

Введение

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно - технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Цель - проектирование технологического процесса изготовления детали – «оправка». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Технологический контроль чертежа детали

Чертёж детали содержит все необходимые виды и разрезы, дающие однозначное представление о форме и размерах детали. Размеры и чертежа охватывают все поверхности с указанием допусков на изготовление. Указанные шероховатости обозначены в соответствии с требованиями по ЕСКД. . Чертёж удовлетворяет всем требованиям и может быть принят к производству.

Рассматривая параметры размеров детали, можно заметить, что почти на все поверхности назначены относительно грубые допуски, что позволяет использовать не точное оборудование и обычный измерительный инструмент. Также имеются точные поверхности – диаметр детали равный $\varnothing 23.94 \pm 0.02$ что в свою очередь требует использование операции, которая даст высокую точность размера, например – шлифования.

Что касается качества поверхностного слоя, то к нему не было предъявлено жестких требований по обеспечению низкого параметра шероховатости

Также на чертеже обозначена твердость HRC 51.....57, которая достижима при нормализации стали 20X

Деталь – оправка изготовлена из стали Сталь 20xГОСТ4543-71 существенным преимуществом которой является легкая обрабатываемость.

Применяется для изготовления втулок, шестерен, обойм, гильз, дисков, плунжеров, рычагов и других цементируемых деталей, к которым предъявляется требование высокой поверхностной твердости при невысокой прочности сердцевины; для деталей, работающих в условиях износа и трения;

1.2. Определение типа производства

Расчет коэффициента закрепления операций:

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}},$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа по выпуску деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования принимаем по таблице при односменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 2030$ ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}} = \frac{2030 \times 60}{30000} = 4,03 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время:

(2)

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к} i}}{n},$$

где $T_{\text{ш.к} i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Выберем 3 операции ($n=3$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяется следующим образом:

(3)

$$T_{\text{ш.к} i} = \phi_{\text{к}i} \cdot T_{\text{о}i}$$

где $\phi_{\text{к}i}$ – коэффициент i - ой основной операции, который зависит от вида

станка и типа производства;

$T_{\text{о}i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

Первая (токарная с ЧПУ): $\phi_{\text{к}1} = 2,14;$

Вторая (токарная с ЧПУ): $\phi_{к.2} = 2,14$;

Третья (шлифовальной): $\phi_{к.4} = 2,10$

Основное технологическое время определяется по приложения, где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности и от вида обработки.

Основное технологическое время первой операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов. Это подрезка торца и обтачивание поверхности:

$$T_{01} = \frac{0,052(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + i \cdot 10^{-3}}{i}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = (0,052 \cdot (23^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 25 \cdot 173) \cdot 10^{-3} = 0,76 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к.1} = \phi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,76 = 1,63 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов: подрезка торца, обтачивание поверхности:

$$T_{02} = \frac{0,052(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + i \cdot 10^{-3}}{i}$$

$$T_{02} = (0,052 \cdot (62^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 62 \cdot 26) \cdot 10^{-3} = 0,48 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции:

$$T_{ш.к.2} = \phi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,48 = 1,03 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции:

$$T_{03} = (0,1 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{03} = (0,1 \cdot 25 \cdot 63 + 0,1 \cdot 31 \cdot 10 + 0,1 \cdot 26 \cdot 14) \cdot 10^{-3} = 0,22 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле:

$$T_{ш.к3} = \phi_{к3} \cdot T_{0,3} = 2,1 \cdot 0,22 = 0,46 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{1,63 + 1,03 + 0,46}{3} = 1,04 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле:

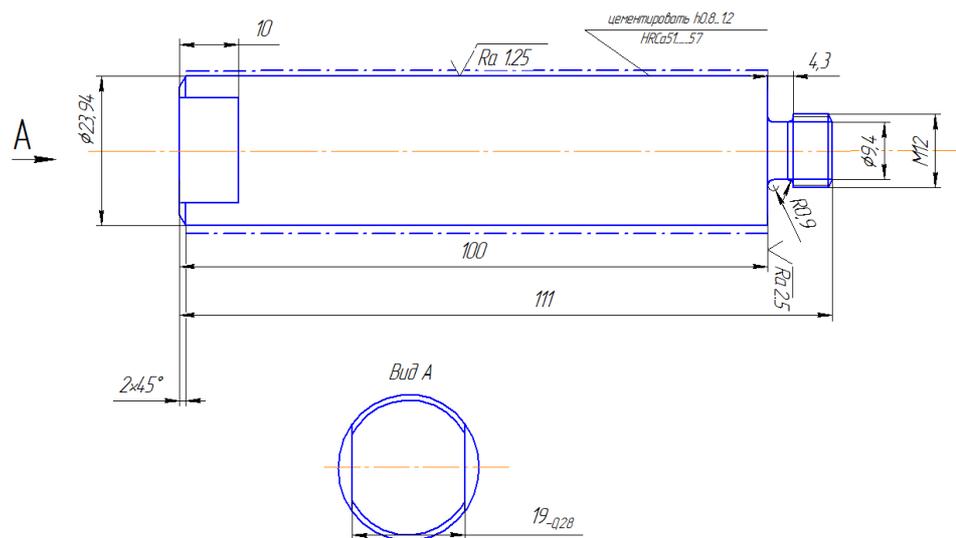
$$K_{з.о.} = \frac{t_e}{T_{cp}} = \frac{4,03}{1,04} = 3,8.$$

Так как $K_{з.о} = 3,8$, то тип производства крупносерийный

1.3. Разработка маршрута изготовления детали

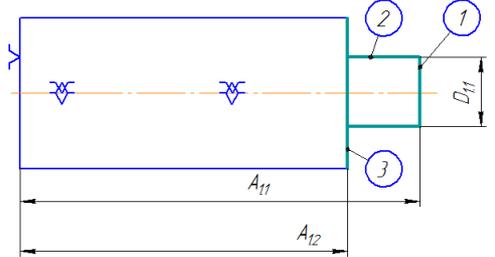
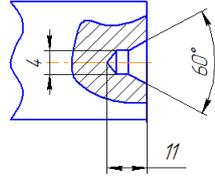
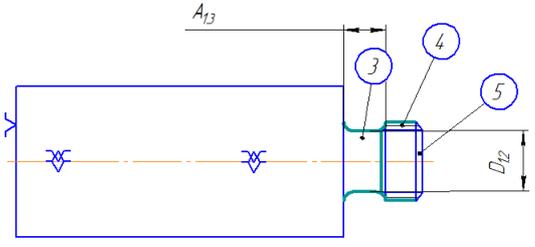
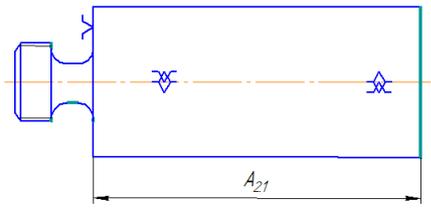
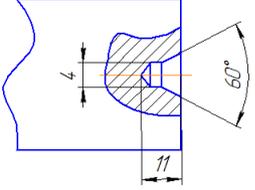
Маршрут технологии изготовления детали представлен в таблице 1.1, включающий наименование операций, операционные эскизы, схемы базирования заготовки, технологические размеры и тексты переходов.

Таблица 1.1 - Маршрут обработки.

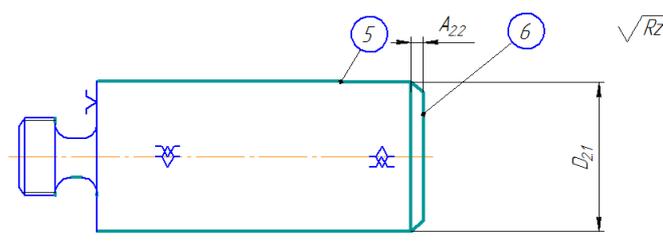
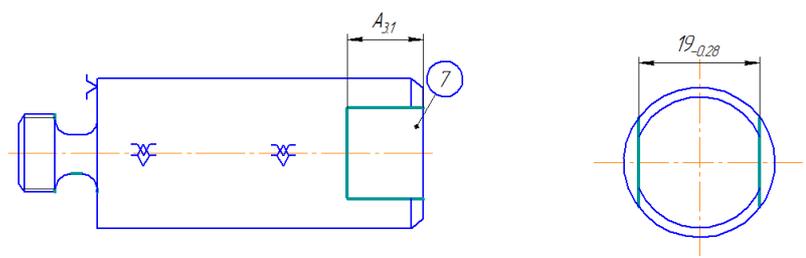
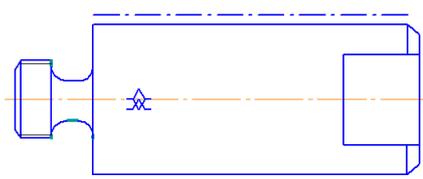
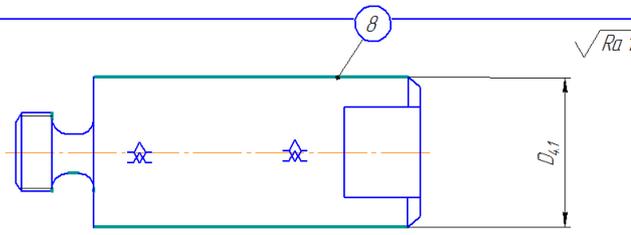


Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
00	1	<p>Заготовительная</p> <p>Прокат</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{01}</p>	
	2	<p>Снять напуск, выдержав размер A_{02}</p>	

Продолжение таблицы 1.1

0.05	<p>1 <i>Токарная с ЧПУ</i> Установить и снять заготовку Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}</p> <p>2 <i>Точить поверхность 2,</i> выдерживая размеры D_{12}</p> <p>3 <i>Точить поверхность 3</i> выдерживая размер A_{12}</p>	
4	<p>4 <i>Центровать отверстие</i></p>	
0.05	<p>5 <i>Точить канавку 3</i> выдерживая размеры A_{13} и D_{13} с радиусом скругления $R0.9$</p> <p>6 <i>Нарезать резьбу M12</i> на поверхности 4</p> <p>7 <i>Точить фаску 5</i></p>	
0.10	<p>1 <i>Токарная с ЧПУ</i> Подрезать торец 6 выдерживая размер A_{21}</p>	
4	<p>4 <i>Центровать отверстие</i></p>	

Продолжение таблицы 1.1

	3	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Переустановить заготовку</p> <p>Точить поверхность 5 выдерживая размеры D_{21}</p> <p>Точить фаску выдержав размер A_{22}</p>	 <p>\sqrt{Rz}</p>
015	1	<p>Фрезерная</p> <p>Фрезерование поверхность 7 выдержав размеры A_{31} и $19_{-0.28}$</p>	
020	1	<p>Термическая</p> <p>Цементировать на глубину h 0.8..1.2</p>	
025	1	<p>Шлифовальная</p> <p>Шлифовать поверхность 8 выдержав размер D_{41}</p>	 <p>$\sqrt{Ra 1.6}$</p>

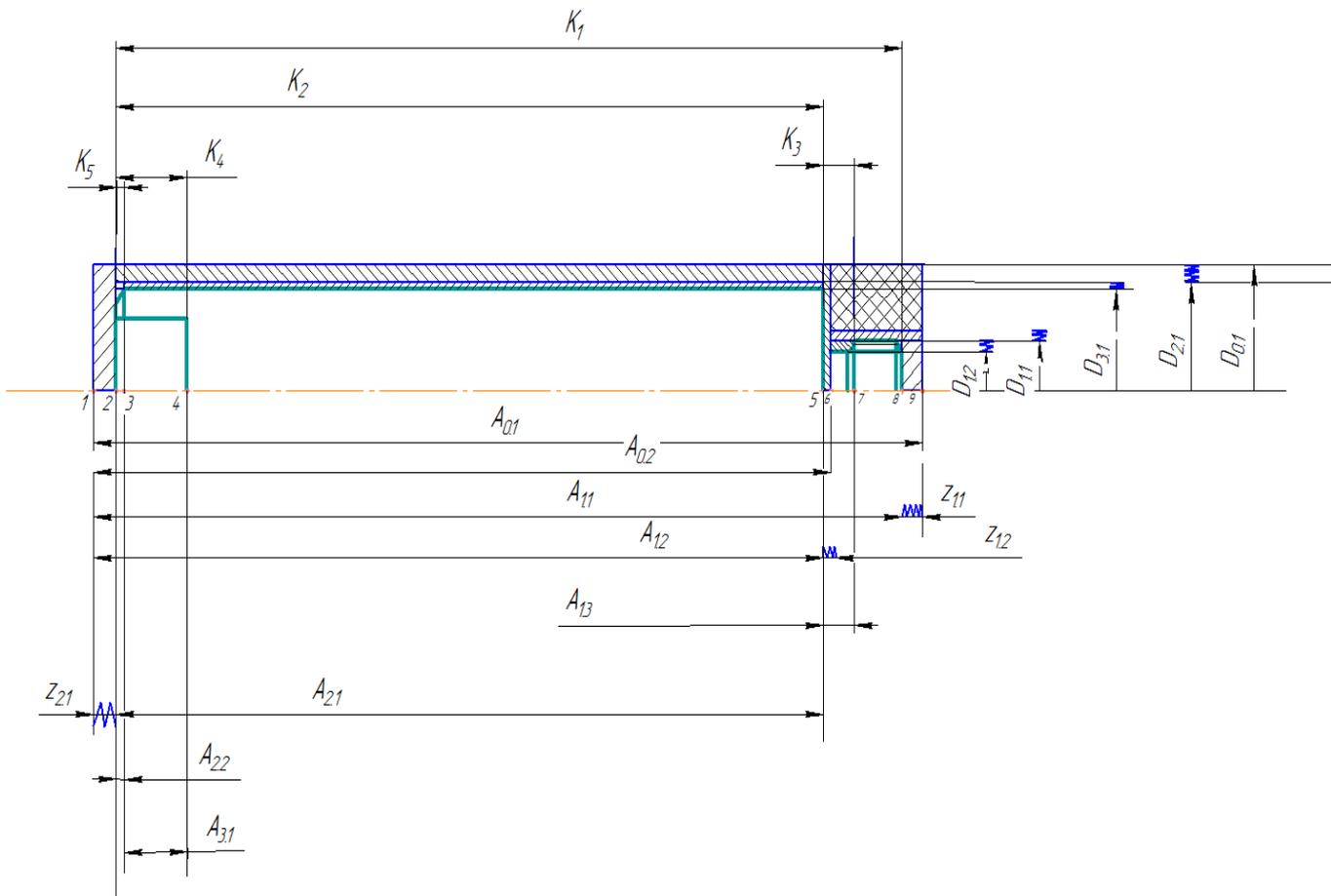


Рис. 1.2 Размерная схема

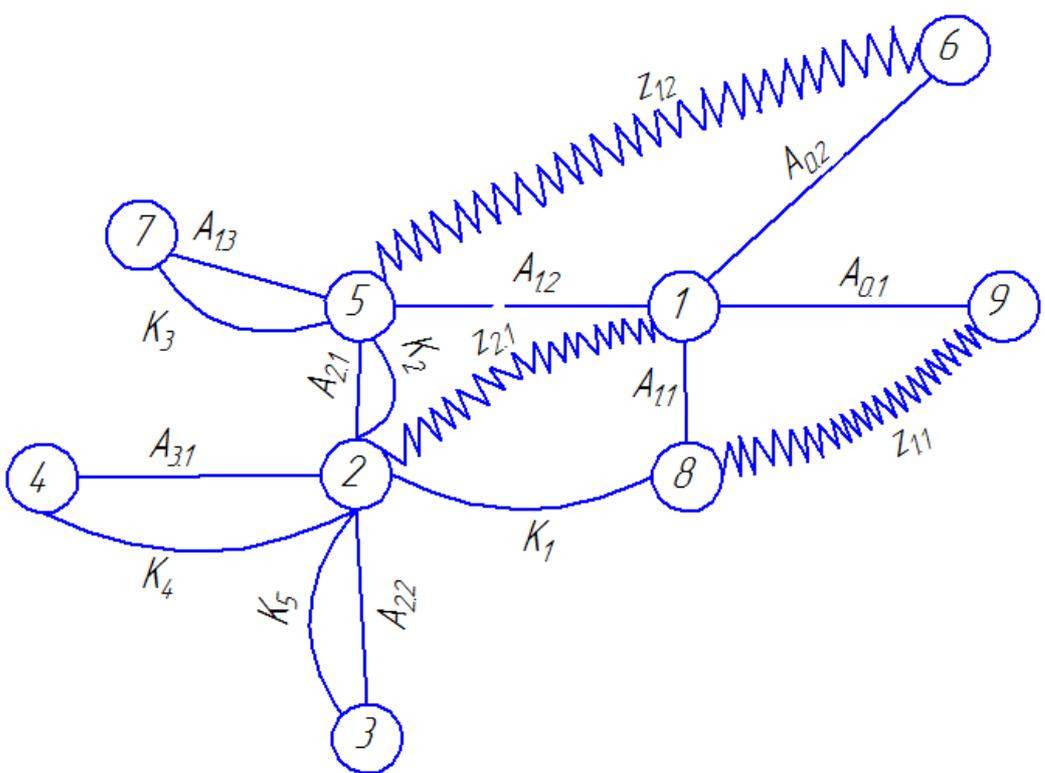


Рис. 1.3 Граф технологических размеров

1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовление детали

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим справочным данным. Допуски операционных размеров определяются с использованием таблиц точности включающих данные по погрешностям размерам заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Допуски
на продольные размеры, мм.

$$TA_{0.1} = 1,2$$

$$TA_{0.2} = 0,12$$

$$TA_{1.1} = 0,45$$

$$TA_{1.2} = 0,12$$

$$TA_{1.3} = K_3 = 0,30$$

$$TA_{2.1} = 0,20$$

$$TA_{2.2} = K_6 = 0,25$$

$$TA_{3.1} = K_4 = 0,36$$

Допуски
на диаметральные размеры, мм.

$$TD_{01} = 0,9$$

$$TD_{1.1} = 0,20$$

$$TD_{1.2} = 0,20$$

$$TD_{2.1} = 0,20$$

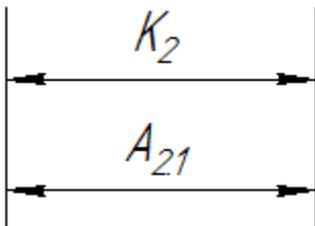
$$TD_{3.1} = 0,20$$

1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

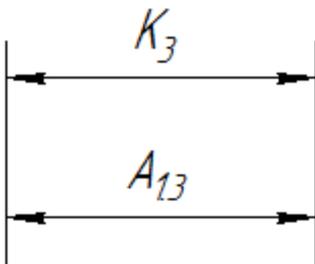
Проверка обеспечения точности конструкторских размеров заключается в том, что необходимо построить размерную схему как в продольном так и радиальном направлении. На схеме обозначаются конструкторские, продольные технологические и диаметральные размеры.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

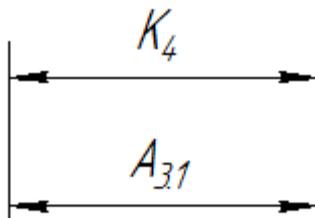
1. $T_{K_2} = TA_{2.1}$



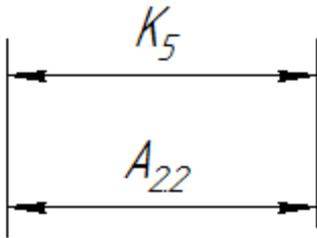
$K_3 = A_{1.3}$



2. $K_4 = A_{3.1}$

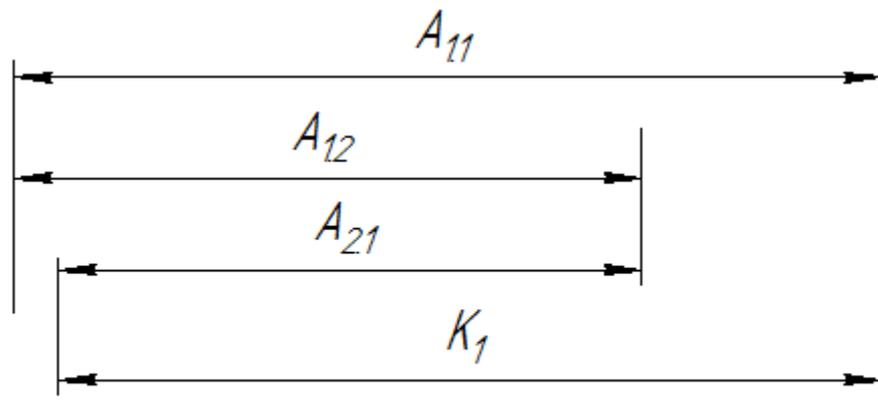


3. $K_5 = A_{2.2}$



Допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев, необходимо проверить обеспечение допусков размеров, которые непосредственно не выдерживаются.

1. Проверка размера K_1 .



$$TK_1 = TA_{2,1} - TA_{1,2} + TA_{1,1} = 0,20 - 0,12 + 0,45 = 0,53 < 0,87$$

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

В первом методе $Z_{i \min}$ находят по таблицам.

Во втором методе путем суммирования отдельных составляющих, что является более точным.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков:

$$z_i^{Dmin} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad , \quad (4)$$

где: z_{mini}^D – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

R_{zi-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{pi-1}^2} \quad , \quad (5)$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

ρ_{pi-1} – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

При черновом точении

$$z_{2.1}^{Dmin} = 2 \cdot (0,1 + 0,15 + 0,08) = 0,66 \text{ мм.}$$

При чистовом точении

$$z_{1.1}^{Dmin} = 2 \cdot (0,08 + 0,05 + 0,04) = 0,34 \text{ мм,}$$

$$z_{1.2}^{Dmin} = 2 \cdot (0,02 + 0,03 + 0,04) = 0,18 \text{ мм,}$$

При шлифовании

$$z_{3.1}^{Dmin} = 2 \cdot (0,08 + 0,05 + 0,04) = 0,34 \text{ мм,}$$

Расчет минимальных значений продольных припусков:

$$z_i^{min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1},$$

где: z_i^{min} – минимальный припуск, мкм;

R_{zi-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – отклонение формы и расположение поверхности

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{pi-1}^2} \quad , \quad (7)$$

где: $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы поверхности

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

Точение

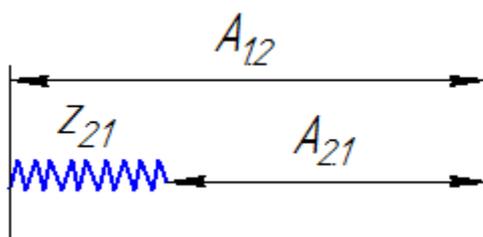
$$z_{1.1}^{min} = 0,1 + 0,15 + 0,1 = 0,35 \text{ мм},$$

$$z_{1.2}^{min} = 0,08 + 0,08 + 0,1 = 0,26 \text{ мм},$$

$$z_{2.1}^{min} = 0,1 + 0,15 + 0,1 = 0,35 \text{ мм},$$

1.4.4 Расчет продольных технологических размеров

1. Технологический размер $A_{1.2}^{\square}$



Составляется уравнение для замыкающего звена, после чего находим

среднее значение размера $A_{1.2}^{\square}$.

$$A_{1.2}^{cp} = A_{2.1}^{cp} + z_{2.1}^{cp}$$

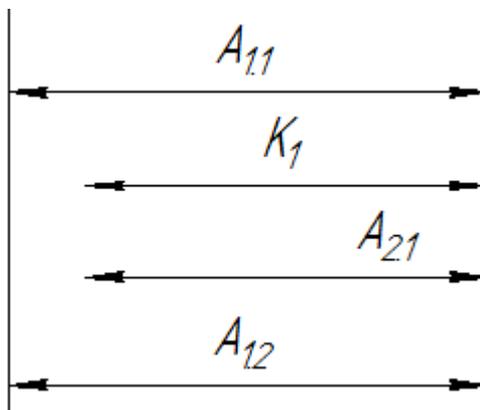
$$A_{2.1}^{cp} = K_2^{cp} = 99,565 \text{ мм},$$

$$z_{2.1}^{cp} = \frac{z_{2.1}^{min} + (z_{2.1}^{min} + TA_{1.2}^{\square} + TA_{2.1})}{2} = \frac{0,35 + (0,35 + 0,12 + 0,20)}{2} = 0,51 \text{ мм},$$

$$A_{1.2}^{cp} = A_{2.1}^{cp} + z_{2.1}^{cp} = 99,565 + 0,51 = 100,075 \text{ мм},$$

Принимаем $A_{1.2}^{\square} = 101_{-0,12} \text{ мм}$.

2. Технологический размер $A_{1.1}$



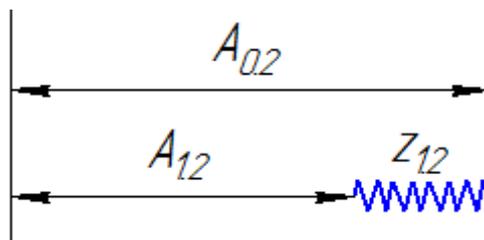
Уравнение для замыкающего звена.

$$A_{1.1}^{cp} = K_1^{cp} + A_{1.2}^{cp} - A_{2.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 109,565 + 100,075 - 99,565 = 110,075 \text{ мм},$$

Принимаем: $A = 110,1_{-0,45}$

3. Технологический размер $A_{0.2}$



Составляется уравнение для замыкающего звена, после чего находим

среднее значение размера $A_{0.2}$

$$A_{0.2}^{cp} = A_{1.2}^{cp} + z_{1.2}^{cp}$$

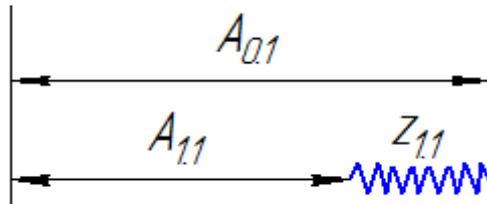
$$A_{1.2}^{cp} = 100,075 \text{ мм},$$

$$z_{1.2}^{cp} = \frac{z_{1.2}^{min} + (z_{1.2}^{min} + TA_{0.2} + TA_{1.2})}{2} = \frac{0,26 + (0,26 + 0,12 + 0,12)}{2} = 0,38 \text{ мм},$$

$$A_{0.2}^{cp} = A_{1.2}^{cp} + z_{1.2}^{cp} = 100,075 + 0,38 = 100,455 \text{ мм},$$

Принимаем. $A_{0.2} = 101_{-0,12}$

4. Технологический размер $A_{0.1}$



$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + z_{1.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 110,075 \text{ мм},$$

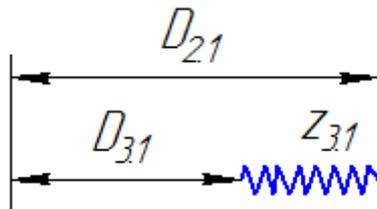
$$z_{1.1}^{cp} = \frac{z_{1.1}^{min} + (z_{1.1}^{min} + TA_{0.1} + TA_{1.1})}{2} = \frac{0,35 + (0,35 + 1,2 + 0,45)}{2} = 1,175 \text{ мм},$$

$$A_{0.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} + z_{1.1}^{cp} = 110,075 + 1,175 = 111,25 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{0.1} = A_{0.1} = 112_{-1,2}$

1.4.5 Расчет диаметральных технологических размеров

1. Технологический размер $D_{2.1}$



Составляется уравнение для замыкающего звена, после чего находим

$D_{2.1}$

$$D_{2.1}^{cp} = z_{3.1}^{Dcp} + D_{3.1}^{cp}$$

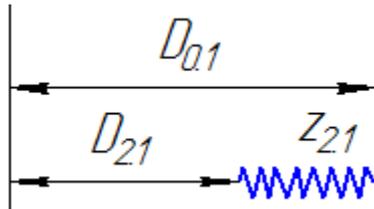
$$D_{3.1}^{cp} = K_3^{cp} = 23,94 \text{ мм}$$

$$z_{3.1}^{Dcp} = \frac{z_{3.1}^{Dmin} + (z_{3.1}^{Dmin} + TD_{2.1} + TD_{3.1})}{2} = \frac{0,34 + (0,34 + 0,20 + 0,20)}{2} = 0,54 \text{ мм},$$

$$D_{2.1}^{cp} = z_{3.1}^{Dcp} + D_{3.1}^{cp} = 23,94 + 0,54 = 24,48 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{2.1} = 25_{-0,20} \text{ мм}.$

2. Технологический размер $D_{0.1}$



$$D_{0.1}^{cp} = z_{2.1}^{Dcp} + D_{2.1}^{cp}$$

$$D_{2.1}^{cp} = 24,48 \text{ мм}$$

$$z_{2.1}^{Dcp} = \frac{z_{2.1}^{Dmin} + (z_{2.1}^{Dmin} + TD_{0.1} + TD_{2.1})}{2} = \frac{0,66 + (0,66 + 0,9 + 0,20)}{2} = 1,21 \text{ мм},$$

$$D_{0.1}^{cp} = z_{2.1}^{Dcp} + D_{2.1}^{cp} = 1,21 + 24,48 = 25,690 \text{ мм}.$$

Принимаем $D_{0.1} = 26_{-0,20} \text{ мм}.$

1.5 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитываться вид обработки, тип инструмента, материал режущей части инструмента и материал заготовки.

1. Токарная операция с ЧПУ.

Выполняется на токарно-винторезном станке с ЧПУ 16К20Ф.

Характеристики:

- Частота вращения шпинделя: 12,5 - 2000 об/мин;
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 10;
- Пределы рабочих подач, мм/об: 0,035 – 2,08.

1. Подрезка торца 1.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6.

Геометрия инструмента: $\varphi=90^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1$ мм.

Глубина резания: $t=0,350$ мм.

Подача: $S=0,5$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$, где K_{mv} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_b)^{n_v}, \quad n_v = 1, \quad K_r = 1, \quad \sigma_b = 610 \text{ МПа}, \quad K_{mv} = 1 \cdot (750/610)^1 = 1,23;$$

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{pv} = 0,8$;

K_{uv} - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{uv} = 1$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 420, \quad x = 0.15, \quad y = 0.2, \quad m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,35^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,984 = 285 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{285 \cdot 1000}{3,14 \cdot 23,94} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p}; K_{mp} = (\sigma_b / 750)^n \quad n = 0.75, \quad \sigma_b = 610 \text{ МПа}, \quad K_{mp} = (610 / 750)^{0.75} = 0,86$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p}$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 285^{-0,15} \cdot 0,71 = 1011 \text{ Н}$$

$$1) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,71$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,36^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 285^{-0,3} \cdot 0,35 = 1175 \text{ Н}$$

$$2) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,35$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,36^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 285^{-0,4} \cdot 0,82 = 2840 \text{ Н}$$

$$3) \quad K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p} = 0,86 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,82$$

2. Наружное точение до $\varnothing 12_{-0,43}$ ($D_{1.1}$).

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6.

Геометрия инструмента: $\varphi = 90^0$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^0$; $R = 1$ мм

Глубина резания: $t = 0,380$ мм,

Подача: $S = 0.08$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_V = 350, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,38^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,984 = 228 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{228 \cdot 1000}{3,14 \cdot 12} = 3100 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$1) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,71$$

$$C_P = 300, x = 1, y = 0.75, n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,38 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 228^{-0,15} \cdot 0,71 = 1017 \text{ Н}$$

$$2) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,35$$

$$C_P = 243, x = 0,9, y = 0.6, n = -0.3$$

$$P_y = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 243 \cdot 0,38^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 228^{-0,3} \cdot 0,35 = 346 \text{ Н}$$

$$3) \quad K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,82$$

$$C_P = 339, x = 1, y = 0.5, n = -0.4$$

$$P_x = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 339 \cdot 0,38^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 228^{-0,4} \cdot 0,82 = 850,8 \text{ Н}$$

3. Наружное точение до $\varnothing 9.4_{-0,43}$ ($D_{1.2}$).

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

$\phi = 90^0$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^0$; $R = 1$ мм

Глубина резания: $t = 0,18$ мм,

Подача: $S = 0.5$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 350, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,18^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,984 = 284 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{284 \cdot 1000}{3,14 \cdot 9,4} = 2187,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_{\phi} = 2000 \text{ об/мин}$,

тогда

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,4 \cdot 2000}{1000} = 59 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Точение фаски.

Инструмент:

Резец Т15К6

$\phi = 90^{\circ}$, ширина резца $b = 2,5 \text{ мм}$

Глубина резания: $t = 2,31 \text{ мм}$,

Подача: $S = 0.4 \text{ мм/об}$.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 350, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,31^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,984 = 184,2 \frac{м}{мин},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{184,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 31,36} = 1870 \text{ об / мин}$$

5. Нарезание резьбы М12 × 1.5

Инструмент:

Резьбонарезной резец с пластиной из твердого сплава Т15К6.

Параметры:

Подача: $S=P=1,5$ мм/ об.

Число рабочих ходов: черновых -3, чистовых - 2

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^x \cdot S_{\square}^y} \cdot K_v$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

K_{CV} – коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы.

$$C_v = 244, x = 0,23, y = 0,3, m = 0,2, T = 70 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S_{\square}^y} \cdot K_v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} \cdot 1 = 133,8 \frac{м}{мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{133,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 22} = 1937 \text{ об / мин}$$

Тангенциальная составляющая сил резания при нарезании резьбы резцами, Н:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^u} \cdot K_p,$$

где P – шаг резьбы, i – число рабочих ходов, $K_p = K_{\text{мп}}$

$C_p = 148$, $y = 1,7$, $u = 0,71$, $i = 5$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^u} \cdot K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{5^{0,71}} \cdot 0,86 = 808,8 \text{ Н}.$$

Мощность при нарезании резьбы резцами:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{808,8 \cdot 133,8}{1020 \cdot 60} = 2 \text{ кВт}.$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

1. Подрезка торца 2.

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6.

$\varphi = 90^\circ$; $\gamma = 10$; $\lambda = 0^\circ$; $R = 1$ мм.

Глубина резания: $t = 0,51$ мм.

Подача: $S = 0,6$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,2$$

$$V_1 = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,51^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,984 = 172,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{172,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 66,66} = 822,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{zxy} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,51^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 172,2^{-0,15} \cdot 0,71 = 1318 \text{ H}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,71$$

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 243 \cdot 0,51^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 172,2^{-0,3} \cdot 0,35 = 399,9 \text{ H}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,82 = 0,35$$

$$P_x = 10 \cdot C_p \cdot t_{\square}^x \cdot S_{\square}^y \cdot V_{\square}^n \cdot K_p = 10 \cdot 339 \cdot 0,51^1 \cdot 0,3^{0,5} \cdot 172,2^{-0,4} \cdot 1 = 554,2 \text{ H}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,86 \cdot 1,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

2. Наружное точение до $\varnothing 24,28_{-0,43}$ ($D_{2.1} \dot{i}$).

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

Геометрия инструмента: $\phi=90^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=1$ мм

Глубина резания: $t=0,63$ мм,

Подача: $S=0.5$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 350, \quad x = 0.15, \quad y = 0.35, \quad m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,63^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,984 = 184 \frac{\text{M}}{\text{мин}}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{184 \cdot 1000}{3,14 \cdot 26} = 2187,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 2000 \text{ об/мин}$,

тогда

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26,79 \cdot 2000}{1000} = 168,2 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

3. Фрезерование лысок

Глубина резания $t = 2,47 \text{ мм}$.

Подача на зуб $s_z = 0,08 \text{ мм/об}$. (табл. 77), [3. с. 404].

Определяем скорость резания м/мин – окружная скорость фрезы:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v ;$$

где: C_v -коэффициент $C_v = 46,7$;

$D=8\text{мм}$ – диаметр фрезы;

s_z – подача на зуб, мм/об;

$z=4$ – число зубьев;

$B=7$ – ширина фрезы, мм;

m,x,y,q,u – показатели степени $m = 0,33$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $q=0.45$; $p=0.1$;

$u=0.1$.

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 80 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$, состояние поверхности

$K_{nv} = 0,1$, материал инструмента $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1 ,$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v = \frac{46,7 * 12^{0.45}}{80^{0.33} * 3.5^{0.5} * 0.08^{0.5} * 7^{0.1} * 4^{0.1}} * 1 = \dot{c}$$

$$i 46,1 \frac{м}{мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 46,1}{3,14 * 12} = 1223,46 \frac{об}{мин},$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 1000$ об/мин;

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 12 * 1000}{1000} = 37,68 \frac{м}{мин}.$$

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

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} * K_{mp} = \frac{10 * 82,5 * 3,5^{0,95} * 0,08^{0,8} * 7^0 * 4}{12^{1,1} * 1000^0} = i$$

$$i 91,71 Н;$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе

$$M_z = \frac{P * D}{2 * 100} = \frac{91,71 * 12}{2 * 100} = 5,5 Н * м;$$

Мощность резания, кВт.

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{91,71 * 37,68}{1020 * 60} = 0,056 кВт.$$

4. Точение фаски

Инструмент:

Резец с пластинами из твердого сплава Т15К6

$\varphi=90^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; $R=0,8$ мм

Глубина резания: $t=2$ мм,

Подача: $S=0,4$ мм/об.

Скорость резания:

При наружном продольном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,984$$

$$C_v = 350, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V_{\square} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,984 = 194,5 \frac{м}{мин},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{194,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20,356} = 3042,6 \frac{об}{мин},$$

Принимаем $n_{\phi} = 2000 \text{ об/мин}$,

тогда

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20,356 \cdot 2000}{1000} = 127,8 \frac{м}{мин}.$$

2. Круглошлифовальная операция.

Выполняется на универсальном круглошлифовальном станке 3М150 со следующими характеристиками:

- Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин: 2350.
- Мощность электродвигателя главного привода, кВт: 4

1) Наружное шлифование до $\varnothing 23,94 \pm 0,02$ мм.

Инструмент: Шлифовальный круг.

Материал: белый электрокорунд.

Тип: прямого профиля.

Параметры: Ширина(B) = 40 мм.

Основные параметры резания при шлифовании:

Скорость круга: $V_k = 30$ м/с,

Скорость заготовки: $V_3 = 15$ м/мин,

Глубина шлифования: $t = 0,015$ мм,

Продольная подача: $S = (0,3-0,7)B = 0,3 \cdot 40 = 12$ мм/об.

Расчет эффективной мощности:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

где d – диаметр шлифования.

$C_N=2,65$, $r=0,5$, $x=0,5$, $y=0,55$, q –

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,65 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 23,94^{0,55} = 5 \text{ кВт.}$$

$$n_0 = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 15}{3,14 \cdot 23,94} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

1.6 Нормирование технологических операций

1.6.1 Расчет основного времени

Основное время – это время, которое, затрачивается на движение инструмента на рабочей подаче.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин};$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм};$$

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 – величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

Для токарной операции величины подвода и перебега равны 1 мм, для шлифовальной операции принимаем = 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется по формуле:

$$l_2 = \frac{t}{\text{tg}\varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

1. Токарная операция с ЧПУ .

1.1 Для подрезки торца 1.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(111,25+1+1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2000} = 0,11 \text{ мин.}$$

1.2 Наружное точение до $\varnothing 12_{-0,43}$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(12,54+1+1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2000} = 0,012 \text{ мин.}$$

1.3 Наружное точение до $\varnothing 9,4_{-0,43}$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(9,8+1+1) \cdot 1}{0,5 \cdot 2000} = 0,01 \text{ мин.}$$

1.4 Нарезание резьбы M12 \times 1.5

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5,7+1+0+1) \cdot 5}{1,5 \cdot 1937} = 0,013 \text{ мин.}$$

1.2 Точение фаски

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2+1+1) \cdot 1}{0,4 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция с ЧПУ.

2.1 Подрезка торца 2.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(110,7+1+1) \cdot 1}{0,6 \cdot 822,7} = 0,07 \text{ мин.}$$

2.2 Наружное точение до $\varnothing 24,28_{-0,43}$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l+l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24,94+1+1) \cdot 1}{0,6 \cdot 2000} = 0,02 \text{ мин.}$$

2.3 Точение фаски 21.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин.}$$

4. Круглошлифовальная операция.

4.1 Наружное шлифование до $\varnothing 23,94 \pm 0,02$ мм.

$$t_o = \frac{2 \cdot L \cdot h}{n_3 \cdot S_B \cdot t} \cdot K,$$

где, $L = l + B$, l – длина обрабатываемой поверхности, B – ширина круга
 $L = 110 + 40 = 150$ мм.

h – припуск на обработку, мм,

K – коэффициент выхаживания,

S_B – продольная подача, $S_B = 12$ мм/об,

n_3 – частота вращения заготовки, об/мин,

t – подача, мм/об.

$$t_o = \frac{2 \cdot L \cdot h}{n_3 \cdot S_B \cdot t} \cdot K = \frac{2 \cdot 150 \cdot 0,34}{200 \cdot 12 \cdot 0,015} \cdot 1,2 = 3,4 \text{ мин.}$$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции состоит из времени на установку и снятие детали, управление станком, а также измерение детали.

$$t_e = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}}; \quad (10)$$

где $t_{\text{уст}}$ – время, затрачиваемое на установку и снятие детали;

$t_{\text{упр}}$ – время, затрачиваемое на управление станком;

$t_{\text{изм}}$ – время, затрачиваемое измерения детали.

1. Токарная операция с ЧПУ.

На токарном станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Из справочных данных:

$$t_e = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин,}$$

2. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_e = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин,}$$

3. Круглошлифовальная операция

$$t_e = t_{yct} + t_{ynp} + t_{uzm} = 0,3 + 0,6 + 0,38 = 1,28 \text{ мин}$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{on} = t_{очн} + t_e \quad (11)$$

1. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{on} = t_{очн} + t_e = 0,11 + 0,53 = 0,64 \text{ мин}$$

2. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{on} = t_{очн} + t_e = 0,07 + 0,53 = 0,6 \text{ мин}$$

3. Круглошлифовальная операция

$$t_{on} = t_{очн} + t_e = 3,4 + 1,28 = 4,68 \text{ мин.}$$

1.6.4 Определение подготовительно-заключительного времени

1. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

2. Токарная операция с ЧПУ

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{пз} = 8 \text{ мин}$$

1.6.5 Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется по следующей формуле:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{N},$$

где $t_{шт}$ - штучное время, мин;

$t_{пз}$ - подготовительно заключительное время, мин;

N - число деталей в партии, шт.

Штучное время определяется по следующей формуле:

$$t_{шт.} = t_{очн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{мо} + t_{пер},$$

где t_{oo} - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{то}$ - время на техническое обслуживание, мин;

$t_{пер}$ - время перерывов, мин.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Под временем на техническое обслуживание подразумевается время, в первую очередь затрачиваемое на настройку станка, а также замену затупившегося инструмента и на уборку стружки.

Время перерывов затрачивается на отдых и личные надобности производственных рабочих.

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно определяется в процентном отношении к оперативному времени. В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{ум.} = t_{он} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) + t_{он},$$

Где: α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 4$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha + \beta = 8$.

1. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{ум} = t_{он} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) + t_{он} = 0,64 \cdot \left(\frac{8+4}{100} \right) + 0,64 = 0,71 \text{ мин.}$$

2. Токарная с ЧПУ.

$$t_{ум} = t_{он} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) + t_{он} = 0,6 \cdot \left(\frac{8+4}{100} \right) + 0,6 = 0,67 \text{ мин.}$$

3. Круглошлифовальная операция

$$t_{ум} = t_{он} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right) + t_{он} = 4,68 \cdot \left(\frac{8+4}{100} \right) + 4,68 = 5,2 \text{ мин.}$$

Тогда штучно-калькуляционное время составит:

1. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{ум.к.} = t_{ум.} + \frac{t_{нз}}{N} = 0,71 + \frac{12}{30000} = 0,71 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{ум.к.} = t_{ум.} + \frac{t_{нз}}{N} = 0,67 + \frac{12}{30000} = 0,67 \text{ мин.}$$

3. Круглошлифовальная операция.

$$t_{ум.к.} = t_{ум.} + \frac{t_{нз}}{N} = 5,2 + \frac{12}{30000} = 5,2 \text{ мин.}$$

$$t_{ум.к.} = \sum t_{ум.к.} = 0,71 + 0,67 + 5,2 = 6,58 \text{ мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки.

Разрабатываем приспособление для фрезерной операции

2.1 Описание работы приспособления

Приспособление применяется для закрепления детали с помощью пневматического привода.

Приспособление механизированное, обладает силовым узлом с пневматическим приводом. Используется для выработки исходной силы закрепления N и удержания заготовки без помощи рабочего. Приводятся в действие при подаче сжатого воздуха под постоянным давлением из пневмосистемы.

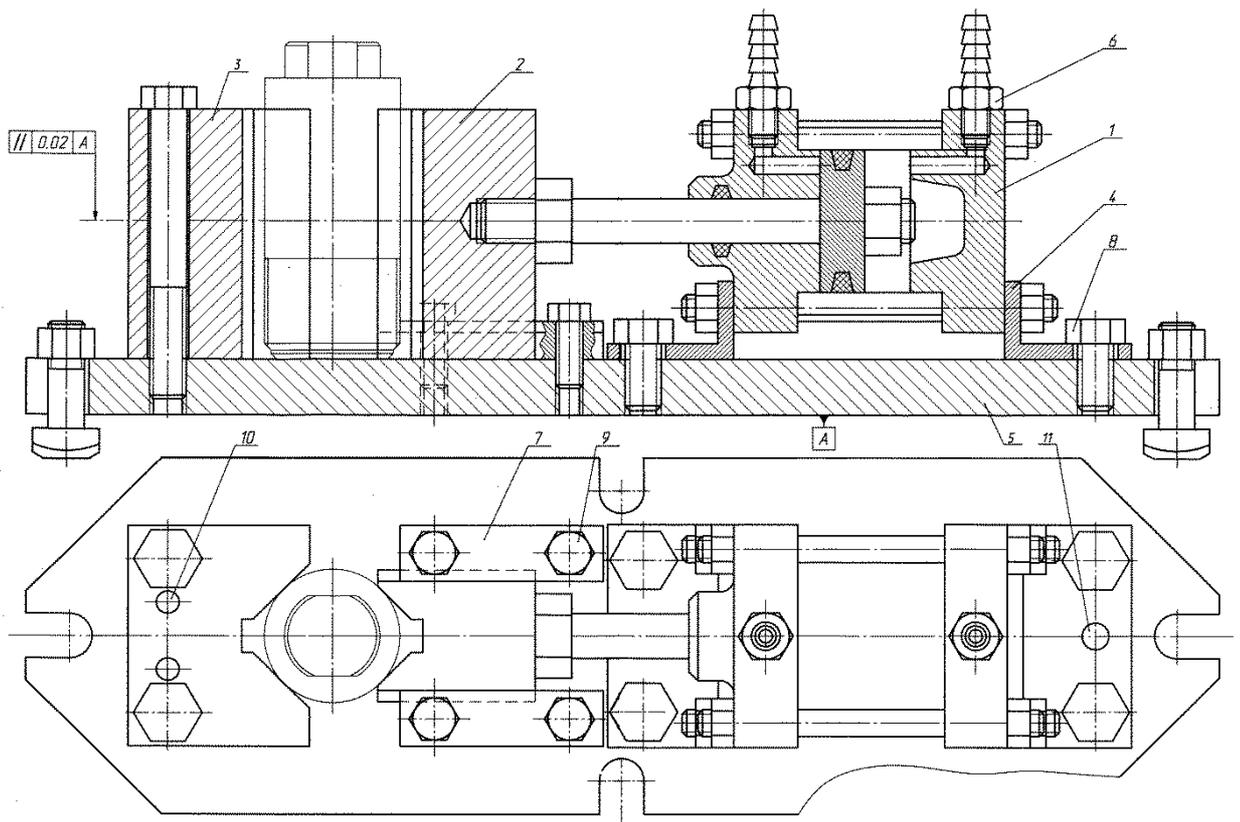


рис 2.1 Приспособление с пневматическим приводом

2.2 Разработка расчетной схемы и определение силы закрепления заготовки.

Необходимо, чтобы сила закрепления предотвращала какие либо перемещения детали, на протяжении всей операции.

В практических расчетах величину силы резания, найденную расчетным путем, несколько приувеличивают, по средствам умножения на коэффициент запаса закреплений k . Который находится по следующей формуле:

$$k = k_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \quad (2.1)$$

где: k_0 – гарантированный коэффициент запаса (принимают $k_0 = 1,5$);

k_1 – коэффициент, который учитывает неравномерность припуска по обрабатываемой поверхности заготовки. (для черновой обработки $k_1 = 1,2$; для чистовой обработки $k_1 = 1$);

k_2 – коэффициент, который учитывает силы резания, увеличивающейся, когда происходит затупление инструмента.

k_3 – коэффициент, который учитывает рост силы резания при обработке прерывистых поверхностей

k_4 – коэффициент, который учитывает непостоянство силы зажима

k_5 – коэффициент, который учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку и сместить ее.

$$k=1,5 \times 1 \times 1,8 \times 1,2 \times 1 = 3,2$$

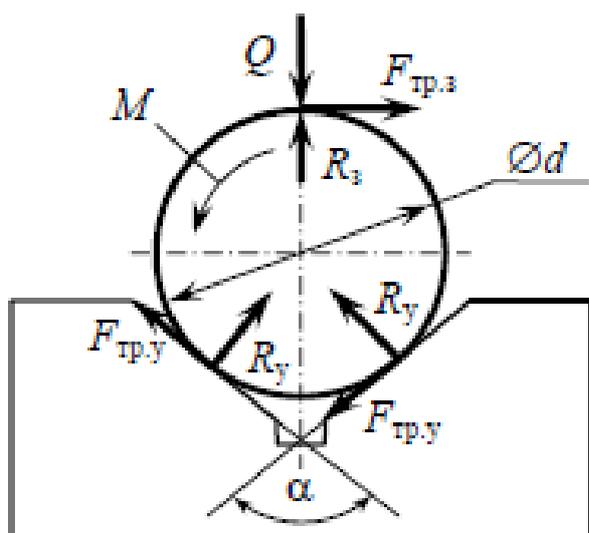


Рис. 1.1. Расчетная схем по определению требуемой силы закрепления заготовки при её установке в призму: α – угол призмы; Q – сила закрепления;

M – момент сил резания, действующий на заготовку;

R_y – реакция установочной поверхности призмы;

$R_з$ – реакция поверхности зажимного элемента;

$F_{тр.з}$ – сила трения по зажимному элементу;

$F_{тр.у}$ – сила трения по установочному элементу

Заготовка контактирует наружной поверхностью с установочными поверхностями призмы с одной стороны, и с подвижной зажимной призмой с другой. Заготовка удерживается от проворота за счет сил трения, на торце заготовки сил трения нет.

Уравнение равновесия будет иметь следующий вид:

$$kM - 2F_{mp.y} \frac{d}{2} - F_{mp.z} \frac{d}{2} = 0$$

$$kM = 2f_y R_y \frac{d}{2} - f_z R_z \frac{d}{2} = 0$$

$$R_y = \frac{Q}{2} \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} R_z = Q$$

Из этого следует:

$$Q = \frac{kM}{f_y \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \frac{d}{2} + f_z \frac{d}{2}} = \frac{2kM}{d \left(f_y \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + f_z \right)} = \frac{2 \times 3,2 \times 5,5}{23,94 \left(0,18 \frac{1}{0,8} + 0,3 \right)} = 125 \text{ Н}$$

f_z - коэффициент трения по зажимному элементу.

f_y - коэффициент трения по установочному элементу.

2.3 Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр двустороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстрогодействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра:

Принимаем предварительно диаметр мембраны 50 мм

Для поршневых пневмоцилиндров

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} \times p \times \eta \quad (2.11)$$

где Q – усилие на штоке;

D - диаметр цилиндра (мм);

p – давление сжатого воздуха, (МПа) ;

η - коэффициент полезного действия цилиндра, ($\eta = 0,85 \dots 0,9$) .

Усилие на штоке

$$Q = \frac{3,14 \times 2500}{4} \times 0,4 \times 0,85 - 40 = 665 \text{ Н}$$

Усилие на штоке превышает требуемое усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{\text{расч}} > W_{\text{потреб.}}$$

2.4 Расчет приспособления на точность

Определяем необходимую точность приспособления для обеспечения следующих требований и размеров:

допуск не более 0,28 мм ;

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_o , которая не должна

превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.

$$\varepsilon_o \leq \delta$$

Определим необходимую точность приспособления, исходя из формулы, изложенной в [4, с. 151]:

$$\varepsilon_{np} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_\delta)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (29)$$

где:

$\delta = 0,36 \text{ мм}$ – допуск выполняемого размера.

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений

составляющих

величин от закона нормального распределения,

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного

значения погрешности

базирования при работе на настроенных станках,

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в

суммарной

погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления,

$\varepsilon_\delta = 0$ погрешность базирования заготовки в приспособлении

$\varepsilon_z = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в

результате действия

сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y = 0 \text{ мм}$ – погрешность установки приспособления на станке,

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в

результате износа установочных элементов приспособления,

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,11$ – экономическая точность обработки,

$$\varepsilon_{np} \leq 0,28 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,5 \times 0,11)^2} = 0,075 \text{ мм}$$

Расчет точности показывает, что данное приспособление обеспечивает заданную точность при обработке заготовки.

