2 Технологическая часть

2.1 Выбор и обоснование типа производства

Ориентировочно тип производства выбираем по программе выпуска и массе детали 4,021 кг. Ориентировочно принимаем крупносерийное производство и программу выпуска N=60000 шт.

Определяем величину оптимальной партии

Nопт = (Nвып/Ф) ∙ t, (1)

где Nвып – величина оптимальной партии, Nвып = 60000 шт;

 Ф – число рабочих дней в году на 2021 год, Ф=247 дней в году;

 t – необходимый запас деталей на складе, t=2-30 дней. Принимаю t=2.

Nопт=(60000/247)∙2=486 шт.

Определяем действительный фонд времени работы оборудования:

Fg=[(Дк-Дв-Дпр)∙Тсм-Тсокр]∙c∙(1-а/100), (2)

где Дк – количество календарных дней в году, Дк=365 дней;

 Дв и Дпр – количество выходных и праздничных дней в году, Дв и Дпр=118 дней;

 Тсм – продолжительность рабочей смены в часах, Тсм=8 ч.;

 Тсокр – сокращение продолжительности смены перед праздниками, Тсокр =7 ч;

 с – количество смен, с=2;

 а – процент потерь времени на ремонт и регламентированные потери, а=4%.

Fg=[(365-118)∙8-7]∙2(1-4/100) =3780 часов

Находим величину такта выпуска:

τ = (Fg∙60)/Nвып, (3)

где Fg – действительный фонд времени работы оборудования, Fg=3780ч;

 Nвып – величина оптимальной партии, Nвып=60000шт.

τ = (3780∙60)/60000=3,78 мин

При передаче обрабатываемых заготовок не поштучно, а транспортными партиями кроме такта должен быть определен ритм:

R=τ∙n, (4)

где τ - такт выпуска, τ=3,78 мин;

 n - число деталей в транспортной партии, n=486 шт.

R = 3,78 ∙ 486 = 1837 мин.

Определяем среднее штучное время:

Тшт.ср = ∑Тшт /l, (5)

где Тшт – штучное время, Тшт =10,74 мин;

 1-количество выполняемых операций, l=1.

Тшт.ср= 11,24/1=11,24мин

Определяем коэффициент серийности:

Кс=τ/Тшт.ср, (6)

где τ – такт выпуска, τ=3,78 мин;

 Тшт.ср – среднее штучное время, Тшт.ср=10,74 мин.

Кс= 3,78/10,74=0,35

При коэффициенте серийности Кс меньше единицы, тип производства считается массовым

2.2 Выбор метода получения заготовки

Выбор заготовки означает определение рационального метода ее получения, назначение требуемых припусков на механическую обработку и выявление комплекса механических требований, характеризующих геометрическую точность заготовки. Процессы получения заготовок тесно связаны с последующей обработкой. Трудоемкость последней в большой степени зависит от точности выполнения заготовок и от приближения их конфигурации к конфигурации готовых деталей. Заготовку для червяка из стали 40Х можно получить ковкой.

Наиболее приемлемым методом является ковка на ковочно-гидравлическом прессе. Наружные поверхности поковки имеют штамповочные уклоны 1,5 - 20, переходы поверхностей выполнены с радиусом скругления 3-5мм.

Назначение припусков на заготовку.

Назначаем припуски на номинальные размеры. Припуски на обработку заготовок, изготавливаемые горячей объемной штамповкой зависят от веса заготовки и габаритных размеров детали точности Т4, группы стали М2 (углерода свыше 0,42 до 0,50 %) и степени сложности С2. Приведенным данным соответствует 12о исходный индекс. Значения припусков свожу в таблицу 4.

Назначаем допуски на номинальные размеры. Допускаемые отклонения(±) по размерам на штампованные поковки ГОСТ 7505 зависят от массы поковки, группы стали, степени сложности и номинального размера

Таблица 4 - Припуски и допуски на заготовку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Диаметр или длина детали | Припуски | Допуски | Размер заготовки |
| Ø 35 | 1,6 х 2 | +1,3-0,7 | Ø 38,2 | +1,3-0,7 |
| Ø 35 | 1,6 х 2 | +1,3-0,7 | Ø 37,2 | +1,3-0,7 |
| Ø 50 | 1,7 х 2 | +1,4-0,8 | Ø 53,4 | +1,4-0,8 |
| 31 | +1,6 – 1,6 | +1,3-0,7 | Ø 30 | +1,3-0,7 |
| 60 | -1,7 х 2 | +1,4-0,8 | Ø 63,4 | +1,4-0,8 |
| 127 | +1,8 – 1,8 | +1,6-0,9 | 127 | +1,6-0,9 |

Определение массы заготовки

Рассчитываем вес заготовки Qз

$Q\_{з}=Q\_{1}+Q\_{2}-Q\_{3}$ (7)

$Q=\frac{π}{4}∙D^{2}∙L∙γ$, (8)

где γ - удельный вес материала, для стали γ = 7,85 г/см3

Условно делим заготовку на простые тела вращения – цилиндры размерами:

где D- наружный диаметр, см;

 L - высота цилиндра, см;

Вычисляем вес заготовки

Q1 =3,14/4 ∙352∙31∙7,85=234,01 гр.

Q 2 =3,14/4∙502∙60∙7,85=924,34 гр.

Q 3= 3,14/4∙352∙127∙7,85=958,69 гр.

Qобщ=Q1+Q2+Q3=234,01+924,34+958,69= 2117,04 гр. =2,117 кг

Определение коэффициента использования материала

Для обоснования правильности выбора метода заготовки определяем коэффициент использования материала

Ким. = Q дет. /Q заг, (9)

где Q дет.- масса детали, кг;

 Q заг.- масса заготовки, кг.

Ким.=1,913/2,117= 0,9

Разработка эскиза представлено на рисунке 1 и технических требований на заготовку.



Рисунок 1 - Эскиз заготовки

Технические требования на заготовку

1) Штамповка М2С2Т4 по ГОСТ 7505-89;

2) Нормализовать при Т 845 0С до НВ 167…207;

3) Неуказанные радиусы скругления 2…3 мм

4) Поверхностные дефекты допустимы на глубину не более 0,5 фактического припуска на обработку.

2.3 Разработка технологического маршрута

Маршрут обработки представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Маршрут обработки

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Операция | Установ | Переход | Содержание операции | Оборудованиеприспособление | Базы |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 005 | А |  | ШтамповочнаяУстановить в ручей штампа, закрепить, снять. | Горизонтально ковочная машина (ГКМ) В1138 |  |
| 1 | Ковать заготовку Ø 50-0.62, выдерживая размер L=$218\_{-0.9}^{+1.6}$ |
| 010 |  | 1 | КонтрольПроверить размер $225\_{-0.9}^{+1.6}$ | Стол контроля |  |
| 015 |  | 1 | ТранспортированиеТранспортировать заготовку в механический цех | Робокар FS02/003N – Kawasaki F-серия |  |
| 020 | А | 12 | Фрезерно-центровальнаяУстановить в тискиФрезеровать торец Ø55-0.62 ммФрезеровать торец, снимая припуск 2,5 мм.Центровать отверстия Ø4-0.62 мм выдерживая размер 6-0,62 мм | Полуавтомат фрезерно-центровально-обточной 2Г942 |  |
| 025 |  |  | КонтрольПроверить размер $218\_{-0.9}^{+1.6}$ | Стол контроля |  |
| 030 |  |  | ТранспортированиеТранспортировать заготовку в механический цех | Робокар FS02/003N – Kawasaki F-серия |  |
| 035 | АБВ | 1234567 | МногоцелеваяУстановить круг в патрон, снять.Поджать центром задней бабкиТочить поверхность Ø50-062 до кулачковТочить поверхность Ø45-0.62, выдерживая размер 165+0,8Точить поверхность Ø35+0,18, выдерживая размер 128+0,18 ммФрезеровать пазы на поверхности выдерживая размеры Ø10; 32 Отвести центрСверлить отверстие Ø5+0,08 выдерживая размер 18+0,18Зенковать фаску 1,6х45ºНарезать резьбу М6 | Многоцелевой станокOKUMACерияMULTUS BIТрехкулачковый самоцентрирующий клиновой патрон со встроенным гидроцилиндром | Поверхность Ø55 с упором в торец Ø55 |
| Продолжение таблицы 5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | Г | 891011 | Переустановить заготовку в противошпиндельТочить поверхность Ø$45\_{-0,9}^{+1,6}$ выдерживая размер 46-0,15Точить поверхность Ø35 мм выдерживая размер 31-,8Точить фаску 1,6х45ºТочить кольцевые выточки, выдерживая размер 0,25; 3; R1 под выход шлифовального круга |  |  |
| 040 |  |  | КонтрольПроверить размеры размер ы $50\_{-0,9}^{+1,6}$; Ø$31\_{-0,8}^{+1,4}$ и размер 31; Ø$45\_{-0,9}^{+1,6}$ и размер $15\_{-0,8}^{+1,4}$; Ø$10\_{-0,8}^{+1,4}$ и размер $32\_{-0,8}^{+1,4}$размер; Фаска 1,6 х 450; резьбу М6 | Стол контроля |  |
| 045 |  |  | ТранспортировочнаяТранспортировать деталь в термический цех | Робокар FS02/003N Kawasaki F-серия |  |
| 050 |  |  | ТермическаяЗакалка с высоким отпуском при Т 600ºС до НВ 260…280, охлаждение на воздухе | Печь ТВЧ |  |
| 055 |  |  | КонтрольПроверить НВ 260…280 | Стол контроля |  |
| 060 |  |  | ТранспортированиеТранспортировать заготовки в механический цех | Робокар FS02/003N – Kawasaki F-серия |  |
| 065 | А | 12 | ШлифовальнаяУстановить деталь в патронШлифовать поверхности Ø45К7 , Шлифовать поверхность Ø35К7 | Paragon GU-3210CNC |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 070 |  |  | КонтрольПроверить: $Ø45\_{+0,02}^{+0,042}$ , $Ø35\_{+0,028}^{+0,042}$ и размер 30Ø$35\_{-0,8}^{+1,4}$ и размер 84,  | Стол контроля |  |
| 075 |  |  | ТранспортировочнаяТранспортировать на склад готовой продукции | Робокар FS02/003N – Kawasaki F-серия |  |

2.4 Выбор и обоснование баз

Выбор технологических баз и последовательности обработки поверхностей заготовки является наиболее ответственным этапом разработки технологического процесса.

Правильность принятых решений на этом этапе технологического проектирования во многом определяет достижение требуемой точности детали в процессе её изготовления и экономичность технологического процесса.

При обработке деталей необходимо стремиться вести обработку на одной базовой поверхности или обрабатывать деталь, используя минимальное число баз.

Подготавливаем чистовую базу: на токарном станке модели Многоцелевой станок OKUMA Cерия MULTUS BII используя черновую базу, заготовку зажимаем за необработанную поверхность Ø50 мм с упором в торец. На последующих многоцелевые 020, операциях в качестве баз, используем поверхность Ø50 мм с упором в торец.

Выбранные базы имеют правильную геометрическую форму, обрабатываются с точностью по 9,14 квалитетам и обеспечивают надёжное закрепление детали, а также требования, предъявляемые чертежом.

2.5 Определение припусков на обработку

Определение припусков на обработку поверхности Ø$35\_{-0,025}^{0}$

Заготовка – поковка.

Технологический маршрут обработки:

1) Предварительно точить поверхность Ø35,5 по 9 квалитету$(\_{-0,52}^{0}$) шероховатостью$ \sqrt{Ra 2,5}$.

2) Окончательно точить поверхность Ø35 по 7 квалитету$(\_{-0,025}^{-0})$ шереховатостью$ \sqrt{Ra 0,8}$.

Суммарное отклонение

$ρ\_{з}=\sqrt{ρсм2 + ρкор2}$, (10)

где ρсм – погрешность заготовки по смещению, ρсм = 0,7мм;

 ρкор – погрешность заготовок по короблению, ρкор = 0,5мм.

$$ρ\_{з}=\sqrt{0,52 + 0,62 = 0,61 мм}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительного обтачивания

ρ1=0,06∙610=36,6 мкм

после окончательного обтачивания

ρ2=0.04∙610=24,4 мкм

Расчет минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой:

2Zmin=2(Rzi-1+Ti-1+ρi-1) (11)

где Rz*i*– 1- величина микронеровностей;

 Т*i-*1– величина дефектного слоя;

 Pi-1 – суммарное значение пространственных отклонений

под предварительное растачивание:

2Zmin1=2(150+250+610)=2∙1010мкм=1620мкм

под окончательное точение

2Zmin2=2(50+50+36,6)=2∙136,6мкм=273,2мкм

Расчетный размер dр вычисляем путем прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода:

для предварительного точения

dр1=34,98+0,273=35,25≈35,3 мм

для окончательного точения

dрз=34,8+1,620=36,42 мм

Определяю наибольшие и наименьшие размеры:

dmax2=34,98+0,052=35,032мм≈35,03 мм

dmax1=34,8+0,025=34,825 мм

dmaxз=36,42+1,27=37,69 мм

Предельные значения припусков Zmax определяем, как разность наибольших предельных размеров и Zmin - как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

для окончательного точения

2Zmax2=35,3-35,03=0,285 мм=285мкм

2Zmin2=34,98-34,8=0,18 мм= 180мкм

для предварительного точения

2Zmax1=37,69-35,005=2,685мм=2685мкм

2Zmin1=36,42-35,03=1,39мм=1390мкм

Нахожу общие припуски:

$$Z\_{0\_{min}}=1390+180=3,56мм=1570мкм$$

$$Z\_{0\_{max}}=2685+285=2970мкм=2,97мм$$

Величину номинального припуска в данном случае определяем с учетом несимметричного расположения поля допуска заготовки:

Zоном = Zоmin+Нз-Нд (12)

где Нз - поля допуска заготовки, Нз=2,2мм

 Нд – поля допуска детали, Нд=0,021мм

Zоном =3,56+0,31-0,025=3,845мм=3845мкм

Находим величину номинального диаметра путем вычитанием минимального размера детали с общим припуском на все переходы:

dзном=$d\_{д ном}+Z\_{о ном}=34,075+3,845=37,96мм$



Рисунок 2 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности Ø$25f7\_{-0,041}^{-0,020}$

2.6 Выбор оборудования, приспособлений и инструментов

При выборе оборудования руководствуются требованиями, предъявляемыми к обрабатываемой детали: формами поверхностей, габаритными размерами и точностью размеров.

Машина горизонтально-ковочная универсальная с вертикальным разъемом матриц В1138 предназначена для заготовительной операции 005.

Технические характеристики универсальной горизонтально-ковочной машины с вертикальным разъемом матриц В1138:

Мощность резания:

 Заготовки круглого сечения…………….………………..…….………..Ø90 мм

Номинальное усилие …………………...…………..………………........6300 кН

Ход высадочного ползуна ……….………………………...……………..350 мм

Мощность главного двигателя……………………...…….……………....45 кВт

Ход подвижной матрицы…….…………...…...………………………….160 мм

Ход высадочного ползуна ….………………………...……...........……....350 мм

Мощность двигателя главного движения ……………………...………..45 кВт

Габариты…………………………………………….....……..5000∙3330∙2880 мм

Масса……………………………………………........…………...….…...55000кг

Окончательную токарную, сверлильную, фрезерную обработку на 020 операции осуществляем на многоцелевом станке модели Многоцелевой станок OKUMA серия MULTUS B200 II

Многоцелевой станок OKUMA серия MULTUS B200 II – это наиболее популярные многоцелевые станки в мире. Объединяют в себе токарных и фрезерно-сверлильных станков с ЧПУ и позволяют делать детали самой сложной конфигурации. OKUMA выполняет операции точения, растачивания, фрезерования (до 5-ти осей), сверления, и т.д. Заготовка загружается на MULTUS один раз, снимается полностью обработанная деталь. При этом возможна обработка из цельного блока материала, соответственно исключается оснастка. Это позволяет эффективно обрабатывать мелкие партии деталей, вплоть до одной штуки. Цель оборудования MULTUS – прорыв от серийного производства к производству под заказ. Обеспечиваются минимальные сроки от поступления заказа до изготовления детали. Широкий размерный ряд позволяет изготавливать как мелкие детали, так и крупные детали. Есть модели с противошпинделем, а также с дополнительной нижней револьверной головкой.

Характеристики многоцелевого станка OKUMA серия MULTUS BII:

Максимальный обрабатываемый диаметр, мм………………...…………….600

Перемещение по осям (Х-/У-/Z-/W-)……….………….500/160/600-800/810мм

Вместимость магазина………………………………………...………………..60

Отверстие шпинделя, мм…………………………………………...………......80

Максимальная частота вращения шпинделя………......6000об/мин/АС 11кВт

Высота, мм…………………………………………………...…………….....2582

Вес, кг……………………………………………………...…...…...….7000-8000

Мощность шпинделя…………………….……....12000об/мин/ 11 кВт (10 л.с.)

Габариты, мм…………………………………………...…………...…3925х2210

Цена……………………………………………………………………...12708120

Выбор приспособления

Для установки заготовки при обработке на многоцелевом станке применяю трехкулачковый самоцентрирующий патрон со встроенным гидроцилиндром.

Выбор режущего инструмента

Для наружной токарной обработки применяю державку фирмы KORLOY SDJNR/L2020-M20 правого и левого исполнения

С – система крепления винтом;

С – форма пластины: 55° ромб;

J – исполнение режущей кромки: форма 55°, имеется смещение;

N – задний угол пластины 6°;

R – направление инструмента: левое;

20 – высота державки;

27 – ширина;

M – длина державки, 125мм;

Для наружного чернового точения принимаю твердосплавную пластинку c покрытием фирмы КORLOY DNMG150604 - GF.

С – форма: ромб; угол при вершине: 80°;

N – задний угол: 0°;

М – точность: высота угла ±0,08 - ±0,18; точность ±0,13; диаметр вписанной окружности ±0,05 - ±0,13;

G – цилиндрическое отверстие, двухстороннее;

12,7 – длина режущей кромки;

06 – толщина 4,76 мм;

08 – радиус 0,8мм;

GF – стружколом, чистовая обработка.

12,9 – длина пластинки.

Для наружного чистового точения принимаю твердосплавную пластинку c покрытием фирмы KORLOY CCGT060202R-G IX7020

С – форма: ромб; угол при вершине: 80°;

N – задний угол: 0°;

М – точность: высота угла ±0,08 - ±0,18; точность ±0,13; диаметр вписанной окружности ±0,05 - ±0,13;

G – цилиндрическое отверстие, односторонняя;

6,5 – длина режущей кромки;

06 – толщина 2,38 мм;

08 – радиус 0,2 мм;

GF – стружколом, чистовая обработка.

Для точения кольцевой выточки применяю специальный резец с твердосплавной пластинки фирмы KORLOY CNMG 090304-HF.

Для нарезания рерьбы применяется специальный метчик Метчик Yamawa HSS-E TIN

Для обработки глухого отверстия применяю твердосплавное сверло марки DSX0500F03 с цилиндрическим хвостовиком фирмы.

D – сверло спиральное;

S – твердосплавное;

X – со спиральными каналами для подвода СОЖ;

500 – диаметр сверла 5 мм;

Для обработки пазов используется концевая фреза KORLOY LNE 14 2223-0314

Шлифование поверхности производится шлифовальным кругом Э, ЭБ40С1К35м/с ГОСТ 2424

Выбор вспомогательного инструмента

Для сверлильной операции применяю головку со сменными зажимными цангами для крепления сверла с цилиндрическим хвостовиком, прямые.

Для токарной операции применяю резцовый блок с продольным пазом.

Для шлифовальной операции применяю оправку для шлифовального круга.

Выбор измерительного инструмента или приспособления

Для контроля диаметров применяю прибор трёхточечной скобы накидного типа.

2.7 Расчет режимов резания

Переход 2 точить поверхность Ø55 мм, выдерживая размер Ø50

На многоцелевом станке подрезать торец, выдерживая размер 218. Материал заготовки Сталь 40Х твердостью 170МПа. Заготовка - поковка.

1 Для обработки выбирается токарный резец со сменными твердосплавными пластинами. Материал корпуса резца – сталь 45, сечение державки 20х20 мм. Геометрические параметры: φ = 800; r = 1 при вершине γф= 0 ͦ , α = 10 ͦ, ƛ = 0 ͦ, φ1 = 80 ͦ.

I 1 Глубина резания

$t=\frac{D-d}{2}$ (13)

где D – диаметр заготовки, D=55 мм;

 d – диаметр детали, d=50 мм.

$$t=\frac{55-50}{2}=2,5мм$$

1 Назначаю подачу s = 0,10мм/об.

2 Назначаю период стойкости резца по рекомендуемым для выбранной пластинки режимам резания Т = 100 мин.

3 Назначаю скорость резания Vрез=22 м/мин

4 Определяю частоту вращения шпинделя:

$n=\frac{1000V}{πD},$ (14)

где Vрез – скорость резания, Vрез=22 м/мин;

 D – диаметр заготовки, D=53,4 мм.

$$n=\frac{1000∙22}{3,14∙53,4}=131об/мин$$

5 Определяю действительную скорость резания

$V=\frac{πDn}{1000}$*,* (15)

где D – диаметр заготовки, D=53,4 мм ;

 nд – частота вращения шпинделя, nд=131 об/мин.

$$V\_{д}=\frac{3,14∙53,4∙131}{1000}=21,96 м/мин$$

6. Проверяю достаточна ли мощность привода станка.

$N\_{рез}=\frac{Р\_{z}∙V\_{д}}{60∙102}$ кВт, (16)

$Р\_{z}=C\_{p}∙t^{p\_{z}}∙S^{yp\_{z}}∙V^{np\_{z}}∙K\_{p\_{z}}$, (17)

$P\_{z}=247∙2.5^{1}∙0.1^{1}∙0,37^{0}∙5=308,8$ H

где Cр = 247; xpz = 1; уpz = 1; npz = 0.

Учитывается поправочный коэффициент на силу резания:

$$К\_{мр\_{z}}=\left(\frac{σ\_{B}}{75}\right)^{n\_{p}} = \left(\frac{640}{75}\right)^{0.75}= 5$$

где σB = 640; np = 0,75.

Прочие поправочные коэффициенты на силу резания при заданных условиях обработки не влияют

$$P\_{z}=9,81∙С\_{р\_{z}}∙t^{xp\_{z}}∙V^{np\_{z}}∙S^{yp\_{z}}∙K\_{mp\_{z}}=9,81∙247∙2,5^{1}∙0,1^{1}∙0,37^{0}$$

$$=605,8 H\~61,8 кгс$$

$N\_{рез}=\frac{61,8∙21,96}{60∙102}=0,22$ кВт

8 Проверяем достаточна ли мощность привода станка. Мощность на шпинделе Nшт.=Nд·η=10·0,75=7,5 кВт. Следовательно, Nрез < Nшт (0,22≤ 7,5), то есть условие соблюдается

II Основное время

$Т\_{о}=\frac{L∙i}{n∙S}$ , (18)

где L – длина рабочего хода;

 i – число проходов, i=1;

 n – частота вращения шпинделя, n=131 мм/об;

 S – подача, S=10 об/мин.

$L=\frac{D-d}{2}+y+∆$ (19)

где D –диаметр заготовки;

 d – диаметр детали;

 l – длина обрабатываемой поверхности.

у =$ tctgφ=1,7ctg80°=0,3$ мм

где у – врезание,у=0,3мм;

 $∆$ - перебег, $∆$=2

L=1,7+0,3+2=4 мм

$Т\_{о}=\frac{4∙1}{131∙0,10}=0,3 мин$ (20)

Переход 24. Сверлить отверстие ø5+0,43 выдерживая размер 15±0,21мм.

1 Для сверления стали с НВ160-240 и диаметре сверла 5 мм подача so=0,25…0,28 мм/об

Принимается среднее значение диапазона so=0,25 мм/об

2 Проверяю принятую подачу по осевой составляющей силы резания, допускаемой прочностью механизма подачи станка. Для этого определяем составляющую силы резания

$Р\_{о}=С\_{р}D^{q\_{p}}s\_{o}^{y\_{p}}K\_{p};$ (21)

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, D=5 мм;

 so – подача, sо=0,25 мм/об;

 Ср , qp, yp – коэффиөиенты для сверлильной операции;

Выписываю коэффициент и показатели степеней формулы для сверления конструкционной стали с НВ160-240 инструментом из твердого сплава: Ср=143; qp=1,0; yp=0,7

Учитываю поправочный коэффициент на осевую составляющую силы резания Кр = $K\_{м\_{p}}$

Kмpz= $(\frac{190}{НВ})$n; (22)

Показатель степени np . Для обработки стали 40Х сверлом из твердого сплава np=0,75. По условию НВ190. Тогда

Кмpz= ($\frac{190}{190})$0.75= 1

Подставляю все найденные величины в формулу

$$Р\_{о}=9,81143∙5∙0,25^{0,7}∙1=9,81∙143∙50,38∙1$$

$$=2665Н (\~272кгс)$$

3 Назначаю период стойкости сверла

Для сверла диаметром D=5 мм при обработке стали 40Х сверлом из твердого сплава рекомендуется период стойкости Т=20 мин.

4 Назначаю скорость резания: Vрез=24м/мин

5 Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости главного движения резания:

n = $\frac{1000∙V\_{и}}{πD}$, (23)

где Vи- скорость резания м/мин; Vи=24 м/мин;

 D-диаметр обрабатываемой поверхности мм, D=5 мм;

$$n= \frac{1000 ∙ 24}{3,14∙5}=1529 об/мин$$

6 Действительная скорость (м/мин) главного движения резания

Vд= $\frac{πDn\_{д}}{1000}$ , (24)

где D-диаметр обрабатываемой поверхности мм, D=5 мм;

 nд - частота вращения шпинделя об/мин. nд =1529 об/мин;

$V\_{д}= \frac{3,14∙5∙1529}{1000}=24 м/мин$ ($\~0,4 м/с)$

7 Крутящий момент т сил сопротивления резанию при сверлении

М= $С\_{м}D^{q\_{м}}s\_{o}^{y\_{м}}K\_{p}$ ; (25)

где D-диаметр обрабатываемой поверхности, D=5 мм,

 so - подача, s=0,25 мм/об.

 См, qм, yм – коэффициенты для сверлильной операции; С\_м=0,0345; q\_м=2; yм=0,8.

Выписываем коэффициент и показатели степеней формулы для сверления стали 40Х:

Учитываем поправочный коэффициент $K\_{p}$, этот коэффициент определен выше при подсчете осевой составляющей силы резания $K\_{м}=K\_{м\_{p}}=0,81$

M=9,81∙0,0345∙52∙0,250,8∙0,81=2,26 нм

8 Мощность, затрачиваемая на резание

$N\_{рез}= \frac{M\_{n}}{975} кВт,$ (26)

где M-крутящий момент сил,М=2,26нм

$$N\_{рез}= \frac{2,26∙1529}{975}=3,54 кВт $$

Проверяем достаточна ли мощность станка.

Обработка возможна, если $N\_{рез}\leq N\_{шп}$

где Nрез-мощность затрачиваемая на резание кВт;

 Nшп- мощность на шпинделе кВт;

Мощность (кВт) на шпинделе станка $ N\_{шп}=7,5 кВт$ . Следовательно, 3,54≤7,5 т. е. обработка возможна

II Основное время

$Т\_{о}=\frac{L}{n∙s\_{o}}$; (27)

где L – длина обрабатываемой поверхности мм;

 n - частота вращения шпинделя, n=1529об/мин;

 $S\_{0}-$подача мм/об; $S\_{0}=0,25$мм/об.

При нормальной заточке сверла врезание

y=0,4D; (28)

y=0,4∙5=4 мм.

Перебег сверла $∆=1…3мм$; принимаем $∆ =3мм.$ Тогда

L=l+y+$∆$ (29)

L= 18 + 4 + 3 =25 мм

$$Т\_{о}= \frac{25}{1529∙0,25}=0,065 мин$$

Переход 26. Шлифовать поверхность Ø35+0,002, выдерживая Ø35-0,027-0,002.

I Выбираем шлифовальный круг. Устанавливаем характеристику круга. Для круглого наружного шлифования с продольной подачей, параметра шероховатости Rа 0,8 мкм рекомендуется характеристика: Э, ЭБ40С1К.

1) Переводим старое обозначение маркировки абразивного материала Э9А в новое 24А.

2) Принимаем индекс зернистости Н (содержание одной фракции 45% при зернистости 40).

3) Принимаем структуру круга среднюю №5.

4) Указываем разновидность принятой керамической связки К8.

5) Указываем тип круга – ПВД (плоский с двусторонней выточкой).

6) Принимаем класс круга А.

7) Указываем допустимую скорость круга 35м/с (обычное шлифование).

Размеры нового круга: диаметр Дк = 600мм, ширина круга Вк = 63мм.

II Назначаем режимы резания

1 Скорость главного движения резания (шлифовального круга) υ = 30-35 м/с.

υ = π∙Дк∙nк/(1000∙60), (30)

где Дк – диаметр круга, Дк = 600мм;

 nк – частота вращения круга, nк = 1112 об/мин.

υ = 3,14∙600∙1112/(1000∙60) = 34,9 м/с.

2 Скорость движения окружной подачи υsокр. = 15…55 м/мин. принимаем среднее значение 35 м/мин (~0,58 м/с).

3 Определяем частоту вращения заготовки, соответствующую принятой скорости движения окружной подачи

nз = 1000∙ υsокр./π∙dз, (31)

где υsокр. – скорость движения окружной подачи, υsокр.= 35м/мин;

 dз – диаметр заготовки, dз = 50 мм.

nз = 1000∙35/(3,14∙50) = 223 об/мин.

4 Поперечная подача круга sх = 0,005…0,015 мм/ход стола. Принимаем sх = 0,005мм/ход стола.

5 Определяем продольную подачу на оборот заготовки

sо = sд∙Вк, (32)

где sд – подача. Для окончательного шлифования рекомендуется sд = 0,2…0,4мм/об. Принимаем sд = 0,3мм/об;

 Вк – ширина круга, Вк = 63 мм.

sо = 0,3∙63 = 18,9 мм/об.

6 Определяем скорость движения продольной подачи

υsпрод. = sо∙nз/1000, (33)

где sо – продольная подача на оборот заготовки, sо= 18,9 мм/об;

 nз – частота вращения заготовки, nз = 223 об/мин.

υsпрод. = 18,9∙223/1000=4,21

II Основное время

То = L∙h/( nз∙sо∙sх)∙К, (34)

где L – длина хода стола, при перебеге круга на каждую сторону, равном 0,5Вк L=l=6 мм;

 h – припуск на сторону, по условию 0,2 мм;

 sх – поперечная подача круга, sх = 0,005;

 К – коэффициент точности, учитывающий время на шлифование без поперечной подачи. При окончательном шлифовании К = 1,4.

То = 61∙0,2/(223∙18,9∙0,005)∙1,4 = 0,81 мин.

Расчет режимов резания на фрезерную операцию

На вертикально-фрезерном станке 6Р13 производится торцовое фрезерование паза шириной В =10 мм и длиной L=32 припуск на обработку h=5,5 мм. Материал заготовки 40Х ГОСТ 4543-11

Твердость: 170 МПа ≈ 17 кгс/мм2

2. Назначаю режимы резания.

2.1 Глубина резания

$$t=h=5,5 мм$$

2.2 Назначаю подачу на зуб фрезы.s = 0,2 мм/об.

2 Назначаю период стойкости резца по рекомендуемым для выбранной пластинки режимам резания Т = 100 мин.

3 Назначаю скорость резания Vрез=22 м/мин

2.5 Определяем частоту вращения шпинделя, соответствующую найденной скорости резания

$$n=\frac{1000∙V\_{u}}{πD}=\frac{1000∙22,2}{3,14∙10}=707 об/мин $$

2.6 Определяется действительную скорость резания

$$V\_{д}=\frac{π∙D∙n\_{д}}{1000}=\frac{3,14∙10∙707}{1000}=22,2 м/мин (\~ 0,37 м/с)$$

2.7 Подача (продольная)

$$V\_{д}=S\_{z}∙z∙n\_{д}=0,2∙3∙707=424 мм/мин $$

Корректируется минутную подачу по данному станка и устанавливается действительную подачу SM = 10 мм/мин.

2.8 Определяется мощность, затрачиваемую на резание

Nтабл = 7 квт. Это мощность определена интерполированием Nтабл = 7 квт (SM = 0,2 мм/мин) и Nтабл = 7 кВт (SM = 160 мм/мин) т.к. значение Nтабл для установленной по станку минутный подачи SM = 0,2 мм/мин

КγN = 0,95 т.к.

Nрез = Nтабл ∙ КγN = 7 ∙ 0,95 = 6,65 кВт

2.8 Проверяется достаточность мощности природа станка. Необходимо выполнить условие Nрез ≤ Nшт

Мощность на шпинделе станка Nшт =NдȠ

Nд =10 кВт, а Ƞ = 0,8, Nшт = 10 ∙ 0,8 = 8 кВт.

Следовательно обработка возможна (6,65 ≤ 8)

3 Основное время

$Т\_{о}=\frac{L}{S\_{М}}$, (35)

где L - длина обработки;

 S - подача;

L=I+y+Δ мм, (36)

y= 0,3 ∙ D = 0,3 ∙ 10 = 3 мм;

Перебег ∆=1÷5 мм, принимаем ∆ = 3 мм.

Тогда,

L=32 + 3 + 3 = 38мм

$$T\_{o}=\frac{38}{160}=0,24 мин$$

Для всех остальных переходов расчет производим табличным методом.

Определяем глубину резания:

t3= h=2,5мм

t4=(D-d)/2=(50-45)/2=2.5 мм

t5=(D-d)/2=(28-26,5)/2=0,75 мм

t6=(D-d)/2=(45-35)/2=5 мм

t7=(D-d)/2=(35-30)/2=2,5 мм

t8=5 мм

t9=10 мм

t10=(D-d)/2=(50-45)/2=2,5 мм

t11=(D-d)/2=(45-35)/2=5 мм

1. Определяем величину подачи:

S4= S5= S6= S7 = S8= S9= S10= 0.36 м/мин

Поправочные коэффициенты не учитываем, так как Кδ = 1,0

1. Определяем скорость резания:

V4= V5= V6= V7= V8= V9= V10=V11 24 м/мин

С учетом поправочных коэффициентов:

К=0,95 – коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности (поковка без корки)

К=1,09 - коэффициент, учитывающий стойкость инструмента (Т=60 мин)

V5= V6=V4= V9= V10= V8= 102 ∙0,95∙1,09=106 м/мин

1. Определяем частоту вращения шпинделя:

$n=\frac{1000∙V}{π∙D}$ (37)

где V – скорость резания;

 D – обрабатываемый диаметр;

 π=3,14

$$n\_{4}=\frac{1000∙106}{3,14∙50}=675 об/мин$$

$$n\_{5}=\frac{1000∙106}{3,14∙45}=750 об/мин$$

$$n\_{6}=\frac{1000∙106}{3,14∙35}=965 об/мин$$

$$n\_{7}=\frac{1000∙106}{3,14∙30}=1125 об/мин$$

$$n\_{8}=\frac{1000∙106}{3,14∙10}=3376 об/мин$$

$$n\_{9}=\frac{1000∙106}{3,14∙5}=6752 об/мин$$

$$n\_{10}=\frac{1000∙106}{3,14∙45}=750 об/мин$$

$$n\_{11}=\frac{1000∙106}{3,14∙35}=965 об/мин$$

1. Определяем мощность, затрачиваемую на резание:

Nрез5= Nрез6= Nрез7= Nрез8 =Nрез11 = Nрез19= 4,1 кВт

Nрез4= Nрез9= Nрез10= 3,4 кВт

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка:

У станка модели MULTITUS BII мощность двигателя Nдв=11 кВт

N шп = Nдв ∙η =11 ∙ 0,85 = 9,35 кВт;

Условие N рез < N шп выполняется (4,1 (3,4; 0,6)<9,35), т.е. обработка возможна.

1. Рассчитываем основное время:

$Т\_{о}=\frac{L}{n∙s\_{o}}i$; (38)

где n – частота вращения шпинделя

 S – подача инструмента

 i – число проходов

 L- длина хода инструмента;

L=l + y + Δ (39)

где l- длина обрабатываемой поверхности;

 y- врезание инструмента;

 Δ- перебег инструмента (Δ=1…3мм, принимаем Δ=2 мм)

у= t∙ctg φ=t∙ctg450 (ctg450=1), (40)

Следовательно:

у4= t4=2,5 мм; у3= t3=2,5 мм; у5= t5=0,75 мм; у6= t6=5 мм; у7= t7=2,5 мм;

у8= t8=5 мм; у9= t9=10 мм; у10= t10=2,5 мм; у11= t11=5 мм;

L3=165+2.5+2=169,5 мм; L5=127+0,75+2=129,75 мм;

L6=32+5+2=39 мм; L7=18+2.5+2=22,5 мм; L8=31+5+2=38 мм; L9=38+10+2=50 мм; L10=0.25+5+2=7.25 мм; L11=1.6+1,75+2=5,35 мм;

$Т\_{о3}=\frac{139,5}{675∙0,36}=0,57$; $Т\_{о5}=\frac{129,75}{750∙0,36}=0,48$; $Т\_{о6}=\frac{39}{965∙0,36}=0,12$; $Т\_{о7}=\frac{22,5}{1125∙0,36}=0,06$

$$Т\_{о8}=\frac{38}{3376∙0,36}=0,03$$

$$Т\_{о9}=\frac{50}{6752∙0,36}=0,02$$

$$Т\_{о10}=\frac{7.25 }{750∙0,36}=0,02$$

$$Т\_{о11}=\frac{5,35 }{965∙0,36}=0,01$$

То.сум.=То1+То2+…+То11=0,3+0,065+0,81+0,24+0,57+0,48+0,12+0,06+0,03+0,02+0,02+0,02+0,01=2,75 мин

2.8 Расчет норм времени

При использовании многоцелевых станков с ЧПУ расчет вспомогательного времени производится следующим образом:

Расчет норм времени производим по нормативам

На станках с ЧПУ штучное время определяется по формуле:

Тшт=Тву+Тв+Тва+Тобс , (41)

где Тву – время на установку и снятие детали, 0,35 мин;

 Тв – время на выполнение вспомогательной работы, не перекрываемое временем автоматической работы станка, мин;

 Тва – время вспомогательной работы станка по программе (состоит из времени на установку и снятия инструмента в инструментальный магазин, поворот револьверной головки, времени на установку режимов резания, времени на установку программоносителя в считывающее устройство и времени на настройку нулевого положения), мин;

 Тобс – время на обслуживание рабочего времени, отдых и личные надобности берется в процентах от оперативного времени, мин:

Топер=Тву+Тоа+Тва, (42)

где Тоа– основное время, мин

Тв =(Тву+Твсп+Тви)∙Ктв, (43)

где Тви – время на контрольные измерения (не используем, т.к. обработка ведется по заданной программе, а измерения производятся после выполнения всей операции средствами активного контроля), мин;

 Ктв – поправочный коэффициент, учитывающий время на выполнение ручной вспомогательной работы в зависимости от партии обрабатываемых деталей, мин;

 Твсп – вспомогательное время, связанное с выполнением операции, мин.

Твсп =Твкл.ст.+Тщ+Тху+Ткор, (44)

где Твкл.ст.- вспомогательное время на включение/выключение станка, мин

 Тщ – вспомогательное время на открытие/закрытие защитного щитка от стружки, мин

 Тху – вспомогательное время на установку координат х;у, мин;

 Ткор – вспомогательное время на ввод коррекции, мин.

050 Многоцелевая операция

Определяем вспомогательное время, связанное с выполнением операции

Твкл.ст.=0,04 мин

Тщ=0,03 мин

Тху=0,25

Ткор=0,04 мин,

Тогда

Твсп=0,04+0,25+0,03+0,04=0,36 мин

Определяем время на выполнение вспомогательной работы, не перекрываемое временем автоматической работы станка

Тву=0,72∙2+0,15∙2=1,74 мин (так как деталь в процессе обработки переустанавливается в противошпиндель и дважды подводится центр),

Тв=1,74+0,36=2,1 мин

Определяем время на обслуживание рабочего времени, отдых и личные надобности, которое составляет 14% от оперативного времени:

$Т\_{обс}=\frac{\left(Т\_{ву}+Т\_{оа}+Т\_{ва}\right)∙14}{100}$, (45)

Тва=0,4+0,5+1,0+3,5=5,4 мин

Тоа=7,2 мин

$Т\_{обс}=\frac{\left(1,74+7,2+5,4\right)\*14}{100}=2 мин$

Определяем штучное время:

Тшт=1,74+2,1+5,4+2=11,24 мин

Подготовительно, заключительное время составит Тп.з.=28 мин

Операция 065. Круглошлифовальная

1. Основное время на операцию То = 0,27 мин.

2. Вспомогательное время выбираем

3. Оперативное время

Топ = 0,81 + 1,6 = 2,41 мин

4. Время на обслуживание станка, на отдых и личные надобности (принимается в процентах от оперативного времени) α + β = (5 +4) %

5. Штучное время

Тшт = 2,41+(1 +(5+4)/100) = 3,5 мин.

1. Подготовительно-заключительное время Тп.з.= 26 мин.

020 операция Фрезерно-центровальная

Основное время То=0,24 мм

При закреплении в призмах tв,у= 0,65 мин

tм.в.=0,29+0,06= 0,35 мин

tоп= 0,24+0,35+0,23= 0,82 мин.

Тшт.=1,82 мин.

2.9 Расчет и конструирование приспособления

Назначение приспособления

Трехкулачковый самоцентрирующий патрон со встроенным гидроцилиндр предназначен для закрепления деталей цилиндрической формы на токарных операциях.

Устройство приспособления

Патрон 1 включает в себя конструкцию из трёх кулачков: сменного 3 и постоянного 2 , которые соединяются при помощи шпонки 5 и двух винтов 4. Постоянные кулачки имеют угол клина, который соединяются по направляющим с центральной втулкой 11. Центральная втулка 11 в свою очередь крепится к штоку12 в передней части шпинделя станка 10,который крепиться к патрону на винты 9. Шток 12 от усилия гидравлического привода приводит в движение центральную втулку 11, вследствие чего кулачки зажимают заготовку.

Принцип действия приспособления

Гидравлический привод при подачи масла, через отверстия внутри хвостовика 22, расположенного во втулке24, которая ориентирована двумя подшипниками 25 внутри корпуса гидропривода 16, под давлением приводят в поступательное движение поршень 32 со штоком 12. Поршень 32 в свою очередь передает движение на центральную втулку 11 через шток 12. Хвостовик 22 крепится к гидроцилиндру 18 винтами 19,между хвостовиком 22 и гидроцилиндром 18 расположен поршень 32 соединённый со штоком 12 гайкой 30. Задняя часть шпинделя 17 запрессована в гидроцилиндр 18, через которую проходит шток 12. Корпус гидропривода 16 присоединён винтами 14 к корпусу коробки скоростей 13.

Расчет усилия зажима заготовки

Деталь зажимается в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне со встроенным гидроцилиндром, возникают силы РZ, РХ и РУ, создается момент резания.

Сила зажима

$W´=\frac{2∙K∙P\_{z}∙d\_{1}}{f∙d\_{2}}$, (46)

где К – коэффициент запаса;

 РZ – сила резания; РZ = 73 Н (~7,44 кгс);

 r1 – радиус обрабатываемой поверхности;

 r – радиус зажимаемой поверхности;

 ƒ – коэффициент трения, назначаем при закреплении в кулачковом патроне губками с кольцевыми канавки равный f=0,3;

 $d\_{1,2}$ – диаметры детали, указанные в исходных данных.

Сила резания при точении

Крутящий момент, Нм

Мкр = РZ ∙ r1,(47)

где Рz – сила резания, РZ = 73 Н;

 r1 – радиус обрабатываемой поверхности, r1 = 0,052м;

Мкр = 74∙0,052 = 3,8 Н·м.

Коэффициент запаса

К = К0+ К1 +К2+ К3+ К4+ К5+ К6,(48)

где К0 – коэффициент гарантированного запаса, К0 = 1,5;

 К1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей, К1 = 1,0;

 К2 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупл ения режущего инструмента, К2 = 1,15;

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

 К4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления в ЗМ, К4 = 1,3;

 К5 – коэффициент, учитывающий эргономику ручных ЗМ, К5 = 1,0;

 К6 учитывают при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, К6 = 1,0.

К = 1,5+1,0+1,15+1,0+1,3+1,0+1,0 = 2,64;

$$W'=\frac{2∙1,575∙230,93∙37}{0,3∙36}=2492, Н$$

Wсум = (2,64∙73∙0,052)/(0,1∙0,052) = 1927 Н.

Следующий шаг – вычислить необходимое усилие зажима использую формулу (3.3):

$W´´=\frac{1,5∙K\_{y}∙P\_{y}\left(l´+l´´\right)}{f∙d\_{2}}$ , (49)

где $l´ и l´´$ – длины изготовляемой детали.

$$W´´=\frac{1,5∙2,1∙244,86\left(35+105\right)}{0,3∙36}=7825, Н$$

Из $W´´ и W´ $ выбирается наихудший вариант, обозначая $W=7825, Н$ для дальнейшего расчёта.

Величина усилия зажима, приложенная к постоянным кулачкам, определяется по формуле:

$W\_{1}=\frac{W}{1-\left(\frac{3∙l\_{k}}{H\_{k}}∙f\_{1}\right)}$, (50)

где $H\_{k}$ – длина направляющей постоянного кулачка,

 $f\_{1}$ – коэффициент трения при полусухом трении стали о сталь равен 0,1;

 $l\_{k}$ – вылет кулачка, значение которого указано на рис.3.1.

Подставляется найденные значения в формулу, получается:

$$W\_{1}=\frac{7825}{1-\left(\frac{3∙62}{80}∙0,1\right)}=10195,3 Н$$

Следующий этап – определение усилия зажимного механизма *Q*, которое находится по формуле:

$Q=\frac{W\_{1}}{i\_{c.p}}, Н$ (51)

где $i\_{c.p}$ – передаточное отношение по силе зажима, которое для клинового зажимного механизма рассчитывается по формуле:

$i\_{c.p}=\frac{1}{\tan(\left(φ+α\right)+\tan(φ\_{1}))}$ (52)

где α – угол наклона клина принимаем равный 15°;

 $φ и φ\_{1}$ – углы трения между поверхностью кулачка и втулкой принимаем равный 6°.

Подставим рассчитанные значения в формулу, получим:

$$i\_{c.p}=\frac{1}{\tan(\left(6°+15°\right)+\tan(6°))}=2,03≈2$$

Для заключительного определения зажимного механизма из рычажного и клинового проведём расчёт диаметр патрона, который для клинового зажимного механизма не должен превышать $Д\_{П}\leq 200 мм$.

Наружный диаметр патрона можно определить по формуле:

$ Д\_{П}=d\_{2}+2∙H\_{K}$, мм (53)

По формуле рассчитается диаметр патрона:

$$ Д\_{П}=36+2∙80=196, мм$$

Подбираем табличное значение диаметр патрона равное $ Д\_{П}=200, мм$ так, как $ Д\_{П}=200\leq 200, мм$ выбираем клиновой зажимной Так как все параметры рассчитаны определяем усилие зажимного механизма по формуле :



Рисунок 3 - Схема для расчета усилия зажима

Расчет усилия, развиваемого приводом

В расчёт силового привода входит определение диаметра поршня и ход поршня цилиндра. Диаметр поршня определяем по формуле:

$D=1,13∙\sqrt{\frac{Q}{P}}$ , (54)

где Р – избыточное давление.

Проводим расчёт для пневматического привода, принимая *Р* равным 0,4 МПа.

Для станка возможно встроить силовой привод диаметр поршня, которого не превышает 120 мм. Следовательно, значения диаметра поршня определяется по формуле:

$D=1.13∙\sqrt{\frac{Q}{P}} \leq 120 мм;$ (55)

$$D=1.13∙\sqrt{\frac{5097}{0,4}} \leq 120 мм;$$

$$D=127,5 мм\leq 120 мм.$$

При использовании пневматического силового привода условие не выполняется, тогда рассматриваем гидропривод, подобрав давление масла $P=1 МПа$, находим диаметр поршня по формуле:

$$D=1.13∙\sqrt{\frac{5097}{1}} \leq 120 мм;$$

$$D=80,7 мм\leq 120 мм.$$

Условие параметра *D* выполняется, принимаем по стандарту $D=80 мм.$

Следующий шаг, ход поршня цилиндра вычисляется по формуле:

$S\_{Q}=\frac{S\_{w}}{i\_{n}},мм$ (56)

где $S\_{w}$ и $i\_{n}$ – свободный ход кулачков равный 5 мм, и передаточное соотношение механизма, соответственно.

Передаточное отношение определяется по формуле:

$i\_{n}=\frac{1}{i\_{c}}$, (57)

По формуле вычисляем передаточное отношение:

$$i\_{n}=\frac{1}{2}=0.5$$

Ход поршня принимается с запасом около 10 мм. Таким образом, по формуле получаем:

$S\_{Q}=\frac{5}{0,5}+10=20 мм$.

$Q=\frac{π∙\left(D^{2}-d^{2}\right)∙ρ∙Ƞ}{4}$, (58)

Патрон трехкулачковый самоцентрирующий клиновой со встроенным гидроцилиндром представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 - Патрон трехкулачковый самоцентрирующий клиновой со встроенным гидроцилиндром.

2.10 Расчет и конструирование режущего инструмента

Рассчитать и сконструировать токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава, для получистового точения детали Тихоходный вал БТ.8.02.052из стали 45Х. Диаметр заготовки D=55мм, припуск на обработку h=2,5мм, подача = 0,1 мм/об, вылет резца l=60 мм.

В качестве материала для державки резца выбираем углеродистую сталь 50 с $σ\_{в}$= 650 МПа ($≈$65кгс/мм2) и допустимым напряжением на изгиб $σ\_{и.д}$= 200 МПа ($≈$20кгс/мм2).

Сила резания Pz = 605,8 Н ($≈$61,8кгс).

Размеры поперечного сечения державки резца выбирают в зависимости от силы резания, материала державки, вылета резца и других факторов.

Сторону В поперечного сечения державки резца можно определить по формуле: при квадратном сечении (Н=В)

$b= \sqrt[3]{\frac{6P\_{z}l}{σ\_{и.д.}}}$ (59)

где Pz – сила резания, Pz = 605,8 Н ($≈$61,8кгс);

 l – вылет резца = 60 мм;

 $σ\_{и.д}$ - напряжение на изгиб = 200 МПа ($≈$20кгс/мм2).

$b= \sqrt[3]{\frac{6∙61,8∙60}{20}}$ = 10,36 мм

Принимаем ближайшую по стандарту СТ СЭВ 153-75 большее сечение державки (b=12 мм). Руководствуясь приведенными соотношениями, получим высоту державки резца h=1b = 1\*12 = 12 мм. Принимается Н=12

Проверяем прочность и жесткость державки резца:

а) максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца;

$Pz\_{доп}=\frac{bh^{2}σ\_{и.д.}}{6l}$ (60)

$Pz\_{доп}=\frac{12∙12^{2}∙20}{6∙60}$ =96кгс.

$б)$максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца;

$Pz\_{жест}=\frac{3fEJ}{l^{3}}$ (61)

гдеf – допускаемая стрела прогиба резца, = 0,1∙10-3 м ($≈0,1мм$)

 Е – модуль упругости материала державки резца, = 2∙103МПа = 20000 кгс/мм2

 J- момент инерции квадратного сечения державки;

 l – вылет резца = 60 мм.

J *=* $\frac{ВН^{3}}{12}$(62)

J = $\frac{12∙12^{3}}{12}$ = 1728 мм4

$Pz\_{жест}=\frac{3∙0,1∙20000∙1728}{60^{3}}$ = 48 кгс.

Резец обладает достаточной прочностью и жесткостью, т.к.

$Pz\_{доп}>Pz<Pz\_{жест}$ (63)

(96>61,8<48)

Резец проходной со сменной пластиной представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 - Резец проходной со сменной пластиной.

2.11 Расчет и конструирование измерительного инструмента и приспособления

У трехконтактных устройств в большинстве своём измерительная часть имеет вид скобы. Эти приборы, базируются по поверхности детали и при перемещении последней полностью, следует за деталью, причём взаимное расположение точек контакта не изменяется. Погрешность измерения возникает лишь тогда, когда деталь будет перемещаться относительно точки контакта. Для того чтобы этого не происходило, нижнюю контактную вставку (базовый наконечник) располагают в точке, смещённой вправо относительно вертикальной оси на некоторый угол =5-100. Кроме базового наконечника 1 скоба имеет опорный наконечник 2 и подвижный наконечник 7, который связан с измерительным штоком прибора и прижимается к поверхности шлифуемой детали пружиной, которая находится в корпусе 6.

По мере уменьшения диаметра детали измерительный шток опускается, воздействуя своим верхним концом на стержень индикатора 3. При достижение заданного размера замыкаются контакты датчика 4 и в сеть автоматического управления станка поступает электрический сигнал. Этот сигнал воздействует на электромагнит, который выключает станок или переключает его на другой режим работы. В корпусе датчика помещены две лампочки – красного и зеленого цвета – для световой сигнализации. Все устройства подвешиваются к станку с помощью кронштейна 5.

Характеристика устройства активного контроля диаметров валов:

Пределы измерения, мм, со скобой..………………………….…….……2,5-200

Число команд………………………………………………………………..0; 2; 4

Цена деления, мкм………………………………………………………….2; 1; 5

Метод измерения……………………………………………….....электрический

Напряжение питания, В…………………………………………………..127/220

Погрешность измерения, мкм:

Предварительного………………………………...……………………………..10

Окончательного…………………………………………………….………......0,5

Масса, кг…………………………………………………………………..…...13,7

Определяем наибольший и наименьший предельные размеры вала: Dmax=65,000 мм; Dmin=64,954 мм.

Схема трёхточечной скобы накидного типа для контроля диаметров представлена на рисунке 6.

Рисунок 6 - Схема трёхточечной скобы накидного типа для контроля диаметров.