# 1. Проектирование технологического процесса изготовления детали

***1.1 Технологический процесс изготовления детали***

Служебное назначение и технические характеристики детали.

Червячные передачи применяют для передачи движения между двумя скрещивающимися валами. Движение в червячной передаче осуществляется по принципу винтовой пары, где винтом является червяк с трапецеидальной нарезкой, который входит в зацепление с колесом с косым зубом особой формы.

Технические характеристики:

- материал изготавливаемой детали сталь 40Х ГОСТ 4543-71,

- твердость 28…32 HRCэ,

- предел текучести σт = 80÷95 кгс/мм,

- предел прочности σв =60÷75 кгс/мм,

- относительное удлинение d ≥ 10%.

С точки зрения механической обработки деталь является технологичной конструкцией, так как возможен свободный подход инструмента к любой поверхности детали. В процессе изготовления деталь подвергается термообработке: закалке в масле с высоким отпуском. Применение термообработки позволяет улучшить механические свойства материала, то есть повысить твердость детали, а следовательно её прочность и износостойкость. Допуски на неуказанные размеры назначаем по 14 квалитету, так как изготовление этих размеров не требует высокой точности.

## 1.2 Определение типа производства и размера партии детали

Определим годовую программу изготовления деталей в штуках с учетом запасных частей и возможных потерь по формуле:

П = П1 \* m \*(1 +(β/100) ), шт. (1.2.1)

где П - годовая программа изготовления деталей, шт.,

П1 – годовая программа выпуска изделий, шт.,

β – количество дополнительно изготовляемых деталей для запасных частей и для восполнения возможных потерь, %.Примем β = 5%.

m - количество деталей данного наименования,

П = 2000 \* 1 \* (1 + (5/100)) = 2100 (шт.)

Размер производственной программы в натуральном количественном выражении определяет тип производства и имеет решающее влияние на характер построения технологического процесса, на выбор оборудования и оснастки, на организацию производства.

Характерная особенность производства заключается в том, что обработка деталей производится партиями. Количество деталей в партии для одновременного запуска определяем по следующей формуле

П \* α

n = , шт., (1.2.2).

F

где n – количество деталей в партии,

П - годовая программа изготовления деталей, шт.,

α – число дней, на которые необходимо иметь запас деталей на складе, для обеспечения сборки принимаем α = 10,

F – число рабочих дней в году, принимаем F = 240.

2100 \* 10

n = = 88 (шт.).

240

Принимаем среднесерийный тип производства при количестве изделий (партия от 25 до 200 шт.).

## Допуски на неуказанные размеры назначаем по 14 квалитету, так как изготовление этих размеров не требует высокой точности.

## 1.3 Выбор способа получения заготовки

Для выбора экономически выгодного способа получения заготовки рассматриваем 2 варианта:

1. получение заготовки прокатом
2. получение заготовки штамповкой.

Сравним варианты по минимальной величине приведенных затрат на изготовление детали.

Расчет величины приведенных затрат выполняется по формуле:

Сдет. = Сзаг. – Сотх. + Смех.обр. , (1.3.1)

где Сзаг. – стоимость заготовки, руб.

Сотх.– стоимость отходов, руб.

Смех.обр.  – стоимость механической обработки, руб.

Найдем стоимость заготовки по формуле:

Сопт.

Сзаг. = \* Мзаг. ; (1.3.2)

1000

где Сопт. – оптовая цена материала за 1 тонну, руб.,

Мзаг. – вес заготовки, кг.,

Мзаг.1 = 0,68 кг., Мзаг.2= 0,25 кг.,

308

Сзаг.1 = \*0,68 = 0,21 руб.

1000

433

Сзаг.2 = \*0,25 = 0,11 руб.

1000

Найдем стоимость отходов по формуле

Сопт.

Сотх. = \* Мотх. , (1.3.3)

1000

где Сопт. – оптовая цена отходов за 1 тонну, руб.,

Мотх. – вес отходов, кг.,

Мотх.1 = 0,45 кг., Мотх.2= 0, 087 кг.,

13,2

Сотх.1 = \*0,45 =0,0059руб.,

1000

13,2

Сзаг.2 = \*0,087 = 0,0011руб.,

1000

Найдем стоимость механической обработки по формуле:

См.о.

Смех.обр. = \* мотх. ; (1.3.4)

1000

где См.о. – стоимость механической обработки за 1 тонну, руб.,

Мотх. – вес отходов, кг.,

Мотх.1 = 0,45 кг., Мотх.2= 0,087 кг.,

2100

См.о.1 = \*0,45 = 0,945 руб.,

1000

2100

См.о.2 = \*0,087 = 0,128 руб.,

1000

Подставляем результаты в исходную формулу (1.3.1). Найдем затраты по сравниваемым вариантам.

Сдет1. = 0,21 - 0,0059+0,945 = 1,15 руб.,

Сдет2. = 0,11 - 0,0011 + 0,128 = 0,23 руб.,

Из полученных результатов видно, что экономически выгодным является вариант получения заготовки штамповкой.

Изготовление заготовки методом штамповки на различных видах оборудования является прогрессивным методом, так как значительно уменьшает припуски под механическую обработку в сравнении с получением прокатом, а также характеризуется более высокой степенью точности и более высокой производительностью. В процессе штамповки также уплотняется материал и создается направленность волокна материала по контуру детали.

***1.4 Определение содержания и последовательности выполнения технологических операций, обоснование выбора методов обработки, методов и средств контроля, оборудования***

Деталь представляет собой ступенчатый вал и относится к телам вращения (см. КП. 1201.74)

Производим обработку заготовки, полученную штамповкой. При обработке используем следующие операции.

005 . фрезерно-центровальная

Обработка ведётся на фрезерно-центровальном станке.

010 . Токарная.

Обработка ведется на токарно-винторезном станке 16К20

Краткое содержание операции: проточить поверхности 6,8; подрезать торец 7; притупить острые кромки 0,1…0,4 мм.;

Материал резца ЭК-42 (безвольфрамовая сталь).

Марка СОТС: 5%-ая эмульсия.

Деталь базируется в поводковом патроне.

В качестве измерительного инструмента используем скобу.

015 . Токарная.

Обработка ведется на токарно-винторезном станке16К20.

Краткое содержание операции: проточить поверхность 10; подрезать торец 9; притупить острые кромки 0,1…0,4 мм.;

Материал резца ЭК-42 (безвольфрамовая сталь).

Марка СОТС: 5%-ая эмульсия.

Деталь базируется в поводковом патроне.

В качестве измерительного инструмента используем скобу.

020 . Токарная.

Обработка ведется на токарно-револьверном станке 1П365.

Краткое содержание операции: проточить поверхности 10, 12; подрезать торцы 9, 11, 13; снять фаски с поверхности 12; притупить острые кромки 0,1…0,4 мм.

Материал резца ЭК-42 (безвольфрамовая сталь).

Марка СОТС: 5%-ая эмульсия.

Деталь базируется в поводковом патроне.

025 . Токарная.

Обработка ведется на токарно-револьверном станке 1П365.

Краткое содержание операции: проточить поверхности 2, 4, 6, 8; подрезать торцы 1, 3, 5, 7; снять фаски с поверхностей 2, 8; притупить острые кромки 0,1…0,4 мм.

Материал резца ЭК-42 (безвольфрамовая сталь).

Марка СОТС: 5%-ая эмульсия.

Деталь базируется в поводковом патроне.

030 . Фрезерная.

Обработка ведётся на вертикально-сверлильном станке 6Р81.

Краткое содержание операции: фрезеровать поверхность 2;

Материал фрезыЭК-41.

Марка СОТС: 5%-я эмульсия

Деталь базируется в призме

035 . Зубонарезание

Обработка ведется на токарно – винторезном станке 16К20Ф3Т1

040 . Термообработка.

Закалка в масле.

045 . Круглошлифовальная.

Обработка ведется на круглошлифовальном станке 3М150.

Краткое содержание операции: шлифовать поверхность 2.

Для обработки выбираем шлифовальный круг

ПП 600×80×305 24А 25 Н СМ1 7 К5А 35 м/с. ГОСТ 2424-83.

Деталь базируется в центрах.

В качестве измерительного инструмента используем скобу.

050 . Круглошлифовальная.

Обработка ведется на круглошлифовальном станке 3М150

Краткое содержание операции: шлифовать поверхности 4, 10, 11.

Для обработки выбираем шлифовальный круг

ПП 600×80×305 24А 25 Н СМ1 7 К5А 35 м/с. ГОСТ 2424-83.

Деталь базируется в центрах.

В качестве измерительного инструмента используем скобу.

055 . Круглошлифовальная

Обработка ведется на червячно-шлифовальном станке5К881.

Краткое содержание операции: шлифовать поверхность 14.

Для обработки выбираем шлифовальный круг

ПП 600×80×305 24А 25 Н СМ1 7 К5А 35 м/с. ГОСТ 2424-83.

Деталь базируется в центрах.

В качестве измерительного инструмента используем скобу.

## 1.5 Расчет операционных размеров

### *1.5.1 Расчет диаметральных операционных размеров*

При обработке поверхностей с двухсторонним расположением припуска расчет операционных размеров ведем с применением статистического метода определения величины операционного припуска в зависимости от выбранного способа обработки и от размеров поверхностей.

Для определения величины операционного припуска статистическим методом в зависимости от метода обработки используем таблицы припусков [ 3 ].таблица 6 .

Для расчета операционных размеров каждой поверхности составляем схему расчета согласно таблице 1.5.1.

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø10-0,22 мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 15 | Точение черновое | 2Z10 | 2,0 | D10 | D15=D25+2Z25 | Ø11,4-0,27 |
| 25 | Точение чистовое | 2Z25 | 1,4 | D25 | D25=черт.разм | Ø10-0,22 |

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø19,2-0,021 мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 15 | Точение черновое | 2Z15 | 2,0 | D15 | D10=D25+2Z25 | Ø21-0,33 |
| 25 | Точение чистовое | 2Z25 | 1,4 | D25 | D25= D60+ 2Z60 | Ø19,6-0,052 |
| 60 | Шлифование чистовое | 2Z60 | 0,4 | D60 | D60=черт.разм | Ø19,2-0,021 |

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø10-0,22 мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 15 | Точение черновое | 2Z15 | 2,0 | D15 | D15=D20+2Z20 | Ø11,4-0,27 |
| 20 | Точение чистовое | 2Z20 | 1,4 | D20 | D20=черт.разм | Ø10-0,22 |

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 15 | Точение черновое | 2Z15 | 3,0 | D15 | D15=D20+2Z20 | Ø10,4-0,27 |
| 20 | Точение чистовое | 2Z20 | 2,0 | D20 | D20= D50+ 2Z50 | Ø8,4-0,036 |
| 50 | Шлифование чистовое | 2Z50 | 0,4 | D50 | D50=черт.разм | Ø |

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 10 | Точение черновое | 2Z15 | 3,0 | D10 | D10=D25+2Z25 | Ø10,4-0,27 |
| 25 | Точение чистовое | 2Z20 | 2,0 | D25 | D25= D50+ 2Z50 | Ø8,4-0,036 |
| 50 | Шлифование чистовое | 2Z50 | 0,4 | D50 | D50=черт.разм | Ø |

Ведомость расчета операционных размеров при обработке вала .

Диаметр вала по чертежу Ø мм

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опе-  рации | Наименование операции | Операционный  припуск | | Операционный размер | | |
| Обозначение | Величина | Обозначение | Формула расчета | Принятый размер |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Заг. | Штамповка |  |  | Dзаг | Dзаг= D15+ 2Z15 | Ø |
| 15 | Точение черновое | 2Z15 | 4,0 | D15 | D15=D25+2Z25 | Ø9,4-0,27 |
| 25 | Точение чистовое | 2Z25 | 3,0 | D25 | D25= D45+ 2Z45 | Ø6,4-0,036 |
| 45 | Шлифование чистовое | 2Z45 | 0,4 | D45 | D45=черт.разм | Ø |

### *1.5.2 Расчет длинновых операционных размеров*

1.5.2.1 Построение графа операционных размерных цепей рисунок.

Граф строится на основании разработанной схемы обработки см.п.п.1.4. Каждая поверхность образует вершину графа, которая изображена кругом, линии, соединяющие вершины графа, являются его ребрами.

1.5.2.2 Построение графа исходных размеров рисунок. 1.5.2.2

Исходный граф включает в себя звенья – припуски и звенья – чертежные размеры. Связи, характеризующие чертежные размеры представлены в виде дугообразных кривых, связывающих поверхности, между которыми они расположены.Связи, характеризующие припуски нанесены в виде ломаных линий.

1.5.2.3 Построение обобщенного графа размерных цепей рисунок. 1.5.2.3

Обобщенный граф строим совмещением графов исходных структур и операционных размеров с учетом всех обозначенных направлений и знаков ребер

Проверим правильность построения обобщенного графа размерных цепей. Сущность проверки и цель построения графа заключается в составлении уравнений размерных цепей, по которым можно найти все операционные размеры.

1.Определение операционного размера А3 из уравнения

А3=С6

А3 max= С6max А3 min= С6min

А3 max =229 А3 min=227.85

Принимаем А3=229-1,15

2.Определение операционного размера А14 из уравнения

С5= А3- А14

А14 min= А3 min- С5max = 227.85-8.5=219.35мм

ТА14=0,072; А14 max=А14 min+ТА14=219.35+0.072=219.42мм

3.Определение операционного размера А7 из уравнения

С4= А14-А7

А7min=А14 min- С4max=219,35-184=35,35мм

ТА7=0,027мм

А7max=А7min+ТА7=35.35+0.027=35.37

Величина корректировки составляет 0,03мм. Принимаем размер А7=35,4-0,027

4.Определение операционного размера А6 из уравнения

Z4= А6+ А7- А3

А6min= А3max- А7min+ Z4min=229-35.35+0.2=193.85мм

TА6=0.115мм

А6max= А6min+ TА6=193.85+0.115=193.965мм

Величина корректировки составляет 0,035мм. Принимаем размер А6=194-0,115

Z4max= А6max- А3min+ А7max=194-227.85+35,4=1,55мм

5. Определение операционного размера А5 из уравнения

С1=А3-А5

А5min= А3min-C1max=227.85-17=210.85мм

TА5min=0.046мм

А5max=210.896мм

Величина корректировки составляет 0,004мм.

Принимаем размер А5=210,9-0,046мм

6. Определение операционного размера А4 из уравнения

Z3min= А4min-А5max

А4min= А5max+ Z3min=210.9+0.2=211.1мм

ТА4=0,115мм

А4max= А4min+ ТА4=211,1+0,115=211,215мм

Величина корректировки составляет 0,085мм. Принимаем размер А4=211.3-0,115мм

Z3max= А4max- А5min=211.3-210.85=0.45мм

7. Определение операционного размера А16 из уравнения

Z2min= А16min- А3max

А16min= А3max+ Z2min=229+0.7=229.7мм

TA16=0.29

А16max= А16min+ TA16=229.7+0.29=229.99мм

Величина корректировки составляет 0,01мм.

Принимаем размер А7max=230-0,290

Z2max= А16max- А3min=230-227.85=2.15мм

8. Определение операционного размера А2 из уравнения

Z10min= А2min- А16max

А2min= А16max+ Z10min=230.0+0.7=230.7мм

TА2=1.15мм

А2max= А2min+ TА2=230.7+1.15=231.85мм

Величина корректировки составляет 0,05мм.

Принимаем размер А2=231,9-1,15 мм

Z10max= А2max- А16min=231.9-229.7=2.2мм

9. Определение операционного размера А10 из уравнения

С2=А3-А7-А10

А10min= А3min- А7max- С2max=227.85-35.4-36=156.45мм

TА10=0.16мм

А10max= А10min +TА10=156.45+0.16=156.61мм

Величина корректировки составляет 0,09мм.

Принимаем размер А10=156,7-0,16мм

10. Определение операционного размера А11 из уравнения

С3min=А11min-А16min+А10max

А11min =А16min -А10max +С3min=229.7-156.7+21.48=94.48мм

TА11=0.087мм

А11max = А11min +TА11=94.48+0.087=94.567мм

Величина корректировки составляет 0,033мм.

Принимаем размер А11=94.6-0,087мм

11. Определение операционного размера А12 из уравнения

Z7min= А12min- А11max

А12min= А11max +Z7min=94.6+0.7=95.3мм

TА12=0.87мм

А12max =А12min +TА12=95.3+0.87=96.17мм

Величина корректировки составляет 0,03мм.

Принимаем размер А12=96.2-0,87мм

Z7max= А12max- А11min=96.2-94.48=1.72мм

12. Определение операционного размера А17 из уравнения

Z1min= А17min-А2max

А17min =А2max +Z1min=231.9+1.0=232.9мм

TА17=1.15мм

А17max =А17min +TА17=232.9+1.15=234.05мм

Величина корректировки составляет 0,05мм..

Принимаем размер А17=234.1-1.15мм

Z1max= А17max-А2min=234.1-230.7=3.4мм

13. Определение операционного размера А18 из уравнения

Z11min= А18min- А17max

А18min=А17max +Z11min=234.1+1.0=235.1 мм

TА18=2,4мм

А18max= А18min +TА18=235.1+2,4=237,5мм

Принимаем размер А18=мм

Z11max= А18max- А17min=237.5-232.9=4.6

Z11max= 4.5мм.

14. Определение операционного размера А9 из уравнения

Z6min= А9min- А2max +А16min- А10max

А9min =А2max -А16min +Z6min+ А10max=231,9-229,7+16,7+0,7=159,6мм

ТА9=1,0мм

А9max =А9min +ТА9=159,6+1,0=160,6мм

Z6max= А9max- А2min +А16max- А10min=160.6-230.7+230-156.45=35.4мм.

15. Определение операционного размера А8 из уравнения

Z5min= А17min- А9max- А8max

А8max =А17min -А9max -Z5min=232.9-160.6-1.0=71.3мм

ТА8=2.4мм

А8min= А8max -ТА8=71.3-2.4=68.9мм

Принимаем размер А8=70.1

Z5max= 4мм

16.Определение операционного размера А13 из уравнения

Z8min= А13min- А17max- А12max+ А2min

А13min =А17max -А2min +А12max +Z8min =234.1-230.7+92.6+1.0=100.6 мм

TA13=2.4мм

А13max =А13min+ TA13=100.6+2.4=103 мм

Принимаем размер А13 =101.8

Z8max= А13max- А17min- А12min+ А2max= 103-232.9-95.3+231.9=11.7мм

17.определение операционного размера А15 из уравнения

Z9min= А15min- А16max- А14max+ А3min

А15min =А16max -А3min +А14max +Z9min=230-227.85+219.5+0.2=221.85мм

TA15=0,115 мм

А15max= А15min+TA15=221.85+0.115=221.965мм

Величина корректировки равна 0,035. Принимаем размер А15=222-0,115мм

Ведомость расчета операционных размеров

Таблица

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначение  размеров | Заданный исходный размер | Получ.исх.  Размер с  Учетом корректировки | | Обозн. размеров | Величина при- нятого допуска | Уравнение размерной цепи | Расчётный операционный размер | | Величина кор-  ректировки | Принятый опе- рационный размер |
| max | min | max | min |  |  |
| С1  С2  С3  С4  С5  С6  Z1  Z2  Z3  Z4  Z5  Z6  Z7  Z8  Z9  Z10  Z11 | 17-0,43  36-0,62  22-0,52  184-0,46  8,5-0,36  229-1,15 | 17  36  22  184  8,5  229  3,4  2,15  0.45  1,55  5  3,45  1,72  5,5  1,95  2,2  4.5 | 16,57  35,38  21,48  183,54  8,14  227,85  1,0  0,7  0.2  0,25  1.0  0,7  0,7  1,0  0,2  0,7  1,0 | А5  А10  А11  А7  А14  А3  А17  А16  А4  А6  А8  А9  А12  А13  А15  А2  А18 | 0,046  0,16  0,087  0,027  0,072  1,15  1,15  0,29  0,115  0,115  2.4  1,0  0,87  2.4  0,115  1,15  2.4 | С1=А3-А5  С2=А3-А7-А10  С3=А11-А16+А10  С4= А14-А7  С5= А3- А14  С6= А3  Z1= А17-А2  Z2= А16- А3  Z3= А4-А5  Z4= А6+ А7- А3  Z5= А17- А9- А8  Z6= А9- А2 +А16-А10  Z7= А12- А11  Z8= А13- А17- А12+ А2  Z9= А15- А16- А14+ А3  Z10= А2- А16  Z11= А18- А17 | 210,896  156,61  94,567  35,37  219,42  229  234,05  229,99  211,215  193,965  71,3  160,6  96,17  103  221,965  231,85  237.5 | 210,85  156,45  94,48  35,35  219,35  227,85  232,9  229,7  211,1  193,85  68.9  159,6  95,3  100,6  221,85  230,7  235,1 | 0,004  0,09  0,033  0,03  0,08    0,05  0,01  0,085  0,035  0,03  0,035  0,05 | 210,9-0,046  156,7-0,16  94,6-0,087  35,4-0,027  219,5-0,072  229-1,15  234,1-1,15  230-0,29  211,3-0,115  194-0,115  70.1  160,6-1,0  96,2-0,87    222-0,115  231,9-1,15 |

***1.6 Расчет режимов резания***

При расчете режимов резания устанавливают глубину резания, минутную подачу, скорость резания. Приведем пример расчета режимов резания для трех операций. Для остальных операций режимы резания назначаем согласно [ 5 ] т.2,с 265-303.

**010 . Точение черновое** (Ø 13,4)

1. Обоснование марки материала и геометрии режущей части.
   1. Резец оснащен температуростойкой износостойкой твердосплавной

пластиной ЭК – 42(TiN+ TiN+ TiN). Применение твердосплавной пластины, которая не нуждается в переточке, снижает затраты времени на смену инструмента. Применяется поверхностное упрочнение режущего инструмента трехслойным износостойким покрытием, которое препятствует расширению лунки износа на передней поверхности резца.

1. Марка СОТС: 5%-ая эмульсия.
2. Глубина резания соответствует величине припуска, так как припуск снимается за один поход.

t = z7 = 0,7 мм.

1. Расчетная подача определяется исходя из требований шероховатости и уточняется по паспорту станка.

S = 0,5 об/мин.

1. Стойкость

Т = 50 мин.

6. Расчетная скорость резания определяется из заданной стойкость, подачи и глубины резания.

Сv

vр = \* Кv ,

Тm \* Sx \* ty

где Сv , х , m, у – коэффициенты [ 1 ]. с.270.

Т – стойкость инструмента, мин.

S – подача, об/мм.

t – глубина резания, мм.

Кv – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, состояние поверхности, материал инструмента и т.д.

350

vр = \*0,8 = 160,90 (м/мин).

500,2\* 0,50,15 \* 0,70,35

7. Расчетная частота вращения.

1000 \* vр

nр = ,

p \* D

где, D – обрабатываемый диаметр детали, мм.

vр – расчетная скорость резания, м/ мин.

1000 \* 160,90

nр = = 3825 (об/мин).

p \* 13,4

По паспорту станка принимаем n = 4000 об/мин.

8. Фактическая скорость резания.

p\* D \* n

v = ,

1000

где D - обрабатываемый диаметр детали, мм.

n - частота вращения, об/мин.

p\* 13,4\* 4000

v = = 168 (м/мин).

1000

9. Мощность.

Рz= 10\*Ср\*Sх\*tу.

где Рz – сила резания, Н.

Ср, х,у – коэффициенты [1] с.273.

S – подача, мм/об.

t – глубина резания, мм.

Рz= 10\*300\*0,5\*0,70,75 = 1148 (Н).

Рz\*v

Nр = ,

60\*1000

где Рz – сила резания, Н.

v – скорость резания, об/мин.

1148 \* 168

Nр = = 3,21 (кВт).

60000

Nр < Nст .

3,21 кВт <4 кВт.

Мощность станка достаточна для заданных условий обработки.

**030 . Фрезерная**

Фрезеровать шпоночный паз шириной 2мм

1. Глубина фрезерования t=1,2мм

В=2мм

2. Назначение подачи

S=0,006 мм/зуб

3. Назначение стойкости инструмента

Т=80 мин

4.Расчет скорости резания V, м/мин и числа оборотов шпинделя n, об/мин



5. Общий поправочный коэффициент на скорость резания

KV=KMV\*KNV\*KUV

где KMV=1,26

KNV=1

KUV=1

6.Определяем значения коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания.

CV=12, q=0,3, x=0,3, y=0,25, u=0, p=0, m=0,26



7.Находим потребное число оборотов шпинделя



По паспорту станка принимаем n=2800 об/мин

Уточняем скорость резания



8.Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н



где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

S=0,02-продоьное движение

9.Определяем значения коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания

Сp=82.5; x=0.95; y=0.8; u=1.1 q=1.1; w=0



Величина осевой силы резания Px, Н

Px=(0.5-0.55)\*Pz=0.5\*79.2=39.6, Н

Крутящий момент, Н\*м



10.Мощность резания



N < Nст .

0,023 кВт < 5,5 кВт.

Мощность станка достаточна для заданных условий обработки.

**055 Круглошлифовальная**

1. Марка материала, геометрия режущей части.

круг:

ПП 600×80×305 24А 25 Н СМ1 7 К5А 35 м/с. ГОСТ 2424-83.

2. Глубина резания

t = 0,04 мм.

3. Подача [1], с.301.

S = 0,4 мм/об.

4. Скорость круга.

vk  = 35 м/c.

5. Скорость заготовки.

vз  = 25 м/c.

6. Мощность.

N= СN\* vз r \*tх \* Sу\* d q .

где СN,r,x,у, q, – коэффициенты [1] с.303.

S – подача, мм/об.

d – диаметр сверления, мм.

vз - cкорость заготовки, м/с.

N= 0,1\*250,85 \* 0,040,6 \* 0,40,7 \* 200,54 = 0,38 (кВт).

N < Nст .

0,38 кВт < 4 кВт.

Мощность станка достаточна для заданных условий обработки.

## 1.7 Нормирование операций

На данном этапе определяем нормы времени на обработку. Определяем значение вспомогательного времени, времени на обслуживание рабочего места, подготовительно – заключительное время [ 6 ].

Для 3 операций приводим пример расчета норм времени.

**045 Токарная**

1. Основное время [ 7 ]

L

Тосн. = . (1.7.1)

n \* S

где Тосн. – основное время, мин.

n - число оборотов, об/мин.

S – подача, мм/об.

L – расчетная длина рабочего хода инструмента, мм.

L = l + l1 + l2 . (1.7.2)

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

l1 – величина врезания инструмента, мм.

l2 – величина перебега, мм.

L =135,7 + 2 + 1 = 138,7 (мм).

Подставляем данные в формулу 1.7.1

138,7

Тосн. = = 0,07 (мин).

4000\*0,5

2. Вспомогательное время [ 6 ]

Твсп. = tпер. + tизм.,(1.7.3)

где Твсп. – вспомогательное время, мин.

tпер. – время, связанное с переходом, мин.

tизм.- время на контрольные измерения, мин.

Подставляем значения, найденные по [ 7 ], в формулу 1.7.3

Твсп. = 0,02 + 0,11 = 0,13 мин.

3. Штучное время [ 6 ]

Тобс.  + Тол

Тшт. = (Тосн. + Твсп.) \* (1 + ) (1.7.4)

100%

где Тосн. – основное время, мин.

Твсп. – вспомогательное время, мин.

Тобс.  - время на обслуживания рабочего места, мин.

Тол – время на отдых и личные надобности, мин.

Подставляем в формулу 1.7.4

4 + 4

Тшт. = ( 0,07 + 0,13) \* ( 1 + ) = 1,8 (мин.)

100%

4. Подготовительно – заключительное время [ 6 ]

Тпз. = 11,2 (мин.).

5. Штучное – калькуляционное время

Тшт.к. = Тшт. + Тпз. /n. (1.7.5)

где Тшт.к. - штучное – калькуляционное время, мин.

Тшт. - штучное время, мин.

Тпз. - подготовительно – заключительное время, мин.

n – количество деталей в партии.

Тшт.к. = 1,8 + 11,2/88 = 1,92 (мин.).

**020 Фрезерная**

1. Основное время [ 7 ]

l + l1

Тосн. = . (1.7.6)

n \* S

где Тосн. – основное время, мин.

n - число оборотов, об/мин.

S – подача, мм/об.

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

l1 – величина врезания инструмента, мм.

Подставляем данные в формулу 1.7.6

10+1,2

Тосн. = = 0,66 (мин).

2800\*0,006

2. Вспомогательное время [ 6 ]

Твсп. = tпер. + tизм. + tвыв.,(1.7.7)

где Твсп. – вспомогательное время, мин.

tпер. – время, связанное с переходом, мин.

tизм.- время на контрольные измерения, мин.

tвыв., - время на вывод сверла, мин.

Подставляем значения, найденные по [ 7 ], в формулу 1.7.7.

Твсп. = 0,06 + 0,31 + 0,1 = 0,47 мин.

3. Штучное время [ 6 ]

Тобс.  + Тол

Тшт. = (Тосн. + Твсп.) \* (1 + ) (1.7.8)

100%

где Тосн. – основное время, мин.

Твсп. – вспомогательное время, мин.

Тобс.  - время на обслуживания рабочего места, мин.

Тол – время на отдых и личные надобности, мин.

Подставляем в формулу 1.7.8

4 + 4

Тшт. = ( 0,66 + 0,47) \* ( 1 + ) = 10,4 (мин.)

100%

4. Подготовительно – заключительное время [ 6 ]

Тпз. = 10,3 (мин.).

5. Штучное – калькуляционное время

Тшт.к. = Тшт. + Тпз. /n. (1.7.8)

где Тшт.к. - штучное – калькуляционное время, мин.

Тшт. - штучное время, мин.

Тпз. - подготовительно – заключительное время, мин.

n – количество деталей в партии.

Тшт.к. = 0,54 + 10,3/88 = 10,5 (мин.).

**055 Шлифовальная**

1. Основное время [ 7 ]

L

Тосн. = \* К . (1.7.10)

n \* S

где Тосн. – основное время, мин.

n - частота вращения изделия, об/мин.

S – подача, мм/об.

L – расчетная длина рабочего хода инструмента, мм.

К – коэффициент, учитывающий выхаживание и доводку.

Подставляем данные в формулу 1.7.10

17

Тосн. = \* 1,5 = 0,25 (мин).

260 \*0,4

2. Вспомогательное время [ 6 ]

Твсп. = tоп. + tизм.,(1.7.11)

где Твсп. – вспомогательное время, мин.

Tоп. – время, связанное с обработкой поверхности, мин.

tизм.- время на контрольные измерения, мин.

Подставляем значения, найденные по [ 7 ], в формулу 1.7.11

Твсп. = 0,8 + 0,11 = 0,91 мин.

3. Штучное время [ 6 ]

Тобс.  + Тол

Тшт. = (Тосн. + Твсп.) \* (1 + ) (1.7.12)

100%

где Тосн. – основное время, мин.

Твсп. – вспомогательное время, мин.

Тобс.  - время на обслуживания рабочего места, мин.

Тол – время на отдых и личные надобности, мин.

Подставляем в формулу 1.7.12

4 + 4

Тшт. = ( 0,25 + 0,91) \* ( 1 + ) = 1,16 (мин.)

100%

4. Подготовительно – заключительное время [ 6 ]

Тпз. = 10,5 (мин.).

5. Штучное – калькуляционное время

Тшт.к. = Тшт. + Тпз. /n. (1.7.13)

где Тшт.к. - штучное – калькуляционное время, мин.

Тшт. - штучное время, мин.

Тпз. - подготовительно – заключительное время, мин.

n – количество деталей в партии.

Тшт.к. = 1,16 + 10,5/88 = 1,28 (мин.).

## 

## 1.9. Разработка карты наладки на операцию № 025

Наладка станка подразумевает подготовку оборудования и технологической оснастки выполнению операции. Для операции 025 выбран многорезцовый полуавтомат 1730.

В качестве настроечных размеров принимаем размеры, соответствующие середине поля допуска операционного размера.



где  допуск на настроечный размер, мм

 допуск на операционный размер, мм

Основанием расчета являются операционные размеры на данной операции.

Производим расчет настроечных размеров, результаты заносим в таблицу.

Таблица 1.9.1 – ведомость расчёта настроечных размеров

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № позиции на станке | Операционный размер на станке, мм | Пределы допуска на настроечный размер, мм | Принятый настроечный размер, мм |
| 1 | 229-1,15 | 0,115 – 0,23 | 228,4-0,172 |
| 2 | 156,7-0,16  Ø10-0,22 | 0,016 – 0,032  0,022 – 0,044 | 156,6-0,024  Ø9,9-0,033 |
| 3 | 194-0,115  Ø | 0,0115 – 0,023  0,0009 – 0,0018 | 193,9-0,172  Ø |
| 4 | 211,3-0,115  Ø | 0,0115 – 0,023  0,0008 – 0,0016 | 211,24-0,017  Ø5,996-0,0012 |
| 5 | 0,50,125 | 0,025 – 0,05 | 0,50,02 |
| 6 | Ø19,2-0,021 | 0,0021 – 0,0042 | Ø19,1-0,0031 |
| 7 | 0,50,125 | 0,025 – 0,05 | 0,50,02 |

# 2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ СТАНОЧНОЙ ОСНАСТКИ

## 2.1 Исходные данные для проектирования станочного приспособления

Требуется разработать компоновку приспособления для фрезерования шпоночного паза в детали типа вал. Изготовление деталей происходит в условиях среднесерийного производства. Материал детали сталь 40Х, твёрдость 28…32 HRC.

Приспособление для вертикально-фрезерного станка модели 6Т104 на операцию 030 – фрезерование шпоночного паза.

Px=39.6Н, Мкр=0,8Н\*м

## 2.2 Принципиальная схема станочного приспособления

При фрезеровании шпоночного паза возможен вариант базирования по внешней цилиндрической поверхности и перпендикулярной к её оси плоскости.

Этот вариант базирования позволяет уменьшить возможные погрешности, совмещает конструкторские базы с технологическими и измерительными. Опорные точки 1,2,3,4 (двойная направляющая база) и 5(опорная база) реализуется с помощью двух призм, 6 (опорная база) реализуется с помощью прижимной планки. Это приспособление наиболее часто используется для фрезерования шпоночных пазов, отличается простотой конструкции, надёжностью и стабильностью работы.

Принципиальная схема станочного приспособления, реализующая схему базирования детали, представлена на рисунке 2,2,2

## 2.3 Расчет станочного приспособления

Для расчёта потребной силы закрепления Q представим расчетные схемы (рисунок 2,3,1). При этом следует отметить, что не требуется участия в расчете потребного усилия закрепления силы Pz . Предполагается, что упором, при базировании детали , будет служить торцовая поверхность призмы. В определении потребного усилия закрепления будут принимать участие осевая сила Px, крутящий момент Мкр, стремящийся повернуть деталь

Выберем призму с углом α=



Уравнение равновесия для обеспечения неподвижности детали под действием силы Px запишется следующим образом (условие неотрывности):



где k-коэффициент запаса закрепления

f-коэффициент трения в местах контакта детали с призмой и прижимной планкой

Примем f=0,16

Значение коэффициента запаса закрепления определим как произведение первичных коэффициентов



1,5\*1\*1,7\*1,2\*1\*1\*1,5=4,6



Уравнение равновесия для обеспечения неизменности положения детали под действием крутящего момента запишется следующим образом (условие непроворачиваемости)

kM-Mтр.у.=\*f\*sin\*p

где М - крутящий момент создаваемый фрезой.

kM -\*f\*sin\*p=0

p=r\*cos=6.5\*0.707=4.6 мм

4,6\*0,8-\*0,16\*0,707\*4,6=0

3,68-\*0.26=0

=14.2 Н

Сравнив полученный результат в первом и во втором случае убедимся, что , поэтому для обеспечения неизменности положения детали при обработке выбираем потребное усилие закрепления, т.е. Q=2603 Н.

Для расчета диаметра поршня пневмоцилиндра используем Q=2603 Н.

Для пневматических цилиндров двустороннего действия:

Q=0.785\*D\*p\*

где p=0,4 Мпа

- коэффициент учитывающий потери от трения

=0,95



Определяем стандартный диаметр пневматического цилиндра D=100мм. Диаметр штока d=25мм

Определим действительную силу пневмоцилиндра



**3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ ОСНАСТКИ**

***3.1 Исходные данные***

*3.1.1 Операция , 55 «Шлифовальная».*

1. Шлифовать наружный диаметр ∅19,2.

Оборудование: червячно –шлифовальный станок 5К881

2. Контрольное приспособление разработано на операцию 40 «Шлифование». Принципиальная схема приспособления представляет собой закрепление детали на оправке с установкой по наружной цилиндрической поверхности.

Данное контрольное приспособление является универсальным, легким в изготовлении, простым по конструкции и предназначено для контроля радиального биения наружного диаметра детали относительно базовой поверхности.

3. Расчет контрольного приспособления.

Расчет контрольного приспособления осуществляют на точность, при этом осуществляют суммарную погрешность измерения по формуле:

Δизм = 1/3 × Тк ;

где Тк – допуск на контролируемый размер, мм .

Т.е. Δизм = 1/3 × 0,03 = 0,01 мм .

Погрешность контрольного приспособления

δ = √δб + δп + δз + δм ,

где δб – погрешность базирования, мм;

расчет погрешности базирования проводим, исходя из максимального диаметра изготовления оправки и минимального базирующего диаметра:

Оправка ∅8 мм, вал ∅19,2 мм .

В таком случае имеем:

Оправка (max) ∅8,005 мм, (min) вал ∅19,2 мм

Погрешность базирования в таком случае будет равна

δб = 0,0025 мм ;

δп – погрешность передаточных устройств, мм;

δп = 1 – l1min/l2min = 1 – 12/13 = 0,002 мм ;

δм – погрешность показания прибора, мм;

Для индикатора многооборотного δп = 0,0025 мм

δз – погрешность закрепления, мм;

δ = √ 0,0025 + 0,002 + 0,0025 = 0,0025 мм

δпр = 0,0025 мм ≤ Δизм = 0,01 мм . Условие выполняется.

1. Описание конструкции и принципа работы.

Приспособление состоит из плиты- основания 7 с охватывающими. На плите посредством винтов 9 и гаек 10 крепятся стойка 4 и 11. Благодаря наличию охватывающих на основании, положение стоек регулируется в соответствии с габаритами контролируемого изделия. На стойках крепятся с натягом оправки 5 и 13. Для надежного крепления детали в оправке смонтирован пружинный механизм 12, позволяющий компенсировать зазор между деталью и оправкой, и исключает перекос детали, что влияет на погрешность измерения. На кронштейн 8 устанавливается стойка 1. Закрепление и фиксация стойки осуществляется при помощи винта 9. На стойке 1, посредством винта 6, устанавливается кронштейн 2, по которому осуществляется перемещение и фиксация индикатора 3.

Для снятия показаний с индикатора, т.е. для непосредственного контроля биения, необходимо повернуть деталь в оправке вокруг оси.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ПО РАЗДЕЛУ**

* 1. Каплунов Р.С. Точность контрольных приспособлений. – М.: Машиностроение, 1968.
  2. Левенсон Е.М. Контрольно – измерительные приспособления в машиностроении. – М.: Машгиз,1960.

**ВЫВОДЫ ПО ПРОЕКТУ**

Согласно заданию на курсового проекта, спроектирован технологический процесс изготовления вала. Технологический процесс содержит 65 операций, на каждую из которых указаны режимы резания, нормы времени, оборудование и оснастка. Для сверлильной операции спроектировано специальное станочное приспособление, которое позволяет обеспечить необходимую точность изготовления детали, а также требуемое усилие зажима.

При проектировании технологического процесса изготовления вала разработана карта наладки на токарную операцию №30, которая позволяет понять сущность настройки станка с ЧПУ при выполнении операции с автоматическим способом получения заданной точности.

При выполнении проекта была составлена расчетно-пояснительная записка, в которой подробно описываются все необходимые расчеты. Также расчетно-пояснительная записка содержит приложения, в которые входят операционные карты, а также чертежи.