# Технологический процесс изготовления корпуса расточной оправки

Министерство образования и науки Российской Федерации

##### Тольяттинский государственный университет

## Механико-технологическое отделение

Кафедра «Технология машиностроения»

Дипломный проект

На тему:

«Разработка технологического процесса изготовления корпуса расточной оправки»

Зав. кафедрой: Солдатов А. А. .

Руководитель проекта: Росторгуев Д. А. .

 Консультанты:

1. Зубкова Н. В. .

2. Ульянова В. Е. .

3. Виткалов В. Г. .

Рецензент: .

Дипломант: Брагина Е. О. .

Группа: ТМ–502 .

Тольятти « 1 » июнь 2007г.

## УДК 621.9.048.6

Брагина Екатерина Олеговна. Кафедра «Технология машиностроения» ТГУ, Тольятти 2007 г. Дипломный проект на тему: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса расточной оправки» Тольятти, 2007 г. – 192с., 10л. формата А1.

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления детали, – корпус, спроектирована заготовка, выбраны необходимые средства технологического оснащения, используемые для изготовления данной детали, рассчитаны припуски на механическую обработку. Произведено нормирование технологического процесса. Рассчитаны и спроектированы станочное и контрольное приспособления, а так же режущий инструмент. Проведено исследование автоколебаний технологической системы на операции шлифование. Разработка технологического процесса сопровождается экономическим расчётом, отражающим правильность выбора параметров технических решений. Так же обеспечены безопасность и экологичность данного проекта.

###### СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1.        АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1      Анализ служебного назначения и условий работы деталей

1.2      Систематизация поверхностей детали

1.3      Анализ технологичности

1.3.1   Технологичность заготовки

1.3.2   Технологичность общей конфигурации детали

1.3.3   Технологичность базирования и закрепления

1.3.4.  Технологичность обрабатываемых поверхностей детали

1.4      Формулировка задач дипломного проектирования

2.        ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

3.        ВЫБОР МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ И МАРШРУТОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

3.1      Выбор метода получения заготовки

3.2      Выбор маршрутов обработки поверхностей

4.        РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА И СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ

4.1      Разработка технологического маршрута

4.2      Разработка схем базирования

5.        ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

5.1      Выбор оборудования

5.2      Выбор приспособлений

5.3      Выбор режущего инструмента

5.4      Выбор средств контроля

6.        РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

7.        РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

7.1      Основные термины, относящиеся к размерному анализу

7.2      Размерные цепи и их уравнения

7.3      Проверка условий точности изготовления детали

7.4      Расчет припусков

7.5      Расчёт операционных размеров

8.        НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

8.1      Определение режимов резания

8.2      Расчет норм времени

9. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

9.1 Сбор исходных данных

9.2 Расчёт сил резания

9.3 Расчёт усилия зажима

9.4 Расчёт зажимного механизма патрона

9.5 Расчёт силового привода

9.6 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособлении

9.7 Описание работы поводкового патрона

10. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

11.ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

12. НИРС

13. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

14. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ВВЕДЕНИЕ

Основу технологической подготовки производства составляет разработка оптимального технологического процесса (ТП), позволяющего обеспечить выпуск заданного количества изделий заданного качества в установленные сроки с наименьшими затратами времени и ресурсов.

Важной частью разработки ТП обработки детали является разработка технологического маршрута, т.е. определение операций ТП и последовательности их выполнения.

Цель дипломного проектирования по технологии машиностроения научится правильно применять теоретические знания, полученные в процессе учебы, использовать свой практический опыт работы на машиностроительных предприятиях для решения профессиональных технологических и конструкторских задач.

Задачей данного проекта является обеспечение выпуска детали «Корпус» заданного качества с наименьшими затратами и минимальной трудоемкостью изготовления путем разработки оптимального технологического маршрута её механической обработки, базирующегося на современных достижениях в области станкостроения и инструментального производства, а так же провести исследования автоколебаний технологической системы на операции шлифование.

Для решения поставленных задач необходимы следующие мероприятия:

1.         Расширение, углубление, систематизация и закрепление теоретических

знаний, и применение их для проектирования прогрессивных технологических процессов сборки изделий и изготовления деталей, включая проектирование средств технологического оснащения;

2. Развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной творческой инженерной работы;

3. Овладение методикой теоретико-экспериментальных исследований технологических процессов инструментального производства;

В дипломном проекте должна отображаться экономия затрат труда, материала, энергии. Решение этих вопросов возможно на основе наиболее полного использования возможностей прогрессивного технологического оборудования и оснастки, создания гибких технологий.

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Задача раздела – на базе анализа технических требований к детали и годового объёма выпуска сформулировать задачи, которые необходимо решить в проекте для достижения цели, сформулированной во введении.

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы деталей

Деталь – корпус расточной оправки (лист 07.М15.--.10.0000) является частью сборного режущего инструмента – расточной оправки. Расточная оправка предназначена для расточки имеющегося отверстия в сплошном материале (конструкционные стали, а также неметаллические материалы), с целью повышения качества и точности выполняемого отверстия.

Корпус работает в условиях постоянных незначительных вибраций и в зоне высоких температур с воздействием на него агрессивных сред – (СОТС) смазывающе-охлаждающие технологические средства. Также деталь испытывает деформации, возникающие, по большей мере, за счет снятия неравномерного припуска. Наряду с этим, корпус подвергается скручиванию и сжатию под действием крутящего момента и осевой силы соответственно. Поэтому материал детали должен быть выбран с учётом того, что бы он мог противостоять выкрашиванию, быть износостойким, достаточно пластичным и твердым. А также он должен иметь высокий коэффициент теплопроводности. Для достижения выше перечисленных качеств материал должен подвергаться необходимой термической обработке. В то же время материал детали должен быть экономически целесообразен, т. е. иметь относительно низкую стоимость.

Выше указанным требованиям удовлетворяет материал низкоуглеродистая легированная сталь 20Х по ГОСТ 4543-71, имеющая следующий химический состав: углерода С = 0,17…0,25 %, кремния Si = 0,1…0,2 %, хрома Cr » 1,0 %. После цементации и закалки σв = 700 МПа, σт = 530 МПа, HRC 57…61, обрабатываемость резанием до термообработки – хорошая, Кv = 1,0 [1]. Следовательно, в качестве материала детали выбираем сталь 20Х.

1.2 Систематизация поверхностей детали

Целью систематизации является выявление тех поверхностей, которые имеют определяющее значение для качественного выполнения деталью своего служебного назначения. Все поверхности детали на эскизе (рис. 1.1) нумеруем и систематизируем по их назначению. Исполнительные поверхности (И), выполняющие служебные функции. Основные конструкторские базы (ОКБ), определяющие положение детали в узле. Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ), определяющие положение присоединяемых деталей. Технологические базы (ТБ), служащие для ориентации заготовки в процессе её механической обработки. Технологические базы по признаку реализации делятся на естественные и искусственные. На эскизе рис. 1.1 обозначены только искусственные технологические базы. Свободные поверхности (С), не сопрягающиеся с другими деталями. Систематизация поверхностей приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Систематизация поверхностей детали

|  |  |
| --- | --- |
| ОКБ | 18, 20 |
| ВКБ | 10, 11, 12, 28, 29, 32, 33, 42, 43 |
| ИП | 34, 36, 38, 39, 40, 41 |
| ТБ | 44, 45 |
| С | Все остальные (см рис 1.1) |

Рис. 1.1. Эскиз детали с нумерацией поверхностей.

1.3 Анализ технологичности

Анализ технологичности конструкции корпуса будем проводить по следующим группам критериев (показателей):

·     технологичность заготовки;

·     технологичность общей конфигурации детали;

·     технологичность базирования и закрепления;

·     технологичность обрабатываемых поверхностей детали.

1.3.1 Технологичность заготовки

Заготовка для детали корпус изготовлена из низкоуглеродистой легированной стали 20Х ГОСТ 4543-71 с целью того, чтобы создать такую структуру материала, которая бала бы одновременно прочной, износостойкой и при этом пластичной – чтобы гасить вибрации, возникающие в процессе расточки отверстий данной борштангой. После необходимой термо обработки наружные цементированные слои материала детали получаются достаточно твердыми HRC 59, а середина «сырой» (не закалённой). Учитывая годовую программу выпуска, а так же то, что перепад диаметральных размеров значительный, то возможно в качестве получения исходной заготовки целесообразнее принять горячую объемную штамповку [2]. Поэтому получение заготовки данным методом не вызывает значительных затруднений.

Возможно использование унифицированной заготовки (возможность использования одинаковых заготовок для групп деталей), что тоже в свою очередь повышает технологичность заготовки. Таким образом, с точки зрения получения заготовки, деталь можно считать технологичной.

# 1.3.2 Технологичность общей конфигурации детали

Рабочий чертеж корпуса содержит необходимую графическую и техническую информацию для полного представления его конструкции. Указаны размеры с их отклонениями от номинала, проставлена требуемая шероховатость, большинство отклонений от правильных геометрических форм. Радиусы закруглений и фаски выполняются по ГОСТ 10948-64, форма и размеры канавок – по ГОСТ 8820-69. Такая унификация упростит обработку и контроль этих элементов корпуса. Нетехнологичны в данной детали отверстия под резьбу М6, выполненные под углом 20˚ к вертикали и предназначенные для крепления режущих вставок на корпусе, а так же отверстия под резьбу М5, выполненные в пазах под шпонки и предназначенные для их крепления на корпусе. Следовательно, для обработки этих отверстий необходимо применение инструментов с удлинением, а так же применение кондукторных плит. Эти элементы определяются исходя из конструктивных соображений, и изменить их, по-видимому, затруднительно. В остальном, деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции. Все поверхности корпуса доступны для контроля. Возможно применение простых средств технического оснащения. Таким образом, с точки зрения общей конфигурации детали, её можно считать технологичной.

1.3.3 Технологичность базирования и закрепления

Черновой базой для установки заготовки на 05 операции служит цилиндрическая поверхность и торец заготовки. В дальнейшем для повышения точности получаемых размеров подготавливаются искусственные технологические базы под вращающиеся центра. За базы на последующих операциях могут быть приняты искусственные технологические базы под вращающиеся центра и наружные цилиндрические поверхности. Так же для повышения точности получаемых размеров нужно придерживаться правила единства (совпадение измерительной и технологической базы) и постоянства баз (постоянство баз на всех операциях). Точность и шероховатость используемых баз обеспечит требуемую точность обработки. Таким образом, с точки зрения базирования и закрепления, деталь следует считать технологичной.

1.3.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей детали

Для получения контура детали предполагается обработать все поверхности детали, т.к. заданные точность и шероховатость не позволяют получить их на заготовительных операциях. Всего обрабатывается 45 поверхностей разной конфигурации. То есть, даже при полной обработке число обрабатываемых поверхностей относительно невелико. Протяжённость обрабатываемых поверхностей небольшая. Точность и шероховатость рабочих поверхностей определяются условиями работы корпуса. Поверхности различного назначения разделены, что облегчает их обработку. Таким образом, с точки зрения обрабатываемых поверхностей деталь следует считать технологичной.

Поскольку деталь «Корпус» отвечает требованиям технологичности по всем 4 группам критериев, можно сделать вывод о её достаточно высокой степени технологичности.

1.4 Формулировка задач дипломного проектирования

В результате анализа исходных данных можно сформулировать следующие задачи дипломного проектирования, решить которые необходимо для достижения цели работы, сформулированной во введении – обеспечить заданный выпуск детали «Корпус» заданного качества с наименьшими затратами путём разработки технологического процесса (ТП) её механической обработки:

1) определить тип производства и выбрать стратегию разработки ТП;

2) выбрать оптимальный метод получения заготовки и маршруты обработки поверхностей;

3) разработать технологический маршрут, выбрать схемы базирования заготовки и составить план обработки;

4) выбрать средства технологического оснащения (СТО) оборудование, приспособления, режущие инструменты, средства контроля;

5) рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку;

6) провести размерную корректность в радиальном направлении;

7) разработать технологические операции – определить их содержание, рассчитать режимы резания и нормы времени;

8) спроектировать станочное приспособление;

9) спроектировать контрольное приспособление;

10) спроектировать режущий инструмент;

11) исследовать автоколебания технологической системы на операции шлифование;

12) провести патентные исследования в данной области науки;

13) оценить безопасность и экологичность проекта;

14) оценить экономическую эффективность проекта;

Решению этих задач посвящены следующие разделы работы.

2. ВЫБОР СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Задача раздела – в зависимости от характеристики детали и годового объёма выпуска определить тип производства и на его базе выбрать оптимальную стратегию разработки ТП – принципиальный поход к определению его составляющих (показателей ТП), способствующий обеспечению заданного выпуска деталей заданного качества с наименьшими затратами.

Тип производства – серийное – определен по таблице 2.1 [3] с учётом того, что годовой объём выпуска составляет 5000 штук и масса детали до 8 кг. Согласно рекомендациям [3], [4] принимаем стратегию разработки ТП, которая приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1

##### Стратегия разработки ТП

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель ТП | Тип производства |
| серийное |
| 1. Форма организации ТП | Переменно-поточная |
| 2. Повторяемость изделий | Периодическое повторение партий |
| 3. Унификация ТП | Разработка специальных ТП на базе типовых |
| 4. Вид стратегии разработки ТП | Последовательная, линейная, жесткая, циклическая, разветвленная и адаптивная |
| 5. Заготовка | Профильный прокат, литье в кокиль, горячая штамповка |
| 6. Припуск на обработку | Незначительный |
| 7. Расчёт припусков | Подробный по переходам |
| 8. Оборудование | Универсальное, отчасти специализированное |
| 9. Загрузка оборудования | Периодическая смена деталей на станках |
| 10. Коэффициент закрепления операций | Свыше 1 до 40 |
| 11. Расстановка оборудования | С учетом характерного направления грузопотоков |
| 12. Настройка станков | По измерительным инструментам и приборам |
| 13. Оснастка | Универсальная и специальная |
| 14. Подробность разработки | Операционные карты |
| 15. Расчёт режимов резания | По отраслевым нормативам и эмпирическим формулам |
| 16. Нормирование | Детальное пооперационное |
| 17. Квалификация рабочих | Различная |
| 18. Использование достижений науки | Значительное |

Принятой стратегией мы будем руководствоваться при разработке ТП, разделы 3 – 7.

3. ВЫБОР МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВКИ И МАРШРУТОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Задача раздела — выбрать методы получения заготовки и маршруты обработки поверхностей детали таким образом, чтобы обеспечить минимум суммарных затрат на получение заготовки и ее обработку.

3.1 Выбор метода получения заготовки

По таблице 3.2. [3] определяем, что для детали типа «Вал» очень простой сложности изготовленной из стали для серийного производства целесообразно применять следующие методы получения заготовок: штамповка и прокат. Квалитеты точности, обеспечиваемые каждым из методов, приведены в таблице 3.1 [3]. Для окончательного выбора метода получения заготовки выполним сравнительный экономический анализ характерных методов получения заготовки. С учётом рекомендаций [5], [6] назначаем табличные припуски в соответствии с конкретным методом получения заготовки.

Припуски и напуски на поверхности заготовки, полученной методом штамповки, назначаем в соответствии с ГОСТом 7505-89 [7]. Все данные сводим в таблицу 3.1

Таблица 3.1

##### Расчет размеров заготовки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Размеры, мм | Допуски,мм | Припуски,мм | Расчет размеров заготовки, мм | Окончательные размеры, мм |
| Ø40,8 | +1,6-0,8 | 2,3 | Ø40,8+(2.2,3)≈Ø46-0,8+1,6 | Ø46-0,8+1,6 |
| Ø59 | +1,7-0,9 | 2,4 | Ø59+(2.2,4)≈Ø64-0,9+1,7 | Ø64-0,9+1,7 |
| Ø82 | +1,7-0,9 | 2,4 | Ø82+(2.2,4)≈Ø87-0,9+1,7 | Ø87-0,9+1,7 |
| Ø98 | +1,7-0,9 | 2,4 | Ø98+(2.2,4)≈Ø103-0,9+1,7 | Ø103-0,9+1,7 |
| Ø45 | +1,6-0,8 | 2,6 | Ø45+(2.2,6)≈Ø50-0,8+1,6 | Ø50-0,8+1,6 |
| 161 | +1,9-1,0 | 2,5 | 161+(2.2,5)≈166-1,0+1,9 | 166-1,0+1,9 |
| 138 | +1,7-0,9 | 2,6 | 138+.2,5+2,6≈143-0,9+1,7 | 143-0,9+1,7 |
| 65 | +1,7-0,9 | 2,4 | 65+.2,5-2,4≈65-0,9+1,7 | 65-0,9+1,7 |
| 90 | +1,7-0,9 | 2,4 | 90+2,5-2,4≈90-0,9+1,7 | 90-0,9+1,7 |
| 23 | +1,7-0,9 | 2,6 | 23+2,5-2,6≈23-0,9+1,7 | 23-0,9+1,7 |
| 12 | +1,7-0,9 | 2,6 | 12+(2.2,6)≈17-0,9+1,7 | 17-0,9+1,7 |
| 36 | +1,7-0,9 | 2,6 | 36+2,4-2,6≈36-0,9+1,7 | 36-0,9+1,7 |

Рис. 3.1. Эскиз заготовки полученной методом штамповки

1) Штамповочные уклоны назначаем из технических требований и соблюдения единообразия для упрощения изготовления литейной модели и согласно ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 8909-88 принимаем штамповочные уклоны не более 7°.

2) Неуказанные радиусы закруглений углов принимаем равными R = 2,0мм.

3) Смещение штампа (СШ) 0,8мм, величина заусенца 1,1мм.

Эскиз заготовки полученной методом штамповки представлен на рисунке 3.1.

Подсчитаем приблизительную массу заготовки, полученной методом штамповки.

Таким образом:

где VП – объем заготовки, полученной методом штамповки, м3.

Масса поковки равна:

где mП – масса поковки, кг; ρс – плотность стали равная 7800 кг/м3.

Припуски и напуски на поверхности заготовки, полученной методом резки из сортового проката, назначаем в соответствии с ГОСТом 2590-71 [8]. Эскиз заготовки полученной методом резки из сортового проката представлен на рисунке 3.2.

Рис. 3.2. Эскиз заготовки полученной методом резки из сортового проката

Подсчитаем приблизительную массу заготовки, полученной методом резки из сортового проката.

Таким образом:

где VСП – объем заготовки, полученной методом резки из сортового проката, м3

Масса заготовки равна:

где mСП – масса заготовки, полученной методом резки из сортового проката, кг; ρс – плотность стали равная 7800 кг/м3.

Подсчитаем массу готовой детали:

где VД – объем готовой детали, м3.

где mД – масса готовой детали, кг; ρс – плотность стали равная 7800 кг/м3.

Коэффициент использования материала для серийного типа производства должен быть равен не менее 0,6. Найдём данный коэффициент и проанализируем, насколько рационально используется материал.

                     (3.1)

Из подсчитанного коэффициента использования материала видно, что при использовании заготовки из проката для данной детали большая часть материала будет уходить в стружку - это свидетельствует о нерациональном использовании материала, что скажется на увеличении себестоимости на изготавливаемую продукцию.

Проведём экономический анализ для двух данных методов получения заготовки.

Стоимость заготовки получаемой методом штамповки рассчитывают по формуле [4]:

                (3.2)

где Сi – базовая стоимость одной тонны заготовок Сi = 170 у.е; kт, kс, kв, kм, kп – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объёма производства заготовок kт = 1,0, kс = 0,87, kв = 0,89, kм = 1,13, kп = 1,0.; Q – масса заготовки, кг; q – масса готовой детали, кг; Sотх – цена одной тонны отходов Sотх = 22,6 у.е.

Стоимость заготовки получаемой методом резки из сортового проката рассчитывают по формуле [4]:

                                        (3.3)

где М– затраты на материал заготовки, у.е; Со.з – технологическая себестоимость операций правки, калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки:

                                     (3.4)

где Сп.з – приведенные затраты на рабочем месте Сп.з = 211 у.е; Тшт(ш-к) – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции (правки, калибрования, резки и др.) Тшт(ш-к) = 1 мин.

Затраты на материал определяются по массе проката, требующегося на изготовление детали, и массе сдаваемой стружки. При этом необходимо учитывать стандартную длину прутков и отходы в результате не кратности длины заготовок этой стандартной длине:

                               (3.5)

где Q – масса заготовки, кг; q – масса готовой детали, кг; S – цена 1 кг материала заготовки S = 0,17 у.е; Sотх – цена одной тонны отходов Sотх = 22,6 у.е.

Таким образом:

Экономический годовой эффект равен:

Ээ = (Sзаг2 – Sзаг1)\*N = (2,27 – 0,77)\*5000 = 7500 у.е.                  (3.6)

где N – объём выпуска в год, шт; Sзаг2, Sзаг1 – стоимость сопоставляемых заготовок, у.е.

На основе проведённого экономического расчета, а так же исходя из рационального применения материала, выбираем наиболее целесообразный метод получения заготовки. Таким является метод – штамповка на ГКМ.

3.2 Выбор маршрутов обработки поверхностей

Методы механической обработки поверхностей детали и их последовательность назначаем в соответствии с рекомендациями [3], [4] в зависимости от заданного квалитета точности и шероховатости. При выборе оптимального маршрута обработки отдают предпочтение варианту с наименьшим суммарным коэффициентом трудоёмкости. Наиболее предпочтительный маршрут обработки поверхностей данной детали представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2

##### Маршруты обработки поверхностей

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № пов. | Квалитетточности | Шероховатость Ra. | Маршрут обработки | Коэффициенттрудоёмкости |
| 1 | 12 | 3,2 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 2 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 3 | 12 | 3,2 | Т, Тч, ТО | 2,2 |
| 4 | 10 | 3,2 | Т, Тч, ТО | 2,2 |
| 5 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 6 | 12 | 3,2 | Т, Тч, ТО | 2,2 |
| 7 | 12 | 3,2 | Т, Тч, ТО | 2,2 |
| 8 | 12 | 3,2 | Т, Тч, Мд, ТО | 2,8 |
|  9 |  12 | 3,2 | Т, Тч, ТО |  2,2 |
| 10 | 10 | 3,2 | Т, Тч, Ш, ТО | 3,1 |
|  11 |  10 |  3,2 | Тч, ТО |  1,2 |
| 12 | 10 | 3,2 | Тч, Ш, ТО | 2,8 |
| 13 | 7 | 0,8 | Т, Тч, ТО, Ш, Шч | 4,3 |
| 14 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 15 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 16 | 10 | 3,2 | Т, Тч, Ш, ТО | 3,1 |
| 17 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 18 | 7 | 0,8 | Т, Тч, ТО, Ш, Шч | 4,3 |
| 19 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 20 | 5 | 0,4 | Т, Тч, ТО, Ш, Шч | 4,3 |
| 21 | 12 | 3,2 | Тч, ТО | 1,2 |
| 22 | 8 | 0,8 | Тч, ТО, Ш, Шч | 4,0 |
| 23 | 8 | 0,8 | Т, Тч, ТО, Ш | 3,1 |
| 24 | 12 | 3,2 | Т, Тч, ТО | 2,2 |
| 25 | 12 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 26 | 10 | 3,2 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 27 | 12 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 28 | 10 | 1,6 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 29 | 10 | 1,6 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 30 | 12 | 3,2 | Фч, ТО | 1,0 |
| 31 | 12 | 3,2 | Фч, ТО | 1,0 |
| 32 | 10 | 1,6 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 33 | 10 | 1,6 | Ф, Фч, ТО | 2,0 |
| 34 | 6 | 3,2 | С, Мд, ТО, Рб, Рк | 4,0 |
| 35 | 12 | 3,2 | С, З, Мд, ТО | 2,1 |
| 36 | 6 | 3,2 | С, Мд, ТО, Рб, Рк | 4,0 |
| 37 | 12 | 3,2 | С, З, Мд, ТО | 2,1 |
| 38 | 11 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 39 | 11 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 40 | 12 | 3,2 | С, Мд, ТО, Рб, Рк | 4,0 |
| 41 | 12 | 3,2 | С, Мд, ТО, Рб, Рк | 4,0 |
| 42 | 10 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 43 | 10 | 3,2 | Ф, ТО | 1,0 |
| 44 | 6 | 1,6 | С, ТО, ЦШ | 3,7 |
| 45 | 6 | 1,6 | С, ТО, ЦШ | 3,7 |
| Суммарный коэффициент трудоёмкости | 102,2 |

В таблице 3.1 обозначено: Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; ТО – термообработка (цементация, закалка и отпуск); Мд – меднение (покрытие поверхности медью); Ш – шлифование предварительное; Шч – шлифование чистовое; ЦШ – центрошлифование; С – сверление; Рб – резьбонарезание; Рк – резьбокалибрование; Ф – фрезерование предварительное; З – зенкование; Фч – фрезерование чистовое.

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА И СХЕМ БАЗИРОВАНИЯ

Задача раздела – разработать оптимальный технологический маршрут, т.е. такую последовательность операций, которая обеспечит получение из заготовки готовой детали с наименьшими затратами. При этом необходимо разработать такие схемы базирования заготовки на каждой операции, которые обеспечивают минимальную погрешность обработки.

4.1 Разработка технологического маршрута

При разработке технологического маршрута будем руководствоваться рекомендациями [3], согласно которым:

1) Содержание операций будем планировать по принципу концентрации переходов. Это позволит обрабатывать с одного установа максимальное количество поверхностей, что повысит производительность и точность обработки;

2) На первых операциях будем обрабатывать поверхности заготовки, которые на последующих операциях будут использоваться в качестве технологических баз. Такими поверхностями являются торцы корпуса, центра - поверхности 44 и 45, а так же наружные цилиндрические поверхности 6, 10, 12 и 16;

3) Черновые базы исходной заготовки использовать для базирования только на одной установке;

4) Точные поверхности окончательно обрабатывать в конце ТП;

5) Весь ТП разделим на две части: обработка лезвийным инструментом до термообработки и обработка преимущественно абразивным инструментом после термообработки. При обработке лезвийным инструментом следует сформировать контур детали, подготовить технологические базы фрезеровать торцы 1 и 25, сверлить 44 и 45. Обточить все цилиндрические поверхности корпуса. Подрезать торцы 4, 7, 9, 13, 18. Расточить и проточить все канавки, углы и фаски. Подготовить базы для операции фрезерной – шлифовать поверхности 10, 12, 16. Фрезеровать (обкатать) занижения поверхность 26 и пазы под шпонки поверхности 38, 39, 42, 43, а так же гнёзда под режущие вставки. Сверлить все отверстия под резьбы и зенковать поверхности 35, 37. После лезвийной обработки провести термическую обработку согласно рекомендациям [9], [10], [11], при этом, следует предохранить от термообработки поверхности 8, 34, 35, 36, 37, 40, 41, предварительно покрыв их медью. После термообработки шлифовать центра 44 и 45. Шлифовать поверхности 13, 18, 20, 22, 23. Шлифовать начисто поверхности 13, 18, 20 и 22. Нарезать все резьбы и откалибровать их. Далее промыть готовую деталь, контролировать и отправить на сборку.

Технологический маршрут оформим в виде таблицы, и будем разрабатывать его в следующей последовательности:

1) В первую графу таблицы 4.1 выписываем номера операций числами кратными 5;

2) Во вторую графу таблицы 4.1 вписываем название и марку оборудования;

3) В третью графу таблицы 4.1 заносим название операции исходя из выбранного оборудования;

4) Анализируем маршрут на предмет возможного объединения или разделения операций. Считаем целесообразным, объединить фрезерование торцев 1, 25, а также сверление 44, 45 в одну операцию (фрезерно-центровальная). Есть смысл объединить фрезерование поверхностей 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 42 и 43 в одну операцию.

5) В четвёртую графу таблицы 4.1 записываем номера обрабатываемых поверхностей.

Таблица 4.1

##### Технологический маршрут изготовления корпуса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | Название и марка оборудования | Название операции | Обрабатываемые поверхности |
| 00 | ГКМ (горизонтально-ковочная машина) | Заготовительная | 1, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 18, 20, 22, 25 |
| 05 | Фрезерно-центровальныйМР–71М | Фрезерно-центровальная | 1, 25, 44, 45 |
| 10 | Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3 | Токарнаяпереход 1(черновой) | 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 24 |
| Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3 | Токарнаяпереход 2(чистовой) | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 |
| 15 | Кругло-шлифовальный ВНU 32 | Кругло-шлифовальная | 10, 12, 16 |
| 20 | Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 | Наладочная | - |
| 25 | Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 | Фрезерная переход 1(предварительный) | 26, 27, 28, 29, 32, 33, 38, 39, 42, 43 |
| Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 | Фрезерная переход 2(чистовой) | 1, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33 |
| 30 | Слесарный стол | Слесарная | Очистить заусенцы |
| 35 | Координатно-расточной 2А450 | Координатно-расточная | 34, 35, 36, 37, 40, 41 |
| 40 | - | Меднение | 8, 34, 35, 36, 37, 40, 41 |
| 45 | Термопечь | Цементация | Все поверхности |
| 50 | Термопечь | Закалка | Все поверхности |
| 55 | Моечная машинаOcifel | Моечная | Все поверхности |
| 60 | Центрошлифо-вальный ZSM5100 | Центрошлифо-вальная | 44, 45 |
| 65 | Слесарный стол | Слесарная | 34, 36, 40, 41 |
| 70 | Кругло-шлифовальный ВНU 32 | Кругло-шлифовальная переход 1(предварительный) | 13, 18, 20, 22, 23 |
| Кругло-шлифовальный ВНU 32 | Кругло-шлифовальнаяпереход 2(чистовой) | 13, 18, 20, 22 |
| 75 | Слесарный стол | Слесарная | 34, 36, 40, 41 |
| 80 | Слесарный стол | Маркировочная | маркировать деталь |
| 85 | Моечная машинаOcifel | Моечная | Все поверхности |
| 90 | Контрольный стол | Контрольная | Все поверхности |

4.2 Разработка схем базирования

Разработка схем базирования приведена в таблице (план обработки детали лист 07.М15.--.03.0000), которая содержит 4 столбца. Разработку плана изготовления и схем базирования будем вести в соответствии с рекомендациями [12]. В первый столбец заносятся номер и название операции. Во второй столбец заносят марку и название оборудования. В третьем столбце выполняется операционный эскиз, на котором изображается деталь в том виде, который она приобретает в процессе обработки на данной операции. На эскизе приведена теоретическая схема базирования, проставлены операционные размеры, шероховатость и т. д. В четвёртом столбце проставляются технические требования (допуски на получаемый размер, отклонения расположения и т. п.).

На первой операции 00 заготовительная ведётся формирование наружного контура детали на горизонтально-ковочной машине.

На второй операции 05 фрезерно-центровальной в качестве технологических баз используем наружные цилиндрические поверхности 600, 2000 и торец 1800. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью тисков с призматическими губками и откидного упора. Здесь и далее индекс около номера поверхности обозначает номер операции, на которой она получена. Индекс 00 относится к заготовительной операции.

На третьей операции 10 токарная первый переход (черновой) обрабатываются все поверхности с одного установа, в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), торец 2505 и наружную цилиндрическую поверхность 2000. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью вращающихся центров и специального патрона представляющего собой сочетание клинорычажного кулачкового и штырькового поводкового патронов.

На операции 10 токарная второй переход (чистовой) обрабатываются все поверхности с одного установа, в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), торец 2505 и наружную цилиндрическую поверхность 20051. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью вращающихся центров и специального патрона представляющего собой сочетание клинорычажного кулачкового и штырькового поводкового патронов.

На операции 15 круглошлифовальная, в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), поверхность центра 4505 и наружную цилиндрическую поверхность 20051. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью вращающихся центров и поводкового патрона.

На операции 20 наладочная, в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), поверхность центра 4505 и наружную цилиндрическую поверхность 1220. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью центров и зажимных тисков.

На операции 25 фрезерная первый переход (предварительный), в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), поверхность центра 4505 и наружную цилиндрическую поверхность 1220. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью центров и зажимных тисков с делительной головкой.

На операции 25 фрезерная второй переход (чистовой), в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), поверхность центра 4505 и наружную цилиндрическую поверхность 1220. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью центров и зажимных тисков с делительной головкой.

На операции 30 координатно-расточной, в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4405 и 4505), поверхность центра 4505 и наружную цилиндрическую поверхность 1220. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью центров и зажимных тисков с делительной головкой.

На операции 60 центрошлифовальной в качестве технологических баз используем наружные цилиндрические поверхности 660 и 2060, а так же торец 160. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью тисков с призматическими губками и упора.

На операции 80 шлифовальной первый переход (предварительный) в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4470 и 4570), поверхность центра 4570 и наружную цилиндрическую поверхность 1260. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью вращающихся центров и поводкового патрона.

На операции 80 шлифовальной второй переход (предварительный) в качестве технологических баз используем искусственные технологические базы под вращающиеся центра (поверхности 4470 и 4570), поверхность центра 4570 и наружную цилиндрическую поверхность 1260. Такая схема базирования (двойная направляющая и две опорных точки) материализуется с помощью вращающихся центров и поводкового патрона.

Принятые схемы базирования обеспечивают нулевую или минимальную погрешность базирования при обработке.

Теоретические схемы базирования приведены в графе 3 таблицы «План обработки детали» 07.М15.--.03.0000

5. ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

Задача раздела – выбрать для каждой операции ТП такие оборудование, приспособления, режущий инструмент (РИ) и средства контроля, которые бы обеспечили минимальные затраты на обработку при безусловном выполнении требований к качеству обработки, заданных чертежом детали.

При выборе оснастки следует руководствоваться и общепринятыми рекомендациями [3].

5.1 Выбор оборудования

При выборе типа и модели металлорежущих станков будем руководствоваться следующими рекомендациями [3]:

1) Производительность, точность, габариты, мощность станка должны быть минимальными достаточными для того, чтобы обеспечить выполнение требований предъявленных к операции;

2) Станок должен обеспечить максимальную концентрацию переходов на операции в целях уменьшения числа операций, количества оборудования, повышения производительности и точности за счет уменьшения числа перестановок заготовки;

3) В случае недостаточной загрузки станка его технические характеристики должны позволять обрабатывать другие детали, выпускаемые данным цехом, участком;

4) Оборудование не должно быть дефицитным, следует отдавать предпочтение отечественным станкам;

5) В серийном производстве следует применять преимущественно универсальные станки, револьверные станки, станки с ЧПУ, многошпиндельные полуавтоматы. На каждом станке в месяц должно выполняться не более 40 операций при смене деталей по определенной закономерности;

6) Оборудование должно отвечать требованиям безопасности, эргономики и экологии.

Если для какой-то операции этим требованиям удовлетворяет несколько моделей станков, то для окончательного выбора будем проводить сравнительный экономический анализ.

Выбор оборудования проводим в следующей последовательности:

1) Исходя из формы обрабатываемой поверхности и метода обработки, выбираем группу станков;

2) Исходя из положения обрабатываемой поверхности, выбираем тип станка;

3) Исходя из габаритных размеров заготовки, размеров обработанных поверхностей и точности обработки выбираем типоразмер (модель) станка.

Данные по выбору оборудования заносим в таблицу 5.1.

5.2 Выбор приспособлений

При выборе приспособлений будем руководствоваться следующими рекомендациями [3]:

1) Приспособление должно обеспечивать материализацию теоретической схемы базирования на каждой операции с помощью опорных и установочных элементов;

2) Приспособление должно обеспечивать надежное закрепление заготовки при обработке;

3) Приспособление должно быть быстродействующим и удобным в эксплуатации;

4) Зажим заготовки должен осуществляться, как правило, автоматически;

5) Следует отдавать предпочтение стандартным, нормализованным, универсально-сборным приспособлениям, и только при их отсутствии проектировать специальные приспособления.

Исходя из типа, модели станка и метода обработки, выбираем тип приспособления.

Выбор приспособления будем производить в следующем порядке:

1) Исходя из теоретической схемы базирования и формы базовых поверхностей, выбираем вид и форму опорных, зажимных и установочных элементов;

2) Исходя из расположения базовых поверхностей и их состояния (точность, шероховатость), формы заготовки и расположения обрабатываемых поверхностей выбираем конструкцию приспособлений;

3) Исходя из габаритов заготовки и размеров базовых поверхностей, выбираем типоразмер приспособления.

Данные по выбору приспособлений заносим в таблицу 5.1.

5.3 Выбор режущего инструмента

При выборе режущего инструмента будем руководствоваться следующими рекомендациями [3]:

1) Выбор инструментального материала определяется требованиями, с одной стороны, максимальной стойкости, а с другой минимальной стоимости;

2) Следует отдавать предпочтение стандартным и нормализованным инструментам. Специальный инструмент следует проектировать в крупносерийном и массовом производстве, выполнив предварительно сравнительный экономический анализ;

3) При проектировании специального режущего инструмента следует руководствоваться рекомендациями по его совершенствованию;

Выбор режущего инструмента будем производить в следующем порядке:

1) Исходя из типа и модели станка, расположения обрабатываемых поверхностей и метода обработки, определяем вид режущего инструмента;

2) Исходя из марки обрабатываемого материала, его состояния и состояния поверхности, выбираем марку инструментального материала;

3) Исходя из формы обрабатываемой поверхности, назначаем геометрические параметры режущей части (форма передней поверхности, углы заточки: g, a, j, j1, l; радиус при вершине);

4) Исходя из размеров обрабатываемой поверхности, выбираем конструкцию инструмента, его типоразмер и назначаем период стойкости Т.

Данные по выбору режущего инструмента заносим в таблицу 5.1.

5.4 Выбор средств контроля

При выборе средств контроля будем руководствоваться следующими рекомендациями [5]:

1) Точность измерительных инструментов и приспособлений должна быть существенно выше точности измеряемого размера, однако неоправданное повышение точности ведет к резкому их удорожанию;

2) В единичном и мелкосерийном производстве следует применять инструменты общего назначения: штангенциркули, микрометры, длинномеры и т.д., в серийном производстве предпочтение следует отдавать так же и калибрам, в крупносерийном производстве – специальные мерительные инструменты;

3) Следует отдавать предпочтение стандартным и нормализованным средствам контроля.

Данные по выбору средств контроля заносим в таблицу 5.1.

Результаты выбора средств технологического оснащения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

##### Выбор средств технологического оснащения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № и названиеоперации | Марка и название оборудования | Приспособление | Режущий инструмент | Средства контроля |
| 00 Заготовитель-ная | Горизонтально-ковочная машина ГКМ | Гидравлические зажимы | Пресс-форма | Штангель-циркульШц-1 (0-320) ГОСТ 166-63.Твердомер |
| 05Фрезерно-центровальная | Фрезерно-центровальный МР-71М | Тиски с призматичес-кими губкамиГОСТ4045-57,откидной упор | Дисковая фреза со вставными ножами ВК8 Æ100 ммГОСТ 6469-69, сверло-зенкер Æ 3,15-7 мм | Штангель-циркульШц-1 (0-320)ГОСТ 166-63, калибр пробка |
| 10Токарнаяпереход 1 (черновой) | Токарно-винторезный с ЧПУ16К20Ф3 | Специальный клинорычажный комбинированый кулачково и штырьково поводковый патрон с автоматически убирающимися кулачками | Резец прямой проходной левый ВК8 φ = 45˚ ГОСТ 18869-73 | Штангель-циркульШц-1 (0-320) ГОСТ 166-63,  |
| 10 Токарная переход 2(чистовой) | Токарно-винторезный с ЧПУ16К20Ф3 | Специальный клинорычажный комбинированый кулачково и штырьково поводковый патрон с автоматически убирающимися кулачками | Резец прямой проходной левый ВК8 φ = 60˚ ГОСТ 18878-73, резец прямой подрезной левый ВК8 φ = 60˚ ГОСТ 18880-73, резец канавочный специальный. | Калибры, шаблоны, штангель-циркульШц-1 (0-320) ГОСТ 166-63, синусная линейка ГОСТ 4046-61 |
| 15Круглошлифо-вальная | Круглошлифо-вальный ВНU 32 | Патрон поводковый ГОСТ 14903-69, вращающийся центр ГОСТ 8742-62 | Круг шлифоваль-ный ПП 40А12НСТ26Б ГОСТ 2424-67 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60,синусная линейка ГОСТ 4046-61 |
| 20 Наладочная | Фрезерный с ЧПУ МАНО 700 | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57, центр ГОСТ 8757-62 | Концевые фрезы различного диаметра Т15К6 ГОСТ8237-57 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60 |
| 25 Фрезернаяпереход 1(предвари-тельный) | Фрезерный с ЧПУ МАНО 700 | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57, центр ГОСТ 8757-62, д/г | Концевые фрезы различного диаметра Т15К6 ГОСТ8237-57 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60 |
| 25 Фрезернаяпереход 2(чистовой) | Фрезерный с ЧПУ МАНО 700 | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57, центр ГОСТ 8757-62, д/г | Концевые фрезы различного диаметра Т15К6 ОСТ8237-57 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60 |
| 30 Слесарная | Слесарный стол | Слесарные приспособления | Пневмоинструмент, напильникиГОСТ72698-60 | - |
| 35 Координатно-расточная | Координатно-расточной2А450 | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57, центр ГОСТ 8757-62, д/г | Спиральное сверло Т15К6 ГОСТ10902-64, сверло-зенкер ВК8 ГОСТ12122-66 | Шц1(0-125мм) ГОСТ166-80, калибры. |
| 40 Меднение | Слесарный стол | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57 | Кисти из нейло-волокна ГОСТ5021-87 | - |
| 45 Цементация | Термопечь | ----------- | ---------- | Твёрдомер |
| 50 Закалка | Термопечь | ----------- | ---------- | Твёрдомер |
| 55Моечная | Моечная машинаOcifel | Специальная подставка (тара) | Водный раствор тринатрий- фосфата | ----------- |
| 60 Центрошлифо-вальная | Центрошлифо-вальныйZSM5100 | Тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57, упор | Шлифоваль-ная головка с углом конуса 60° ГК Э50СМ1Б,КГОСТ 2447-64 | Калибр-пробка |
| 65 Слесарная | Слесарный стол | Слесарные приспособления,тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57 | Комплект метчиков М6-Н6, М5-Н10 по ТУ 857-2680-1958 | Резьб-овые калибры |
| 70Круглошлифо-вальная переход 1(предвари-тельный) | Круглошлифо-вальный ВНU 32 | Патрон поводковый ГОСТ 14903-69, вращающийся центр ГОСТ 8742-62 | Круг шлифоваль-ный ПП 40А12НСТ26Б ГОСТ 2424-67 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60,синусная линейка ГОСТ 4046-61 |
| 70Круглошлифо-вальная переход 2(чистовой) | Круглошлифо-вальный ВНU 32 | Патрон поводковый ГОСТ 14903-69, вращающийся центр ГОСТ 8742-62 | Круг шлифоваль-ный ПП 40А12НСТ26Б ГОСТ 2424-67 | Микро- метр (0-300мм)ГОСТ 6507-60,синусная линейка ГОСТ 4046-61 |
| 75 Слесарная | Слесарный стол | Слесарные приспособления,тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57 | Комплект метчиков М6-Н6, М5-Н10 по ТУ 857-2680-1958 | Резьбовые калибры |
| 80 Слесарная | Слесарный стол | Слесарные приспособления,тиски с призматичес-кими губками ГОСТ4045-57 | Маркёр | ---------- |
| 85Моечная | Моечная машинаOcifel | Специальная подставка (тара) | Водный раствор тринатрий- фосфата | ----------- |
| 90Контрольная | Контрольный стол | --------- | --------- | Все необхо-димые средства контроля |

6. РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ОБРАБОТКУ

Задача раздела - определить припуски на обработку одной самой точной поверхности детали и сравнить её размер с ранее выбранными припусками на обработку.

Расчёт припусков состоит в определении толщины слоя материала, удаляемого в процессе обработки заготовки. Припуск должен быть минимальным, чтобы уменьшить количество снимаемого материала и расходы на обработку, и в то же время достаточным, чтобы исключить появление на обработанной поверхности дефектов (шероховатость, чернота, отбеленный слой и т. п.) черновых операций.

Припуск на самую точную поверхность 20 Æ45g5() рассчитаем аналитическим методом по переходам [13], [14]. Результаты расчета будем заносить в таблицу 6.1.

1) В графы 1 и 2 заносим номера и содержание переходов по порядку, начиная с получения заготовки и кончая окончательной обработкой; заготовительной операции присваиваем № 00.

2) В графу 3 записываем квалитет точности, получаемый на каждом переходе. По таблице 1.2. [3] определяем величину Td допуска для каждого квалитета и записываем в графу 4.

3) Для каждого перехода определяем составляющие припуска. По таблице 6.1 и 6.2 [3] определяем суммарную величину, a = hд + Rz, где Rz - высота неровностей профиля мм, hд - глубина дефектного слоя мм. Значение a заносим в графу 5 таблицы 6.1.

По формуле D = 0,25Td [3] определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе. Значение D заносим в графу 6 таблицы 6.1.

Погрешность установки e заготовки в приспособлении на каждом переходе, где совпадают технологическая и измерительная база принимаем равной нулю. Для случаев несовпадения баз значения e имеются в литературе [14]. Значение e заносим в графу 7 таблицы 6.1. Для переходов 00 в графе 7 делаем прочерк.

4) Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме 00.

Минимальное значение припуска определяем по формуле [3]:

. (6.1)

Здесь и далее индекс i относится к данному переходу, i-1 - к предыдущему переходу, i+1 - к последующему переходу.

;

;

;

.

Определим расчётный минимальный размер Dр для каждого перехода по формуле [5]:

;                                        (6.2)

;

;

;

.

Округлим значение Dp для каждого перехода до того же знака десятичной дроби, с каким задан допуск на размер для этого перехода, в сторону увеличения.

;

;

;

;

.

Округлённые значения Dр заносим в графу 8 таблицы 6.1.

Определим максимальный размер для каждого перехода по формуле [5]:

;                                        (6.3)

;

;

;

;

.

Максимальное значение размера заносим в графу 9 таблицы 6.1.

Максимальное значение припуска определяем по формуле [5]:

;                                   (6.4)

;

;

;

.

Минимальное значение припуска на диаметр:

;

;

;

.

Значение 2zmin и 2zmax заносим в графы 10 и 11 таблицы 6.1. В строке, соответствующей переходу 00, делаем прочерк.

Определяем общий припуск на обработку z0, суммируя промежуточные припуски:

;

;

;

Значение z0max и z0min заносим в строку 7 таблицы 6.1.

Проверим правильность расчётов по формулам [5]:

; (6.5)

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

; (6.6)

;

.

где Tdзаг – допуск на размер заготовки; Tdдет – допуск на размер готовой детали.

Проверка сходится, следовательно, припуски рассчитаны, верно.

Таблица 6.1

##### Расчёт припусков на обработку

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №оп | Название операции | JT | Td | α | Δ | ε | Dmin | Dmax | 2zmin | 2zmax |
| 00 | Заготовитель-ная | 16 | 2,400 | 0,30 | 0,65 | - | 47,756 | 50,156 | - | - |
| 10 | Токарная (черновая) | 12 | 0,250 | 0,18 | 0,063 | 0 | 45,856 | 46,106 | 1,900 | 4,050 |
| 15 | Токарная (чистовая) | 10 | 0,070 | 0,08 | 0,025 | 0 | 45,370 | 45,440 | 0,486 | 0,666 |
| 80 | Кругло-шлифовальная (предваритель-ная) | 7 | 0,025 | 0,03 | 0,006 | 0,06 | 45,160 | 45,185 | 0,210 | 0,255 |
| 85 | Кругло-шлифовальная (чистовая) | 5 | 0,011 | 0,02 | 0,003 | 0,05 | 44,980 | 44,991 | 0,180 | 0,194 |
| 2z0min | 2,776 | 2z0max | 5,165 |

Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров для поверхности 20 Æ45g5 представлена на рисунке 6.1. Припуски и допуски на остальные поверхности определяем табличным методом [7]. В качестве заготовки используем сортовой прокат. Все интересующие допуски и припуски на остальные размеры смотреть в разделе 3.1. данного дипломного проекта.

Рис. 6.1. Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров для поверхности 20 Æ45g5()

7. РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ В РАДИАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Задача раздела – необходимо выявить размерные контуры для каждого из замыкающих звеньев (припусков, размеров и отклонений от концентричности, получаемых косвенным путем), то есть проверить размерную корректность в радиальном направлении.

7.1 Основные термины, относящиеся к размерному анализу

Размерный анализ технологических процессов изготовления деталей машин включает специальные способы выявления и фиксации связей размерных параметров детали при ее изготовлении, а так же методы расчета этих параметров путем решения размерных цепей.

Операционная размерная цепь – совокупность размеров или иных размерных параметров, образующих замкнутый контур и определяющих связь между операционными размерами или другими параметрами на различных стадиях обработки заготовки.

Звено размерной цепи – размер или иной точностной параметр детали на различных стадиях ее изготовления: припуск, величина пространственной погрешности (отклонение от концентричности, параллельности, перпендикулярности, изогнутость оси), толщина покрытия или насыщения поверхности химическими элементами.

Составляющее звено – размер или иной размерный параметр, предписанный к обязательному выполнению в ходе технологического процесса в пределах заданного допуска.

Замыкающее звено операционной размерной цепи – размер или иной размерный параметр, который получается в результате выполнения составляющих звеньев. Замыкающими звеньями могут быть операционные припуски и чертежные размеры, или иные размерные параметры получаемые косвенно в результате выполнения операционных размеров.

Уравнение размерной цепи – математическое выражение, устанавливающее взаимосвязь между замыкающим и составляющими звеньями отдельной размерной цепи, входящей в размерную схему.

Проектная (прямая) задача позволяет определить при ее решении промежуточные операционные размеры исходной заготовки исходя из окончательных размеров детали и проектного варианта технологического процесса.

Проверочная (обратная) задача при ее решении позволяет провести размерный анализ действующего или спроектированного процесса и по известным характеристикам операционных размеров определить характеристики замыкающих звеньев.

7.2 Размерные цепи и их уравнения

В общем случае уравнение операционных размерных цепей (уравнение номиналов) выглядят следующим образом [17], [18]:

, (7.1)

где [A] – номинальное значение замыкающего звена;

Аi – номинальные значения составляющих звеньев;

 i – порядковый номер звена;

 n – число составляющих звеньев;

ξi – передаточные отношения, характеризующие расположение звеньев по величине и направлению (ξi = 1 для увеличивающих звеньев, ξi = -1 для уменьшающих звеньев).

Уравнения замыкающих звеньев:

;

;

;

.

После этого проверяем точность изготовления детали. Проверка размерной корректности путем решения обратной задачи позволяет до начала расчетов размерных цепей убедиться в том, что намеченный вариант технологии изготовления обеспечит получение готовых деталей в соответствии с требованиями рабочего чертежа.

7.3 Проверка условий точности изготовления детали

Проверка проводится для чертежных размеров и технических требований на расположение поверхностей детали, которые выполнялись косвенно, и являются замыкающими звеньями в размерных цепях. Условие выполнения точности выглядит следующим образом [17], [18]:

ТАчерт ≥ ω[A] , (7.2)

где ТАчерт – допуск по чертежу размера или пространственного отклонения;

ω[A] – погрешность этого же параметра, возникающая в ходе выполнения техпроцесса.

Величины ω[A] определяются из уравнений погрешностей методом максимума – минимума для условий производства с отсутствием брака по проверяемому параметру Ачерт.

Погрешность (поле рассеяния) замыкающего звена при расчете по методу максимума – минимума можно найти из уравнения [17], [18]:

 при n-1  4; (7.3)

 при n-1 > 4; (7.4)

где ωА – погрешность i-го звена;

n – число составляющих звеньев;

xi – коэффициент влияния составного звена на замыкающее звено;

n – общее число звеньев в уравнении припуска;

λ - коэффициент соотношения между законом распределения величины Аi и законом нормального распределения. Определяется по таблице 4.4 [17], для эксцентриситетов λ = 0,127, для размеров λ2 = 1/9;

 tD – коэффициент риска, (tD = 3,0).

При расчете принимаем ωАi = TАi, где ТАi – технологический допуск i-го звена.

После построения размерной схемы в радиальном направлении, получаем следующие уравнения размеров и эксцентриситетов, полученных косвенным путем, и проверяем, обеспечивается ли условие точности (7.2).

0,20 > 0,17 – условие выполняется;

0,18 > 0,169 – условие выполняется;

0,18 > 0,169 – условие выполняется;

0,18 > 0,169 – условие выполняется;

0,18 > 0,169 – условие выполняется.

Значение a является функцией от количества углерода в стали a = f (С), для стали Р6М5 это значение выбрано по справочной литературе [18]. Оно равно при С = 0,8%, a = 0,1, wa = 0,03.

Вывод: условие корректности размерных звеньев цепи выполняется.

Составим уравнения замыкающих операционных припусков:

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

.

7.4 Расчет припусков

Определим минимальные значения операционных припусков по формуле [17], [18]:

- на черновой и чистовой токарной обработке (операции 10 и 15) и на операции шлифование (операции 40, 45, 50 и 55)

zimin=(Rz + h +Ü)i-1(7.5)

где Rz i-1, h i-1 – высота неровностей и дефектный слой, образовавшиеся на обрабатываемой поверхности при предыдущей обработке (значения берутся из приложения 4 [17]);

Ü i-1 – величина радиального биения на предыдущей обработке.

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

.

Рассчитаем величины колебаний операционных припусков, используя формулы [17], [18]:

                  при n-1  4; (7.6)

 при n-1 > 4; (7.7)

где ωА – погрешность i-го звена;

n – число составляющих звеньев;

xi – коэффициент влияния составного звена на замыкающее звено;

n – общее число звеньев в уравнении припуска;

λ - коэффициент соотношения между законом распределения величины Аi и законом нормального распределения. Определяется по таблице 4.4 [17], для эксцентриситетов λ2 = 0,127, для размеров λ2 = 1/9;

tD – коэффициент риска, (tD = 3,0).

При расчете принимаем ωАi = TАi, где ТАi – технологический допуск i-го звена.

При этом, если в размерную цепь входит диаметральный размер, то при подстановке в формулу его допуск необходимо поделить на 2.

;

;

;

;

;

;

;

;

Определим максимальные значения операционных припусков по формуле [17], [18]:

 (7.8)

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

.

Определим средние значения операционных припусков по формуле [17], [18]:

 (7.9)

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

.

7.5 Расчёт операционных размеров

Цель расчётов – определить величины номинальных и предельных значений операционных размеров в радиальном направлении.

Произведем расчет значений операционных размеров по способу средних значений [17], [18]. Найдем средние значения размеров, известных заранее (значения с чертежа), затем поделим их пополам, чтобы найти средние значения радиусов, а не диаметров.

2W65 = 1,7-0,014 мм; 2Wmin = 1,7 - 0,014 = 1,686 мм; 2Wmax = 1,7 мм; 2Wср = = 1,693 мм; Wср = 0,847 мм;

2Ё55 = 10,2-0,027 мм; 2Ёmin = 10,2 - 0,027 = 10,173 мм; 2Ёmax = 10,2 мм; 2Ёср = = 10,187 мм; Ёср = 5,094 мм;

2О55 = 12,07-0,018 мм; 2Оmin = 12,07 - 0,018 = 12,052 мм; 2Оmax = 12,07 мм; 2Оср = = 12,061 мм; Оср = 6,031 мм;

2Р55 = 8,7-0,015 мм; 2Рmin = 8,7 - 0,015 = 8,685 мм; 2Рmax = 8,7 мм; 2Рср = = 8,693 мм; Рср = 4,346 мм;

2G45 = 3-0,014 мм; 2Gmin = 3 - 0,014 = 2,986 мм; 2Gmax = 3 мм; 2Gср = 2,993 мм; Gср = 1,497 мм;

[2Й30] = 9,5±0,075 мм; 2Йmin = 9,5 – 0,075 = 9,425 мм; 2Йmax = 9,5+0,075 = 9,575 мм; 2Йср = 9,5 мм; Йср = 4,750 мм;

[2С30] = 8,7-0,015 мм; 2Сmin = 8,7 - 0,015 = 8,685 мм; 2Сmax = 8,7 мм; 2Сср = = 8,693 мм; Сср = 4,346 мм;

[2П30] = 9,5±0,075 мм; 2Пmin = 9,5 – 0,075 = 9,425 мм; 2Пmax = 9,5+0,075 = 9,575 мм; 2Пср = 9,5 мм; Пср = 4,750 мм;

[2Т30] = 5,0±0,060 мм; 2Тmin = 5 – 0,060 = 4,940 мм; 2Тmax = 5+0,060 = 5,060 мм; 2Тср = 5,0 мм; Тср = 2,5 мм.

Найденные средние значения подставим в уравнения операционных размерных цепей, решая эти уравнения, мы получим средние значения операционных размеров.

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

.

Составим таблицу, в которой укажем значения операционных размеров в радиальном направлении.

Таблица 7.1

Значения операционных размеров в радиальном направлении

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Симво-льное обозна-чение | Минимальныйразмер, мм2Amin =Aср -TA/2 | Максимальный размер, мм2Amax =Aср +TA/2 | Среднийразмер, мм | Окончательная записьв требуемой форме, мм |
| 2О00 | 15,500 | 16,000 | 15,750 | 16-0,50 |
| 2Ё10 | 12,204 | 12,384 | 12,294 | 12,384-0,18 |
| 2С10 | 9,578 | 9,728 | 9,653 | 9,728-0,15 |
| 2Т10 | 5,740 | 6,080 | 5,910 | 6,08-0,34 |
| 2Р10 | 10,454 | 10,604 | 10,529 | 10,604-0,15 |
| 2П10 | 10,372 | 10,552 | 10,462 | 10,552-0,18 |
| 2О10 | 14,184 | 14,364 | 14,274 | 14,364-0,18 |
| 2Й10 | 10,286 | 10,436 | 10,361 | 10,436-0,15 |
| 2Т15 | 4,991 | 5,049 | 5,020 | 5,02±0,029 |
| 2П15 | 9,491 | 9,549 | 9,520 | 9,52±0,029 |
| 2С15 | 8,683 | 8,741 | 8,712 | 8,712±0,029 |
| 2Й15 | 9,491 | 9,549 | 9,520 | 9,52±0,029 |
| 2Р15 | 9,542 | 9,60 | 9,571 | 9,60-0,058 |
| 2О15 | 13,012 | 13,082 | 13,047 | 13,082-0,07 |
| 2Ё15 | 11,132 | 11,202 | 11,167 | 11,202-0,07 |
| 2G40 | 3,655 | 3,68 | 3,668 | 3,68-0,025 |
| 2G45 | 2,986 | 3,000 | 2,993 | 3-0,014 |
| 2Р50 | 8,950 | 8,986 | 8,968 | 8,986-0,036 |
| 2О50 | 12,315 | 12,358 | 12,337 | 12,358-0,043 |
| 2Ё50 | 10,435 | 10,478 | 10,457 | 10,478-0,043 |
| 2Р55 | 8,685 | 8,700 | 8,693 | 8,7-0,015 |
| 2О55 | 12,052 | 12,070 | 12,061 | 12,07-0,018 |
| 2Ё55 | 10,173 | 10,200 | 10,187 | 10,2-0,027 |
| 2W65 | 1,686 | 1,700 | 1,693 | 1,7-0,014 |
| [2Й30] | 9,425 | 9,575 | 9,500 | 9,5±0,075 |
| [2С30] | 8,685 | 8,700 | 8,693 | 8,7-0,015 |
| [2П30] | 9,425 | 9,575 | 9,500 | 9,5±0,075 |
| [2Т30] | 4,940 | 5,060 | 5,000 | 5,0±0,060 |

Значения всех рассчитанных припусков и операционных размеров (в окончательном виде) заносим в схему размерного анализа в радиальном направлении 06.М15.660.08.09.

Расчёт диаметральных размеров расчётно-аналитическим методом представлен в разделе 6 данного дипломного проекта.

8. НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Задача раздела - определить содержание операций технологического процесса, рассчитать режимы резания, и нормы времени на все операции.

8.1 Определение режимов резания

Режим резания - это сочетание глубины резания, подачи и скорости резания. Наша задача состоит в том, чтобы найти возможное единственное сочетание элементов режима резания, которое обеспечивает экстремальное значение критериев оптимальности (например, минимальная себестоимость).

1) Рассчитаем режимы резания на операцию 00 заготовительную. Для выбранной операции - заготовительная - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - отрезка пилой.

Разработку режима резания при отрезке начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – пила 25´0,95´3505´4р.

Скорость движения пилы  – выбрана по таблице [2].

2) Рассчитаем режимы резания на операцию 05 фрезерно-центровальную. Для выбранной операции – фрезерно-центровальная - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за два перехода - фрезерование торцев 20 и 23, сверление центровых отверстий 21 и 22.

Разработку режима резания на фрезерно-центровальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – дисковая фреза со вставными ножами ВК8 Æ100 мм ГОСТ 6469-69, сверло-зенкер Æ 3,15-7 мм.

Основные параметры резания при фрезеровании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 8 мм;

¨ подача: S z = 0,25 мм/зуб выбираем по таблице 33 [2];

¨ скорость резания: ,

где Сυ – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 39 [2];

D – диаметр фрезы;

z – число зубьев фрезы;

Т – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

Sz – подача;

В – параметр срезаемого слоя;

x, y, q, m, u, p – показатели степени, выбираем по таблице 39 [2];

Kυ – поправочный коэффициент на скорость резания равен:

,

где коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

 - коэффициент на инструментальный материал, выбираем по таблице 6 [2];

 - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираем по таблице 5 [2];

,

где коэффициент, характеризующий, группу стали по обрабатываемости, выбираем по таблице 2 [2];

 - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал.

;

¨ частота вращения инструмента:

;

По паспорту станка принимаем S = 2,0 мм/об и n = 1500 об/мин.

¨ сила резания:

,

где – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 41 [2];

 z – число зубьев фрезы;

 n – частота вращения фрезы;

 поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала, выбираем по таблице 9 [2].

;

.

¨ мощность резания:

.

Станок по мощности проходит.

Основные параметры резания при сверлении:

###### Переход 2

¨ глубина резания: ;

где D – диаметр сверла;

¨ подача: S = 0,06 мм/об, выбираем по таблице 25 [2];

¨ скорость резания: ,

где Сυ – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 28 [2];

Т – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

S – подача;

x, y, q, m – показатели степени, выбираем по таблице 28 [2];

Kυ – поправочный коэффициент на скорость резания равен:

,

где коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

 - коэффициент на инструментальный материал, выбираем по таблице 6 [2];

 - коэффициент, учитывающий глубину сверления, выбираем по таблице 31 [2];

;

;

¨ частота вращения инструмента:

;

По паспорту станка принимаем S = 0,05 мм/об и n = 5000 об/мин.

¨ крутящий момент и осевая сила:

,

,

где – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 32 [2];

коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

;

;

.

¨ мощность резания:

.

Станок по мощности проходит.

3) Рассчитаем режимы резания на операцию 10 токарную (черновую). Для выбранной операции – токарной (черновой) - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - точение поверхностей 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 19.

Разработку режима резания на токарной (черновой) операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – резец прямой проходной левый ВК8 φ = 45˚ ГОСТ 18869-73.

Основные параметры резания при точении:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 5 мм;

¨ подача: S = 0,8 мм/об выбираем по таблице 11 [2];

¨ скорость резания: ,

где Сυ – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 39 [2];

 Т – период стойкости инструмента;

 t – глубина резания;

 S – подача;

 x, y, m – показатели степени, выбираем по таблице 17 [2];

 Kυ – поправочный коэффициент на скорость резания равен:

,

где коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

  - коэффициент на инструментальный материал, выбираем по таблице 6 [2];

  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираем по таблице 5 [2];

,

где коэффициент, характеризующий, группу стали по обрабатываемости, выбираем по таблице 2 [2];

 - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал.

;

¨ частота вращения инструмента:

;

По паспорту станка принимаем S = 0,8 мм/об и n = 2000 об/мин.

¨ сила резания:

,

где – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 22 [2];

поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала:

,

где коэффициенты, учитывающие фактические условия резания, выбираем по таблицам 9, 10 и 23 [2];

;

¨ мощность резания:

.

Станок по мощности проходит.

4) Рассчитаем режимы резания на операцию 15 токарную (чистовую). Для выбранной операции – токарной (чистовой) - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - точение поверхностей 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 и 19.

Разработку режима резания на токарной (чистовой) операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – резец прямой проходной левый ВК8 φ = 60˚ ГОСТ 18878-73, резец прямой подрезной левый ВК8 φ = 60˚ ГОСТ 18880-73, копир на конус Морзе 1.

Основные параметры резания при точении:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 2 мм;

¨ подача: S = 0,6 мм/об выбираем по таблице 14 [2];

¨ скорость резания: ,

где Сυ – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 17 [2];

Т – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

S – подача;

x, y, m – показатели степени, выбираем по таблице 17 [2];

Kυ – поправочный коэффициент на скорость резания равен:

,

где коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

 - коэффициент на инструментальный материал, выбираем по таблице 6 [2];

 - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираем по таблице 5 [2];

,

где коэффициент, характеризующий, группу стали по обрабатываемости, выбираем по таблице 2 [2];

 - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал.

;

¨ частота вращения инструмента:

;

По паспорту станка принимаем S = 0,5 мм/об и n = 3200 об/мин.

¨ сила резания:

,

где – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 22 [2];

поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала:

,

где коэффициенты, учитывающие фактические условия резания, выбираем по таблицам 9, 10 и 23 [2];

;

¨ мощность резания:

.

Станок по мощности проходит.

5) Рассчитаем режимы резания на операцию 20 фрезерную. Для выбранной операции – фрезерной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - фрезерование поверхностей 16, 17, 18.

Разработку режима резания на фрезерной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – дисковая фреза со вставными ножами ВК8 Æ100 мм

Основные параметры резания при фрезеровании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 8,5 мм;

¨ подача: S z = 0,25 мм/зуб выбираем по таблице 33 [2];

¨ скорость резания: ,

где Сυ – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 39 [2];

D – диаметр фрезы;

z – число зубьев фрезы;

Т – период стойкости инструмента;

t – глубина резания;

Sz – подача;

В – параметр срезаемого слоя;

x, y, q, m, u, p – показатели степени, выбираем по таблице 39 [2];

Kυ – поправочный коэффициент на скорость резания равен:

,

где коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

 - коэффициент на инструментальный материал, выбираем по таблице 6 [2];

 - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираем по таблице 5 [2];

,

где коэффициент, характеризующий, группу стали по обрабатываемости, выбираем по таблице 2 [2];

 - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал.

;

¨ частота вращения инструмента:

;

По паспорту станка принимаем S = 0,25 мм/об и n = 2000 об/мин.

¨ сила резания:

,

где – постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 41 [2];

z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы;

поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала, выбираем по таблице 9 [2].

;

.

¨ мощность резания:

.

Станок по мощности проходит.

6) Рассчитаем режимы резания на операцию 35 центрошлифовальную. Для выбранной операции – центрошлифовальной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - центрошлифование поверхностей 21 и 22.

Разработку режима резания на центрошлифовальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – шлифовальная головка с углом конуса 60° ГК Э50СМ1Б,К ГОСТ 2447-64

Основные параметры резания при центрошлифовании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,01 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;

 ;

¨ частота вращения инструмента: ;

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки при шлифовании торцом круга.

Станок по мощности проходит.

7) Рассчитаем режимы резания на операцию 40 шлифовальную (предварительную). Для выбранной операции – шлифовальной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - шлифование поверхностей 2, 4, 5, 26.

Разработку режима резания на шлифовальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный ПП 24А12НСТ26Б ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при шлифовании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 6,5 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 4000 об/мин.

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

 ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки при врезном шлифовании;

диаметр шлифования.

Станок по мощности проходит.

8) Рассчитаем режимы резания на операцию 45 шлифовальную (чистовую). Для выбранной операции – шлифовальной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - шлифование поверхностей 2, 5, 26.

Разработку режима резания на шлифовальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный ПП 40А12НСТ26Б ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при шлифовании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,01 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 4000 об/мин.

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

 ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки при врезном шлифовании;

диаметр шлифования.

Станок по мощности проходит.

9) Рассчитаем режимы резания на операцию 50 бесцентрово-шлифовальную (предварительную). Для выбранной операции – бесцентрово-шлифовальной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - шлифование поверхностей 3, 11, 15.

Разработку режима резания на бесцентрово-шлифовальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный ПП ЭБ16-25С1Б,К ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при бесцентровом шлифовании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,05 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 2000 об/мин.

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

диаметр шлифования.

Станок по мощности проходит.

10) Рассчитаем режимы резания на операцию 55 бесцентрово-шлифовальную (чистовую). Для выбранной операции – бесцентрово-шлифовальной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - шлифование поверхностей 3, 11, 15.

Разработку режима резания на бесцентрово-шлифовальной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный ПП Э40-50СМ2Б,К ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при бесцентровом шлифовании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,01 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 2000 об/мин.

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

диаметр шлифования.

Станок по мощности проходит.

11) Рассчитаем режимы резания на операцию 60 отрезную. Для выбранной операции – отрезной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - отрезание поверхностей 22 и 23.

Разработку режима резания на отрезной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный Д ЭБ16-25СМ2Б,К ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при отрезании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 5,1 мм;

¨ подача: ;

¨ скорость резания: ;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 2500 об/мин.

¨ мощность резания:

,

где  постоянная величина для определённых условий обработки, выбираем по таблице 56 [2];

диаметр шлифования.

Станок по мощности проходит.

12) Рассчитаем режимы резания на операцию 65 заточную. Для выбранной операции – заточной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - заточим поверхности 1 и 27.

Разработку режима резания на заточной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный АЗТ Э50СМ1Б,К ГОСТ 16177-70.

Основные параметры резания при заточке:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,03 мм/дв.ход;

¨ скорость резания: ; ;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 4000 об/мин.

13) Рассчитаем режимы резания на операцию 70 затыловочную. Для выбранной операции – затыловочной - применим аналитический метод определения режимов резания [2], [4], [21].

Данную операцию выполним за один переход - затыловать поверхность 2.

Разработку режима резания на затыловочной операции начинают с установления характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент –круг шлифовальный АЧК Э50СМ1Б,К ГОСТ 16172-70.

Основные параметры резания при затыловании:

###### Переход 1

¨ глубина резания: t = 0,03 мм/дв.ход;

¨ скорость резания: ; ;

¨ частота вращения инструмента:

;

где D – диаметр круга.

По паспорту станка принимаем n = 4000 об/мин.

8.2 Расчет норм времени

Нормирование ТП - это установление технически обоснованных норм времени на обработку детали. Норма времени - регламентированное время выполнения заданного объема работ в определенных условиях исполнителем заданной квалификации.

В нашем случае следует рассчитать нормы времени на все операции.

00 – Заготовительная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

;

где d – диаметр обрабатываемой детали.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

,

05 – Фрезерно-центровальная:

1 Переход при фрезеровании:

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

;

где d – диаметр обрабатываемой детали.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

2 Переход при сверлении:

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

;

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

10 – Токарная (черновая):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

15 – Токарная (чистовая):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где 0,06 – переустановка детали;

 d – диаметр обрабатываемой детали;

 l – длина обрабатываемого участка.

 Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

20 – Фрезерная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

 l – длина обрабатываемого участка.

 Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

25 – Маркировочная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

30 – Термическая:

35 – Центрошлифовальная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

40 – Шлифовальная (предварительная):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

45 – Шлифовальная (чистовая):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

50 – Бесцентрово-шлифовальная (предварительная):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

55 – Бесцентрово-шлифовальная (чистовая):

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

60 – Отрезная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

65 – Заточная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

70 – Затыловочная:

1 Переход

Основное время То - время непосредственно на обработку, определяется по [6].

где d – диаметр обрабатываемой детали;

l – длина обрабатываемого участка.

Тв – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

;

Штучное время - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на обслуживание и время на отдых.

85 – Ионная имплантация:

Найденные значения режима резания заносим в операционные карты, а так же в наладки.

Все найденные режимы резания и нормы времени сводим в таблицы 8.1 и 8.2.

Таблица 8.1

Значения режимов резания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опера-ции | Пере-ход |  t,мм | S, мм/зуб,(мм/об) | V, м/мин(м/с) | n, об/мин | МКР,Н×м | РО,Н | PZ,Н×м | N,кВт |
| 05 | I | 8,0 | 2,0 | 482,0 | 1500 | – | – | 2613 | 20,580 |
| 05 | II | 1,575 | 0,05 | 42,8 | 5000 | 0,400 | 443 | – | 0,205 |
| 10 | I | 5,0 | 0,8 | 95,8 | 2000 | – | – | 4762 | 7,456 |
| 15 | I | 2,0 | 0,5 | 139,1 | 3200 | – | – | 1394 | 3,168 |
| 20 | I | 8,5 | 0,25 | 315,0 | 2000 | – | – | 1053 | 5,420 |
| 35 | I | 0,01 | 1,0 | 25,0 | 4000 | – | – | – | 0,176 |
| 40 | I | 6,5 | 0,06 | 80,0 | 4000 | – | – | – | 6,180 |
| 45 | I | 0,01 | 0,06 | 80,0 | 4000 | – | – | – | 6,180 |
| 50 | I | 0,05 | 2,10 | 80,0 | 2000 | – | – | – | 4,0 |
| 55 | I | 0,01 | 1,5 | 80,0 | 2000 | – | – | – | 1,3 |
| 60 | I | 5,1 | 3,5 | 35,0 | 2500 | – | – | – | 2,33 |
| 65 | I | 0,03 | – | 20,0 | 4000 | – | – | – | – |
| 70 | I | 0,03 | – | 20 | 4000 | – | – | – | – |

Таблица 8.2

Значения норм времени

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № операции | ТО, мин | ТВ, мин | ТШТ, мин |
| 00 | 0,05 | 0,28 | 0,39 |
| 05 | 0,05 | 0,28 | 0,39 |
| 10 | 0,39 | 0,28 | 0,73 |
| 15 | 0,45 | 0,28 | 0,79 |
| 20 | 0,081 | 0,19 | 0,33 |
| 25 | 0,008 | 0,19 | 0,22 |
| 30 | – | – | 5,0 |
| 35 | 0,005 | 0,28 | 0,35 |
| 40 | 1,155 | 0,19 | 0,41 |
| 45 | 0,233 | 0,19 | 0,483 |
| 50 | 0,052 | 0,18 | 0,292 |
| 55 | 0,078 | 0,18 | 0,318 |
| 60 | 0,020 | 0,19 | 0,27 |
| 65 | 0,008 | 0,19 | 0,258 |
| 70 | 0,0045 | 0,19 | 0,255 |
| 85 | – | – | 5 |

9. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Задача раздела – спроектировать специальный клинорычажный комбинированный кулачково и штырьково поводковый патрон с автоматически убирающимися кулачками для базирования и закрепления корпуса на операции 10 и 15 при обработки ее на токарно-винторезном станке с ЧПУ 16К20Ф3.

9.1 Сбор исходных данных

Рис. 9.1. Операционный эскиз

Вид и материал заготовки – поковка сталь 20Х НВ 180±10;

Вид обработки – чистовая (черновая);

Материал и геометрия режущей части резца – Резец прямой проходной левый сборный со сменной четырёхгранной неперетачиваемой пластиной из ВК 8,

γ = - 2°, λ = - 3°, a = 10°, φ = 60°;

Режимы резания: t = 3 мм, подача S = 0,5 мм/об, скорость резания V = 139 м/мин, частота вращения шпинделя n = 3200 об/мин;

Тип приспособления – одноместное универсальное наладочное (УНП) со сменными кулачками;

Металлорежущий станок 16К20Ф3 (наибольший диаметр патрона – 400 мм, внутренний конус шпинделя – Морзе 6 [6], основные размеры концов шпинделя по ГОСТ 12595-72 [6]).

9.2 Расчёт сил резания

Расчет сил резания выполним по методике изложенной в [3]. При продольном и поперечном точении составляющие Рz, Рy, Рx силы резания рассчитываются по формуле:

,                                 (9.1)

где Cp, x, y, n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки, выбираются по таблице. При обработке стали Р6М5 резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава, они равны:

для расчёта Pz → Cp = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15;

для расчёта Py → Cp = 243; x = 0,9; y = 0,60; n = -0,30;

для расчёта Px → Cp = 339; x = 1,0; y = 0,50; n = -0,40.

Поправочный коэффициент Кр представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания:

,                                           (9.2)

где  коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости (np = 1,35 - для расчёта Py; np = 0,75 - для расчёта Pz; np = 1,0 - для расчёта Px) [4];

коэффициент, учитывающий влияние угла в плане резца на силы, равный при φ = 60°, для расчёта Pz → ; для расчёта Py → ; для расчёта Px →  [4];

коэффициент, учитывающий влияние переднего угла резца на силы, равный при γ = -2°, для расчёта Pz → ; для расчёта Py → ; для расчёта Px →  [4];

коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки резца на силы, равный при λ = -3°, для расчёта Pz → ; для расчёта Py → ; для расчёта Px →  [4].

коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки резца на силы, равный при r = 2 мм, для расчёта Pz → ; для расчёта Py → ; для расчёта Px →  [4].

Подставим все данные в формулы:

для расчёта Pz → ;

для расчёта Py → ;

для расчёта Px → .

Подставим данные в формулу (8.1)

;

;

.

9.3 Расчёт усилия зажима

В процессе обработки заготовки на неё воздействует система сил. С одной стороны действуют составляющие силы резания, которые стремятся вырвать заготовку из кулачков, с другой – сила зажима препятствующая этому. Из условия равновесия моментов данных сил и с учётом коэффициента запаса определяются необходимые зажимное и исходное усилия. В данной схеме принимаем консольное закрепление заготовки, так как  [22], [23]. Суммарный крутящий момент от касательной составляющей силы резания стремится провернуть заготовку в кулачках, и равен для данного примера:

.                                              (9.3)

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый следующим образом [22], [24]:

,                                         (9.4)

где W – суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка, Н;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности постоянного кулачка;

d1 – диаметр обрабатываемой поверхности;

d2 – диаметр поверхности, за который крепится заготовка.

Из равенства моментов МР” и Мз” определим необходимое усилие зажима, препятствующее провороту заготовки в кулачках.

.                      (9.5)

Значение коэффициента запаса К, в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции определяется по формуле [22].

,                                (9.6)

где К0 = 1,5 – гарантированный коэффициент запаса;

К1 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки. При чистовой обработке К1 = 1,0;

К2 - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки [22]: К2 = 1,0;

К3 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания К3 = 1,0;

К4 - коэффициент характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов К4 = 1,0;

К5 - коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима и т. д.): для механизированных приводов К5 = 1.

К6 – вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленной плоской ТБ на опоры – штыри.

В данном случае коэффициент К равен:

.

Коэффициент трения f между заготовкой и сменными кулачками зависит от состояния их рабочей поверхности (выбирается по таблице [22]): примем форму рабочей поверхности кулачка с кольцевыми канавками f = 0,5.

Подставим в формулу (9.5) все исходные данные:

.

Сила Py стремится вывернуть заготовку из кулачков относительно оси, создавая момент:

Мр''= Py'· l' (9.7)

# Необходимо при расчете момента от силы Py учесть тот факт, что заготовка установлена в центрах. Поэтому повороту заготовки относительно оси у будет препятствовать как момент от силы зажима, так и задний центр. В данном случае большим по значению будет момент от силы Pz, стремящийся провернуть заготовку в кулачках. В дальнейших расчетах будем учитывать максимальный момент создаваемый усилием. Следовательно, принимаем наихудший случай: W = 9487,3 Н.

9.4 Расчет зажимного механизма патрона

Приступая к расчету зажимного механизма необходимо определиться с его конструкцией. В данном патроне применим конструкцию клинорычажного зажимного механизма. Данный механизм выбран не случайно. Он позволяет, во-первых, создать необходимое усилие зажима заготовки при определенном усилие на штоке гидроцилиндра, а во-вторых, сама конструкция патрона предопределяет применение именно этого зажимного механизма.

Клинорычажный механизм представляет собой клин с определенным углом, который упирается в неравноплечие угловые рычаги, смонтированные в корпусе патрона на неподвижных осях. При расчете клинорычажного зажимного механизма определяется усилие Q, создаваемое силовым приводом, которое зажимным механизмом увеличивается и передается постоянному кулачку [22]:

,                                         (9.8)

где ic – передаточное отношение по силе зажимного механизма (выигрыш в силе), iс = А/Б;

А и Б – плечи рычага, А = 80 мм, Б = 40 мм.

W – усилие зажима на кулачках; W = 9487,3 Н;

h - КПД рычажного зажимного механизма, h = 0,9;

a - угол скоса клина, a = 20°;

j - угол трения, j = 5°.

Передаточное отношение для клинорычажного механизма равно:

,                                           (9.9)

Согласно формуле (9.8):

Клинорычажный зажимной механизм рекомендуется применять в патронах, наружный диаметр которых менее 200 мм, при больших диаметрах предпочтение отдается рычажному зажимному механизму.

На этапе расчета наружный диаметр патрона можно определить по формуле:

Дп @ d2+2Hк, (9.10)

где Нк – длина постоянного кулачка.

Дп @ 10+2\*62 = 134 мм.

9.5 Расчет силового привода

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод, устанавливаемый на задний конец шпинделя. В его конструкции можно выделить силовую часть, вращающуюся совместно со шпинделем и муфту для подвода рабочей среды. В качестве приводов наибольшее применение получили пневматический и гидравлический вращающиеся цилиндры.

 В данной работе вначале следует попытаться применить пневматический привод, так как в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха. Диаметр поршня пневмоцилиндра определяется по формуле [22]:

,                                              (9.11)

где Р – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчетах равным 0,4 МПа.

 В конструкции станка 16К20Ф3 можно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм, Если при расчете по вше указанной формуле диаметр поршня получится более 120мм, то следует применять гидравлический привод, где за счет регулирования давления масла можно получить большие исходные усилия. При заданном усилии Q подбираем давление масла (Рг = 1,0; 2,5; 5,0; 7,5 МПа), чтобы диаметр поршня не превышал 120мм.

 – для пневмопривода.

Следовательно, в качестве привода, для данного патрона, принимаем пневмоцилиндр стандартного диаметра D = 100 мм.

Ход поршня цилиндра рассчитывается по формуле:

SQ = SW / iп,         ,                                             (9.12)

SQ = 5 / 2=2,5.

где SW – свободный ход кулачков, который можно принять равным 5 мм;

iп = 1/iК – передаточное отношение зажимного механизма по перемещению. Значение SQ принимать с запасом 10…15 мм.

Принимаем пневматический цилиндр с D = 100 мм, а SQ = 20 мм.

9.6 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Данный раздел выполняется после разработки конструкции патрона и простановки размеров. Погрешность установки определяется по формуле:

,

где εб – погрешность базирования, равная при данной схеме нулю, так как измерительная база используется в качестве технологической.

εз – погрешность закрепления – это смещение измерительной базы под действием сил зажима ().

εпр – погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

,

где ωАΔ – колебания замыкающего размера АΔ.

Δ1 – погрешности из-за колебания зазоров в сопряжении центра вставленного в гнездо крышки (Δ1 = Sнб- Sнм).

Таким образом:

;

.

Погрешность установки не должна превышать величин:

для черновой обработки – εудоп = zminшл (zminшл – минимальный припуск на шлифование); εудоп = 0,05 мм.

εудоп = 0,05 мм > εу = 0,034 мм, следовательно, патрон разработан, верно, и может использоваться на 15-й токарной (чистовой) операции.

9.7 Описание работы трехкулачкового самоцентрирующего патрона

Патрон работает следующим образом: заготовка устанавливается левым торцевым отверстием на плавающий центр и поджимается жестким задним вращающимся центром до упора с торцевыми кулачками. Масло под действием давления создаваемого насосом подаётся через систему каналов в муфте в левую полость гидроцилиндра. Под действием гидравлического усилия поршень вместе со штоком в виде клина перемещается вправо и выдвигает постоянные кулачки в виде рычагов из корпуса патрона. При дальнейшем движении эти кулачки зажимают заготовку по наружной цилиндрической поверхности. Сочетание двух зажимов позволяет вести обработку на максимальных режимах резания. Как только заготовка зажата, шпиндель станка получает вращение от двигателя посредствам зубчатых передач, представляющих часть кинематической схемы станка. Шпиндель соединен с гидроцилиндром силового привода, а так же с корпусом патрона, в который вставлены постоянные кулачки. Патрон вместе с закреплённой в нём заготовкой получает вращение. После обработки большей части контура вала без остановки патрона включается силовой привод и перемещая центровик влево, осуществляется разжим заготовки радиальными кулачками и их перемещение в корпус патрона, появляется возможность обработки конца вала который был под кулачками. Обработка ведется на пониженных режимах резания. После окончания обработки, когда шпиндель отключен от главного движения, отжимается задний центр и заготовка снимается.

Сборочный чертёж поводкового патрона представлен в графической части лист 06.М15.660.50.00.СБ.

10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Задача раздела - спроектировать контрольное приспособление, позволяющее контролировать углы в любом месте на поверхности инструмента, а также нецентричность поперечной кромки всех деталей из данной группы сверл, способом светового сечения.

10.1 Оценка точности приспособления

На рисунке 10.1 изображены контролируемые величины.

Рис. 10.1. Контролируемая величина

Точность контролируемых величин зависит от точности применяемого микроскопа. В данном случае применяется микроскоп ММИ-2 по ГОСТ 5405-54 с ценой деления 0,005 мм для линейных размеров и 1 мин для угловых размеров, с оптическим увеличением в 10раз.

Предельная погрешность измерения рассчитывается по следующей формуле:

.               (9.1)

В нашем случае допуск на угловые размеры составляем ±10’ следовательно, погрешность измерения не окажет существенного влияния на контролируемый размер. Поэтому применяем метод контроля световым сечением с применением микроскопа.

9.2 Описание контрольного приспособления

Приспособление предназначено для контроля углов в любом месте на поверхности инструмента, а также нецентричность поперечной кромки всех деталей из данной группы сверл, способом светового сечения.

Приспособление содержит плиту базовую 1, угольник 2, призму опорную 3, отражательную призму 4, излучатель световых волн 5, тубус микроскопа 6, специальную опору 7, зеркало 9 и стандартные изделия (винты, шпонки, гайки).

Приспособление работает следующим образом: деталь (сверло) устанавливается на две опорные призмы, которые крепятся к базовой плите 1, при этом лапка сверла входит в отверстие специальной опоры 7, крепящейся к угольнику 2 и поджимается винтом 13 . Отражательная призма 4 с зеркалом 9 пододвигается под режущую часть сверла и под тубус микроскопа 6. Для контроля угла наклона поперечной кромки включается левый излучатель световых волн 5, и исследуемый объект освещается плоским пучком света. Свет отражается от опоры в тубус микроскопа, при этом в нем видна неотраженная часть (сечение) сверла. Для контроля нецентричности поперечной кромки включается правый излучатель световых волн 5, и исследуемый объект освещается плоским пучком света. Свет отражается от опоры в тубус микроскопа, при этом в нем видна неотраженная часть (сечение) сверла. Для контроля главного угла в плане необходимо убрать из под сверла отражательную призму и не подавать пучков света, при этом в микроскоп виден контур сверла. Измерение окончено.

Сборочный чертёж контрольного приспособления представлен в графической части лист 06.М15.660.60.00СБ

11. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Задача раздела - выбрать материал, спроектировать геометрию режущего инструмента и применить его на операции 40 – шлифование стружечных канавок.

11.1 Исходные данные:

Вид обработки – шлифование (предварительное);

Оборудование – специальный шлифовальный NU535CNC.

11.2 Выбор материала и проектирование геометрии режущего инструмента

Геометрия режущего инструмента зависит от формы стружечной канавки. Размеры круга определяются с учетом размеров детали из данной группы, и они приведены на листе 06.М15.660.70.14. Правка круга осуществляется алмазным карандашом при следующих режимах: VК = 1 - 3 м/с, SПР = 1 – 2 м/мин, SПОП = 0,02 – 0,04 мм/дв.ход.

Материал режущего инструмента выбираем исходя из вида и твердости обрабатываемого материала. Согласно рекомендациям [4] выбираем материал 24А12НСТ26Б.

Абразивный материал – 24А – белый электрокорунд;

Зернистость – 12 мкм;

Степень твердости – СТ2– средне твердый;

Вид связки – Б1 – бакелитовая (карбида бора 50%).

12. ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ СВЕРЛА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ МЕТОДОМ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

12.1 Описание ситуации

При обработке деталей резанием с применением лезвийного инструмента из инструментальной быстрорежущей стали, происходит его интенсивный износ в связи с различными факторами, такими как: высокие температуры в зоне резания, вызванные большим трением в контакте заготовка – инструмент; повышение вибрации в процессе обработки, вызванные динамикой станка; огромные давления на инструмент (усилия деформации); физико-механические свойства обрабатываемого и обрабатывающего материала; геометрические параметры режущего инструмента; элементы режимов резания; свойства применяемых смазывающе-охлаждающих технологических смесей (СОТС); электрические явления, возникающие в контакте режущий инструмент – заготовка; схема резания и др. Так же это ведет к увеличению вспомогательного времени, затрачиваемого на под наладку технологической системы и смену инструмента.

Административное противоречие – износостойкость лезвийных инструментов при обработке металлов резанием недостаточно высока и не соответствует постоянно ускоряющемуся темпу развития высокоскоростных станков, а так же совершенствованию конструкционных жаропрочных сталей.

Повысить износостойкость лезвийного инструмента на основе инструментальной быстрорежущей стали можно за счет применения технических решений, снижающих воздействие вышеперечисленных факторов.

12.2 Анализ ситуации

При обработке резанием в связи с вышеперечисленными факторами происходит диффузионное, адгезионное, химическое и другие виды изнашивания РИ. Считаем, что в данной ситуации при данном методе обработки детали выбраны оптимальные режимы резания, применяются прогрессивные виды СОТС, применена оптимальная схема резания, которая позволяет свести к минимуму давление на инструмент, выбран правильно заточной инструмент (геометрия инструмента), выбран точный станок с относительно жесткой системой станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД), что позволяет свести к минимуму вибрации в процессе резания.

13. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Задача раздела – дать краткое описание разрабатываемого технологического процесса, описание рабочих мест, оборудования и выполняемых операций. Выявить опасные вредные производственные факторы (ОВПФ) действующие на человека, антропогенные воздействия на окружающую среду и предложить меры по защите человека от действия ОВПФ, а так же меры по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду. Принимаемые меры подкрепить инженерным расчётом. Так же необходимо обеспечить безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

13.1 Описание рабочих мест, оборудования и выполняемых операций на производстве

Рассматривается производство детали – корпус, которая является составной частью режущего инструмента – расточная оправка. Объём производства составляет в проектируемом варианте 5000 деталей в год при двусменном режиме работы. Поэтому механическая обработка корпуса ведется при невысокой автоматизации труда. Основные трудоемкие операции выполняются на автоматических станках и станках с ЧПУ (фрезерно-центровальная операция, токарные, фрезерные, сверлильные операции, операция термообработки, центрошлифовальная операция и шлифовальные операции). Помимо металлорежущего оборудования в комплекс входят: контрольная установка, моечная машина, сушильная установка и слесарные верстаки с набором различного инструмента. В технологическом процессе предусмотрены: быстросменное крепление инструмента, наладка его вне станков и хранение в инструментальных шкафах.

На станках режущей группы для смазки и охлаждения зоны резания применяем индустриальные масла с серосодержащей присадкой (ИС 12 - 80% и ЛЗ-26-СО - 20%). В присадках смазывающе-охлаждающих технологических средств (СОТС) содержатся 3-5% серы и 0,7-1,5% хлора.

 Загрузка и транспортировка деталей между станками осуществляется с помощью загрузочно-разгрузочных устройств и транспортных потоков. В таблице 13.1 приведена краткая характеристика проектируемого варианта.

Таблица 13.1

Краткая характеристика проектируемого варианта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № операции | Наименованиеоперации | Оборудование(тип, модель) |
| 00 | Заготовительная | ГКМ (горизонтально-ковочная машина) |
| 05 | Фрезерно-центровальная | Фрезерно-центровальный МР–71М |
| 10 | Токарная (черновая) | Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3 |
| 15 | Токарная (чистовая) | Токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3 |
| 20 | Круглошлифовальная | Круглошлифовальный ВНU 32 |
| 25 | Наладочная | Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 |
| 30 | Фрезерная (предварительная) | Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 |
| 35 | Фрезерная (чистовая) | Фрезерный с ЧПУ MAHO 700 |
| 40 | Слесарная | Слесарный стол |
| 45 | Координатно-расточная | Координатно-расточной 2А450 |
| 50 | Меднение | - |
| 55 | Цементация | Термопечь |
| 60 | Закалка | Термопечь |
| 65 | Моечная | Моечная машина Ocifel |
| 70 | Центрошлифовальная | Центрошлифовальный ZSM5100 |
| 75 | Слесарная | Слесарный стол |
| 80 | Круглошлифовальная (предварительная) | Круглошлифовальный ВНU 32 |
| 85 | Круглошлифовальная (чистовая) | Круглошлифовальный ВНU 32 |
| 90 | Слесарная | Слесарный стол |
| 95 | Маркировочная | Слесарный стол |
| 100 | Моечная | Моечная машина Ocifel |
| 105 | Контрольная | Контрольный стол |

Проектируемое производство относится к серийному типу. Поэтому максимальной автоматизации в разрабатываемом варианте не требуется. Но в настоящее время существует необходимость в гибкости автоматизации. Возрастающие запросы рынка на изменения, как самой продукции, так и ее стоимости поставили перед производителем новые задачи, такие как увеличение производительности, улучшение условий труда за счет внедрения более прогрессивных методов обработки (увеличение стойкости инструмента, увеличение режимов обработки, скорости, подачи), которые трудновыполнимы при жесткой автоматизации производства. На используемом в проекте оборудовании, станках с числовым программным управлением и на широкоуниверсальных станках будет вестись обработка и других деталей, значит, оборудование может располагаться не в строгом соответствии ходу технологического процесса. Расстояние между станками соответствует санитарно – гигиеническим нормам: ширина переходов равна одному метру, для движения погрузчиков предусмотрены проезды шириной не менее трёх метров.

Но по наличию опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ) проектируемое производство может превосходить существующее.

В данном проекте проведено исследование автоколебаний технологической системы на операции шлифование с целью повышения качества обработанной поверхности.

В данном проекте мы совершенствуем заготовительную операцию. В базовом, заводском варианте применялся круглый прокат по ГОСТ 2590-88, мы заменяем его на штамповку, что сократит машинное время на операции токарной черновой, затрачиваемое на снятие лишнего припуска и напуска.

В проектном варианте операции 010 Токарная черновая и 015 Токарная чистовая выполним с одного установа, при этом применяем специальный комбинированный штырьково-кулачковый патрон.

В проектный вариант вводим операцию 050 Фрезерно-центровальную, что повысит качество ТБ, а также точность линейных размеров при изготовлении детали. Наряду с этим уменьшается время на подготовку ТБ, выполняемых в базовом ТП с двух установов на токарном станке.

Вместо операции токарной после ТО, применяемой для правки центровых фасок, выполняемых на двух установах, вводим операцию центрошлифовальную, выполняемую с одного установа, что существенно сократит машинное время, повысит качество ТБ, следовательно и точность размеров, получаемых на операции шлифования.

В проектном варианте на всех токарных операциях заменяем станок 1К62 на 16К20Ф3.

13.2 Опасные вредные производственные факторы (ОВПФ) рассматриваемого производственного объекта

13.2.1 Опасность травмирования рабочих объектами производственного процесса

Источники опасности и вредности, возникающие при обработке корпуса:

- электродвигатели и электропроводка металлорежущих станков, так как может произойти поражение электрическим током;

- на операциях механообработки опасными факторами являются вращающийся инструмент либо шпиндель станка, а так же движущиеся части (суппорт, стол и т. д.), так как может произойти захват одежды, волос, конечностей при нарушении правил безопасной эксплуатации, либо может привести к ушибу рабочего;

- смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые на всех операциях резания, так как возможно их возгорание;

- пыль и абразивная стружка, образующаяся при шлифовании, так как с течением времени возможно заболевание рабочих, загрязнение окружающей среды;

- испарение моющего раствора из-за недостаточной герметичности камер моечных машин - создание повышенной влажности воздуха.

- неблагоприятные параметры микроклимата и недостаточное естественное и искусственное освещение, так как приводит к профессиональным заболеваниям;

- наличие вибраций и шумов, так как приводит к профессиональным заболеваниям.

13.2.2 Возможность загрязнения воздушной среды производственных помещений аэрозолями и токсичными веществами

Обработка резанием детали корпус происходит с применением смазочно-охлаждающих технологических средств, отчего воздух загрязняется аэрозолями (туманами) этих веществ, а так же металлической и абразивной пылью.

Вредные вещества из воздуха проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути, а также через кожу и оказывают токсическое действие на организм человека, вызывая раздражение слизистых оболочек дыхательных путей. В процессе обработки образуется железная пыль, которая, попав в лёгкие, оседает там. В результате могут возникнуть профессиональные заболевания.

Поэтому, в цехе и, особенно у шлифовального оборудования, а так же на участке термообработки, необходимо улавливание аэрозолей и пыли с помощью вытяжной вентиляции, отсасывающей загрязнённый воздух по трубопроводам к пыле-, газоочистной установке, в качестве которой можно использовать электрофильтр, основанный на ионизации газовых молекул в электрическом поле высокого напряжения.

13.2.3 Неблагоприятные параметры микроклимата рабочих мест и производственных помещений

В соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 устанавливаем оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения. Оптимальная температура воздуха 18 ¸ 22°С; оптимальные величины относительной влажности составляют 40 ¸ 60 %; скорость движения воздуха в зимнее время не должна превышать 0,2 ¸ 0,5 м/с, летом – 0,2 ¸ 1,0 м/с.

Необходимо поддерживать постоянство данных параметров микроклимата, т. к. их колебания могут привести к возникновению простудных заболеваний, заболеваний дыхательных путей и сердечно-сосудистой системы рабочих. Особенно важно поддерживать постоянство данных параметров микроклимата на участке термической обработки детали.

13.2.4 Недостаточное естественное и искусственное освещение

Правильно спроектированное и выполненное освещение на машиностроительных предприятиях обеспечивает возможность нормальной производственной деятельности. Недостаточное освещение отрицательно влияет на рабочих. Оно ухудшает зрение и состояние нервной системы человека. Кроме того, от освещения зависит производительность труда и качество выпускаемой продукции. Следовательно, его недостаток может привести к ухудшению производственного процесса.

На проектируемом участке существует недостаток естественного освещения, поэтому искусственное освещение, осуществляемое электрическими лампами, в целях создания наилучших условий видения, должна отвечать следующим требованиям:

а) освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется объектом различения, фоном, контрастом;

б) необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства.

13.2.5 Наличие заземления

Опасность поражения людей электрическим током может возникнуть в случае прикосновения к частям электроустановки или оборудования, не находящимся под напряжением, но с возможностью оказаться под ним при замыкании на корпус электрооборудования. Для обеспечения безопасности человека, электроустановки оборудуются защитой, которая выполняется в виде защитного заземления, сопротивление которого не должно превышать нормированной величины Rm = 4 Ом.

13.2.6 Наличие вибраций и шума

Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные вращающиеся и движущиеся части. Источником возбуждения вибраций могут быть кривошипно-шатунные механизмы, гидравлические удары и т. д. В проектируемом варианте присутствуют вибрации системы СПИД, которые далее передаются на режущий инструмент.

По степени действия на человека различают общую и локальную вибрации. Общая вызывает сотрясение всего организма человека, местная вовлекает в колебательное движение отдельные части его тела.

Эффективным средством защиты от вибрации является виброизоляция. Она является наиболее эффективным методом снижения общей вибрации на рабочих местах. Между источником вибрации (машиной) и защищаемым объектом (фундаментом) помещают упругие элементы - амортизаторы, препятствующие передаче колебаний. Это могут быть простейшие резиновые амортизаторы в форме цилиндров, колец или призм. Корпуса самого оборудования, по возможности, должны быть выполнены из вибропоглащающего материала, например чугун и т.п.

На предприятии большой вред организму человека наносит так же шум. Согласно СНиП 23-05-95 шумом называется всякий нежелательный для человека звук. Динамический диапазон звуков, воспринимаемых человеком, простирается от порога слышимости (0 дБ) до порога болевых ощущений (130 дБ). Под воздействием продолжительного громкого шума развивается тугоухость, а иногда и полная глухота. Под влиянием сильного шума (90 - 100 дБ) притупляется острота зрения, появляются головные боли и головокружение, повышается кровяное артериальное давление, что может привести к гипертонии и другим болезням.

Основные источники шума на участке – гидроприводы, электродвигатели, зубчатые и ременные передачи, подшипники, особенно при наличии износа, перекосов и дисбаланса движущихся частей, а также сам процесс резания и вибрации технологической системы СПИД.

Для снижения шума можно применить следующие методы: уменьшение шума в источнике; рациональная планировка предприятий и цехов; акустическая обработка помещений; уменьшение шума на пути его распространения и, самое главное, регулярная проверка и наладка оборудования для устранения шумов, возникающих в процессе износа частей оборудования.

Аэродинамические шумы на участке являются главной составляющей шума вентиляторов, системы вентиляции. Наиболее эффективной мерой борьбы с шумом вентиляторов является снижение окружной скорости и размеров рабочих колёс.

Гидродинамические шумы возникают вследствие стационарных и нестационарных процессов в жидкостях (кавитации, турбулентности потока, гидравлических ударов). Меры борьбы с таким шумом - это улучшение гидродинамических характеристик насосов и выбор оптимальных режимов их работы.

Электромагнитные шумы возникают в электрических машинах и оборудовании. Снижение такого шума осуществляется путём конструктивных изменений в электрических машинах, например, путём изготовления скошенных пазов якоря ротора. В трансформаторах необходимо применять более плотную прессовку пакетов, использовать демпфирующие материалы.

При планировании участка изготовления корпуса учитывались все эти источники шума, поэтому на момент монтажа они были сведены к минимуму, отклонения от нормы происходят в процессе износа оборудования и устраняются путем его систематической подналадки.

В результате проведённого анализа и идентификации опасных и вредных производственных факторов оформим таблицу 13.2, с указанием того или иного производственного фактора и видов работ или оборудования, при работе на котором он встречается.

Таблица 13.2

Анализ ОВПФ разработанного проекта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операции | ОВПФ | Воздействие на человека | Воздействие на окружающую среду |
| 00Заготовительная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума, вибрация | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 05Фрезерно-центровальная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума,вибрация | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 10, 15Токарная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума, опасность пореза о стружку | Ушибы, порезы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 20, 80, 85 Кругло-шлифовальная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума, абразивная пыль | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, сточные воды, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 25 Наладочная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 30, 35Фрезерная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 45Координатно-расточная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, высокое напряжение в электросетях | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 50, 55, 60Термическая(меднение), (цементация),(закалка) | Высокая температура и низкая влажность,высокое напряжение в электросетях | Ожоги, удушье, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 65, 100Моечная | Высокое напряжение в электросетях, повышенная влажность воздуха | Электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение водоёмов сточными водами |
| 70Центро-шлифовальная | Вращающиеся и движущиеся части оборудования, СОТС, высокое напряжение в электросетях, повышенный уровень шума, абразивная пыль | Ушибы, электрические удары, опасность профзаболеваний | Загрязнение воздуха аэрозолями СОТС, загрязнение водоёмов сточными водами, загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 75, 90Слесарная | Острые кромки, заусенцы, возникшие после мехобработке, недостаточная освещенность рабочей зоны | Ушибы, порезы,опасность профзаболеваний | Загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 95 Маркировочная | Острые кромки, заусенцы, возникшие после мехобработке, недостаточная освещенность рабочей зоны | Ушибы, порезы,опасность профзаболеваний | Загрязнение окружающей среды твёрдыми промышленными отходами |
| 105 Контрольная | - | - | - |

13.3 Организационные, технические мероприятия по созданию безопасных условий труда

13.3.1 Расчет искусственного освещения

Свет является одним из важнейших условий существования человека, так как влияет на состояние его организма. Правильно организованное освещение стимулирует процессы нервной деятельности и повышает работоспособность человека. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устаёт, растёт вероятность ошибочных действий, что может привести к его травматизму. Согласно статистики, 5% производственных травм происходит из-за такого профессионального заболевания, как рабочая миопия (близорукость), которая возникает в результате недостаточного или нерационального освещения.

При расчёте искусственного освещения последовательно решается ряд вопросов.

1. Выбор типа источника света. Согласно рекомендациям [12], с учётом того, что температура в помещении не понижается ниже 10°С, а напряжение в сети не падает ниже 90% от номинального, то отдадим предпочтение экономичным газоразрядным люминесцентным лампам.

2. Выбор системы освещения. В нашем случае применяем общее освещение.

3. Выбор типа светильника. Проведя анализ выпускаемых промышленностью светильников [12], считаем, что наиболее подходящим для цеха будут светильники типа ОД.

4. Распределение светильников и определение их количества. Высота подвеса светильников в цехе h = 3 м. Отношение расстояния между центрами светильников к высоте их подвеса над рабочей поверхностью по таблице 10 [12] равно для светильников типа ОД kх = l/h = 1,4.

Зная эти величины, рассчитаем расстояние между центрами светильников:

                                            (13.1)

5. Определение нормируемой освещённости на рабочем месте. По таблице 11 [12] определяем норму освещённости, в зависимости от характеристики зрительной работы, разряда и подразряда зрительной работы. В нашем случае E = 300 лк.

6. Расчёт мощности источника света. Для расчёта общего освещения горизонтальной поверхности используют метод светового потока. Основное уравнение метода:

,                                           (13.2)

где Ф – световой поток одной лампы, лм;

E – минимальная нормируемая освещённость, лк;

S – площадь помещения, м2;

k – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников;

z - отношение средней освещённости к минимальной (в большинстве случаев z = 1,1…1,5);

N – число светильников;

h - коэффициент использования светового потока, зависящий от КПД светильника, коэффициента отражения потока, стен, высоты подвеса светильников и размеров помещений;

При решении задачи разработки мероприятий по охране труда на производстве, как правило, при расчёте искусственного освещения определяют необходимое количество светильников в помещении. Из формулы 14.2 выражаем количество светильников N, получаем:

,                                            (13.3)

Далее находим площадь помещения S = 450 м2; коэффициент запаса k = 1,5 – выбирается по таблице 13 [12]; коэффициент неравномерности освещённости в пределах z = 1,1…1,5; значение светового потока Ф = 4250 лм - выбирается по таблице 14 [12] в зависимости от типа источника света тип ЛД80-4. Для определения значения коэффициента использования светового потока необходимо определить индекс помещения.

,                                      (13.4)

где b – ширина помещения, м;

l – длина помещения, м;

h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

Таким образом

Значение коэффициента использования светового потока h = 67% - выбирается по таблице 17 и 18 [12] в зависимости от типа источника света, индекса помещения и коэффициента отражения.

По формуле 13.3 определяем количество светильников, считая, что в каждом из них по две лампы.

Принимаем N = 41.

7. Разработка проектировочной схемы расположения светильников. В проектировочной схеме следует указать значение величины l – расстояние от крайних светильников до стен; L – расстояние между соседними светильниками (рассчитано ранее). Величину l находят по зависимости l = 0,3…0,5L = 0,5\*4 = 2 м. Схема расположения светильников приведена на рисунке 13.1.

Рис. 13.1. Схема расположения светильников

Люминесцентные и другие ртутные лампы, которые вышли из строя нельзя бесконтрольно выбрасывать. Они подлежат утилизации, поскольку в них содержится опасная для здоровья человека ртуть. Такие лампы нельзя отвозить на свалки и производить захоронение в землю, так как это представляет угрозу заражения почвы, воздуха и воды. На предприятиях необходимо организовывать специальные места по вскрытию и удалению ртути из таких ламп.

13.3.2 Расчет механической вентиляции

Под вентиляционной системой понимается совокупность различных по своему назначению вентиляционных участков, способных обслуживать отдельные помещения и корпус. Вентиляционные системы, используемые в производственных корпусах, можно представить в виде структурной схемы рисунок 13.2.

Рис. 13.2. Структурная схема систем вентиляции

По способу подачи воздуха механическая вентиляция бывает: приточной, вытяжной и приточно-вытяжной. Схемы общеобменной вентиляции приведены на рисунке 13.3.

Рис. 13.3. Схема механической вентиляции

Проведем расчет необходимого количества воздуха для цеха методом кратности воздухообмена К, применяемый для ориентировочных расчетов, когда не известны виды и количества выделяющихся вредных веществ [15].

 - отношение воздухообмена, создаваемого в помещении, к внутреннему объему помещения. Показывает, сколько раз в течение часа весь объем помещения заполняется вводимым в помещение приточным воздухом.

,                     (13.5)

где S – площадь помещения, м2;

h – высота помещения, м;

V – объём помещения, м3.

Для определения воздухообмена из условия удаления из помещения углекислоты СО2 используют формулу:

 ,   (13.6)

где L – воздухообмен, м3/ч;

G – количество углекислоты, выделяющейся в помещении, при легкой физической работе G = 30 л/ч;

X1 = 0,6 л/м3 – концентрация СО2 в наружном (приточном) воздухе для города;

X2 = 1 л/м3 – допустимая концентрация СО2 в воздухе помещения с постоянным пребыванием людей.

Тогда,

                                  (13.7)

где 22 – кол-во рабочих, занятых в работе.

Количество приточного воздуха должно быть не менее 75 м3/ч на одного человека, при объеме помещения, приходящегося на него, менее 138 м3 . Если естественное проветривание невозможно, то в такие помещения нужно подавать не менее 60 м3/ч на одного человека.

Среди операций технологического процесса изготовления корпуса присутствуют операции шлифования, на которых воздух загрязняется абразивной пылью, поэтому следует предусмотреть местную вытяжную вентиляцию рисунок 5 [12].

Для улавливания вредностей непосредственно в местах их образования применяется местная вытяжная вентиляция. Вытяжная вентиляция выполняется, как правило, в виде местных отсосов – вытяжных шкафов, камер, зонтов, панелей, щелей, бортовых отсосов.

Расчёт вытяжных шкафов. Объём воздуха, удаляемого вытяжными шкафами, определяется по формуле [12]

,                                                (13.8)

где F – площадь открытого проёма, м2;

V – средняя скорость движения всасываемого воздуха в открытом проёме, м/с, она колеблется в пределах 0,3…0,25 м/с в зависимости от токсичности удаляемых выделений.

Согласно формуле 13.8

.

Таким образом, можно заключить, что вентиляция помещения соответствует санитарно – гигиеническим нормам.

13.3.3 Определение категории помещения по пожаро- и взрывоопасности

Проектирование и эксплуатация всех промышленных предприятий регламентируется «Строительными нормами и правилами» (СНиП II-90-81, СНиП II-2-80), «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ-76), а также «Типовыми правилами пожарной безопасности для промышленных предприятий (1975 г.)». В соответствии со СНиП II-2-80 все производства делят по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности на категории А, Б, В, Г и Д. Категория производства по пожарной опасности в значительной степени определяет требования к зданию, его конструкциям и планировке, организацию пожарной охраны и ее техническую оснащенность, требования к режиму и эксплуатации. Поэтому вопрос отнесения производства к той или иной категории является исключительно важным.

В данном случае проектируемое предприятие относится к категории Д – это производства, в которых обрабатываются негорючие вещества, а материалы в холодном состоянии.

13.4 Антропогенное воздействие объекта на окружающую среду и мероприятия по экологической безопасности

13.4.1 Возможность причинения ущерба окружающей среде выбросами в атмосферу

Предприятия машиностроения выбрасывают в атмосферу загрязненный воздух. В результате - постоянное присутствие вредных веществ в воздухе города, которое приводит к хроническим болезням людей (бронхит, астма и т.п.). Кроме того, загрязнённый воздух отрицательно воздействует на животных, птиц, насекомых и на растения.

Для снижения уровня выбросов токсичных веществ в атмосферу необходимо детально проработать технологический процесс, для оценки и снижения этого уровня. На участке воздух загрязняется аэрозолями смазочно-охлаждающих технологических средств, металлической пылью (все операции резания), абразивной пылью (шлифовальные операции) и другими веществами, поэтому перед выбросом в атмосферу он должен очищаться.

Вредные вещества из рабочей зоны выводятся с помощью приточно– вытяжной вентиляции: приточная вентиляция подает воздух в рабочую зону, а вытяжная удаляет — обе работают одновременно. Количество подаваемого и вытягиваемого воздуха выбирается с учетом требований, предъявляемых к системе вентиляции. Место для забора свежего воздуха выбирается с учетом направления ветра, с наветренной стороны по отношению к выбросным отверстиям, вдали от мест загрязнения. В вентиляционной шахте вытяжной вентиляции устанавливаются специальные фильтры-уловители аэрозолей смазочно-охлаждающих жидкостей, металлической пыли, абразивной пыли и других веществ, которые по истечении своего срока годности заменяют на новые.

13.4.2 Загрязнение сточными водами

Промышленные предприятия сбрасывают в водоемы отработанную воду, которая загрязняет сточные воды вредными веществами (песок, окалина, металлическая стружка, пыль, минеральные масла и т. п.).

При работе используется большое количество смазывающе-охлаждающих технологических средств (СОТС), масляных эмульсий. Образующиеся при этом маслоэмульсионные воды представляют собой водные растворы эмульсолов. Такую сточную воду требуется очищать от маслопримесей специальными адсорбентами. Необходимость в очистке воды также возникает на операциях промывки деталей раствором тринатрий-фосфата.

13.4.3 Возможность загрязнения окружающей среды твёрдыми промышленными отходами

Отходы машиностроительных предприятий в основном образуются от производства проката, литья, механической обработки. В данной технологии в процессе производства твёрдые отходы образуются в виде амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки), металлической стружки, осадков и пыли (отходы систем очистки воздуха).

Извлечённая при обработке металлическая стружка перерабатывается методом переплава. Для чего её сначала подвергают дроблению на стружкодробилках различных типов (фрезерных, молотковых и валковых). В металлической стружке, предназначенной для переплава, суммарное содержание безвредных примесей, влаги и масла не должно превышать 3%. Наличие этих примесей сверх указанного предела приводит к ухудшению качества выплавляемого металла и к загрязнению окружающей среды. В то же время стружка содержит до 20% СОЖ. Поэтому стружку подвергают обезжириванию, используя центрифуги, моечно-сушильные установки и нагревательные печи. Затем её приводят в компактное состояние, применяя холодное и горячее брикетирование на специальных брикет-прессах. Эти брикеты непосредственно используются в плавильных агрегатах.

Таким образом, технологический процесс оказывается практически безотходным и не влияющим на здоровье людей.

13.4.4 Возможность акустического загрязнения окружающей среды

Многообразие источников шума и вибрации в машиностроении обуславливает наличие всех их разновидностей. Источниками аэродинамических шумов и механических шумов и вибраций высоких уровней являются вентиляционные системы, насосы, компрессорные установки, суммарный уровень шумов которых (в основном высокочастотных) достигает 135¸145 дБ. Тогда как допустимый уровень шума для территории жилой застройки 33¸67 дБ.

Совокупность возникающих под действием шума нежелательных изменений в организме человека можно рассматривать как шумовую болезнь. Комплекс симптомов, характерный для воздействия вибрации, получил название вибрационной болезни.

Оборудование, по возможности, целесообразнее установить на резиновые амортизаторы, что снижает уровень вибрации в 2 раза и делает его неопасной для окружающей среды. Вибрация в вентиляционных установках снижается путём применения рёбер жёсткости.

13.5 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Крупные аварии на предприятии могут возникать в результате стихийных бедствий, нарушения технологии производства, нарушения правил эксплуатации оборудования и установленных мер безопасности.

Стихийные бедствия — явления природы, вызывающие экстремальные ситуации, такие как землетрясения, наводнения, пожары и т. п. Под аварией понимают внезапную остановку работы или нарушение процесса производства на промышленном предприятии, приводящее к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Под катастрофой понимают внезапное бедствие, событие, влекущее за собой трагические последствия. Катастрофы сопровождаются разрушением зданий, различных сооружений, уничтожением материальных ценностей и гибелью людей. Наиболее опасным следствием крупных аварий являются пожары и взрывы.

Для ликвидации последствий, вызванных стихийными бедствиями или катастрофами, привлекаются формирования общего назначения и службы гражданской обороны. Основная задача формирований при ликвидации — спасение людей и материальных ценностей. Организация работ производится с учетом обстановки, степени разрушения и повреждения зданий. Работы должны производятся в кратчайшие сроки, так как необходимо спасти жизни людей и оказать раненым экстренную медицинскую помощь, а также предотвратить последствия катастрофы.

К мероприятиям по предотвращению крупных аварий и катастроф относятся: закладка в проекты вновь создаваемых объектов планировочных, технических и технологических решений, которые должны максимально уменьшить вероятность возникновения аварий или значительно снизить материальный ущерб, если авария всё же произойдет. Кроме того, должны быть предусмотрены мероприятия по эвакуации персонала при чрезвычайных ситуациях (ЧС). В случае появления непосредственной опасности возникновения чрезвычайной ситуации, в штабе гражданской обороны должен производится инструктаж людей по необходимым действиям.

Одним из последствий аварии на предприятиях может стать выброс токсичных отходов в окружающую среду. При возникновении очага поражения токсичными отходами туда высылается радиационная и химическая, а также медицинская разведка для уточнения места заражения и направления распространения зараженного воздуха. Подготавливаются формирования для проведения спасательных работ. В очаге поражения оказывается помощь пострадавшим, проводится их сортировка и эвакуация в медицинские учреждения. Очаг поражения оцепляется - проводится обеззараживание местности, а также санитарная обработка. В первую очередь надеваются противогазы на поражённых людей, им оказывается первая медицинская помощь, вводятся антидоты. Часто последствием аварии может стать разлив нефти или масла на поверхности водоёмов. Удаляют нефтяную плёнку с поверхности воды с помощью абсорбентов.

При проектировании рабочего участка для изготовления корпуса оправки расточной необходимо учесть возможные опасные, критические и аварийные ситуации, которые могут возникнуть в процессе работы, а также рассмотреть вопрос об их предотвращении. На производстве существует четыре вида потенциальных опасностей, обуславливающих применение соответствующих методов и средств защиты:

1. Динамическое воздействие на человека (толчки, удары) исполнительных устройств или других движущихся механизмов, в результате непредусмотренных процессом неожиданных форм освобождения энергии и воздействия ее на человека;

2. Механическое воздействие на человека (прижим, сдавливания) исполнительных устройств, возникающее из-за конструктивных особенностей, а также неправильных действий оператора;

3. Типичные факторы потенциальной опасности: электрический ток, электрический удар, электродуга и т.д.

4.  Пожаро- и взрыво- опасность.

Для защиты человека от опасности действия динамического, механического и электрического воздействия применяют метод, обеспечивающий невозможность проникновения человека в опасную зону.

Метод состоит в разработке, выборе и применении ограждающих, блокирующих, предупреждающих, сигнализирующих систем, обеспечивающих недоступность человека к опасному объекту. В частности, компоновка всего оборудования произведена с учетом требований техники безопасности. Расстояние между основным технологическим оборудованием и между оборудованием и ограждением – не менее 600 мм.

Важным фактором является пожарная безопасность производства. Производственные цеха должны быть оборудованы специальными противопожарными средствам и средствами пожаротушения, к таким относятся набор экстренного тушения огня, в который входит кирка, лопата, лом, песок и огнетушитель. К организованным средствам пожаротушения относятся, заложенные в архитектуре здания средства противопожарной защиты. Так же противопожарная сигнализация функция, которой сигнализировать при пожаре.

Большую опасность на машиностроительных предприятиях представляют пожары и взрывы, поэтому для эвакуации необходимо наличие эвакуационных выходов.

Причиной возникновения на участке пожара может быть:

- образование искры, получившейся в результате короткого замыкания;

- образование искр при обработке абразивным инструментом;

- возгорание в результате контакта промасленной ветоши или спецодежды с горячими частями оборудования;

- неосторожное обращение с огнём;

- неосторожное обращение с легко воспламеняющимися горюче – смазочными материалами;

- загорание мусора из-за большого скопления и не соблюдения режима курения;

- самовозгорание в воздухе;

- загорание масла в поддоне станка из-за разрыва шлангов.

На участке используются следующие средства пожаротушения:

- огнетушители ОХП-10, ОВП-10, ОУ-2.5-8;

- пожарные краны;

- пожарные щиты;

- участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Мероприятия режимного характера:

- контроль за производством огневых и покрасочных работ;

- контроль за режимом курения.

В настоящее время помимо вышеуказанных потенциальных опасностей присоединилась ещё одна не менее важная угроза – это угроза терроризма. Для защиты человека от этой опасности проводятся предупредительные мероприятия, взывая к бдительности граждан, сообщать о подозрительных лицах и предметах в правоохранительные органы. Так же проводится ряд лекционных мероприятий, на случай если вы окажетесь в заложниках и как вести себя в таких ситуациях.

Выводы

Рассмотрев опасные вредные производственные факторы (ОВПФ) производственного объекта, воздействие этого объекта на окружающую среду, возможные чрезвычайные и аварийные ситуации на его территории и предложив меры по их устранению можно сделать вывод о том, что проектируемый технологический процесс удовлетворяет строительным и санитарно-гигиеническим нормам и не наносит сильного вреда человеку и окружающей среде.

14. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

Задача раздела – рассчитать себестоимость по базовому и проектному вариантам, произвести выбор оптимального варианта и определить показатели его экономической эффективности.

Расчет будем вести по методике [44].

14.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Таблица 14.1

Краткая характеристика сравниваемых вариантов

|  |  |
| --- | --- |
| Базовый вариант | Проектируемый вариант |
| Технологический процесс обработки корпуса оправки расточной содержит следующие операции:00 – заготовительная; 05 – Токарная черновая (2 установа);10 – Токарная чистовая (2 установа); 15 – Круглошлифовальная; 20 – Наладочная; 25 – Фрезерная (предварительная); 30 – Фрезерная (чистовая);35 – Слесарная;40 – Координатно-расточная; 45 – Меднение;50 – Цементация;55 – Закалка;60 – Моечная;65 – Токарная;70 – Круглошлифовальная (предв.);75 – Круглошлифовальная (чист);80 – Слесарная;85 – Маркировочная;90 – Моечная; | В технологический процесс обра-ботки корпуса оправки расточной вносятся следующие изменения:1) 05 операция (токарная) засверловка отверстий пов. 44, 45 и подрезка торцев пов. 1, 25, выполняемая в два установа, заменяется на фрезерно-центровальную (1 установ), что существенно сокращает операци-онное время;2) На всех токарных операциях заменяем станок 1К62 на 16К20Ф3.3) Операции 05 и 10 токарная черновая и токарная чистовая выполняем с одного установа вместо двух, при этом применив специальный патрон.4) Вместо операции 65 Токарной, применяемой для правки центров, выполняемой на двух установах, вводим операцию центро-шлифовальную, выполняемую с  |
| 95 – Контрольная.Тип производства – мелкосерийный. Условия труда – нормальные.Форма оплата труда – повременно-премиальная. | одного установа – это существенно сокращает машинное время и повысит качество ТБ.Тип производства – мелкосерийный. Условия труда – нормальные.Форма оплата труда – повременно-премиальная. |

14.2 Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

Таблица 14.2

Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Показатели | Условное обозначе-ние, единица измерения | Значение показателей | Источник информа-ции |
| Базовый | Проект |
| 1 | Годовая программа выпуска |  | 5000 | 5000 | Задание |
| 2 | Норма штучного времени, в т.ч. машинное время |  | 8,3 | 4,4 | Расчет |
| 5,7 | 2,0 |
|  | 100,4 | 50,0 |
| 72,2 | 35,5 |
|  | 3,4 | 2,4 |
| 2,0 | 1,4 |
|  | 30,1 | 30,1 |
| 10,2 | 10,2 |
| 3 | Часовая тарифная ставкаРабочего-оператора:Наладчика: |  | 34,9737,55 | 34,9737,55 | Данные кафедры ЭиУП (Прил. 11) |
| 4 | Эффективный годовой фонд времени рабочего |  | 3779 | 3779 | Или расчет из раздела дипломной работы – "Планировка участка" |
| 5 | Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов |  | 1,08 | 1,08 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 6 | Коэффициент доплат за профмастерство (начиная с 3-го разряда) |  | 1,067 | 1,067 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 7 | Коэффициент доплат за условия труда |  | 1,1 | 1,1 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 8 | Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы |  | 1,1 | 1,1 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 9 | Коэффициент премирования |  | 1,25 | 1,25 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 10 | Коэффициент выполнения норм |  | 1,25 | 1,25 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 11 | Коэффициент отчисления на социальные нужды |  | 0,26 | 0,26 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 12 | Трудоемкость проектирования техники, технологии |  | 85 | 85 | Прил. 8 |
| 13 | Цена единицы оборудования |  | 150000 | 230000 | Прил. 4 или п. 5-7 списка литературы |
|  | 150000 | 445000 |
|  | 150000 | 650000 |
|  | 520000 | 520000 |
| 14 | Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0,1…0,25) |  | 0,2 | 0,2 | - |
| 15 | Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены) |  | 7500 | 11500 | Расчет |
|  | 7500 | 22250 |
|  | 7500 | 32500 |
|  | 26000 | 26000 |
| 16 | Эффективный годовой фонд времени работы оборудования (при односменной работе – 2030 часов, при 2-х сменной – 4015 часов, при 3-х сменной – 5960 часов) |  | 4015 | 4015 | Или расчет из раздела дипломной работы – "Планировка участка". |
| 17 | Коэффициент на текущий ремонт оборудования |  | 0,3 | 0,3 | - |
| 18 | Установленная мощность электродвигателя станка |  | 10 | 13 | Паспорт станка |
|  | 10 | 10 |
|  | 10 | 4,5 |
|  | 17 | 17 |
| 19 | Коэффициент одновременности работы электродвигателей (0,8…1,0) |  | 0,9 | 0,9 | - |
| 20 | Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (0,7…0,8) |  | 0,75 | 0,75 | - |
| 21 | Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени (0,5…0,85) |  | 0,7 | 0,7 | - |
| 22 | Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода (1,04…1,08) |  | 1,06 | 1,06 | - |
| 23 | Тариф платы за электроэнергию |  | 1,39 | 1,39 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 24 | Коэффициент полезного действия станка (0,7…0,95) |  | 0,9 | 0,85 | Паспорт станка |
|  | 0,9 | 0,9 |
|  | 0,9 | 0,95 |
|  | 0,8 | 0,8 |
| 25 | Цена (себестоимость изготовления) единицы инструмента |  | 150 | 160 | Прил. 2, п. 5-7 списка литературы. |
|  | 200 | 210 |
|  | 200 | 44 |
|  | 400 | 400 |
| 26 | Коэффициент транспортно-заготовительных расходов на доставку инструмента |  | 1,02 | 1,02 | - |
| 27 | Выручка от реализации изношенного инструмента по цене металлолома (20% от цены) |  | 30 | 32 | Расчет |
|  | 40 | 42 |
|  | 40 | 8,8 |
|  | 80 | 80 |
| 28 | Количество переточек инструмента до полного износа |  | 15 | 15 | Прил. 1 |
|  | 15 | 15 |
|  | 15 | 16 |
|  | 16 | 16 |
| 29 | Стоимость одной переточки |  | 11,2 | 92,8 | Прил. 1 |
|  | 11,2 | 11,2 |
|  | 11,2 | 144 |
|  | 144 | 144 |
| 30 | Коэффициент случайной убыли инструмента |  | 1,1 | 1,1 | Прил. 1 |
| 31 | Стойкость инструмента между переточками |  | 1,0 | 1,0 | Прил. 1 |
|  | 1,0 | 1,0 |
|  | 1,0 | 2,0 |
|  | 2,0 | 2,0 |
| 32 | Цена единицы приспособления |  | 7623 | 1000 | Прил. 2, п. 5-7 списка литературы. |
|  | 7623 | 21000 |
|  | 7623 | 1000 |
|  | 31000 | 31000 |
| 33 | Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления (1,5…1,6) |  | 1,5 | 1,5 | - |
| 34 | Выручка от реализации изношенного приспособления (20% от цены) |  | 1524,6 | 200 | Расчет |
|  | 1524,6 | 4200 |
|  | 1524,6 | 200 |
|  | 6200 | 6200 |
| 35 | Количество приспособлений, необходимое для производства годовой программы деталей |  | 1 | 1 | Расчет |
| 2 | 1 |
| 1 | 1 |
| 1 | 1 |
| 36 | Физический срок службы приспособления (3…5 лет) |  | 4 | 4 | - |
| 37 | Расход на смазочно-охлаждающие жидкости (200…300 руб. на один станок в год) |  | 250 | 250 | - |
| 38 | Удельный расход воды для охлаждения на один час работы станка |  | 0,6 | 0,6 | Данные кафедры ЭиУП |
| 39 | Тариф платы за 1м3 воды |  | 1,6 | 1,6 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 40 | Удельный расход воздуха за 1 час работы установки, приспособления (0,1…0,15 м3/час) |  | 0,1 | 0,1 | - |
| 41 | Тариф платы за м3 сжатого воздуха |  | 0,15 | 0,15 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 42 | Площадь, занимаемая одним станком |  | 2,9 | 5,1 | Паспорт станка |
|  | 2,9 | 5,7 |
|  | 2,9 | 3,9 |
|  | 6,86 | 6,86 |
| 43 | Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь |  | 4,5 | 4,0 | Прил. 10 |
|  | 4,5 | 4,0 |
|  | 4,5 | 4,5 |
|  | 4,0 | 4,0 |
| 44 | Стоимость эксплуатации 1м2 площади здания в год |  | 4500 | 4500 | Данные кафедры ЭиУП(Прил. 11) |
| 45 | Норма обслуживания станков одним наладчиком (10…20 станков на одного рабочего) |  | 10 | 10 | - |
| 46 | Специализация:-   оборудование (универсальное, специальное);-   приспособления (универсальное, специальное);-   инструмент (универсальный, специальный) | 05 | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный | Выбор СТО |
| 15 | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный | - универ-сальное;-специ-альное;-универ-саль-ный, специ-альный |
|  |  | 70 | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный | - универ-сальное;-специ-альное;-универ-сальный | Выбор СТО |
| 85 | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный | - универ-сальное;-универ-сальное;-универ-сальный |
| 47 | Материал заготовки и метод получения | - | 20Хштам-повка | 20Хштам-повка | Задание |
| 48 | Масса заготовки |  | 5,4 | 5,4 | Расчет |
| 49 | Вес отходов в стружку |  | 1,4 | 1,4 | Расчет |
| 50 | Цена 1кг материала заготовки |  | 56,11 | 56,11 | Прил. 5 |
| 51 | Цена 1кг отходов |  | 1,82 | 1,82 | Прил. 5 |
| 52 | Коэффициент транспортно-заготовительных расходов (1,05…1,06 – для черных металлов; 1,01…1,02 – для цветных металлов) |  | 1,05 | 1,05 | - |
| Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ |
| 55 | Затраты на разработку одной программы |  | - | - | Прил.6 |
|  | - | 7000 |
|  | - | - |
|  | - | - |
| 56 | Коэффициент, учитывающий потребности с восстановлением перфоленты |  | 0,06 | 0,06 | - |
| 57 | Период выпуска деталей данного наименования |  | 3 | 3 | - |
| 58 | Величина запуска деталей (размер партии запуска) |  | - | - | Прил. 7 |
|  | - | 40 |
|  | - | - |
|  | - | - |
| 59 | Межоперационное время на передачу партии деталей |  | 0,5 | 0,5 | - |

14.3 Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки

Таблица 14.3

Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей |
| Базовый | Проект |
| 1 | Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям технологического процесса детали,шт. |  | 0,137 | 0,073 |
|  | 1,667 | 0,830 |
|  | 0,056 | 0,039 |
|  | 0,499 | 0,499 |
| 2 | Принятое количество оборудования,шт. | Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа | 1 | 1 |
| 2 | 1 |
| 1 | 1 |
| 1 | 1 |
| 3 | Коэффициент загрузки оборудования |  | 0,137 | 0,073 |
|  | 0,834 | 0,830 |
|  | 0,056 | 0,039 |
|  | 0,499 | 0,499 |
| Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ |
| 4 | Количество наименований однотипных деталей, обрабатываемыхна станке с ЧПУ, шт. |  | - | - |
| - | 1 |
| - | - |
| - | - |
| 5 | Среднесуточный запуск деталей,шт. |  | - | 14 |
| 6 | Длительность производственного цикла,дней |  в формулу подставлять в часах | - | - |
| - | 0,1145 |
| - | - |
| - | - |

14.4 Расчет капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам

Таблица 14.4

Расчет капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование, единица измерения | Расчетные формулы и расчет | Значения показателей |
| Баз. | Пр. |
| 1 | Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование,руб. |  | 538630 | 670970 |
| 2 | Сопутствующие капитальные вложения: |
| 2.1 | Затраты на проектирование,руб. |  – часовая заработная плата конструктора, технолога: – продолжительность рабочей смены; – месячный оклад конструктора, технолога (Приложение 11) – количество рабочих дней в месяце. | 4007,75 | 4007,75 |
| 2.2 | Затраты на доставку и монтаж оборудования,руб. |  | 107726 | 134194 |
| 2.3 | Затраты на транспортные средства, руб. |  | 26931,5 | 33548,5 |
| 2.4 | Затраты на приспособления,руб. |  | 29655,4 | 33011 |
| 2.5 | Затраты на инструмент,руб. |  | 183648,44 | 55710,35 |
| 2.6 | Затраты в эксплуатацию производственных площадей, занятых основным технологическим оборудованием, руб. |  | 170903,75 | 156555,95 |
| 2.7 | Стоимость аппаратуры для записи программ (для станков с ЧПУ), руб. |  | - | 22161 |
| 2.8 | Оборотные средства в незавершенном производстве (для станков с ЧПУ), руб. |  – технологическая себестоимость изготовления детали (см. таблицу 7) | - | 886,95 |
| 2.9 | Затраты на демонтаж заменяемого оборудования,руб. | Расчет ведется на реализуемое оборудование из-за ненадобности в случае замены | – | 45000 |
| 2.10 | Выручка от реализации заменяемого оборудования,руб. | Расчет ведется на реализуемое оборудование из-за ненадобности в случае замены | – | 22500 |
|  | Итого сопутствующие капитальные вложения,руб. |  | 522872,633 | 422075,291 |
| 3 | Общие капитальные вложения,руб. |  | 1061502,633 | 1093045,291 |
| 4 | Удельные, капитальные вложения,руб. |  | 212,301 | 218,609 |

14.5 Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций

Таблица 14.5

Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей | Расчетные формулы и расчет | Значенияпоказателей |
| Баз. | Пр. |
| 1 | Основные материалы за вычетом отходов,руб. |  | 315,59 | 315,59 |
| 2 | Основная заработная плата рабочих операторов для серийного производства,руб. |  | 180,57 | 110,35 |
| 3 | Основная заработная плата наладчика,руб. |  | 7,548 | 7,128 |
| 4 | Начисления на заработную плату,руб. |  – коэффициент отчисления на социальные нужды | 48,91 | 30,53 |
| 5 | Затраты по содержанию и эксплуатации оборудования |
| 5.1 | Затраты на текущий ремонт оборудования,руб. |  | 33,006 | 26,314 |
| 5.2 | Расходы на технологическую энергию,руб. |  | 12,816 | 7,524 |
| 5.3 | Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений,руб. |  | 1,928 | 2,146 |
| 5.4 | Затраты на инструмент,руб. |  | 26,384 | 21,188 |
| 5.5 | Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающие жидкости,руб. |  | 0,118 | 0,072 |
| 5.6 | Расходы на воду технологическую, руб. |  | 1,819 | 1,111 |
| 5.7 | Расходы на сжатый воздух,руб. |  | 0,028 | 0,017 |
| 5.8 | Расходы на содержание и эксплуатацию производ-ственной площади,руб. |  | 34,181 | 31,311 |
| 5.9 | Расходы на поставку и эксплуатацию управляющих программ для станков с ЧПУ,руб. |  | - | 0,023 |
|  | Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования,руб. |  | 110,28 | 89,706 |

14.6 Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса

Таблица 14.6

Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Статьи затрат | Затраты, руб. | Измене-ния +/- |
| Базовый | Проект |
| 1 | Материалы за вычетом отходов:  | 315,59 | 315,59 | 0 |
| 2 | Основная заработная плата рабочих операторов:   | 188,12 | 117,48 | -70,64 |
| 3 | Начисления на заработную плату: | 48,91 | 30,53 | -18,38 |
| 4 | Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:  | 110,28 | 89,706 | -20,574 |
|  | Итого технологическая себестоимость:  | 662,9 | 553,3 | -109,6 |
| 5 | Общецеховые накладные расходы: | 425,15 | 265,5 | -159,65 |
|  | Итого цеховая себестоимость: | 1088,05 | 818,8 | -269,25 |
| 6 | Заводские накладные расходы: | 526,73 | 328,94 | -197,79 |
|  | Итого заводская себестоимость | 1614,78 | 1147,74 | -467,03 |
| 7 | Внепроизводственные расходы | 80,74 | 57,39 | -23,35 |
|  | Всего полная себестоимость | 1695,5 | 1205,1 | -490,4 |

Примечание:

Знак "+" – ставится, если проектный вариант больше базового;

Знак "-" – ставится, если проектный вариант меньше базового.

Значение коэффициентов цеховых, заводских и внепроизводственных расходов представлены в Приложение 11[44].

14.7 Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта

Таблица 14.7

Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей, единица измерения | Расчетные формулы и расчет | Значение показателей |
| Баз. | Пр. |
| 1 | Приведенные затраты на единицу детали,руб. |  – единый нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений  | 1727,36 | 1237,92 |
| 2 | Годовые приведенные затраты,руб. |  | 8636795 | 6189600 |

Из рассчитанных вариантов, проектируемым считается тот, в котором приведенные затраты на единицу изделия составляют наименьшую величину. В нашем случае в проектном варианте приведенные затраты на единицу изделия, наименьшие.

14.8 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)

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

,                             (14.1)

,

где  – полная себестоимость изготовления единицы детали, соответственно по базовому и проектному вариантам.

14.8.2 Налог на прибыль

,                                       (14.2)

,

где  – коэффициент налогообложения прибыли (Приложение 11) [44].

14.8.3 Чистая ожидаемая прибыль

,                                               (14.3)

.

14.8.4 Срок окупаемости капитальных вложений

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта:

,                                (14.4)

где  – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади.

 – общие капитальные вложения, необходимые для приобретения оборудования, оснастки и инструмента (таблица 14.4 пункт 3 данной работы)

Расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) принимается за горизонт расчета (максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций), Т.

Далее думаем с точки зрения инвестора-предприятия, которое должно осуществить его проект. Используя методы дисконтирования, решаем вопрос о том, стоит ли вкладывать средства в разработанный проект, который в течение принятого горизонта расчета принесет дополнительную прибыль, или лучше при существующей процентной ставке на капитал положить деньги в банк.

Для этого в пределах принятого горизонта расчета (Т) рассчитываем текущую стоимость будущих денежных доходов (денежных потоков), приведенных к текущему времени (времени начала осуществления проекта) через коэффициенты дисконтирования.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

,                      (14.5)

,

где  – горизонт расчета, лет (месяцев);

 – процентная ставка на капитал (например, при 5%  10% ;при 20%  и т.д.);

 – 1-ый, 2-ой, 3-й год получения прибыли в пределах принятого горизонта расчета.

Таблица дисконтных коэффициентов приведена в Приложении 9 [44].

14.8.5 Интегральный экономический эффект

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

,                                 (14.6)

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат (), т.е.  – проект эффективен, поэтому определяем индекс доходности по формуле:

, (14.6)

14.9 Технико-экономические показатели эффективности проекта

Таблица 14.9

Технико-экономические показатели эффективности проекта

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование показателей | Условное обозначение, единица измерения | Значение показателей |
| Базовый | Проект. |
| Технические параметры |
| 1 | Количество оборудования |  | 5 | 4 |
| 2 | Средний коэффициент загрузки оборудования |  | 0,472 | 0,360 |
| 3 | Общее количество рабочих |  | 5 | 4 |
| 4 | Длительность производственного цикла |  |  | 0,1145 |
| Экономические показатели |
| 1 | Годовая программа выпуска |  | 5000 | 5000 |
| 2 | Себестоимость единицы изделия |  | 1695,5 | 1205,1 |
| 3 | Капитальные вложения |  | 1061502,6 | 1093045,3 |
| 4 | Приведенные затраты на единицу изделия |  | 1727,36 | 1237,92 |
| 5 | Чистая ожидаемая прибыли |  | 1863463 |
| 6 | Налог на прибыль |  | 588462 |
| 7 | Срок окупаемости инвестиций |  | 0,587 |
| 8 | Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход) |  | 600842,576 |
| 9 | Доход на капитал, при вложении денег в банк |  | - |
| 10 | Индекс доходности |  | 1,55 |

Вывод

Данный проект эффективен, так как общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат (), т.е. . На каждый вложенный рубль инвестор получит прибыль в размере 1,55 руб. Окупаемость проекта составляет 0,587 года, а интегральный экономический эффект 600842,576 рублей. Следовательно, инвестору смело можно вкладывать деньги в данный проект.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заключение проекта представлено в виде выводов:

1. Оценена актуальность проблемы, определены цель и задачи проекта.

2. Выполнена оценка служебного назначения сверла, доработан его технологический чертеж, произведена оценка технологичности конструкции детали.

3. Определен тип производства и форма организации технологического процесса.

4. По экономическому критерию выбран метод получения заготовки и разработана ее конструкция.

5. Обоснованно выбраны методы обработки поверхностей детали и разработан прогрессивный технологический маршрут ее изготовления.

6. Были рассчитаны припуски на самую точную поверхность.

7. Был проведен размерный анализ в радиальном направлении.

8. Рассчитаны режимы резания и нормы времени на каждую операцию.

9. Усовершенствован патрон для токарного станка.

10. Спроектировано контрольное приспособление.

11. Предложен прогрессивный режущий инструмент.

12. Было проведено научное исследование для повышения износостойкости сверла методом ионной имплантации, в результате чего увеличилась износостойкость в 1,2 раза.

13. Рассмотрены опасные вредные производственные факторы объекта, его воздействие на окружающую среду, чрезвычайные и аварийные ситуации и предложены меры по их устранению.

Изменения, внесенные в технологический процесс, позволили выполнить поставленную цель проекта и снизить себестоимость изготовления детали на 25%, получив интегральный экономический эффект в размере 566586 руб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. «Марочник сталей и сплавов» / Под общей ред. В. Г. Сорокина. – М.: «Машиностроение», 1989г. – 640с.

2. «Справочник технолога–машиностроителя». В 2-х т. – Т2. / Под ред. А. Г. Косиловой – М.: Машиностроение, 1985г. – 496с.

3. «Техпроцесс обработки детали» Методическое пособие к курсовому проекту по Технологии машиностроения для студентов 3 курса специальности 1201 / А. В. Гордеев – Тольятти ТолПИ 1991г.

4. «Курсовое проектирование по технологии машиностроения» / Под общей ред. А. Ф. Горбацевич – издательство «Высшая школа», 1983г. – 255с.

5. «Проектирование заготовок» Методическое пособие к курсовой работе по Проектированию заготовок для студентов 3 курса специальности 1201 / В. М. Боровков – Тольятти ТолПИ 1996г.

6. «Производство заготовок в машиностроении» / Под общей ред. М. Г. Адоньшен, М. В. Магницкая – Л.: «Машиностроение», 1987г. – 325с.

7. ГОСТ 7505-89 «Ковка и объёмная штамповка».

8. ГОСТ 7505-89 «Сортовой прокат».

9. «Термическая обработка в машиностроении»: Справочник / Под общей ред. Ю. М. Лахтина – М.: «Машиностроение», 1980г. – 783с.

10. «Термическая обработка» / Под ред. В. Б. Райцеи – М.: Машиностроение, 1980г. – 192с.

11. «Технология производства металлорежущих инструментов» / Под ред. М. М. Палей – М.: «Машиностроение», 1982г. – 256с.

12. «План изготовления детали» Методические указания к выполнению курсовых и дипломных проектов / Под ред. А. В. Михайлов – Тольятти ТолПИ 1994г.

13. «Справочник технолога–машиностроителя». В 2-х т. – Т 1. / Под ред. А. Г. Косиловой – М.: Машиностроение, 1972г. – 694с.

14. «Расчет припусков на обработку в машиностроении» / Под общей ред. В. М. Кован – М.: Машгиз, 1959г. – 489с.

15. «Методические указания к дипломному проектированию» / Под ред. Л. Г. Горина. – Тольятти, ТГУ, 2003г. – 17с.

16. «Охрана труда в машиностроении»: Учебник для машиностроительных вузов / Под ред. Е. Я. Юдин и др. – М.: Машиностроение, 1983г. – 432с.

17. «Размерный анализ технологических процессов изготовления деталей машин» Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине Технология машиностроения / Под ред. А. В. Михайлов – Тольятти ТолПИ 2001г.

18. «Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении» / Под общей ред. В. В. Матвеев – Челябинск: Юж. – Урал, 1979г. – 111с.

19. «Размерный анализ технологических процессов» / Под общей ред. В. В. Матвеев – М.: Машиностроение, 1982г. – 264с.

20. «Технологические основы обеспечения качества изготовления деталей в машиностроении». Учебное пособие. – Тольятти: ТГУ, 2004г. – 164с.

21. «Режимы резания металлов»: Справочник / Под общей ред. Ю. В. Барановского – М.: «Машиностроение», 1972г. – 407с.

22. «Станочные приспособления»: Справочник В 2-х т. – Т 1. / Под ред. Б. Н. Вардашкин – М.: Машиностроение, 1984г. – 592с.

23. «Станочные приспособления»: Справочник В 2-х т. – Т 2. / Под ред. Б. Н. Вардашкин – М.: Машиностроение, 1984г. – 656с.

24. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник – М.: Машиностроение, 1979. 303с., ил.

25. «Групповая технология машиностроительного производства». В 2-х т. – Т 2. / Под ред. С. П. Митрофанов – Л.: «Машиностроение», 1983г. – 376с.

26. «Каталог приборов активного контроля и измерительных средств для выборочной проверки и механизации контроля размеров» – Москва, 1969г. – 67с.

27. «Научные основы групповой технологии» / Под ред. С. П. Митрофанов – ЛЕНИЗДАТ, 1959г. – 435с.

28. «Автоматизация производства режущего инструмента» / Под ред. И. А. Ординарцев – Л.: «Машиностроение», 1972г. – 264с.

29. Технология машиностроения: Учебник для машиностроительных вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под ред. А. А. Маталин. – Л.: «Машиностроение», 1985г. – 496с.

30. Технология станкостроительного производства: Метод. указания по выполнению курсового проекта дисциплины «Технология станкостроитель-ного производства» / Под ред. В. И. Малышев. – Тольятти, ТГУ, 2003г. – 40с.

31. «Основы резания материалов и режущий инструмент»: Учебник для машиностроит. спец. вузов. / Под ред. П. И. Ящерицын. – Мн.: Выш. школа, 1981г. – 560с.

32. «Справочник инструментальщика» / Под ред. И. А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987г. – 846с.

33. «Многоинструментальные наладки. Теория и расчет» / Под ред. Г. И. Темчин –Москва, 1963г. – 543с.

34. «Справочник по машиностроительному черчению» / Под общей ред. В. А. Федоренко, – Л.: «Машиностроение», 1976г. – 336с.

35. «Пути совершенствования металлорежущего инструмента» / Под общей ред. В. Н. Андреев – НииМаш, Москва, 1972г. – 100с.

36. «Прочность и износостойкость режущего инструмента» / Под общей ред. Т. Н. Лоладзе – Москва: Машиностроение, 1982г. – 319с.

37. «Поверхностные явления при адгезии и фрикционном взаимодействии» / Под общей ред. Д. А. Бакли – М.: Машиностроение, 1986г. – 360с.

38. «Прочность и износостойкость РИ» / Под общей ред. Т. Н. Лоладзе – М.: Машиностроение, 1982г. – 319с.

39. «О связи между износостойкостью и физическими свойствами инструментальных материалов» / Под общей ред. А. А. Рыжкин, В. В. Илясов – Вестник машиностроения, 2000г. – №12.

40. «Совершенствование износостойкого покрытия инструмента из быстрорежущей стали» / Под общей ред. В. П. Табаков –СТИН, 2004г. – №10.

41. «Влияние оксидных пленок на износостойкость режущих инструментов с износостойкими покрытиями» / Под общей ред. А. С. Верещака – СТИН, 2000г. – №9.

42. Мурахтанова Н.М. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 1201, 1202) – Тольятти: ТолПи, 2000.

43. Ценник материалов на декабрь 2006.

44. Информационный перечень по ценам на инструмент, оснастку и оборудование на 08.03.2006.

45. http://www.stanko-lid.ru

46. http://www.machine-tools.ru

47. http://www.inpo.ru

48. Часовые тарифные сетки ВАЗа.

49. Коэффициенты доплат.

50. Тарифы на энергоносители.