**Введение**

В данной работе разрабатывается технологический процесс механической обработки матрицы с удлиненно-продолговатым отверстием. Матрица является деталью штампа, которая широко используется в машиностроении. Целью данной работы является определение различных характеристик, таких как скорости резания, силы резания, мощности и др. и полученным значениям характеристик выбор оборудований на котором будет выполняться данный технологический процесс, также рассчитывается время, которое необходимо для производства матрицы.

**Описание служебного назначения детали и**

**ее технологических требований**

Матрицы с удлиненно-продолговатым отверстием применяется для пробивки мелких отверстий, а также вырубки деталей круглой формы диаметром до 40 мм. Закрепляется путем прессовой посадки.

Матрицы подвергаются ударной нагрузке с сильной концентрацией напряжений на рабочих кромках или на рабочей поверхности. Поэтому к материалу матриц предъявляется требование высокой или повышенной твердости и износоустойчивости при наличии достаточной вязкости.

Материал заготовки – углеродистая сталь У10.

**Выбор типа производства**

Так как годовой выпуск матрицы 25 штук, то тип производства будет единичным.

Единичное производство характеризуется широтой номенклатуры, изготовляемых или ремонтируемых изделий и малым объемом выпуска изделий.

**Выбор способа получения заготовки**

Заготовку выбираем в виде прутка, получаемую прокатом по ГОСТ 2590-71.

Длина заготовки L = Н + а +4 + 40 = 74 мм.

Высота детали Н=25 мм.

Ширина отрезного резца а=5 мм.

На подрезку торца – 4 мм.

На зажим в патроне – 40 мм.

Диаметр заготовки D = 62 мм.

**Проектирование маршрута изготовления детали**

**Точение**

обработка наружной поверхности

1.1 Точение

1.2 Точение черновое

1.3 Точение чистовое

1.4 Точение тонкое

обработка торцовой поверхности

1.5 Точение черновое

1.6 Точение чистовое

подрезание фасок

1.7 Точение черновое

1.8 Точение чистовое

отрезание заготовки

1.9 Отрезка

**Фрезерование**

обработка наружной поверхности

2.1 Фрезерование черновое

2.2 Фрезерование чистовое

обработка отверстий

2.3 Фрезерование отверстия меньшего диаметра

2.4 Фрезерование отверстия большего диаметра

**Шлифование**

3.1 Шлифование внутреннего отвестия

3.2 Шлифование тонкое торцовой поверхности

3.3 Шлифование тонкое наружной цилиндрической поверхности

**Расчет и определение промежуточных припусков**

**на обработку поверхности.**

**1. Точение**

обработка наружной поверхности

1.1 Точение - 1мм

1.2 Точение черновое – 1.2 мм

1.3 Точение чистовое – 0.7 мм

1.4 Точение тонкое – 0.075 мм

обработка торцовой поверхности

1.5 Точение черновое - 2.8 мм

1.6 Точение чистовое - 1.15 мм

подрезание фасок

1.7 Точение черновое - 1.4 мм

1.8 Точение чистовое – 0.25 мм

отрезание заготовки

1.9 Отрезка – 31 мм

**2. Фрезерование**

обработка наружной поверхности

2.1 Фрезерование черновое – 1.2 мм

2.2 Фрезерование чистовое – 0.75 мм

обработка отверстий

2.3 Фрезерование черновое отверстия меньшего диаметра – 10 мм

2.4 Фрезерование черновое отверстия большего диаметра – 2 мм

**3. Шлифование**

3.1 Шлифование внутреннего отверстия – 0.01 мм

3.2 Шлифование тонкое торцовой поверхности - 0.05 мм

3.3 Шлифование тонкое наружной цилиндрической поверхности – 0.025 мм

**Расчет режимов резания**

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

**Точение**

**Глубина резания t***:* при черновой (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную t*,* равную всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обра­ботке — в зависимости от требований точно­сти размеров и шероховатости обработанной поверхности.

**Подача S:** при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничи­вающих факторов; при чистовой обра­ботке — в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной по­верхности.

**Скорость резания V:**рассчитывают по эмпи­рическим формулам, установленным для каж­дого вида обработки, которые имеют общий вид:

; (1)

где *Т* - стойкость инструмента

*S -* подача.

 - поправочный коэффициент

- коэффициент, учитывающий каче­ство обрабатываемого материала

 - коэффициент, отражающий состоя­ние поверхности заготовки

 - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента

 - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости



 - показатель степени

**Стойкость** *Т —* период работы инструмента до затупления, приводимый для различных ви­дов обработки, соответствует условиям одноинструментной обработки. При многоинструментной обработке период стойкости Т сле­дует увеличивать. Он зависит прежде всего от числа одновременно работающих инструмен­тов, отношения времени резания к времени рабочего хода, материала инструмента, вида оборудования. При многостаночном обслужи­вании период стойкости *Т* также необходимо увеличивать с возрастанием числа обслужи­ваемых станков.

**Сила резания.** Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую *Рz,* определяющую расходуемую на резание мощ­ность Nи крутящий момент на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитывают по эмпирическим формулам, значения коэффи­циентов и показателей степени в которых для различных видов обработки приведены в со­ответствующих таблицах.

Рассчитанные с использованием табличных данных силовые зависимости учитывают кон­кретные технологические параметры (глубину резания, подачу, ширину фрезерования и др.) и действительны при определенных значениях ряда других факторов. Их значения, соответ­ствующие фактическим условиям резания, получают умножением на коэффициент Кр — общий поправочный коэффициент, учи­тывающий измененные по сравнению с таб­личными условия резания, представляющий собой произведение из ряда коэффициентов. Важнейшим из них является коэффициент Кмр, учитывающий качество обрабатываемого ма­териала.

 (2)





Мощность резания определяют по формуле:

 (3)

**Фрезерование**

Конфигурация обрабатываемой поверхно­сти и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы. Ее размеры опреде­ляются размерами обрабатываемой поверхно­сти и глубиной срезаемого слоя. Диаметр фрезы для сокращения основного технологиче­ского времени и расхода инструментального материала выбирают по возможности наименьшей величины, учитывая при этом жест­кость технологической системы, схему реза­ния, форму и размеры обрабатываемой заго­товки.

**Глубина фрезерования t и ширина фрезерова­ния** *В —* понятия, связанные с размерами слоя заготовки, срезаемого при фрезеровании. Во всех видах фрезерования, за исклю­чением торцового, определяет продолжи­тельность контакта зуба фрезы с заготовкой; *t* измеряют в направлении, перпендикулярном к оси фрезы. Ширина фрезерования *В* опреде­ляет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резаний; *В* измеряют в направлении, парал­лельном оси фрезы. При торцовом фрезерова­нии эти понятия меняются местами.

**Подача.** При фрезеровании различают по­дачу на один зуб sz, подачу на один оборот фрезы s и подачу минутную sM, мм/мин.

**Скорость резания** — окружная скорость фрезы, м/мин,

 (4)

**Сила резания.** Вычисляется по формуле:

 (5)



**Крутящий момент,** Н м, на шпинделе

 (6)

где D – диаметр фрезы, мм.

**Мощность резания**, кВт

 (7)

**Шлифование**

Разработку режима резания при шлифова­нии начинают с установления характеристики инструмента. Окончательная характеристика абразивного инструмента вы­является в процессе пробной эксплуатации с учетом конкретных технологических условий.

Основные параметры резания при шлифо­вании:

- скорость вращательного или поступатель­ного движения заготовки V3, м/мин;

- глубина шлифования t, мм, — слой металла, снимаемый периферией или торцом круга в результате поперечной подачи на каждый ход или двойной ход при круглом или пло­ском шлифовании и в результате радиальной подачи sр при врезном шлифовании;

- продольная подача s - перемещение шли­фовального круга в направлении его оси в миллиметрах на один оборот заготовки при круглом шлифовании или в миллиметрах на каждый ход стола при плоском шлифовании периферией круга.

**Эффективная мощность,** кВт, при шлифова­нии периферией круга с продольной подачей:

 (8)

при шлифовании торцом круга

 (9)

где d - диаметр шлифования, мм; b - ширина шлифования, мм, равная длине шлифуемого участка заготовки при круглом врезном шли­фовании и поперечному размеру поверхности заготовки при шлифовании торцом круга.

**Точение**

Скорость резания, силы резания и мощность рассчитываем по формулам (1), (2), (3) соответственно

1.1 Точение наружной цилиндрической поверхности:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 350 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 1 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,8 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 146,3438 | мм/мин | n= | 665,8044521 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 138,474 | мм/мин | n= | 630 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 990,55961 | Н | Py | 307,6058 | Н | Px | 389,347 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 2,241287 | КВт |  |  |  |  |  |

1.2 Черновое точение наружной цилиндрической поверхности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 350 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 1,2 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 1 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 131,6979 | мм/мин | n= | 625,9999 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 132,5394 | мм/мин | n= | 630 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 1414,483 | Н | Py | 419,8659 | Н | Px | 544,8681 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 3,063313 | КВт |  |  |  |  |  |

1.3 Чистовое точение наружной поверхности:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 420 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 0,7 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,4 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 205,8071 | мм/мин | n= | 1009,917913 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 203,786 | мм/мин | n= | 1000 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 389,0767 | Н | Py | 131,1061 | Н | Px | 168,1456 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 1,295561893 | КВт |  |  |  |  |  |

1.4 Тонкое точение наружной поверхности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 420 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 0,075 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,2 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 330,5004 | мм/мин | n= | 1660,17179 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 318,5216 | мм/мин | n= | 1600 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 23,18095 | Н | Py | 10,13404 | Н | Px | 10,54021 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 0,125184858 | КВт |  |  |  |  |  |

1.5 Черновое точение торцовой поверхности:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 350 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 2,8 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,8 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 125,4009 | мм/мин | n= | 618,6924034 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 127,6928 | мм/мин | n= | 630 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 2807,49451 | Н | Py | 796,1543 | Н | Px | 1159,643 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 5,857792 | КВт |  |  |  |  |  |

1.6 Чистовое точение торцовой поверхности:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 420 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 1,15 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,25 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 209,8671 | мм/мин | n= | 1035,424774 | об/мин | - расчетнные | | |
|  | V= | 202,687 | мм/мин | n= | 1000 | об/мин | - принятые | | |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 449,6735 | Н | Py | 154,8443 | Н | Px | 216,6864 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 1,489264359 | КВт |  |  |  |  |  |

1.7 Черновое точение, подрезание фасок:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 350 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 1,4 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,8 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,35 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 139,141 | мм/мин | n= | 686,4822 | об/мин |  |  |  |
|  | V= | 127,6928 | мм/мин | n= | 630 | об/мин |  |  |  |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 1403,747 | Н | Py | 426,6485 | Н | Px | 556,202 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 2,928896 | КВт |  |  |  |  |  |

1.8 Чистовое точение, подрезание фасок:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 420 |  |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 0,25 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0,15 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,125 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,828 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 303,0848 | мм/мин | n= | 1495,334 | об/мин |  |  |  |
|  | V= | 324,2992 | мм/мин | n= | 1600 | об/мин |  |  |  |
| Сила резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 216,6751 | Н | Py | 22,46773 | Н | Px | 28,75484 | Н |  |
| Cp= | 300 |  | Cp= | 243 |  | Cp= | 339 |  |  |
| x= | 1 |  | x= | 0,9 |  | x= | 1 |  |  |
| y= | 0,75 |  | y= | 0,6 |  | y= | 0,5 |  |  |
| n= | -0,15 |  | n= | -0,3 |  | n= | -0,4 |  |  |
| Kp= | 3,2712 |  | Kp= | 0,63525 |  | Kp= | 0,9435 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 4 |  | Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  | Kфиp= | 1,11 |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1,25 |  | Kлp= | 0,85 |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  | Krp= | 1 |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |
| Мощность | | N= | 1,148163 | КВт |  |  |  |  |  |

1.9 Отрезание заготовки:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сv= | 47 |  |  | Kмv= | 1 |  | Kг= | 1 |  |
| T= | 45 | мин |  | Kпv= | 0,9 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| m= | 0,2 |  |  | Kиv= | 0,65 |  | nv= | 1 |  |
| t= | 5 | мм |  |  |  |  |  |  |  |
| x= | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| s= | 0,125 | мм/об |  |  |  |  |  |  |  |
| y= | 0,8 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kv= | 0,585 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | V= | 67,77714 | мм/мин | n= | 308,3582148 | об/мин |  |  |  |
|  | V= | 69,237 | мм/мин | n= | 315 | об/мин |  |  |  |
| Силы резания | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pz | 2014,15868 | Н | Py | 706,7382 | Н |  |  |  |  |
| Cp= | 408 |  | Cp= | 173 |  |  |  |  |  |
| x= | 0,72 |  | x= | 0,73 |  |  |  |  |  |
| y= | 0,8 |  | y= | 0,67 |  |  |  |  |  |
| n= | 0 |  | n= | 0 |  |  |  |  |  |
| Kp= | 0,8178 |  | Kp= | 0,5082 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  | Kmp= | 1 |  |  |  |  |  |
| Kфиp= | 0,94 |  | Kфиp= | 0,77 |  |  |  |  |  |
| Kyp= | 1 |  | Kyp= | 1 |  |  |  |  |  |
| Kлp= | 1 |  | Kлp= | 1 |  |  |  |  |  |
| Krp= | 0,87 |  | Krp= | 0,66 |  |  |  |  |  |
| n= | 0,75 |  | n= | 0,75 |  |  |  |  |  |
| Мощность | | N= | 2,278665 | КВт |  |  |  |  |  |

**Фрезерование**

2.1 Черновое фрезерование плоскости:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |
| Cv= | 390 |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| D= | 80 |  | Kпv= | 1 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| q= | 0,17 |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| T= | 120 | мин | Kv= | 0,92 |  |  |  |  |
| m= | 0,33 |  |  |  |  |  |  |  |
| t= | 1,2 |  |  |  |  |  |  |  |
| X= | 0,38 |  |  |  |  |  |  |  |
| Sz= | 0,04 |  | S= | 0,64 |  | Sм= | 800 |  |
| y= | 0,28 |  |  |  |  |  |  |  |
| B= | 16,8 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | -0,05 |  |  |  |  |  |  |  |
| z= | 16 |  |  |  |  |  |  |  |
| p= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V= | 312,202025 | n= | 1242,842 |  |  |  |  |  |
| V= | 314 | n= | 1250 |  |  |  |  |  |
| Сила резания | |  |  | Крутящий момент | |  |  |  |
| Pz= | 629,9220916 |  |  | Mкр= | 251,9688 | Н/м |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cp= | 101 |  |  | Мощность резания | | |  |  |
| x= | 0,88 |  |  | N= | 3,231953 | КВт |  |  |
| y= | 0,75 |  |  |  |  |  |  |  |
| n= | 1250 | мм/об |  |  |  |  |  |  |
| w= | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| q= | 0,87 |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |

2.2 Чистовое фрезерование плоскости:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |
| Cv= | 390 |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| D= | 80 |  | Kпv= | 1 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| q= | 0,17 |  | Kиv= | 1,15 |  | nv= | 1 |  |
| T= | 120 | мин | Kv= | 0,92 |  |  |  |  |
| m= | 0,33 |  |  |  |  |  |  |  |
| t= | 0,75 |  |  |  |  |  |  |  |
| X= | 0,19 |  |  |  |  |  |  |  |
| Sz= | 0,01953125 |  | S= | 0,3125 |  | Sм= | 500 |  |
| y= | 0,28 |  |  |  |  |  |  |  |
| B= | 21,3 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | -0,05 |  |  |  |  |  |  |  |
| z= | 16 |  |  |  |  |  |  |  |
| p= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V= | 437,1080975 | n= | 1740,08 |  |  |  |  |  |
| V= | 401,92 | n= | 1600 |  |  |  |  |  |
| Сила резания | |  |  | Крутящий момент | |  |  |  |
| Pz= | 308,4850432 |  |  | Mкр= | 123,394 | Н/м |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cp= | 101 |  |  | Мощность резания | | |  |  |
| x= | 0,88 |  |  | N= | 2,02592 | КВт |  |  |
| y= | 0,75 |  |  |  |  |  |  |  |
| n= | 1600 | мм/об |  |  |  |  |  |  |
| w= | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| q= | 0,87 |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

2.3 Фрезерование отвестия меньшего диаметра:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |
| Cv= | 46,7 |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| D= | 10 |  | Kпv= | 1 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| q= | 0,45 |  | Kиv= | 1 |  | nv= | 1 |  |
| T= | 70 | мин | Kv= | 0,8 |  |  |  |  |
| m= | 0,33 |  |  |  |  |  |  |  |
| t= | 10 |  |  |  |  |  |  |  |
| х= | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| Sz= | 0,02 |  | Sм= | 100 |  |  |  |  |
| y= | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| B= | 6,25 | (за 1 проход, всего за 4 прохода снимается 19 мм) | | | | | | |
| u= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| z= | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| p= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V= | 41,99673382 | n= | 1337,476 |  |  |  |  |  |
| V= | 39,25 | n= | 1250 |  |  |  |  |  |
| Силы резания | |  |  | Крутящий момент | |  |  |  |
| Pz= | 1019,684881 |  |  | Mкр= | 50,98424 | Н/м |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cp= | 68,2 |  |  | Мощность резания | | |  |  |
| x= | 0,86 |  |  | N= | 0,653965 | КВт |  |  |
| y= | 0,72 |  |  |  |  |  |  |  |
| n= | 1250 | мм/об |  |  |  |  |  |  |
| w= | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| q= | 0,86 |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |

2.4 Фрезерование отверстия большего диаметра:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Скорость резания | |  |  |  |  |  |  |  |
| Cv= | 46,7 |  | Kмv= | 0,8 |  | Kг= | 0,8 |  |
| D= | 11 |  | Kпv= | 1 | Сигма в= | | 750 | МПа |
| q= | 0,45 |  | Kиv= | 1 |  | nv= | 1 |  |
| T= | 70 | мин | Kv= | 0,8 |  |  |  |  |
| m= | 0,33 |  |  |  |  |  |  |  |
| t= | 2 |  |  |  |  |  |  |  |
| х= | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| Sz= | 0,05 |  | Sм= | 315 |  |  |  |  |
| y= | 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| B= | 18 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| z= | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| p= | 0,1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V= | 55,77222529 | n= | 1614,714 |  |  |  |  |  |
| V= | 55,264 | n= | 1600 |  |  |  |  |  |
| Силы резания | |  |  | Крутящий момент | |  |  |  |
| Pz= | 1311,183155 |  |  | Mкр= | 72,11507 | Н/м |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cp= | 68,2 |  |  | Мощность резания | | |  |  |
| x= | 0,86 |  |  | N= | 1,184007 | КВт |  |  |
| y= | 0,72 |  |  |  |  |  |  |  |
| n= | 1600 | мм/об |  |  |  |  |  |  |
| w= | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| u= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| q= | 0,86 |  |  |  |  |  |  |  |
| Kmp= | 1 |  |  |  |  |  |  |  |

**Шлифование**

3.1 Шлифование внутреннего отверстия:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| СN= | 0,27 |  |  |
| Vз= | 25 | м/мин |  |
| r= | 0,5 |  |  |
| t= | 0,01 |  |  |
| x= | 0,4 |  |  |
| s= | 2,1 | мм/об |  |
| y= | 0,4 |  |  |
| d= | 10 | мм |  |
| q= | 0,3 |  |  |
|  |  |  |  |
|  | N= | 0,574409 | КВт |

3.2 Шлфование торцовой поверхности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| СN= | 2,65 |  |  |
| Vз= | 25 | м/мин |  |
| r= | 0,5 |  |  |
| t= | 0,05 |  |  |
| x= | 0,5 |  |  |
| s= | 3,8 |  |  |
| y= | 0,55 |  |  |
| d= | 63 | мм |  |
| q= | 0 |  |  |
|  |  |  |  |
|  | N= | 6,174217 | КВт |

3.3 Шлифование наружной поверхности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| СN= | 2,65 |  |  |
| Vз= | 15 | м/мин |  |
| r= | 0,5 |  |  |
| t= | 0,025 |  |  |
| x= | 0,5 |  |  |
| s= | 5,7 | мм/об |  |
| y= | 0,55 |  |  |
| d= | 56 | мм |  |
| q= | 0 |  |  |
|  |  |  |  |
|  | N= | 4,226615 | КВт |

**Техническое нормирование**



где l – рассчитанная длина пути режущего инструмента

i – число проходов

**1. Точение**

обработка наружной поверхности

1.1 Точение - 3,45с

1.2 Точение черновое – 2,19с

1.3 Точение чистовое – 3,45с

1.4 Точение тонкое – 4,31с

обработка торцовой поверхности

1.5 Точение черновое - 3,3с

1.6 Точение чистовое - 6,72с

подрезание фасок

1.7 Точение черновое - 1с

1.8 Точение чистовое – 1,5с

отрезание заготовки

1.9 Отрезка – 47,23с

**2. Фрезерование**

обработка наружной поверхности

2.1 Фрезерование черновое – 7,2с

2.2 Фрезерование чистовое – 13,44с

обработка отверстий

2.3 Фрезерование черновое отверстия меньшего диаметра – 230,4с (на одну сторону)

2.4 Фрезерование черновое отверстия большего диаметра – 19,5с (на одну сторону)

**3. Шлифование**

3.1 Шлифование внутреннего отверстия – 1,09с

3.2 Шлифование тонкое торцовой поверхности - 4,57с

3.3 Шлифование тонкое наружной цилиндрической поверхности – 3,05с

Общее время Т=605,33с (10 м 5,33 с)

**Выбор инструментов и станков**

Выбор инструментов:

Для обработки наружной цилиндрической и торцовой поверхностей используется токарный проходной упорный резец ГОСТ 18879 – 73.

h = 16 мм – высота резца;

L = 100 мм – длина резца;

b = 10 мм – ширина резца;

l = 10 мм – длина режущей кромки;

R = 0,5 мм – радиус закругления режущей кромки;

Материал режущей кромки Т15К6

Для подрезания фаски используется токарный проходной отогнутый резец ГОСТ 18868 – 73.

H = 16 мм – высота резца;

B = 10 мм – ширина резца;

L = 100 мм – длина резца;

m = 8 мм – расстояние от режущей кромки до державки;

a = 8 мм – длина режущей кромки;

r = 0,5 мм – радиус закругления режущей кромки;

При отрезании используем отрезной резец с наклонной режущей кромкой

Ширина лезвия = 5 мм.

Угол наклона = 10о

Материал режущей кромки Т5К10

При фрезеровании наружной поверхности используем цилиндрическую фрезу с мелким зубом ГОСТ 3752 – 71.

L = 50 мм – длина фрезы;

D = 80 мм – диаметр фрезы;

d = 22 мм – внутренний диаметр фрезы;

z = 16 мм – число зубьев фрезы;

Материал: Т15К6

При фрезеровании отверстий используем концевую фрезу Р6М5 ГОСТ 17025 – 71.

L = 79 мм – длина фрезы;

D = 10/11 мм – диаметр фрезы;

l = 22 мм – длина режущей части фрезы;

Материал: Р6М5

Для внутреннего шлифования используется абразивный круг ГОСТ 17123 – 79.

D = 10 мм – диаметр круга;

d = 3 мм – внутренний диаметр круга;

h = 7 мм – ширина круга;

Зернистость 40

Твердость С1

Шлифовальный материал 2А

Для шлифования наружной цилиндрической поверхности и торцевой поверхности используется абразивный круг ГОСТ 17123 – 79.

D = 150 мм – диаметр круга;

d = 51 мм – внутренний диаметр круга;

B = 19 мм – ширина круга;

Зернистость 50

Твердость СМ1

Шлифовальный материал 2А

Выбор станков:

1. Для точения обтачивания, подрезания фасок и подрезания торцов: токарно-винторезный станок 16К20;
2. Для фрезерования цилиндрической фрезой: горизонтально-фрезерный станок 6М82Г;
3. Для фрезерования отверстий: вертикально-фрезерный станок 6М12П;
4. При внутреннем шлифовании используем внутришлифовальный станок 3К227А;
5. При шлифовании наружных поверхностей выбираем плоскошлифовальный станок 3Д740А.