Оглавление

[Введение. 4](#_Toc421733497)

[Технологическая часть. 6](#_Toc421733498)

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

[3.Анализ технологичности конструкции детали «Болт упорный». 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 сверления, специальное мерительное приспособление.

Объектом разработки является механический участок цеха для изготовления детали "Болт упорный".

Цель работы – разработка механического участка цеха для изготовления детали "Болт упорный" 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 совершенство-вания технологии, организации производства и улучшении технико-экономических показателей работы участка по производству детали «Болт упорный». На данном участке применяется специальные приспособления для сверления и специальное мерительное приспособление, станок с программным управлением. Это позволяет увеличить процент автома-тизации 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 сверления 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 «Болт упорный», который позволит снизить штучно-калькуляционное время производства детали для снижения себестоимости изготовления. Разработка механизированной технологической оснастки для механизации и автоматизации процесса производства детали «Болт упорный». 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 "Болт упорный" изготавливается из конструкционной легированной стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71. Химический состав и механические свойства приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Средний химический состав стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu |
| 0.28-0.34% | 0.9-1.2% | 0.8-1.1% | до 0.3 % | до 0.025 % | до 0.025% | 0.8-1.1% | до 0.3 % |

Таблица 2. Физико-механические свойства стали 30 ХГСА ГОСТ 4543-71.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| σв, Мпа | δ, % | *а*н, кДж/м2 | ρ, г/см3 | НВ |
| 1080 | 10 | 490 | 7.850 | 229 |

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

Деталь «Болт упорный» представляет собой тело вращения с наружной цилиндрической поверхностью, резьбовой поверхностью М27, плоскими торцами, т.е. форма детали простая.

Болт относится к классу 71: детали — тела вращения.

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

Все поверхности детали доступны для обработки и измерения.

Точность размеров наружной цилиндрической поверхности высокая (8‑й квалитет), шероховатость низкая, поэтому данная поверхность требуют обработки шлифованием. Точность резьбовой поверхности также высокая, следовательно требует чистовой обработки шлифованием.

Ограничение радиального биения резьбовой поверхности относительно поверхности А в пределах 0,1 мм связано с требованием точного положения резьбовой поверхности в соединении и равномерного распределения давления по площади контакта торцов.

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 удовлетворительно 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 «Болт упорный».

### 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 30 ХГСА ГОСТ 4543-71 хорошо обрабатывается резанием.

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

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.

9. Отсутствие внутренних резьб 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 | КОЛЛИЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ | КВАЛИТЕТ | ШЕРОХОВАТОСТЬ |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ø 42 | 1 | 8 | 1,6 |
| Ø 24.6 | 1 | 12 | 3.2 |
| Ø 24 | 1 | 12 | 3.2 |
| Ø 20 | 1 | 12 | 3.2 |
| Ø 8 | 1 | 12 | 3.2 |
| 120 | 1 | 12 | 3.2 |
| 27 | 1 | 12 | 3.2 |
| 20 | 1 | 12 | 3.2 |
| 19 | 1 | 12 | 6,3 |
| 15 | 1 | 12 | 3.2 |
| 3 | 2 | 12 | 3.2 |
| М27 | 1 | 6 | 3.2 |
| R1 | 2 | 12 | 3.2 |
| R0.5 | 2 | 12 | 3.2 |
| Фаска 1х45° | 3 | 12 | 3.2 |
| Скос 45° | 1 | 12 | 3.2 |
| Скос 20° | 1 | 12 | 3.2 |

Итого:

Кол-во поверхностей –22;

Квалитет 12 –20;

Квалитет 8 –1;

Квалитет 6 –1;

Шероховатость 3.2– 20;

Шероховатость 1,6– 1;

Шероховатость 6,3 – 1.

Расчет показателей:

1. Определение коэффициента точности

Коэффициент точности рассчитывают по формуле:

Кт=1 – 1/Тср**,** где

Тср – средний квалитет точности поверхностей детали.

Тср=∑(Тi ni)/∑ni, где

Тi – квалитет точности;

Ni – число поверхностей детали одинакового квалитета.

Тср= 20\*12+1\*8+6\*1/22 = 11,5

Ктч= 1–1/11.5 = 0,91

2. Определение коэффициента шероховатости

Коэффициент шероховатости рассчитывают по формуле:

Кш=1 – 1/Racр, где

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\*20+6,3\*1+1.6\*1/22=3.2

Кш=1–1/3.2=0,68

Таблица 4.Сводная таблица технологичности детали.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Нормативные значения | Кт.ч≥0,8 | Кш≥0,21 |
| Расчётное значение | 0.91≥0,8 | 0,68≥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 ЕСТПП. [5]

По ЕСТПП 14.201-74 нормативный коэффициент шероховатости КШ.Н.=0,21, следовательно, полученное значение Кш = 0,68≥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.

## 5. Выбор заготовки.

Вид и метод получения заготовок оказывает существенное влияние на характер технологического процесса, на трудоемкость и экономичность обработки детали. Для изготовления детали «Болт упорный», в качестве заготовки рассмотрим два вида заготовок: прокат-труба и поковка, выполняемая штампованием. [18]

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

Для изготовления детали «Болт упорный» в качестве заготовки рассмотрим 2 вида:

1. Прокат – пруток
2. Поковка, выполняемая штампованием

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 горячекатаной трубы. Однако с точки зрения экономии металла штампованная заготовка предпочтительнее, так как экономится использование металла.

Выбираю штампованную заготовку, выполненную на горячековочном горизонтальном прессе.

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]

### 6.1 Определение исполнительных размеров заготовки.

1. Припуски (на сторону) на размеры, мм . Припуски на механическую обработку устанавливаются в зависимости от материала штампуемой заготовки, наибольших габаритных размеров и требуемой шероховатости обработки. [18]

Наибольшие габаритные размеры штамповки 100…160 мм, Ra 6.3…0.8 следовательно назначаем 2,00 мм

2. Размеры штамповки, мм:

диаметр 42+2⋅2=46 мм;

диаметр 24+2⋅2=28 мм;

диаметр 20+2⋅2=24 мм;

М27 +2⋅2=29 мм, принимаем 30 в связи с заштамповкой заусенца;

длина 120+(2+2)=124 мм, принимаем 126 мм с учетом смещения по разъему штампа;

длина 35+(2-0.5)=36.5 мм;

длина 96+(2-0.5)=97.5 мм;

длина 15+(2+2)=19,5 мм.

3. Допускаемые отклонения размеров штамповки, мм:

диаметр мм;

диаметр ;

диаметр ;

М ;

длина ;

длина ;

длина ;

длина

4. Допускаемые отклонения размеров незакоординированных радиусов R — .

5. Допускаемое смещение по плоскости разъема штампа — 0,6 мм .

6. Допускаемое коробление — 0,9 мм .

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

Конструктивные элементы штампованных поковок должны быть выполнены в соответствии с ОСТ 1.41188‑78.

Таблица 5 . Припуски и допуски на поверхности заготовки детали “Болт упорный ”.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование обрабатываемой поверхности | Допуск, мм | | Допуск, мм | Размер заготовки, мм |
| на сторону | на размер |
| Наружный диаметр | 2 | 4 |  | 46 |
| Наружный диаметр | 1,5 | 3 |  | 30 |
| Наружный диаметр | 2 | 4 |  | 28 |
| Наружный диаметр | 2 | 4 |  | 24 |
| Плоская поверхность | 2 | 4 |  | 126 |
| Плоская поверхность | 2 | 4 |  | 97.5 |
| Плоская поверхность | 2 | 4 |  | 36.5 |
| Плоская поверхность | 2 | 4 |  | 19.5 |

 Таблица 6. Расчета операционных припусков и размеров, общего припуска и размеров заготовки (элементарная поверхность — шейка вала ∅ ) [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) | 3400 | 45,4 | 1500 | 46,9 | 4861 |  |
| 15 | Токарная — точить ∅42 предвари­тель­но | 2500 | 42,9 | 250  (12 квал.) | 43,15 | 3750 | 43+0,25 |
| 25 | Токарная — точить ∅42 окончательно | 600 | 42,3 | 100  (10 квал.) | 42,4 | 750 |  |
| 40 | Круглошли­фо­вальная — шлифовать ∅42 предварительно | 300 | 42 | 39  (8 квал.) | 42,039 | 361 |  |
| Проверка расчета: Tdз-Tdд=2Zз max-2Zз min  1500-39=4861-3400 | | | | | | | |

### 6.2. Расчет припусков опытно-статистическим методом.

При статистическом (табличном) методе определения промежуточных припусков на обработку поверхностей заготовок пользуются таблицами соответствующих стандартов, нормативными материалами и данными технических справочников. [1]

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Технологическая последовательность переходов | Допуск р-ра | | Припуск | | Р-р по переходам,  мм |
| Квал. | Допуск,  мкм | Расч.,  мкм | Прин.,  мм |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Наружный диаметр Ø 42 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - | Ø |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 3,2 | 3 | Ø43 |
| 2 | Точение чистовое | h10 | +0,1 | 0,68 | 0,7 | Ø42,3 |
| 3 | Шлифование предварительное | h8 | +0,039 | 0,3 | 0,3 | Ø42 |
| Наружный диаметр Ø24 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - | Ø |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 3,6 | 4 | Ø24 |
| Наружный диаметр М27 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - | Ø |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 2.4 | 2 | Ø28 |
| 2 | Точение чистовое | h10 | +0,1 | 0.68 | 0.7 | Ø27,3 |
| 3 | Шлифование предварительное | h8 | +0,039 | 0,17 | 0,2 | Ø27,1 |
| 4 | Шлифование окончательное | h 6 | +0.013 | 0.1 | 0.1 | Ø27 |
| Линейный размер 120 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - |  |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 3.6 | 4 | 120 |
| Линейный размер 33 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - |  |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 3.2 | 3.5 | 33 |
| Линейный размер 96 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - |  |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 1.8 | 1.5 | 96 |
| Линейный размер 15 | | | | | | |
| 0 | Заготовка | II | - | - | - |  |
| 1 | Черновое точение | h12 | +0,250 | 4.2 | 4.5 | 15 |

## 7. Определение массы заготовки и коэффициента использования материала.

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

Мд=0.8 кг.

Мз=1.04 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 токарно-фрезерный обрабатывающий центр Arix TMD 42CL, для черновых операций применяю универсальное оборудование токарно-винторезный станок модели 16К20. Для шлифования выбираю круглошлифовальный станок модели 3М153, для сверления отверстия применяю вертикально-сверлильный станок модели 2Н112, т.к. на данном операции будет применяться специальное приспособление, которое позволит обеспечить заданную точность, указанную на чертеже. При этом технологический маршрут построен с максимальной концентрацией обработки на одном станке. Это приводит к со­кращению производственного цикла. [11]

Выбранный станок с ЧПУ обеспечит высокую производительность обработ­ки детали и высокую экономическую эффективность технологического процесса.

## 9. Краткая характеристика станков.

Характеристика горизонтального токарно-фрезерного обрабатывающего центра TMD 42CL: [9]

* Максимальный диаметр точения, мм: 130;
* Максимальная длина обработки, мм: 160;
* Перемещение по оси Х ,У и Z соответственно, мм: 205, 385, 235;
* Диаметр отверстия шпинделя, мм: 48;
* Конус шпинделя: А2-5;
* Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин: 40-60000;
* Мощность шпинделя, кВт: 7.5 ;
* Диаметр отверстия противошпинделя, мм: 44;
* Число приводных инструментальных позиций: 10;
* Габаритные размеры станка, мм: 2500х2100х1800;
* Масса станка, кг: 3500.



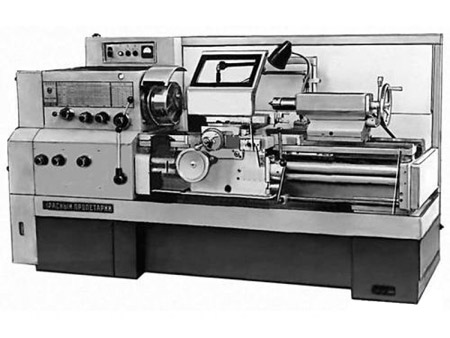
Характеристики вертикально-сверлильного станка модели 2Н112: [11]

* Диаметр сверления: не более 15 мм;
* Конус конца шпинделя (наружный): Морзе 2В;
* Число скоростей шпинделя: 4;
* Число оборотов шпинделя, 1/мин: 450,850,1500,2500;
* Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм: 380;
* Наибольший ход шпинделя, мм: 100;
* Габариты рабочей поверхности стола, мм: 250х250;
* Число Т-образных пазов: 3;
* Расстояние между пазами, мм: 50;
* Ширина паза ,мм : 14-Н8;
* Тип электродвигателя : АИР71В4;
* Напряжение, В: 380;
* Мощность электродвигателя, кВт: 0,75;
* Габариты, мм, не более (ДхШхВ): 750х370х820;
* Масса, кг: 130.



Характеристика токарно-винторезного станка 16К20: [11]

* 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.



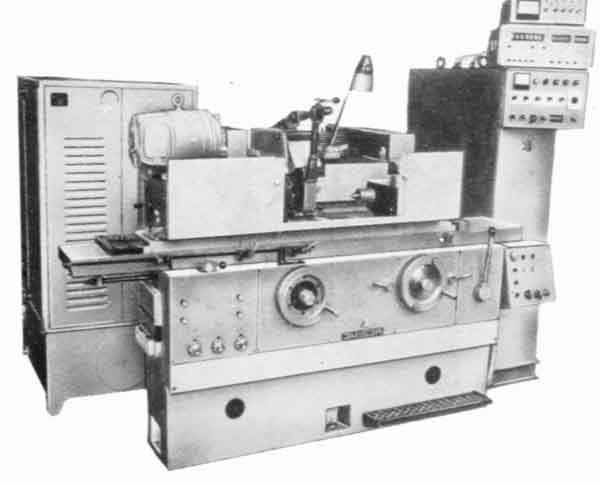
Характеристика круглошлифовального станка модели 3М153: [11]

* Наибольшие размеры, устанавливаемой заготовки:

диаметр, мм: 140;

длина, мм: 500;

* Наибольший диаметр наружного шлифования, мм: 50;
* Наибольшая длина шлифования , мм: 450;
* Высота центров над столом, мм: 90;
* Наибольшее продольное перемещение стола ,мм: 500;
* Частота вращения , об/мин, шпинделя с бесступенчатым регулированием: 50-1000;
* Скорость врезной подачи шлифовальной бабки, мм/мин: 0,5-5;
* Мощность главного привода, кВт: 7.5;
* Габариты (ДхШхВ), мм: 2700х2540х1950;
* Масса станка,кг: 4000



Характеристика электрохимического станка Bi Smart:

* Размеры рабочей зоны : 900х700
* Постоянный ток, В/А: 30-60/200-5000;
* Наибольший пульсирующий ток , А: 20000;
* Электролит: NaN03 /NaCl;
* Рабочее давление, бар: 10.



## 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 «Болт упорный» .

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 «Болт упорный» 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 «Болт упорный».

Таблица 7. План операций технологического процесса.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № операции | Наименование операции | Применяемое оборудование |
| 005 | Контрольная (входной контроль заготовок) | Контрольный стол |
| 010 | Термическая (отжиг заготовок) | Термическая печь |
| 015 | Токарно-винторезная (обдирка заготовки, центровка | Токарно-винторезный станок 16К20 |
| 020 | Токарная с ЧПУ | Горизонтальный токарно-фрезерный обрабатывающий центр TMD 50CL |
| 025 | Сверлильная (обработка отверстия) | Вертикально-сверлильный станок 2Н112 |
| 030 | Слесарная (электрохимическое удаление заусенцев и острых кромок) | Электрохимический станок  Bi Smart |
| 035 | Промывочная | Моечная машина |
| 040 | Шлифовальная | Круглошлифовальный станок модели 3М153 |
| 045 | Термическая | Термическая печь |
| 050 | Промывочная | Моечная машина |
| 055 | Контрольная (контроль геометрии детали согласно рабочему чертежу) | Контрольный стол |

## 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 015,020 служит наружная цилиндрическая поверхность, установленная в трехкулачковых патрон.

На операции 025 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 015.** Станок токарно-винторезный модели 16К20.

Переход №1. Обточка D= 28 мм и подрезка торца. Резец подрезной Т15К6. Глу­бина резания t = 1,5 мм; число проходов i = 1; период стойкости Т = 60 мин.

Назначим подачу исходя из марки обрабатываемого материала и ряда подач станка 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 = 0,06. Тогда расчетная скорость резания будет равна:



Число оборотов будет рассчитываться по формуле:

,

где: D – диаметр обрабатываемой поверхности, D=28 мм; VP – рассчитанная скорость резания. Тогда получим число оборотов равное:



По паспорту станка принимаем ближайшее кратное значение числа оборотов n = 160 об/мин.

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.



Переход №2. Обточка наибольшего диаметра D= 46 мм. Резец проходной Т15К6. Глубина резания t = 1,5 мм; число проходов i = 1; период стойкости Т = 60 мин.

Назначим подачу исходя из марки обрабатываемого материала и ряда подач станка S = 0,6 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 = 0,06. Тогда расчетная скорость резания будет равна:

мм/мин.

Число оборотов будет рассчитываться по формуле:

,

где: D – диаметр обрабатываемой поверхности, D=46 мм; VP – рассчитанная скорость резания. Тогда получим число оборотов равное:

об/мин.

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.

.

Переход №3 Обточка диаметра и подрезка торца D= 30 мм. Резец подрезной Т15К6. Глу­бина резания t = 1 мм; число проходов i = 1; период стойкости Т = 60 мин.

Назначим подачу исходя из марки обрабатываемого материала и ряда подач станка S = 0,4 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 = 0,06. Тогда расчетная скорость резания будет равна:

.

Число оборотов будет рассчитываться по формуле:

,

где: D – диаметр обрабатываемой поверхности, D=30 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 020.** Горизонтальный токарно-фрезерный обрабатывающий центр Arix TMD 42CL.

Переход № 1. Фрезерование контура детали – шестигранник. Фреза концевая Р6М5 ∅ 25 мм. Глу­бина резания t = 3 мм; число зубьев фрезы z = 4; число проходов i = 1; период стойкости Т = 180 мин.

Назначим подачу исходя из марки обрабатываемого материала и ряда подач станка SZ = 0,08 мм/зуб. Тогда скорость резания VP будет равна:

,

где: Т – период стойкости, мин; t – глубина резания, мм; S - подача мм/зуб; D – диаметр фрезы, мм; В – ширина фрезерования, мм; CV =22,5; m = 0,27; x = 0,21; y = 0,48; q = 0,35; u = 0,03; p = 0. KV = KHV×Knv×Kϕv.

, где: n = 1,25; HB = 229, тогда:

; Knv = 0,8; KUV = 0,83; Kϕv = 1,1.

Тогда расчетная скорость резания будет равна:

.

Число оборотов шпинделя будет рассчитываться по формуле:

,

где: D – диаметр фрезы, D = 25 мм; VP – рассчитанная скорость резания. Тогда получим число оборотов равное:

.

Так как, станок имеет бесступенча­тое регулирование привода, то принимаем n = 290 об/мин.

Определим действительную скорость резания:



Минутная подача равна: мм/мин, округляя принимаем минутную подачу равной SМ = 105 мм/мин.

Определение силы резания:

,

где: СР = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1; w = 0; q = 1,1; коэффициент силы резания КР определяется по формуле:





Мощность резания при фрезеровании определяется по формуле:

,

 кВт.

Крутящий момент на шпинделе станка при фрезеровании равен:

,



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.

.

Переход № 3. Нарезание резьбы М27  
 Материал режущей части резца Т15К6   
 Глубина резания определяется по формуле:

t=(28-27)/2=1мм.  
 Геометрические параметры резца : α=8…100; γ=40.  
 Подача равна шагу резьбы:S=2мм/об.  
 Число проходов выбираем согласно таблице черновых 3, чистовых 2, всего 5 проходов.  
 Стойкость инструмента назначаем аналогично токарным резцам, считая резьбонарезание получистовой операцией. Согласно рекомендаций принимаем Т=60мин.  
 Рекомендуемая скорость резания VP=30…35м/мин.  
 Расчетная частота вращения: np=1000Vp/πD=1000·30/3,14·28=341об/мин., принимаем: n=350об/мин.  
 Фактическая скорость резания: V=πDn/1000=3,14·28·350/1000=30.7 м/мин.

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.  
 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 025.** Вертикально-сверлильный станок 2Н112.

Для сверления отверстия 8 мм в заготовке из материала Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 выбираем инструмент: сверло 8 Р6М5 ГОСТ 886-77

Величину подачи на один оборот сверла находим по номограмме, для чего вначале по таблице определяем коэффициент Сs , характеризующий механические и технологические факторы (прочность сверла, степень чистоты поверхности, точность обрабатываемого отверстия, материал и т.п.)

Сs = 0,047- выбирается при сверлении сквозных отверстий .

S=0, 145 мм/об

Скорость резания так же определяется по номограмме в зависимости от подачи и диаметра сверления:

V=15,5 мм/мин.

Частота оборотов сверла при найденной скорости:

n= 617 мин-1

Исходя из требований обеспечить повышенную стойкость сверла и возможно меньшую потерю времени на смену инструмента, принимаем для сверла диаметром 8 мм ближайшую меньшую частоту вращения шпинделя, имеющуюся на станке:

*n=450* мин-1

Тогда действительная скорость резания:

Vд=11, 3 м/мин

Усилие подачи для сверла Р1, величину крутящего момента Мкр и потребной мощности N (кВт) для сверления определяем по номограмме, все полученные из номограммы величины необходимо умножить на коэффициент 0,89. Кроме того необходимо умножить мощность на коэффициент 8,5, т.к. номограмма составлена для расчета угловой скорости рабочего шпинделя головки 100 мин-1 .

Р1=1400,89=124,6 кГс=1222 Н

N1= 0,0388,50,89=0,287 л.с. =0,212 кВт

Мкр=2800,89=249,2 кГс/мм= 2444 Н/мм

Потребная мощность электродвигателя станка:

Р== 0,605 кВт

где η- КПД станка.

Основное технологическое время для сверления отверстия:

To=0,72 мин

где =+(0.52)=+1=3,3 мм-длина врезания инструмента

= (1)= 2 мм –величина пробега при обработке за пробег

S=0,145 мм/об –подача

=42 мм-длина обрабатываемого отверстия

n=450 об/мин –число оборотов шпинделя

i=1- число подходов инструмента.

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

Таблица 7. Режимы резания для изготовления детали «Болт упорный».

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 поверхность D=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 время То | Вспомогательное время Тв | | | Оперативное время Топ | Время обслуживания | Время на отдых | Штучное время Тшт | 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 для сверления одного отверстия ø8 мм в заготовке состоит из одной плиты (5), на которую установлены упор(6), пневматическое зажимное устройство(1) с удлинителем(2) для крепления заготовки; для точного сверления отверстия предусмотрена кондукторная втулка(7). Плита служит для крепления приспособления на стол станка.

Обрабатываемую деталь устанавливают на поверхность призмы (15), головка болта базируются по 3 поверхностям в упор. Зажим детали производится с помощью пневмоцилиндра (1) , усилие от которого передается на деталь посредством удлинительной втулки, которая крепится на штоке затягиваем болта (8).

## Расчёт усилий зажима

Коэффициент запаса:

k=kok1 k2k3k4k5=1,5



ko=1,5-гарантированный коэффициент запаса

k1=1-коэффициент, учитывающий неравномерность припуска по обрабатываемой поверхности заготовки, что приводит к росту силы резания

k2=1- коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента

k3=1- коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей

k4=1- коэффициент, учитывающий непостоянство силы зажима

k5=1- коэффициент, учитывающий только при наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку.

Требуемая сила закрепления:

Q==828 Н

и - значение коэффициентов трения при установки заготовки в призму.

**Исходя из заданной силы закрепления выбираю пневмоцилиндр серии 40N3G ГОСТ 15608-81.**

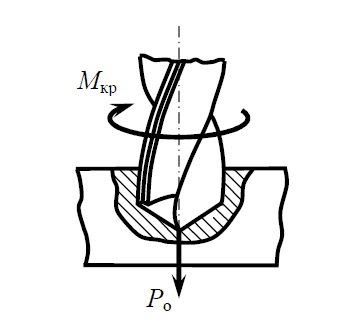
Сила зажима создаваемая пневматическим зажимным устройством:

F=1,85 кН

F>Q, следовательно условие закрепление выполнено.

Схема действия составляющих сил резания при сверлении:

Рисунок 1.

****

## 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.

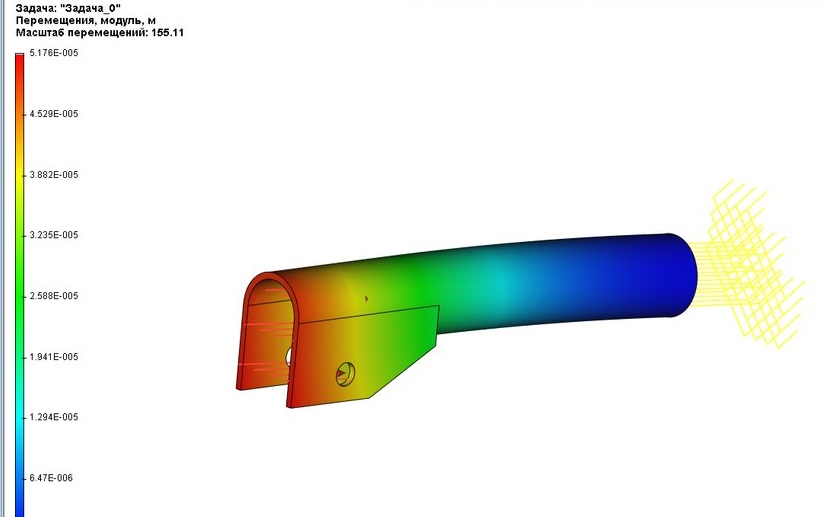


Рисунок 3.

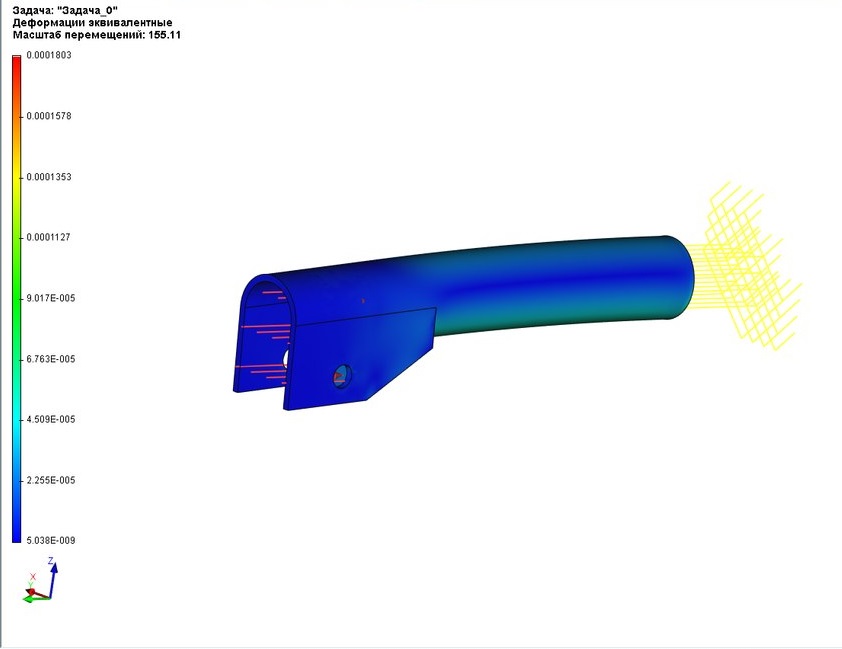
****

Рисунок 4.

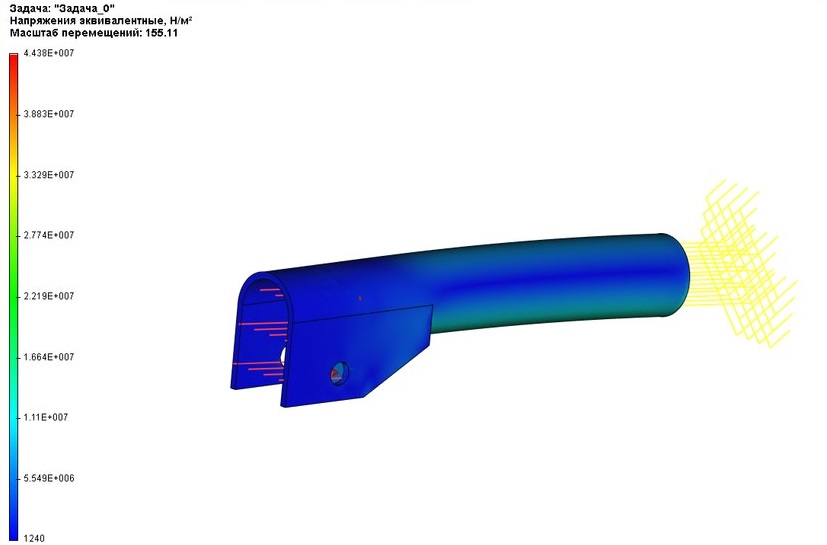
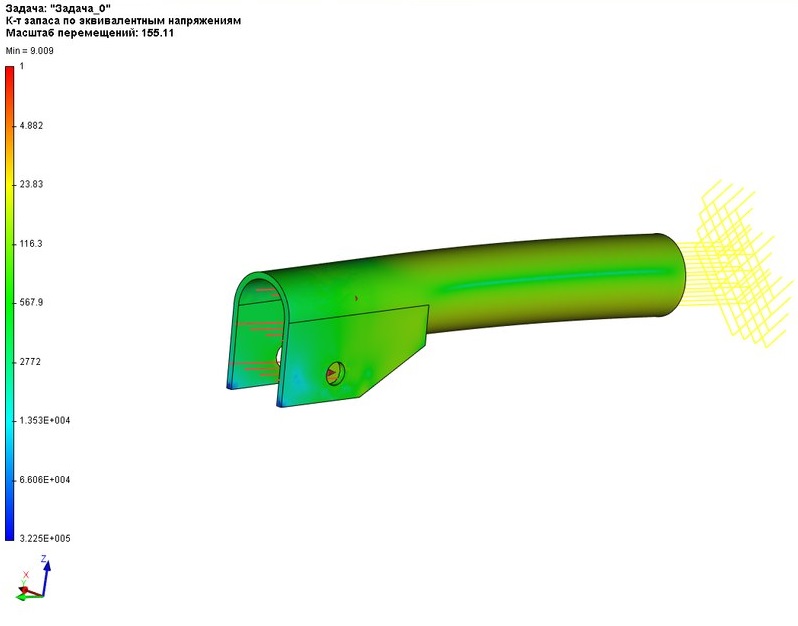
****

Рисунок 5.

****

## Расчёт точности приспособления.

=k= 0,119



K=1,2 , т.к. обработка выполняется на настроенном станке

= – погрешность базирования в призме

0,12 –допуск размера по 12 квалитету

погрешность изготовления приспособления

При определении и учитывается только половина допуска, т.к. смещение заготовки возможно под действием зажима только в одну сторону.

εз=0,01; Δн1=0,004

Δн2=0,025+0,030=0,055

Δн3 =0,015+0,014=0,029

Δн4=2l=0,01

Δн5=ΔУВ=0,083=0,117

Увеличение в раза сделано потому, что увод возможен в обе стороны

Δув=(0,5h+a+b)=(0,520+8+6)=0,083



Δн2  и Δн5 получены при использовании одних и тех же величин: зазора между отверстием во втулке и сверлом, следовательно если учесть и Δн2  и Δн5 , то одна и та же погрешность будет учитываться два раза . Поэтому учитываем наибольшую, т.е. Δн5 .

=0,2>Δ30=0,119

Заключаем, что точность обработки при использовании данного приспособления обеспечивается.

Результаты расчета на точность показали, что приспособление позволяет получить сверлением отверстие в заготовке заданной точности, так же были произведены расчеты сил резания и сил зажима. Применялись формулы, табличные значения, номограммы из литературы технологов и конструкторов. [2]

## 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 рычажная передача, 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-измерительного приспособлениея 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

# 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. необходимопредусматривать возможность перестановки оборудования при изменении технологических процессов. [21]

Согласно заданию на дипломное проектирование годовая программа выпуска узла ″Болт упорный ″ NВ = 2000 комплектов изделий в год, исходя из этого произвожу расчет количества оборудования на участке механического цеха.

Таблица 9 . Производственная программа выпуска деталей.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование детали | Годовая программа выпуска изделий NВ, шт. | Марка материала | Количество деталей на одно изделие n, шт. | Количество деталей на годовую программу N = NB×n, шт | Масса заготовки gЗ, кг | Масса детали gД, кг |
| 1 | Болт упорный | 2000 | Сталь 30ХГСА | 1 | 2000 | 1.04 | 0.8 |

В технологической части проекта разработан технологический процесс изготовления детали ″Болт упорный ″. Путем нормирования каждой механической операции определим трудоемкость изготовления детали ″Болт упорный ″.

Таблица 10 . Сводная ведомость норм времени при изготовлении детали «Болт упорный»

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  опер. | Наименование операции | tO, мин | tВ, мин | tШТ, мин | tП.З., мин | tШТ.К., мин | n | Разряд |
| 015 | Токарно-винторезная | 2.6 | 0.71 | 6.2 | 12 | 6.5 | 40 | 3 |
| 020 | Многоцелевая с ЧПУ | 2.79 | 2.22 | 9.3 | 17 | 9.7 | 40 | 3 |
| 025 | Сверлильная | 0.72 | 0.7 | 2.6 | 10 | 2.9 | 40 | 3 |
| 040 | Круглошлифовальная | 3.97 | 0.76 | 8.7 | 8 | 8.9 | 40 | 4 |
| Итого: | | 10.08 | 4.39 | 26.8 | 47 | 28 |  | |

Трудоемкость изготовления детали ″Болт упорный ″ на проектируемом участке будет равна:



По заводским данным трудоемкость изготовления детали ″Болт упорный ″ равна: ТШТ.Б. = 34.3 мин. Тогда по формуле:  найдем

коэффициент ужесточения норм.



## Определение потребного количества оборудования на проектируемом участке.

Потребное количество оборудования данного типа на проектируемом участке определяется по формуле:



Эффективный годовой фонд рабочего времени станочника при пятидневной рабочей неделе по 8 часов в две смены может быть определен по формуле:

Фд.об=[ (Фк-Фв) ·S-Фппд·1]÷Ки=[ (365-118) ·2-16·1]÷0, 9=1967 ч.

Где Фк - количество календарных дней в году;

Фв - количество выходных и праздничных дней в расчетном году;

Фппд - количество предпраздничных дней;

S - число смен работы оборудования;

Ки - коэффициент, учитывающий использование номинального фонда времени из-за неявки на работу: Ки=0.9.

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:



Таблица 11. Определение потребного количества оборудования.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Модель станка | ΣtШТ.К.,  мин | ФД.ОБ.,  ч | Количество оборудования, шт. | | КЗ.О. |
| расчетное | принятое |
| 1 | Токарно-винторезный станок модели 16К20 | 6.5 | 1967 | 0.09 | 1 | 0,09 |
| 2 | Горизонтальный токарно-фрезерный обрабатывающий центр TMD 42CL | 9.7 | 1967 | 0.14 | 1 | 0,14 |
| 3 | Вертикально-сверлильный станок модели 2Н112 | 2.9 | 1967 | 0.04 | 1 | 0,04 |
| 4 | Круглошлифовальный станок модели 3М153 | 8.9 | 1967 | 0.13 | 1 | 0,13 |
| Итого: | | | | 1.21 | 4 | 0,4 |

Таблица 12. Сводная ведомость оборудования на механическом участке.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование оборудования | Модель станка | Кол–во | Мощность, кВт | | Стоимость, тыс. руб. | |
| единицы | общая | единицы | общая |
| 1 | Токарно-винторезный станок | 16К20 | 1 | 7.5 | 7.5 | 440 | 440 |
| 2 | Горизонтальный токарно-фрезерный обрабатывающий центр | TMD 42CL | 1 | 7.5 | 7.5 | 1750 | 1750 |
| 3 | Вертикально-сверлильный станок | 2Н112 | 1 | 0.75 | 0.75 | 650 | 650 |
| 4 | Круглошлифовальный станок | 3М153 | 1 | 7,5 | 7,5 | 950 | 950 |
| Итого: | | | 4 | 23.25 | 23.25 | 3790 | 3790 |

## Расчёт площади механического цеха.

### 1. Производственная площадь.

К производственной площади относятся участки и загрузочные площадки в общей линии с оборудованием, проезды и проходы для людей и транспорта. Производственная площадь определяется по формуле:

Fпр = fпр × Сц,

где: fпр = 18…28 м2 – удельная производственная площадь на едини­цу основного оборудования;

Fпр = 28 × 4 = 112 м2

### 2. Вспомогательная площадь.

2.1. Мастерская электронщиков и слесарей, обслуживающих станки с ЧПУ:

Fэ.к = 15% Fпр = 0,015 × 112 =1.68 м2;

2.2. Помещение промывочного отделения:

Fпром = 1,0% Fпр = 0,01 × 112 = 1.12 м2

Общая вспомогательная площадь.

Fвсп = 10,34% Fпр=0.1034 х 112=11.58 м2

# Экономическая часть.

На основе определенных технико-экономических показателей базового и проектного вариантов обработки детали в своем работе произвожу оценку экономической эффективности проектируемого варианта. [17]. [22], [23]

Таблица 13. Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей | |
| Разработанный | Базовый |
| 1 | Годовая программа выпуска | *N,шт.* | 2000 | 2000 |
| 2 | Норма штучного времени | *Тшт, мин* | 6.5 | 14.52 |
| 3 | Принятое количество оборудования | *Ноб, шт* | 1 | 3 |
| 4 | Коэффициент закрепления операций | *Кз.о.* | 0.1 | 0.4 |
| 5 | Часовая тарифная ставка  Рабочего-оператора | *Сч, руб* | 26,3 | 18.2 |
| 6 | Цена единицы оборудования | Цоб, тыс. руб | 1750 | 400 |
| 7 | Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0,1…0,25) | Кмонт | 0,2 | 0,2 |
| 8 | Годовая норма амортизационных отчислений (3,5…7,4) | На, % | 5 | 5 |
| 9 | Годовой, эффективный фонд времени работы оборудования. | Фэ, час | 1967 | 1967 |
| 10 | Коэффициент затрат на текущий ремонт оборудования | Кр | 0,3 | 0,3 |
| 11 | Установленная мощность электродвигателя станка | Му, кВт | 7,5 | 12.5 |
| 12 | Коэффициент одновременности работы электродвигателей (0,8…1,0) | Код | 0,9 | 0,9 |
| 13 | Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (0,7…0,8) | Км | 0,75 | 0,75 |
| 14 | Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени (0,5…0,85) | Кв | 0,675 | 0,675 |
| 15 | Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода (1,04..1,08) | Кп | 1,06 | 1,06 |
| 16 | Тариф платы за электроэнергию | Цэ, руб/кВт | 0,99 | 0,99 |
| 17 | Коэффициент полезного действия станка (0,7…0,95) | КПД | 0.8 | 0.8 |
| 18 | Площадь, занимаемая одним станком | *Руд, м2* | 4.2 | 6.0 |
| 19 | Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь | Кд.пл | 5.5 | 3.5 |
| 20 | Стоимость эксплуатации 1м2 площади здания в год | *Цэ.пл, руб/м2* | 8000 | 6000 |
| 21 | Масса заготовки | *Мз, кг.* | 1.08 | 1.08 |
| 22 | Цена 1кг материала | Цмат, руб | 9.5 | 9.5 |
| 23 | Коэффициент транспортно-заготовительных расходов (1,05…1,06). | *Кт.з.* | 1.055 | 1.055 |
| 24 | Трудоемкость проектирования в часах технологии (85…120) | *Труд.проект, час.* | 120 | 100 |
| 25 | Часовая заработная плата конструктора, технолога | *Зчас.костр., руб./час.* | 36 | 23 |
| 26 | Нормативный коэффициент эффективности | *Ен* | 0.15 | 0.15 |

Таблица 14. Расчет капитальных вложений по сравниваемым вариантам.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование, единица измерения | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей, | |
| Разработанный | Базовый |
| 1. | Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, *тыс. руб*. |  | 245 | 360 |
| 2 | Затраты на проектирование, *тыс. руб.* |  | 5.4 | 2.3 |
| 3 | Затраты на доставку и монтаж оборудования, *тыс. руб.* |  | 49 | 72 |
| 4 | Затраты на транспортные средства,  *тыс. руб.* |  | 12.25 | 18 |
| 5 | Затраты в производственную площадь, *тыс. руб.* |  | 25.872 | 151.2 |
| Итого сопутствующие капитальные вложения,  *тыс. руб*. | | | 337.522 | 603.5 |
| 6 | Удельные капитальные вложения, *руб*. |  | 168.761 | 301.75 |

Таблица 15.Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей | Расчетные формулы и расчет | Значения  показателей | |
| В. 1 | В. 2 |
| 1 | Основные материалы, *руб*. |  | 10.8 | 10.8 |
| 2 | Основная заработная плата рабочих операторов, *руб.* |  | 2.9 | 4.4 |
| Затраты по содержанию и эксплуатации оборудования | | | | |
| 3 | Затраты на текущий ремонт оборудования,  *руб.* |  | 2.89 | 4.42 |
| 4.2 | Затраты на амортизацию технологического оборудования,  *руб.* |  | 0.48 | 0.73 |
| 4.3 | Расходы на технологическую энергию,  *руб*. |  | 0.64 | 1.8 |
| 4.9 | Расходы на содержание производственной площади, *руб*. |  | 9.24 | 75.6 |
| Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования,  *руб.* | | | 26.95 | 97.75 |

Таблица 16. Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса, руб.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Статьи затрат | Затраты, руб. | | Изменения, +/- |
| Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | Материалы за вычетом отходов | 10.8 | 10.8 | 0 |
| 2 | Основная заработная плата рабочих операторов | 2.9 | 4.4 | +4.6 |
| 4 | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования | 26.95 | 97.75 | +70.8 |
|  | Итого технологическая себестоимость, | 46.75 | 112.95 | +66.2 |
| 5 | Общецеховые накладные расходы | 6.24 | 9.46 | +3.22 |
|  | Итого цеховая себестоимость | 52.99 | 122.41 | +69.42 |
| 6 | Заводские накладные расходы | 7.25 | 11 | +3.75 |
|  | Итого заводская себестоимость | 60.24 | 133.41 | +73.17 |
| 7 | Внепроизводственные расходы | 3.01 | 6.67 | +3.66 |
|  | Всего полная себестоимость | 63.25 | 140.08 | +76.83 |

Таблица 17.Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей, единица измерения | Расчетные формулы и расчет | Значение показателей | |
| Вариант 1 | Вариант 2 |
| 1 | Приведенные затраты на единицу детали, *руб*. |  | 88.56 | 185.34 |
| 2 | Годовые приведенные затраты,  *руб.* |  | 177120 | 370685 |

Из двух проектируемых вариантов оптимальным считается вариант с минимальными приведенными затратами.

Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии).

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали.



# Безопасность труда.

Технологические мероприятия, направленные на обеспечение безопасности труда работающих, включают проектируемый технологический процесс, оборудование механического цеха, технологическую оснастку, применяемые материалы. [23]

Механизация технологического процесса облегчает условия труда, способствует устранению контакта человека с движущимися и вращающимися элементами системы «станок – приспособление – заготовка - инструмент» и повышает безопасность.

В дипломном проекте по сравнению с базовым вариантом снижена трудоемкость технологического процесса, в результате чего потребовалось меньшее количество рабочих, которые могут подвергаться воздействию опасных и вредных производственных факторов.

Технологический процесс не содержит операций повышенной опасности.  
 Ручные слесарные операции механизированы.

В проекте применяются металлорежущие станки с ЧПУ, которые позволяют освободить рабочих от необходимости постоянного управления станком и нахождения вблизи опасной зоны резания.

В целях безопасности размещение станков осуществлено с учетом требуемых норм минимальных расстояний между ними, между станками и колоннами, между станками и стенами. Предусмотрена необходимая ширина проходов и проездов. Станки расставлены по ходу выполнения технологического процесса, что исключает пересекающиеся и возвратные грузопотоки и обеспечивает безопасность.

Станочные установочно-зажимные приспособления с ручным закреплением обрабатываемой заготовки заменены на приспособления с гидроприводом, что облегчает труд рабочих и способствует безопасности. Для этого рассчитаны силы резания, составлена схема действия сил на заготовку в процессе резания и рассчитана сила закрепления.  
В конструкции станочных установочно-зажимных приспособлений с пневмоприводом предусмотрен обратный клапан, предотвращающий раскрепление заготовки при случайном падении давления воздуха в пневмосети).По заданному давлению в пневмосистеме и расчетной силе, развиваемой штоком поршня, рассчитан диаметр поршня.

Т.к. на разрабатываемом участке и вообще в цеху шумно, нужно принять меры по снижению шума. На станки, приборы, транспортные средства применя­ют ограничители шума и глушители. Потолки и стены цеха должны конструиро­ваться шумопоглащающей формы и выполняться из шумопоглащающих мате­риалов. Рабочим должны выдаваться средства индивидуальной защиты. Т.к. цех механический, то для защиты от средне и высокочастотного шума: с уровнем шума до 100 дб применяются вкладыши для ушей из материала ФПП-Ш; с уров­нем до 105 дб резино-пластмассовые; с уровнем до 110 дб наушники малогаба­ритные.

Для гашения вибраций станочное оборудование устанавливают на спе­циальные фундаменты. В станках и приборах, а также в местах их установки ис­пользуют для гашения вибраций резиновые прокладки и пружины. К средствам индивидуальной защиты относятся ботинки или сапоги обладающие эффектив­ностью защиты от вибраций не менее 4 дб при f = 10 Гц на толстой резиновой по­дошве и резиновые перчатки.

В качестве мер по устранению опасности поражения электрическим то­ком применяют защитное зануление – это преднамеренное электрическое со­единение с нулевым защитным проводником металлических частей, которые мо­гут оказаться под напряжением. Защитное зануление так же нужно для устране­ния опасности поражения рабочего электрическим током при замыкании на корпус. Принцип действия зануления – это превращение замыкания на корпус в од­нофазное короткое замыкание, т.е. замыкание между фазным проводом и нуле­вым с целью создания большого тока способного обеспечить срабатывание за­щиты и тем самым автоматически отключить поврежденное оборудование от се­ти. Такой защитой являются плавкие предохранители и автоматические выклю­чатели. Скорость отключения с момента появления напряжения на корпусе до момента отключения оборудования от сети 5 – 7 секунд (плавкие предохраните­ли), 1–2 секунды при защите автоматом. Также должны быть предусмотрены средства индивидуальной защиты рабочего от поражения током: резиновые перчатки, инструмент изоляционная часть которого выдерживает напряжение до 1000 В. Если напряжение больше 1000 В, то надо применять резиновые коврики, галоши и специнструмент.

В качестве защиты должна применяться местная вытяжная вентиляция и пылестружкоприемники. Воздуховоды для удаления пыли титанового сплава должны иметь гладкие внутренние поверхности без углублений и карманов, что­бы предотвратить скапливание пыли, минимальную длину число проходов. Ра­диусы закругления должны быть не менее трех диаметров. Воздух удаляемый местными отсасывающими устройствами при обработке титановых сплавов должен быть очищен в масляных фильтрах до поступления его в вентилятор. Фильтр и вентилятор должны быть изолированы от цеха, где идет обработка ре­занием. Для снятия статического электричества воздуховоды должны иметь за­земление. В качестве индивидуальной защиты от металлической пыли следует применять противопылевой респиратор Ф–62Ш (защищает от пыли с диаметром частиц от 2 мкм, при концентрациях превышающих ПДК не более чем в 100 раз).

В разное время года на рабочих местах поддерживается постоянная температура. В летний период 22 – 24° С, в зимний 17 – 19° С, а в переходные пе­риоды 18 – 20° С. На рабочих местах идет постоянный воздухообмен, за счет ко­торого идет удаление избыточного тепла и загрязненного воздуха. Скорость движения воздуха 0,3 – 0,5 м/с. В соответствии с требованиями СНиП II-33-75 во­рота, двери и технологические проемы должны быть оборудованы воздушными и воздухотепловыми завесами.

Чтобы оградить рабочего от опасных физических факторов применяют: ограждение опасных зон движущихся частей станков и механизмов, режущего инструмента и т.д.; предохранительные устройства от перехода движущихся уз­лов за установленные пределы. В станках автоматах и полуавтоматах токарной группы для обработки со скоростью резания более 5 м/с с внутренней стороны смотрового окна должна быть установлена решётка из стальных прутков диаметром не менее 5 мм. Диаметр вписанный в ячейку решётки не должен превышать 60 мм. В местах пере­сечения прутки соединяются сваркой. Допускается изготовлять решётку в виде вертикально расположенных прутков диаметром не менее 6 мм. В механических цехах большое количество травм происходит из-за отлетевшей стружки, поэтому необходимо обеспечить своевременный отвод стружки с рабочего места. Т.к. в 50% стружка поражает глаза, то как средство индивидуальной защиты применяются защитные очки и откидные щитки. В конструкциях станков должна быть предусмотрена возмож­ность отключения станка при внезапном попадании человека в опасную зону.

Трубопроводы пневматических систем, электрических ком­му­никаций станков, прокладываемых выше уровня пола в местах необхо­димого при обслуживании станка прохода людей, должны располагаться на высоте не менее 2000 мм над уровнем пола.

Уменьшение физических перегрузок должно происходить за счет правильно спланированного техпроцесса и применения средств малой механизации и ав­томатизации.

Для снижения психологических нагрузок, рабочие должны быть обеспечены удобными рабочими местами не стесняющие их действия во время работы. К биологическим факторам относятся бактерии и микробы появляющиеся при ра­боте с СОЖ. Антимикробная защита СОЖ должна проводиться путем добавле­ния бактерицидных добавок и периодической пастеризацией СОЖ т.е. кратко­временное нагревание ее до 80° С. Периодичность замены СОЖ должна уста­навливаться по результатам контроля ее содержания. Для защиты кожного по­крова следует применять защитные: пасты, мази, кремы.

Механическое оборудование имеет немало узлов и механизмов, представляющих опасность для рабочего. При работе на механическом оборудовании несчастные случаи происходят из-за контакта человека с движущимися частями оборудования, а так же от попадания в него отлетающих из рабочей зоны отходов материала.

Во избежании несчастных случаев следует прибегать к ограждению движущихся частей оборудования. При этом приведение в действие ограждения не должно снижать производительность труда.

Ограждением называется материальное препятствие в виде кожуха, экрана, барьера или забора, поставленное с целью предупреждения попадания человека в опасную зону.

Ограждать непосредственно рабочий инструмент следует на специальных и специализированных станках, которые применяются в массовом и крупносерийном производстве.

Ограждения которые предназначены для рабочей зоны оборудования, могут приводится в действие непосредственно самим рабочим, а также с помощью энергии сжатого воздуха, жидкости под давлением и электроэнергии. В любом случае рукоятки для управления ограждением следует располагать на его фронтальной плоскости на высоте 800-1500 мм. от уровня пола и не более чем на 500 мм. в левую или правую сторону от основного рабочего места. Для меньшей утомляемости рабочего рекомендуется предусматривать перемещения рукоятки ограждения в горизонтальной плоскости.

Отлетающие из рабочей зоны отходы (стружка опилки абразивная пыль), а так же, попадающая в воздушную зону смазка, создают опасность поражения глаз, ожогов, ушибов и ранения тела, а так же опасность отравления вредными веществами используемыми для улучшения обработки или охлаждения. В этом случае ставят защитные экраны, изолирующие рабочего от опасной зоны, а также улавливатели для отходов. Смазка не должна быть вредной для здоровья рабочего.

Возможно также травмирование рабочего движущимся столом или планшайбой. В этом случае вращающаяся планшайба должна быть отделена от рабочего ограждением, барьером.

Выброс обрабатываемого материала, инструмента, испытываемой детали происходит из-за недостаточно надёжного закрепления, а также из-за отсутствия предохранительных средств. Для предотвращения выброса материала следует применять расклинивающие ножи и специальные кольцевые секторы.

# Заключение.

При проектировании механического участка цеха по изготовлению детали «Болт упорный» базовый технологический процесс был модернизирован в соответствии с заданной программой выпуска комплектов. При этом работа велась в нескольких направлениях.

Применение горячековочного горизонтального пресса при получении заготовки – штамповки, позволило улучшить качество, уменьшить припуски на механическую обработку и соответственно увеличить КИМ, что в свою очередь, привело к снижению затрат на основные материалы.

Применение многоинструментальных станков с ЧПУ, механизированной технологической оснастки, высокотехнологичного режущего инструмента дало снижение трудоёмкости производственной программы.

Применение прогрессивных методов обработки, современных станков и механизированной оснастки позволило освободить число рабочих мест.

Экономия, от снижения себестоимости, при внедрении разработанного технологического процесса изготовления детали ″Болт упорный″ составит 193565 рублей.

# 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-вл Гревцева. 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.

# Приложение.