного приспособления. 44](#_Toc421733516)

[Описание конструкции и принцип работы приспособления. 45](#_Toc421733517)

[Расчёт усилий зажима 45](#_Toc421733518)

[Расчет приспособление на прочность. 47](#_Toc421733519)

[Расчёт точности приспособления. 50](#_Toc421733520)

[Проектирование мерительного приспособления. 52](#_Toc421733521)

[Расчет точности контрольно-измерительного приспособления . 53](#_Toc421733522)

[Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ. 54](#_Toc421733523)

[Планировка участка цеха. 55](#_Toc421733524)

[Требования при составлении планировок. 55](#_Toc421733525)

[Определение потребного количества оборудования на проектируемом участке. 58](#_Toc421733526)

[Расчёт площади механического цеха. 59](#_Toc421733527)

[1. Производственная площадь. 59](#_Toc421733528)

[2. Вспомогательная площадь. 60](#_Toc421733529)

[Экономическая часть. 61](#_Toc421733530)

[Безопасность труда. 67](#_Toc421733531)

[Заключение. 73](#_Toc421733532)

[Литература. 74](#_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 фрезерования, специальное мерительное приспособление.

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

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

В процессе работы проведен анализ существующего технологического процесса, предложены прогрессивные технологические методы обработки, улучшена заготовка, автоматизированное приспособление для обработки отверстия, 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 «Шестерня». На данном участке применяется специальные приспособления для фрезерования 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 фрезерования 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 «Шестерня». 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 изгото-вления 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 «Болт упорный» 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 «Шестерня» изготовляется из стали **12Х2Н4А по**ГОСТ 4543-71. Химический состав и физико-механические свойства приведены в таблицах 1, 2и 3.

Таблица 1. Средний химический состав стали **12Х2Н4А** ГОСТ 4543-71.

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Fe | Cu |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0.09 - 0.15 | 0.17 - 0.37 | 0.3 - 0.6 | 3,25 -3.65 | до 0.025 | до 0.025 | 1.25 - 1.65 | ~93 | до 0.3 |

Таблица 2. Физические свойства стали **12Х2Н4А**ГОСТ 4543-71.

| T | E 10- 5 | α10^6 | λ | ρ | C | R 109 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Град | МПа | 1/Град | Вт/(м·град) | кг/м3 | Дж/(кг·град) | Ом·м |
| 20 | 2 |  |  | 7840 |  |  |
| 100 |  | 11 | 25 | 7820 |  |  |
| 200 |  | 12 |  |  |  |  |
| 300 |  | 13 |  | 7760 |  |  |
| 400 |  | 14.7 | 19 | 7710 |  |  |
| 500 |  | 15.3 |  |  |  |  |
| 600 |  | 15.6 |  | 7630 |  |  |

Примечание к таблице 2: T - Температура, при которой получены данные свойства, [Град]

E - Модуль Юнга, [МПа]

a - Коэффициент температурного расширения (диапазон 20° - T), [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала, [кг/м3]

C - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - T), [Дж/(кг·град)]

R - Удельное электрическое сопротивление, [Ом·м]

Таблица 3. **Механические** свойства стали **12Х2Н4А** ГОСТ 4543-71.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ГОСТ | Состояние поставки, режим термообработки | Сечение, мм | σ0,2 (МПа) | σв(МПа) | δ5 (%) | ψ % | KCU (Дж / см2) | НВ, не более |
| ГОСТ 4543-71 | Закалка 860 °С, масло. Закалка 760-800 °С, масло. отпуск 180 °С, воздух или масло. | 15 | 930 | 1130 | 10 | 50 | 88 | - |
|  | Цементация 920-950 °С. Закалка 780-800 °С, масло. Отпуск 180-200 °С | 60 | 950 | 1200 | 10 | 50 | 80 | 225-302 Поверхности (59-63) |

Деталь «Шестерня» представляет собой  представляет собой тело вращения (класс детали) и предназначена для передачи крутящего момента. Деталь имеет центральное гладкое отверстие. Это отверстие является основной конструкторской базой. Она представляет собой круглый профиль, зубцы которого располагаются по окружности и являются строго параллельными относительно оси вращения. Их изготовление возможно методом фрезерования.

Шестерня относится к классу 72: детали — тела вращения с элементами зубчатого зацепления.

Масса детали не требует специальных грузоподъемных устройств для установки и снятия ее со станка.

Все поверхности детали доступны для обработки и измерения.

Точность размеров посадочного отверстия высокая (6‑й квалитет), шероховатость низкая (*Ra*0,4), поэтому данная поверхность требуют обработки шлифованием.

Ограничение радиального биения зубчатого венца относительно поверхности В в пределах 0,035 мм связано с требованием к сососности посадочного отверстия зубчатого венца.

В чертеже указана одна группа контроля 4. Группа контроля 4 означает требование проверки твердости сердцевины на 10% деталей (механические свойства не проверяют).

Точность размеров и шероховатость поверхностей конструктивно и экономически обоснованы.

Конструкция детали имеет удовлетворительную 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 или трубы.

Материал детали сталь **12Х2Н4А** 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 косновным координатам.

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

## 

## 3.Анализ технологичности конструкции детали «Шестерня»

### 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. конструкционная легированная сталь **12Х2Н4А** ГОСТ 4543-71хорошо обрабатывается резанием.

3. Конструкция детали должна обеспечить применение типовых, групповых или стандартных техпроцессов – конструкция детали технологична, т.к. она отно­сится к классу деталей типа тела вращения.

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 технологична т.к. нет глухих отверстий и торцев подрезае­мых с внутренних сторон.

8. Отсутствие плоскостей и отверстий расположенных не под прямым углом

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

За исключением эвольвентного профиля зубчатого венца.

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 119,4 | 1 | 8 | 1,6 |
| Ø 110,53 | 1 | 12 | 3,2 |
| Ø 102 | 1 | 12 | 3,2 |
| Ø 80 | 1 | 12 | 3,2 |
| Ø 61 | 1 | 12 | 3,2 |
| Ø 55 | 1 | 12 | 3,2 |
| Ø 52 | 1 | 6 | 0,4 |
| Ø 12 | 10 | 12 | 3.2 |
| 34 | 1 | 12 | 3.2 |
| 25 | 1 | 12 | 3,2 |
| 16,7 | 1 | 12 | 3.2 |
| 12,8 | 1 | 12 | 3.2 |
| 10 | 1 | 12 | 3,2 |
| 6 | 1 | 12 | 3.2 |
| 4,5 | 1 | 12 | 3.2 |
| 3,5 | 1 | 12 | 3,2 |
| 1,9 | 2 | 12 | 1,6 |
| R0,2 | 2 | 12 | 3.2 |
| Фаска 0,8х45° | 2 | 12 | 3.2 |
| Фаска 0,6х45° | 2 | 12 | 3,2 |

Итого:

Кол-во поверхностей –33;

Квалитет 12 –31;

Квалитет 8 –1;

Квалитет 6 –1;

Шероховатость 3.2– 29;

Шероховатость 1,6– 3;

Шероховатость 0,4 – 1.

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= (31\*12+1\*8+6\*1)/33 = 11,7;

Ктч= 1–1/11.7 = 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 = (3.2\*29+1,6\*3+0.4\*1)/33=2,97 мкм;

Кш=1–1/2,97=0,66.

Таблица 4.Сводная таблица технологичности детали.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормативные значения | Кт.ч≥0,8 | Кш≥0,21 |
| Расчётное значение | 0.91≥0,8 | 0,66≥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 = 0,66>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 «Шестерня», в качестве заготовки рассмотрим два вида заготовок: круглый прокат 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 «Шестерня» 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 заготовке из горячекатаного круглого. Однако, с точки зрения экономии металла штампованная заготовка предпочтительнее, так как у нее больший коэффициент использования металла (КИМ).

В соответствии с программой выпуска детали «Шестерня» выбираю штампованную заготовку, выполненную на горизонтально-ковочной машине.

Шестой класс точности для штампованных заготовок, изготовляемых обычными методами штамповки. III группа контроля штамповки по ОСТ 90074-72. Поштучное или выборочное испытание только на твердость.

## 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 ГОСТ 7509-89 «Поковки стальные штампованные».

Штамповочное оборудование – КГШП. Нагрев заготовок – индукционный.

1. Масса детали *М*д = 0,81 кг.

Определим расчетную массу поковки *М*з:

где *Kp* – расчетный коэффициент (*Kp* = 1,8):

2. Класс точности – Т3.

3. Группа стали – М2.

4. Степень сложности – С1.

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

6. Исходный индекс — 10 (см. табл. 2).

7. Основные припуски на размеры (см. табл. 3), мм:

1,6 — диаметр 119,4 мм и чистота поверхности 3,2;

1,6 — диаметр 61 мм и чистота поверхности 3,2;

1,6 — диаметр 52 мм и чистота поверхности 0,4;

1,4 — диаметр 12 мм и чистота поверхности 3,2;

1,4 — толщина 34 мм и чистота поверхности 3,2;

1,4 — толщина 25 мм и чистота поверхности 3,2.

8. Дополнительные припуски, учитывающие: смещение по поверхности разъема штампа — 0,3 мм (см. табл. 4); отклонение от плоскостности — 0,3 мм (см. табл. 5).

9. Штамповочный уклон: на наружной поверхности — не более 5° принимается 5°; на внутренней поверхности — не более 7° принимается 7°.

10. Размеры поковки, мм:

диаметр 119,4 + (1,6 + 0,3)·2 = 123,2 принимается 123;

диаметр 61 + (1,6 + 0,3)·2 = 64,8 принимается 65;

диаметр 52 — (1,6 + 0,3) · 2 = 48,2 принимается 48;

диаметр 12 — (1,4 + 0,3) · 2 = 8,6 принимается 8,5;

толщина 34 + (1,4 + 0,3) · 2 = 37,4 принимается 37,5;

толщина 25 + (1,4 + 0,3) · 2 = 28,4 принимается 28,5.

11. Радиус закругления наружных углов — 3,0 мм.

12. Допускаемые отклонения размеров (см. табл. 8), мм:

13. Допускаемая величина остаточного облоя 0,7 мм.

14. Допускаемое отклонение от плоскостности 0,6 мм.

15. Допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки 0,8 мм.

16. Допускаемое смещение по поверхности разъема штампа 0,6 мм

17. Допустимая величина высоты заусенца 3,0 мм.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование обрабатываемой поверхности | Допуск, мм | | Допуск, мм | Размер заготовки, мм |
| на сторону | на размер |
| Наружный диаметр | 1,8 | 3,6 |  | 123 |
| Наружный диаметр | 2 | 4 |  | 65 |
| Внутрений диаметр | 2 | 4 |  | 48 |
| Внутрений диаметр | 1,75 | 3,5 |  | 8,5 |
| Плоская поверхность | 1,75 | 3,5 |  | 37,5 |
| Плоская поверхность | 1,75 | 3,5 |  | 28,5 |

 Таблица 6. Расчета операционных припусков и размеров, общего припуска и размеров заготовки (элементарная поверхность — посадочное отверстие ∅52±0,0095 [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) | 3509,5 | 47,1 | 1400 | 48,5 | 4890,5 |  |
| 15 | Токарная — Расточить ∅52 предвари­тель­но | 2595 | 50,905 | 190  (11 квал.) | 51,095 | 3805 |  |
| 25 | Токарная — Расточить ∅52 окончательно | 865 | 51,84 | 120  (8 квал.) | 51,96 | 935 |  |
| 155 | Доводочная — обработать ∅52 окончательно | 49,5 | 51,9905 | 19  (6 квал.) | 52,0095 | 150,5 |  |
| Проверка расчета: Tdз-Tdд=2Zз max-2Zз min  1400-19=4890,5-3509,5 | | | | | | | |

## 7. Определение массы заготовки и коэффициентаиспользования материала.

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

Мд=0,81 кг.

Мз=1,46 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.



## 8. Выбор оборудования.

Исходя из заданной производственной программы, применяю в технологи­ческом процессе горизонтальный токарный станок сЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II MY и токарно-фрезерный обрабатывающий центр с фрезерным шпинделем INTEGREX 200-IV, для черновых токарных операций применяю универсальное оборудование токарно-винторезный станок модели 16К20. Для шлифования выбираю круглошлифовальный станок с ЧПУ Kellenberger KEL-VISTA, внутришлифовальный станок Ponar SOJ-10, зубошлифовальный станок 5851. Для операции зубофрезерования применяю зубофрезерный станок 53В30П, т.к. на данной операции будет применяться специальное приспособление, которое позволит обеспечить заданную точность, указанную на чертеже детали. 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 сЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II MY

Характеристики:

| Спецификация | | РМЦ - 500U мм | РМЦ - 1000U мм |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры заготовки | Максимально устанавливаемый диаметр | 695 мм | 695 мм |
| Максимально обрабатываемый диаметр | 380 мм | 380 мм |
| Максимальный диаметр прутка (в зависимости от типа патрона) | 65 мм | 65 мм |
| Максимально обрабатываемая длина | 555 мм | 1020 мм |
| Главный шпиндель | Размер патрона | 8 дюйм | 8 дюйм |
| Максимальная частота вращения | 5000 об/мин | 5000 об/мин |
| Верхняя револьверная головка | Количество инструмента | 12 | 12 |
| Максимальная частота вращения | 5000 об/мин | 5000 об/мин |
| Перемещения по осям | Ось X | 234 мм | 234 мм |
| Ось Y | 100 мм | 100 мм |
| Ось Z | 625 мм | 1090 мм |



Рис 2. Токарно-винторезный станок 16К20

**Характеристика токарно-винторезного станка 16К20**

* Максимальный диаметр обработки над станиной, мм: 500;
* Максимальный диаметр обработки над суппортом, мм : 300;
* Наибольшее расстояние между центрами, мм: до 5000;
* Ширина направляющих, мм: 390;
* Число скоростей вращения шпинделя: 24;
* Рабочий диапазон оборотов, об/мин: 9-1600;
* Мощность главного привода, кВт: 7.5;
* Количество подач: 65;
* Диапазон продольный подач, мм/об: 0.028-6.43;
* Диапазон поперечных подач, мм/об: 0.12-2.73;
* Габариты (ДхШхВ), мм: 2500х1150х1300;
* Масса станка,кг: 2100.



# Рис 3. Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с фрезерным шпинделем INTEGREX 200-IV

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ :

|  |  |
| --- | --- |
|  | Базовое оснащение |
| Количество координат станка (число осей) | 3 |
| Кол-во одновременно управляемых координат станка (осей) | 3 |
| Количество Револьверных головок, шт. | 1 |
| Направляющие станка | Скольжения |
| Привод исполнительного звена станка (тип) | Шарико-винтовая пара (ШВП) |
| Диаметр детали над направляющими станины, мм | 675 |
| Максимальный диаметр обработки, мм | 380 |
| Максимальный диаметр точения, мм | 380 |
| Максимальная длина точения, мм Расстояние между центрами станка - РМЦ, мм | 575  575 |
| Максимальный диаметр заготовки (ДО), мм | 675 |
| Максимальная длина заготовки (ДО), мм | 575 |
| Перемещения по оси X (ход), мм | 230 |
| Перемещения по оси Y (ход), мм | 100 |
| Перемещения по оси Z (ход), мм | 575 |
| Холостая (ускоренная) подача по оси Х, м/мин | 30 |
| Холостая (ускоренная) подача по оси Y, м/мин | 21 |
| Холостая (ускоренная) подача по оси Z, м/мин | 33 |
| Тип конструкции | Жесткая с направляющими скольжения |
| Станина / Тип станины | Цельнолитая наклонная станина |
| Материал станины | Чугун (литая) |



Рис 4. Круглошлифовальный станок с ЧПУ Kellenberger KEL-VISTA

**Технические характеристики:**

Длина шлифования (мм) - 1000

 Высота центров (мм) - 175

 Вес детали при обработке в центрах (кг) - 100

Межцентровое расстояние (мм) - 0 — 1 000



Рис 4. Внутришлифовальный станок Ponar SOJ-10

**Технические характеристики:**

|  |  |
| --- | --- |
| Наибольшая длина шлифования, мм | 160 |
| Наибольший диаметр шлифуемого изделия, мм, ( в кожухе/без кожуха) | 300/450 |
| Расстояние от оси шпинделя до поверхности стола, мм | 290 |
| Ручная поперечная подача переднкй бабки, мм (вперед/назад) | 50/180 |
| Наибольший угол поворота передней бабки | 30° |
| Скорость подачи и вывода стола, м/мин | 10 |
| Габариты станка, мм (длина×ширина×высота) | 2500×1750×1850 |
| Масса станка, кг | 2900 |



Рис 4. Зубошлифовальный станок 5851

**Технические характеристики:**

| **Параметр** | **Значение** |
| --- | --- |
| Класс точности станка по [ГОСТ 8-82](https://stanok-kpo.ru/spravochnik/gosty-stankov-i-kpo/8-82.html) (Н, П, В, А, С) | А |
| Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм | 320 |
| Наибольший модуль обрабатываемых зубчатых колес | 10 |
| Наибольшая ширина зубчатого венца, мм | 220 |
| ЧПУ | - |
| Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин. | 1900 - 2650 |
| Мощность, кВт | 0.8 |
| Габариты, мм | 3170\_1820\_2020 |
| Масса, кг | 5600 |



Рис 4. Зубофрезерный станок 53В30П

### Технические характеристики:

Станки модели 53в30п предназначены для нарезания шлицевых валов, прямозубых и косозубых цилиндрических колес, а также цепных звездочек и зубчатых секторов червячными фрезами методом обкатки на высоких режимах обработки

Наибольший наружный диаметр нарезаемого колеса, мм 320  
Наибольший обрабатываемый модуль, мм 6  
Наибольший угол наклона нарезаемых зубьев, град +/-60  
Наибольшая ширина нарезаемого венца (прямозубого) колеса, мм 220  
Диаметр стола, мм 250  
Расстояние между осями инструмента и стола, мм 30-250  
Наибольшие размеры устанавливаемых червячных фрез, мм  
- диаметр 160  
- длина 160,220\*  
Наибольшая длина перемещения червячной фрезы вдоль оси (шифтинг), мм 75,170\*  
Диапазончисел оборотов червячной фрезы, 1/мин 50-500  
Диапазон вертикальных подач, мм/об 0,63-7,3  
Диапазон радиальных подач, мм/мин 1-16  
Мощность привода главного движения, кВт 3,2/4,2  
Суммарная максимальная мощность всех электродвигаталей, установленных на станке, кВт 8,42  
Род тока питающей сети переменный, трехфахный  
Напряжение и частота тока, В/Гц 380/50  
Габаритные размеры полуавтомата (вместе с отдельно расположенным магнитным транспортером), мм  
- длина 2300  
- ширина 1300  
- высота 1950  
Масса полуавтомата, кг 5100  
Точность обработки зубчатых колес по DIN3962 7 квалитет

**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 «Шестерня» 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 «Шестерня».

Таблица 7. План операций технологического процесса.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № операции | Наименование операции | Применяемое оборудование |
| 000 | Заготовительная | 3аготовительное отделение |
| 005 | Контрольная | Cтол БТК |
| 010 | Токарная | Токарно-винторезный станок 16К20 ТВ-206 |
| 015 | Токарная | Токарно-винторезный станок 16К20 ТВ-206 |
| 020 | Mаркирование | Cлесарный верстак |
| 025 | Термическая | Термическое отделение |
| 030 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 035 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 040 | Токарная | Токарно-винторезный 16К20 ТВ-206 |
| 045 | Маркирование | Cлесарный верстак |
| 050 | Зубофрезерная | Зубофрезерный станок 53В30П ФЗ-5 |
| 055 | Зубофрезерная-разрешается выполнять вместо опер.050 | Токарно-фрезерный обрабатывающий центр INTEGREX 200 IV |
| 060 | Слесарная | Cлесарный верстак |
| 065 | Термическая | Термическое отделение |
| 070 | Токарная | Токарно-винторезный станок 16К20 ТВ-206 |
| 075 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 080 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 085 | Термическая | Термическое отделение |
| 090 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 095 | Токарная | Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 200-II-MY |
| 100 | Слесарная | Cлесарный верстак |
| 105 | Внутришлифовальная | Внутришлифовальный станок SOJ-10 ШВ-20 |
| 110 | Термическая | Термическое отделение |
| 115 | Плоскошлифовальная | Плоскошлифовальный станок 3701 ШП-22 |
| 120 | Размагничивание | Установка МДС-5 |
| 125 | Круглошлифовальная | Шлифовальный станок с ЧПУ KEL-VISTA ШК-24 |
| 130 | Термическая | Термическое отделение |
| 135 | Зубошлифовальная | Зубошлифовальный станок 5851 ШС-21 |
| 140 | Термическая | Термическое отделение |
| 145 | Слесарная | Cлесарный верстак |
| 150 | Токарная | Токарно-винторезный станок 16К20 ТВ-206 |
| 155 | Доводочная | Токарный специальный станок для доводки ТВ-320П ТВ-68 |
| 160 | Промывка | Промывочное отделение |
| 165 | Окрашивание | Малярное отделение |
| 170 | Контрольная | Магнитный дефектоскоп |
| 175 | Промывка | Промывочное отделение |
| 180 | Контрольная | Cтол БТК |
| 185 | Нанесение покрытий | Гальваническое отделение |
| 190 | Контрольная | Cтол БТК |
| 195 | Сдаточная | СГД |

## 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 заготовки в операциях 030, 035, 075, 080, 090, 095 служит наружная цилиндрическая поверхность, установленная в трехкулачковых патрон. Для базирования на операции 115, 125, 150 – торец детали, для операции 135 – центральное (посадочное) отверстие.

На операции 050 деталь базируется в специальном приспособление. На операциях 040 деталь базируется в центрах.

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

Переход №1. Обточка D= 120 мм и подрезка торца. Резец проходной Т15К6. Глу­бина резания t = 3 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=123 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 = l2 = 2…3 мм); L – длина обрабатываемой поверхности, мм; i – число проходов.



**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.

# 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.

Приспособление предназначено для закрепления детали «Шестерня» при фрезеровании зубьев. Обработка ведется на зубофрезерном станке 53В30П.

Приспособление состоит из плиты 1, на которую устанавливается корпус пневмоцилиндра 2, затем в пневмоцилиндр вставляется шток 7с надетым на него поршнем 9 и затянутой гайкой 20. Корпус закрывается крышкой 3, на которую ставится оправка 5 и затягивается винтами 16. На деталь «Шестерня» 6 ставится стакан 4, и прижимается шайбой 8.

Приспособление работает следующим образом. После установки детали 7 сверху устанавливается стакан 4, а затем быстросъёмная шайба 8, далее в штоковую полость подается сжатый воздух. После этого шток 7 двигается вниз и тем самым зажимает заготовку, после чего её начинают обрабатывать. После окончания работ с другой стороны поршня подается сжатый воздух, который возвращает шток в начальное положение для разжима заготовки и смены её на новую после повторяя цикл.

## Расчёт усилий зажима

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

где - момент силы

где B= 90 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 (1 МПа), η – КПД с учетом потерь на трение манжет о стенки цилиндра ()

Отсюда:

Выбираем цилиндр с диаметром D= 100 мм и диаметром штока d = 25мм. Тогда:

D2 - d2 = 1002 - 252 = 9 375.

## 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 между двух упоров, погрешность базирования равная нулю. [24, стр.155].

мм;

εз=0мм – погрешность закрепления в центрах с пневматическим приводом [24, 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; [24, c.153]

kT = 1,0 kT1 = 0,8 kT2 = 0,6; [4, 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.

# Планировка участка цеха.

Планировка оборудования - это план (графическое изображение на чертеже) расположения оборудования, рабочих мест, проездов и проходов в соответствующем масштабе.

Состав технологического оборудования участка цеха определяет­ся характером изготовляемых изделий, технологическим процес­сом, объёмом и организацией производства.

Для цехов серийного и массового производства станки располагаются последовательно в соответствии с технологичес­кими операциями для обработки одноименных или нескольких раз­ноименных деталей, имеющий схожий порядок операций обработки.

Последовательный переход детали со станка на станок образует технологическую линию или технологическую "цепочку".

Станки располагаются в пролете в два, три и четыре ряда в зависимости от размеров станков и ширины пролета. Круп­ные станки ставятся в пролете в два ряда, средние - в два, три, мелкие - в три-четыреряда.

Станки могут быть установлены вдоль пролета, поперек него или под углом.

К производственному оборудованию механического цеха в ос­новном относятся металлорежущие станки, поэтому при проектиро­вании цеха производится расчет количества металлорежущих стан­ков. Оборудование других производственных отделений и дополнительное производственное оборудование не рассчитывается, а выбирается укрупненно по существующим нормам [21].

## Требования при составлении планировок.

При составлении планировок должны учитываться следующие основные требования:

* 1. Оборудование в участке цеха должно располагаться в соответ­ствии с принятой организационной формой технологических процессов. При этом нужно стремиться к расположению технологичес­кого оборудования в порядке последовательности выполнения технологических операций обработки, контроля и сдачи деталей.
  2. Для соблюдения санитарных и строительных норм обо­рудование должно располагаться в соответствии с отраслевыми нормами технологического проектирования.
  3. Планировка оборудования должна предусматривать соблюдение удельных норм площадей.
  4. Расположение оборудования, проходов и проездов должно обеспечивать удобство и безопасность работы; воз­можность монтажа, демонтажа иремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки стружки.
  5. При размещении станков влинии необходимо пре­дусматривать кратчайшие пути движения каждой детали в процессе обработки к не допускать обратных кольцевых или пет­леобразных движений, создающих встречные потоки и затрудня­ющих транспортирование обрабатываемых деталей.
  6. Планировка должна быть "гибкой", т.е. необходимо предусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов [21].

Согласно заданию на дипломное проектирование годовая программа выпуска узла «Шестерня» NВ = 1000 комплектов изделий в год, исходя из этого произвожу расчет количества оборудования на участке механического цеха.

# 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.