

Введение

Эффективностью производства и его технологический прогресс, качественность производимой продукции в большинстве зависит от опережающего развития производства, новейшего оборудования, станков и аппаратов, машин, от внедрения методов технико-экономического анализа, которое обеспечивает решение всех технологических вопросов и экономику эффекта конструкторских и технологических разработок.

В нынешнее время в машино- и приборостроении наиглавнейшей задачей считается обеспечение выпуска качественной продукции при минимальном объеме затрат и высокой производительностью труда.

Целью данной выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса изготовления детали – Корпус ДАТ-256М1-УХЛ1

1 Технологическая часть

1.2 Анализ чертежа детали и её технологичности

1.2.1 Анализ чертежа

1. Все шероховатости проставлены по старому ГОСТ.

2. Угловой допуск на расположения отверстий задан излишне точно $\pm 5'$,

В данном случае нет никакой необходимости в этом. Для обеспечения собираемости изделия достаточно в сопряженной детали сделать отверстия чуть большего диаметра. Если же необходимо точно позиционировать детали друг относительно друга, то конструктору нужно ввести одно точное отверстие, по которому детали будут позиционироваться друг относительно друга. Соответственно расширяем угловой допуск до $\pm 15'$. Следует отметить, что реальное расположение отверстий и угол будет достаточно сложно замерить.

Данное замечание касается и допуска на диаметр расположения центров отверстий. По вышеописанным причинам его следует расширить до $\pm 0,1$.

Точность остальных элементов детали не изменяем, т.к. мы не имеем чертежей всего изделия и не можем судить о целесообразности назначения точности.

1.2.2 Анализ базового маршрута техпроцесса

При анализе базового маршрута технологического процесса Приложение А, сводимся к тому, что в данном технологическом процессе используются низкопроизводительные шлифовальные операции, много времени уходит на сверлильную и фрезерную операции. Точность базирования так же на низком уровне. В совокупности это делает технологический процесс дорогостоящим и малопродуктивным. В настоящее время существует много новейшего оборудования и инструмента которым можно существенно откорректировать данный технологический процесс. Делаем вывод, что заводской технологический процесс требует совершенствования.

1.3 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}, \quad (1)$$

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}},$$

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

$N_{г}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_{г} = 2030$ ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{2030 \times 60}{5000} = 24,36 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (2)$$

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

$$T_{02} = (0,034B) \cdot 10^{-3}$$

где B – ширина обрабатываемой поверхности.

Тогда

$$T_{02} = (0,034 \cdot 8 \cdot 40) \cdot 10^{-3} = 0,012 \text{ мин}$$

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

$$T_{ш.к2} = \varphi_{к2} \cdot T_{о.2} = 1,73 \cdot 0,012 = 0,02 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции (см. чертеж детали):

$$T_{о3} = (0,1 \cdot d \cdot l + 2,5 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

тогда

$$T_{о3} = (0,1 \cdot 95 \cdot 66 + 2,5 \cdot 120) \cdot 10^{-3} = 0,9 \text{ мин,}$$

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

$$T_{ш.к3} = \varphi_{к3} \cdot T_{о.3} = 2,1 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3}}{3} = \frac{6,2 + 0,02 + 0,9}{3} = 2,3 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{24,36}{2,3} = 10,59 \text{ мин.}$$

Так как $K_{з.о} = 10,59 \geq 10$, то тип производства среднесерийный.

1.3 Выбор исходной заготовки

Данный материал Сталь 30 заготовки заложен конструктором ГОСТ 1050-88.

Форма детали и размер, исходного материала, вид и тип производства, наличие нужного оборудования, требование к качеству конечной детали, экономичности изготовления напрямую зависит от выбора заготовки. Имеются

много разных способов получения заготовки. Рассмотрев чертеж, подчеркнем что деталь имеет несложную цилиндрическую форму. Данный материал в соответствии с ГОСТ поставляют в виде проката.

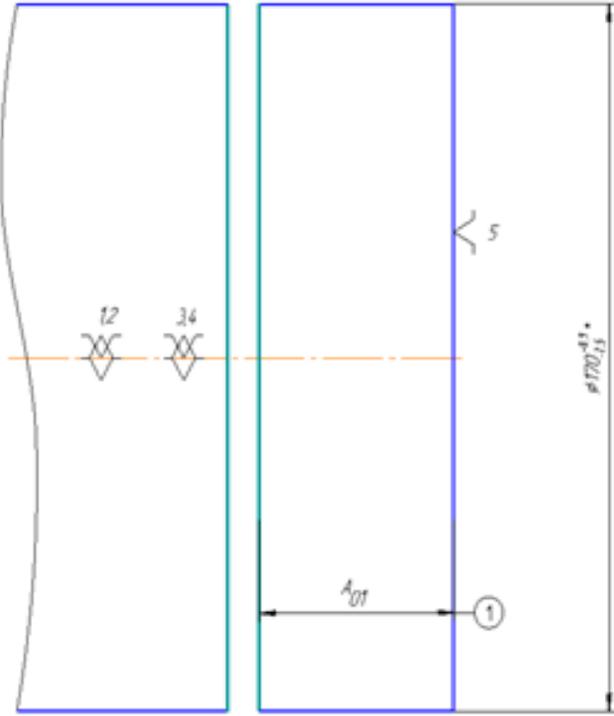
1.4 Разработка маршрута технологии изготовления

На данном этапе проанализируем ход заготовки по ходу технологического процесса для достижения конструкции, заданной по чертежу, с соблюдением всех норм и требований на изделие. На одну деталь маршрут изготовления может быть разным, из-за того, что, во-первых, на какой вид производства ориентируется изготовления детали, во-вторых, на производстве имеется или не имеется нужное оборудование на предприятии, режущего инструмента, оснасткой и другими технологическими возможностями. От маршрута изготовления так же при различных условиях зависит и экономическая сторона выбора поэтапности изготовления, что довольно ощутимо сказывается на предприятиях с массовым и серийным производствах.

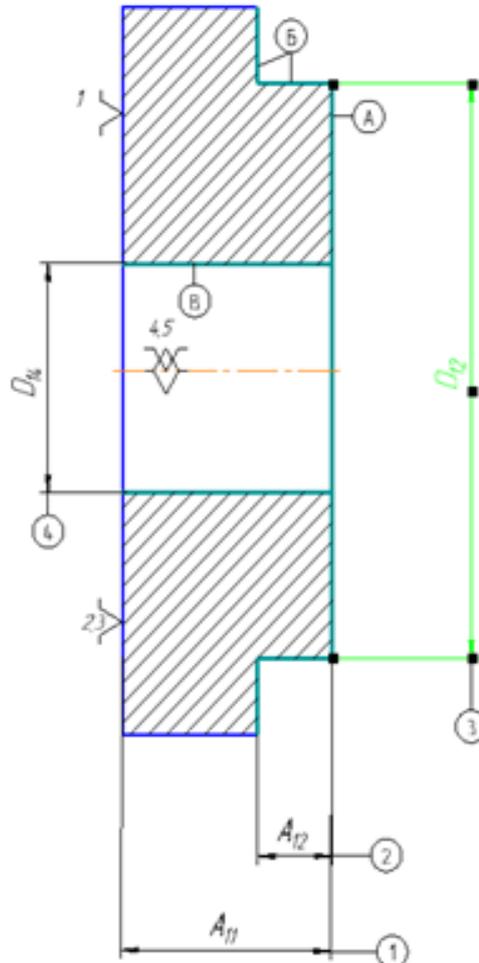
Ссылаясь на те факты, выпуск требуемой продукции составит в год 5000 штук, и, что корпус не будет является уникальной в производстве деталью ,следовательно будем делать вывод, что производство будем считать среднесерийным.

Маршрут представлен в табл.1.

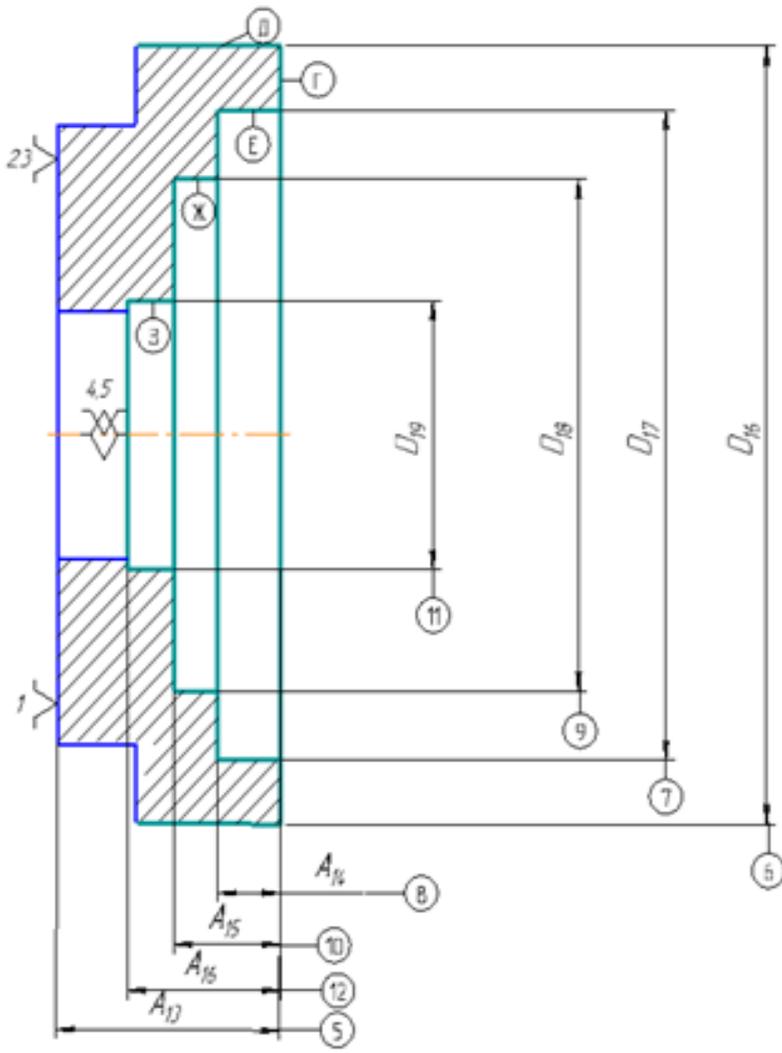
Таблица 1.

№	Наименование
000	Заготовительная Установить и снять деталь Отрезать заготовку, выдержав размер 1
	 <p>The drawing shows a cylindrical part with two diameters. The left part has a diameter of 12 mm, and the right part has a diameter of 34 mm. The transition between the two diameters is chamfered with a chamfer angle of 5 degrees. The total length of the part is 170 mm, with a tolerance of ± 0.15 mm. A dimension line labeled A_{01} indicates the distance from the right end of the part to the start of the chamfered section. A circled number 1 is located at the right end of the part. The surface finish is specified as $\sqrt{Rz 80}$.</p>

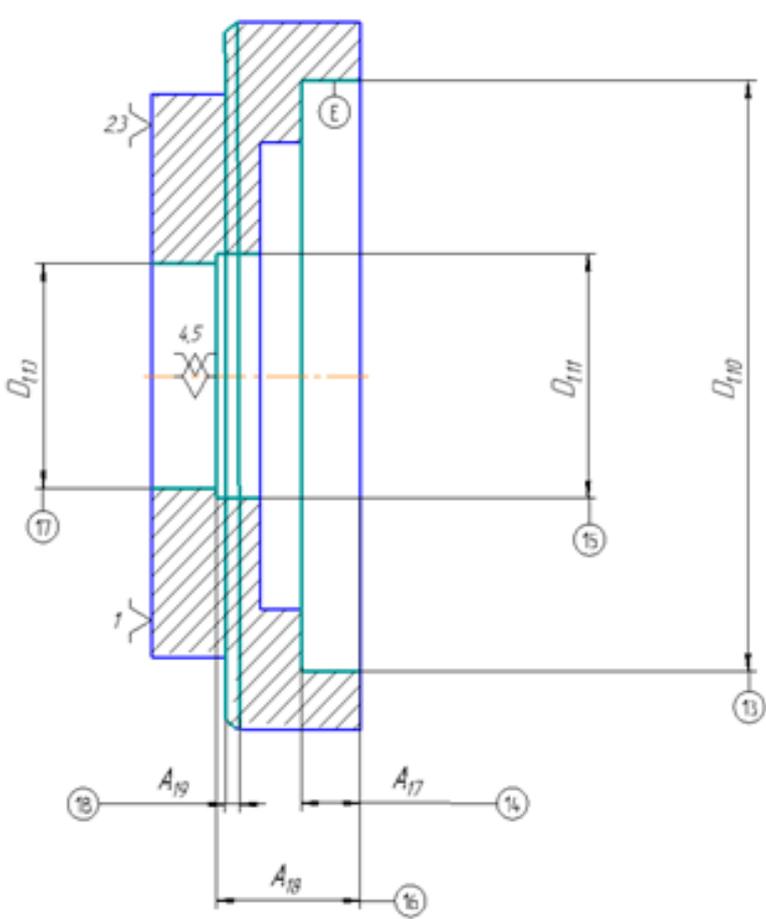
продолжение таблицы 1

№	Наименование
010	<p>Токарная с ЧПУ Установ А Установить и снять деталь Подрезать торец а А, выдержав размер 1 Точить поверхность Б с подрезкой торца, выдержав размер 2,3 Сверлить отверстие $\phi 25^{+2}$ <u>напроход</u> Расточить отверстие до ϕ размер 4</p>
 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following features:<ul style="list-style-type: none">Section 1: Top chamfered end with chamfer angle 1.Section 2: Upper cylindrical part with diameter D_{12} and length A_{12}.Section 3: Middle cylindrical part with diameter D_{14} and length A_{11}.Section 4: Lower cylindrical part with diameter D_{12} and length A_{12}.Section 5: Bottom chamfered end with chamfer angle 2.Surface B: The top surface of the upper part, with a chamfered edge.Surface A: The top surface of the lower part.Surface 4: The bottom surface of the lower part.A 45-degree chamfer is shown on the top edge of the middle section.Dimension lines are labeled 1, 2, 3, 4, 11, 12.Surface roughness symbol $\sqrt{Ra 3.2}$ is present in the upper right.</p>	

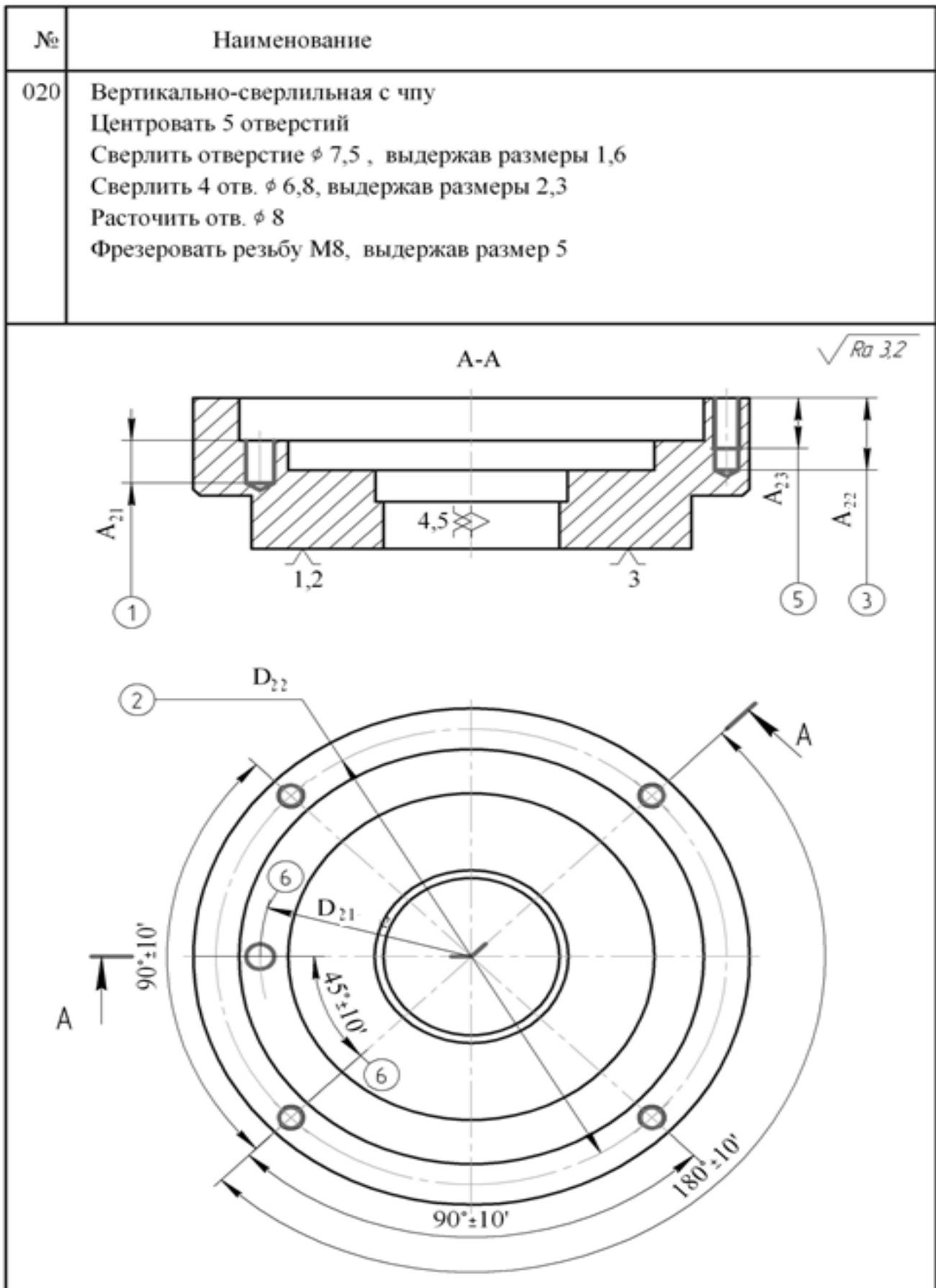
продолжение таблицы 1

№	Наименование
	<p>Токарная с ЧПУ <u>Установ Б</u> Установить и снять деталь Подрезать торец Г начисто, выдержав размер 5 Точить поверхность Д напроход, выдержав размер 6 Расточить поверхность Е начерно, выдержав размеры 7,8 Расточить поверхность Ж начисто, выдержав размеры 9,10 Расточить поверхность З начерно, выдержав размеры 11,12</p>
	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">√ R_a 3,2</div>  <p>The drawing shows a stepped shaft with the following features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Callouts: A, B, Г, E, Ж, З, 23, 45, 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12. Dimensions: <ul style="list-style-type: none"> D_{19}, D_{18}, D_{17}, D_{16} (diameters) A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{17} (axial distances) Surface Treatment: A 45-degree chamfer is shown on the left side. Material/Finish: Surface roughness $R_a 3,2$ is indicated in the top right.

продолжение таблицы 1

№	Наименование
	<p>Расточить поверхность <u>Е</u> начисто, выдержав размеры 13,14 Расточить поверхность <u>З</u> начисто, выдержав размеры 15,16 Расточить поверхность <u>В</u> начисто, выдержав размер 17 Точить фаску выдержав размер 18</p>
	 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Surface Е is the top surface of the rightmost section. Surface З is the top surface of the middle section. Surface В is the top surface of the leftmost section. Surface А is the bottom surface of the leftmost section. Surface Б is the bottom surface of the middle section. Surface Г is the bottom surface of the rightmost section. Surface Д is the top surface of the leftmost section. Surface Ж is the top surface of the middle section. Surface И is the top surface of the rightmost section. Surface К is the bottom surface of the rightmost section. Surface Л is the bottom surface of the middle section. Surface М is the bottom surface of the leftmost section. Surface Н is the bottom surface of the leftmost section. Surface О is the bottom surface of the leftmost section. Surface П is the bottom surface of the leftmost section. Surface Р is the bottom surface of the leftmost section. Surface С is the bottom surface of the leftmost section. Surface Т is the bottom surface of the leftmost section. Surface У is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ф is the bottom surface of the leftmost section. Surface Х is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ц is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ч is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ш is the bottom surface of the leftmost section. Surface Щ is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ъ is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ы is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ь is the bottom surface of the leftmost section. Surface Э is the bottom surface of the leftmost section. Surface Ю is the bottom surface of the leftmost section. Surface Я is the bottom surface of the leftmost section. <p>Dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Vertical dimensions: D_{110}, D_{111}, D_{110} (total height). Horizontal dimensions: A_{19}, A_{17}, A_{18}. Surface texture: $\sqrt{Ra 16}$. Chamfer: 45°. Radius: r. Angle: 23°.

продолжение таблицы 1



продолжение таблицы 1

№	Наименование
030	Вертикально-сверлильная с чпу Установить и снять деталь Центровать 3 отверстия Сверлить 3 отв. $\phi 6,8$, выдержав размеры 1,2,6,7 Фрезеровать резьбу М8, выдержав размер 3 Фрезеровать поверхность, выдержав размеры 4,5,8
040	Слесарная Притупить кромки R 0,2-0,3
050	Гальваническая Химическое оксидирование
060	Промыть деталь
070	Окрасить поверхность Дуказанную на чертеже

1.4 Построение расчётной схемы и графа технологических цепей

Расчётная схема изготовления детали представляет собой сумму технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в технологических цепях являются конструкторские, непосредственно взятые с чертежа размеры и припуски на обработку поверхностей. В технологической цепи помимо замыкающих звеньев имеются составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, которые были получены на всех операциях и переходах обрабатываемого изделия.[3, стр. 21].

Размерная схема составляется на основании маршрута изготовления данного корпуса, которая представлена на рис. 2 и 3, и содержит конструкторские размеры, припуски на обработку и все осевые технологические размеры и все осевые технологические размеры, по ходу данной работы будет осуществлена их проверка.

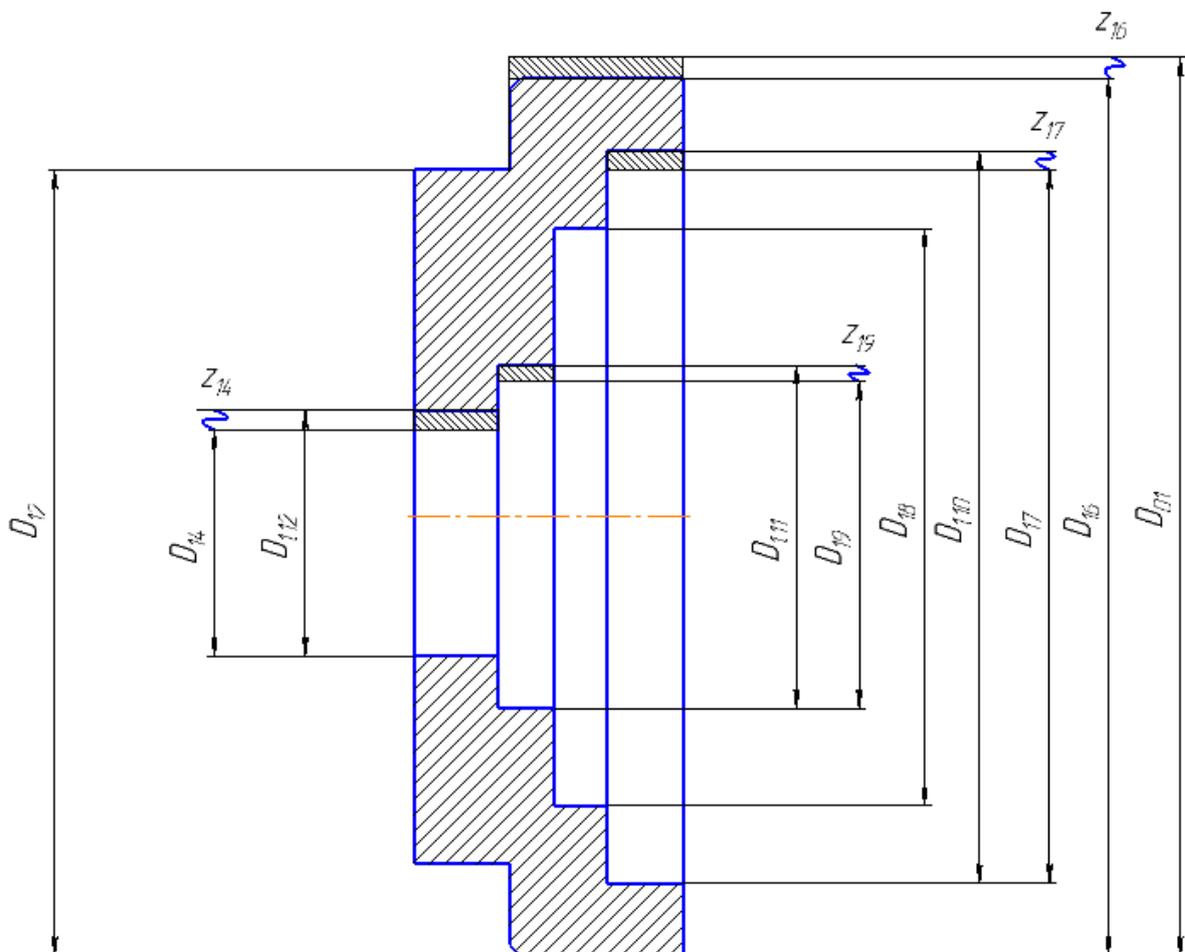


Рис 2. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса
(диаметральное направление)

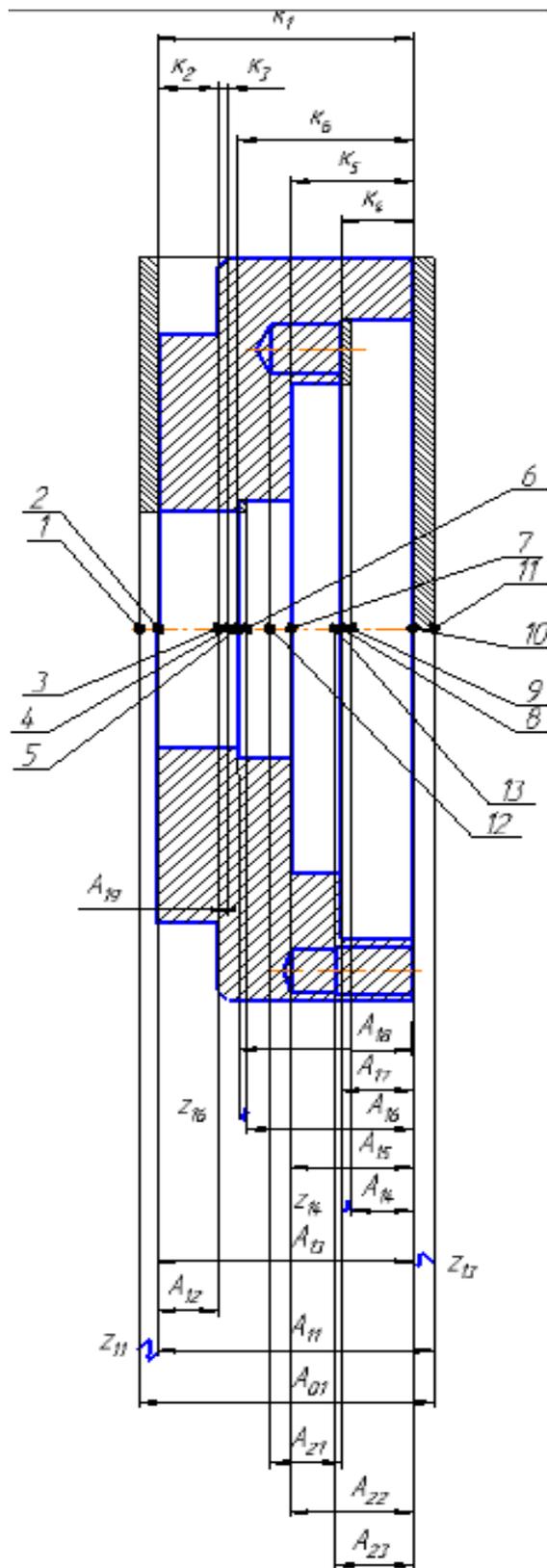


Рис 3. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса
(продольное направление)

Для того чтобы упростить построения размерных цепей, строится граф технологических размерных цепей на базе расчетной схемы. Довольно ярко излагается методика построения графа в источнике [3, стр. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления корпуса представлен на рис. 4.

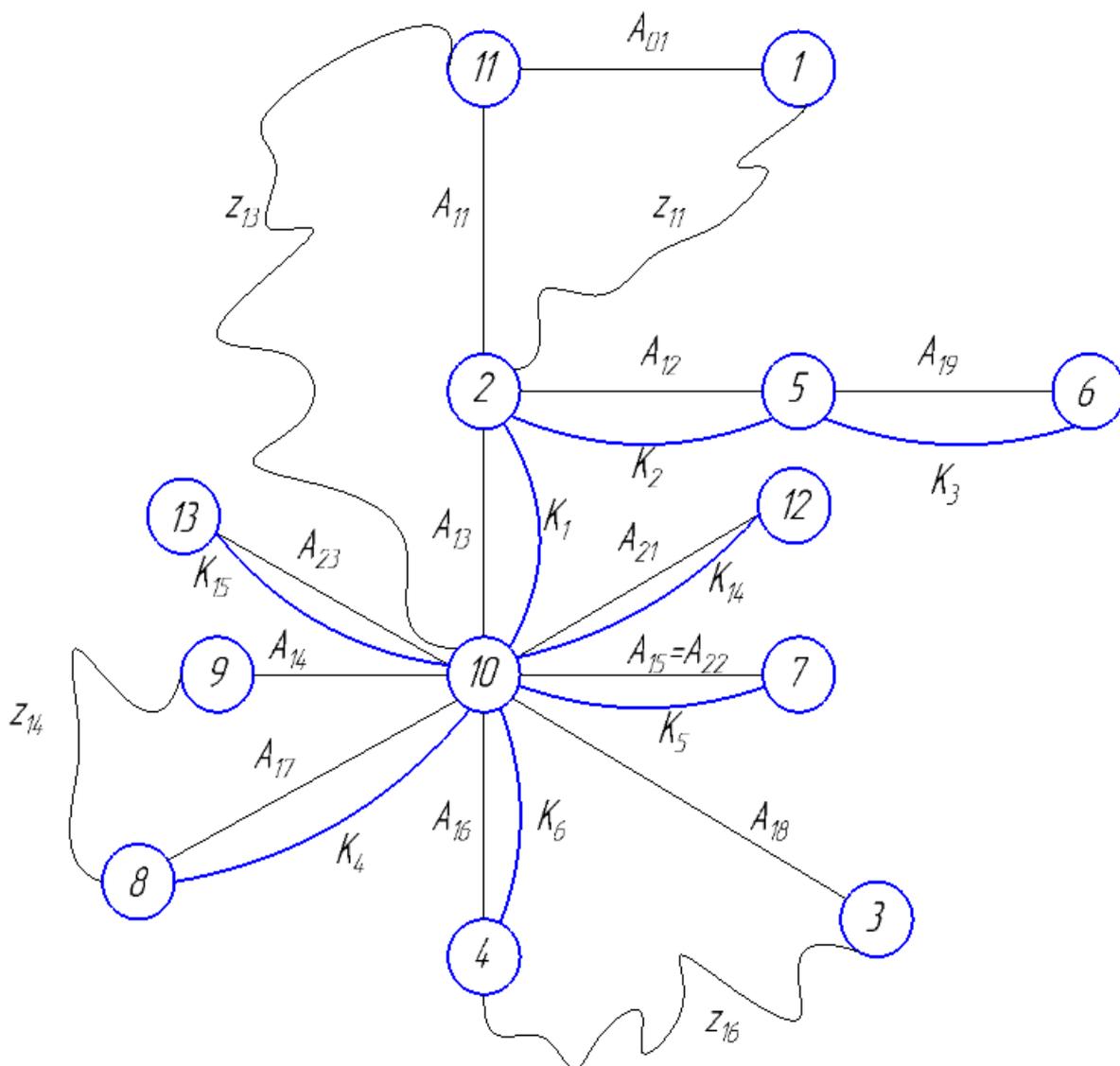


Рис 4. Граф технологических размерных цепей.

1.4.1 Расчёт минимальных припусков z_{\min} на обработку заготовки

Как уже будет ясно из [3] минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы удаления его были достаточным для обеспечения нужной точности изделия и его заданного качества поверхностного слоя.

Следовательно, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр будем определять на основании формулы из [1, стр. 47]:

$$z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (1)$$

где $z_{i\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2}, \quad (2)$$

где ρ_{Pi-1}^2 - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникшая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$ - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (3)$$

где $\rho_{i-1} = \rho_{Pi-1} + \rho_{\Phi i-1}$.

Расчет припусков на обработку выполняем из вышестоящей формулы (1) и переносим их в таблицу 2.

Методика заполнения таблицы припусков : для каждого припуска в этой же строке вписываем в столбцы

- 1- Шероховатость R_z поверхности до снятия припуска
- 2- Дефектный слой T поверхности до снятия припуска
- 3- Кривизну заготовки ρ до снятия припуска
- 4- Погрешность установки ε на выполняемом переходе

В итоге расчет минимального припуска устремляется к простому сложению чисел в каждой строке (для продольных) или так же рассчитывается по уже известной формуле (1) для радиальных припусков на обработку.

В ходе расчета продольных припусков в качестве ρ будем выбирать торцевое биение и отклонение от перпендикулярности. Значения погрешности установки в трехкулочковом патроне, величины дефектного слоя, шероховатости будем выбираем из соответствующих таблиц приложений [3].

Продольные припуски

Припуск Z_{11} : шероховатость торца отрезанной заготовки $R_z=150$ мкм, дефектный слой $T=150$ мкм , кривизна 500 мкм (неперпендикулярность торца) [3].

Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{14} : шероховатость после чернового точения $R_z=100$ мкм, дефектный слой $T=80$ мкм , торцевое биение (кривизна) 250 мкм [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{16} : шероховатость после чернового точения $R_z=100$ мкм, дефектный слой $T=80$ мкм , торцевое биение (кривизна) 150 мкм [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{13} : шероховатость торца отрезанной заготовки $R_z=150$ мкм, дефектный слой $T=150$ мкм , кривизна 500 мкм (неперпендикулярность торца) [3].

Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

1.4.2 Расчет продольных припусков на обработку.

Таблица 2

	R_z	T	ρ	ε	Z_{min}	продольный
Z_{11}	150	150	500		800	
Z_{14}	100	80	250		430	
Z_{16}	100	80	150		430	
Z_{13}	150	150	500		800	

Продольные припуски

$$Z_{11}=150+150+500=800 \text{ мкм}$$

$$Z_{14}=100+80+250=430 \text{ мкм}$$

$$Z_{16}=100+80+150=430 \text{ мкм}$$

$$Z_{13}=150+150+500=800 \text{ мкм}$$

Радиальные припуски

Припуск Z_{16} : шероховатость проката $R_z=150$ мкм, дефектный слой $T=150$ мкм, кривизна в радиальном направлении 400 мкм. Погрешность закрепления проката в трехлапчатом патроне $\varepsilon=370$ мкм. [3]

Припуск Z_{19} : шероховатость после черного точения $R_z=100$ мкм, дефектный слой $T=80$ мкм, радиальное биение (кривизна) 100 мкм [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась.

Припуск Z_{14} : шероховатость после черного точения $R_z=100$ мкм, дефектный слой $T=80$ мкм, радиальное биение (кривизна) 150 мкм [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась.

Припуск Z_{17} : шероховатость после черного точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=80$ мкм, радиальное биение (кривизна) 150 мкм [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась.

1.4.3 Расчет диаметральных припусков на обработку и технологических размеров.

Таблица 3

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск T, мкм	Предельный размер, мм	
	Rz	T	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}
Поверхность $\varnothing 50^{+0,062}$ мм									
1. Растачивание	100	80	100	-	660	48,6	300	48,6	48,9
2. Растачивание	20	30	60	0	560 (Z_{14})	50	62	50	50,062
Поверхность $\varnothing 55^{+0,03}$ мм									
1. Растачивание	100	80	100	-	-	53,6	300	53,6	53,9
2. Растачивание	20	30	60	0	560 (Z_{19})	55	30	55	55,03
Поверхность $\varnothing 132^{+0,063}$ мм									
1. Растачивание	100	80	150	-	-	130,5	300	130,5	130,8
2. Растачивание	20	30	60	0	660 ($Z_{1,7}$)	132	63	132	132,063
Поверхность $\varnothing 158_{-0,2}$ мм									
1. Прокат	150	150	400	-	-	170	3400	167,5	170,9
2. Точение	100	80	150	370	1700 (Z_{16})	158	200	157,8	158

Радиальные припуски:

$$Z_{16} = 2 * (150 + 150 + \sqrt{400^2 + 370^2}) = 1700 \text{ мкм}$$

$$Z_{14} = 2 * (100 + 80 + \sqrt{100^2}) = 560 \text{ мкм}$$

$$Z_{19} = 2 * (100 + 80 + \sqrt{100^2}) = 560 \text{ мкм}$$

$$Z_{17} = 2 * (100 + 80 + \sqrt{150^2}) = 660 \text{ мкм}$$

1.5 Определение допусков на технологические размеры и размеров.

По соответствующим стандартам и материалам находятся допуски размеров исходной заготовки. Допустимое отклонение горячекатаный прокат ($TD_{01} = 3,4$ мм). На операциях механической обработки, определяются допуски с использованием таблиц точности.

Допуски на диаметральные размеры можно принять равными статистической погрешности: $TD_i = \omega_{c_i}$

На черновых операций это относится к 11 качеству, на чистовых это 10 качество. Размеры которые выдерживаются непосредственно приравнивают допуск к допуску конструкторского размера.

Принимаем допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{1.12} = 0,062 \text{ мм};$$

$$TD_{14} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{1.11} = 0,03 \text{ мм};$$

$$TD_{19} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{1.10} = 0,063 \text{ мм}$$

$$TD_{17} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{16} = 0,2 \text{ мм};$$

Допуски на осевые размеры

Для размеров находящихся между измерительной базой и обработанной поверхностью:

$$TA = \omega + \rho_{и}$$

Определяем:

$$TA_{11} = \omega_{c_{11}} + \rho_{и} = 0,30 + 0,5 = 0,8 \text{ мм}; \text{ Принимаем } TA_{11} = 0,8$$

$$TA_{13} = \omega_{c_{13}} + \rho_{и} = 0,20 + 0,1 = 0,3 \text{ мм}; \text{ Принимаем } TA_{13} = 0,3$$

$$TA_{18} = \omega_{c_{18}} + \rho_{и} = 0,10 + 0,05 = 0,15 \text{ мм}; \text{ Принимаем } TA_{18} = 0,15$$

$$TA_{17} = \omega_{c_{17}} + \rho_{и} = 0,10 + 0,05 = 0,15 \text{ мм}; \text{ Принимаем } TA_{17}=0,15$$

В остальных случаях значение $\rho_{и}$ принимаем равным нулю

$$TA_{01} = 1 \text{ мм};$$

$$TA_{16} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{14} = 0,2 \text{ мм};$$

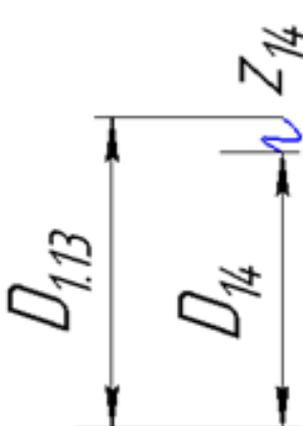
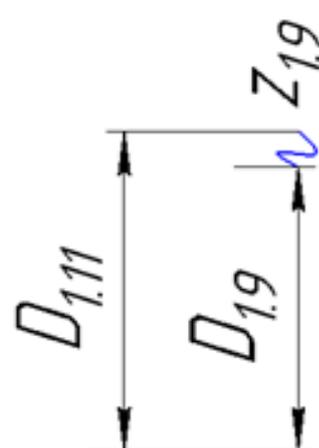
$$TA_{12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{15} = 0,2 \text{ мм};$$

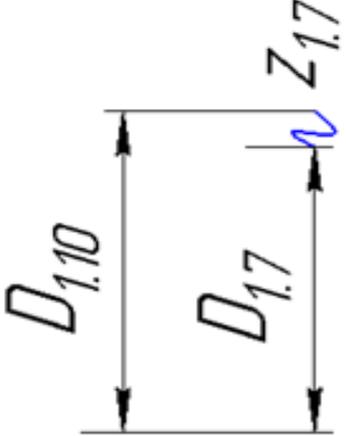
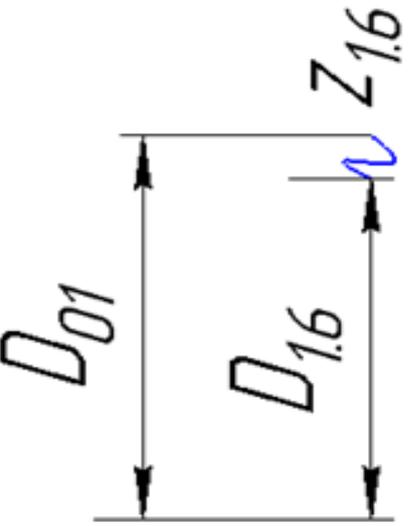
$$TA_{19} = 0,2 \text{ мм};$$

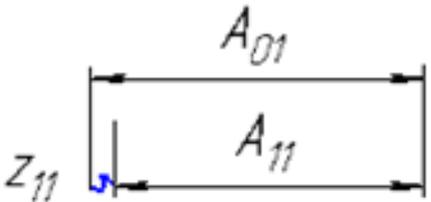
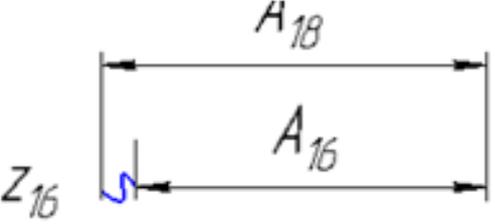
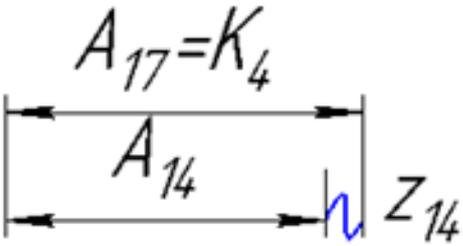
Расчет технологических размеров сводим в таблицу 4.

Таблица 4

Расчет технологических размеров(радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $D_{1.13} = K_9 = 50^{+0.062}$ $D_{1.11} = K_{10} = 55^{+0.03}$ $D_{1.8} = K_{11} = 104^{+0.2}$ $D_{1.10} = K_{12} = 132^{+0.063}$ $D_{1.2} = K_8 = 125_{-0.2}$ $D_{1.6} = K_{13} = 158_{-0.2}$
	<p>Определение технологического размера $D_{1.4}$</p> $D_{1.4}^c = D_{1.13}^c - Z_{1.4}^c$ $Z_{1.4}^c = Z_{1.4}^{min} + \frac{TD_{1.4} + TD_{1.13}}{2}$ $Z_{1.4}^c = 0.381$ $D_{1.4}^c = 48.77$ <p>Т.к. размер относится к отверстиям то</p> $D_{1.4} = 48.6^{+0.3}$
	<p>Определение технологического размера $D_{1.9}$</p> $D_{1.9}^c = D_{1.11}^c - Z_{1.9}^c$ $Z_{1.9}^c = Z_{1.9}^{min} + \frac{TD_{1.9} + TD_{1.11}}{2}$ $Z_{1.9}^c = 0.81$ $D_{1.9}^c = 53.79$ <p>Т.к. размер относится к отверстиям то</p> $D_{1.9} = 53.6^{+0.3}$

продолжение таблицы 4

Расчет технологических размеров(радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера $D_{1.7}$</p> $D_{1.7}^c = D_{1.10}^c - Z_{1.7}^c$ $Z_{1.7}^c = Z_{1.7}^{min} + \frac{TD_{1.7} + TD_{1.10}}{2}$ $Z_{1.7}^c = 0.91$ $D_{1.7}^c = 130.69$ <p>Т.к. размер относится к отверстиям то</p> $D_{1.7} = 130.5^{+0.3}$
	<p>Определение технологического размера $D_{1.6}$</p> $D_{1.6}^c = D_{01}^c - Z_{1.6}^c$ $Z_{1.6}^c = Z_{1.6}^{min} + \frac{TD_{1.6} + TD_{01}}{2}$ $Z_{1.6}^c = 0.91$ $D_{1.6}^c = 158.81$ <p>Т.к. размер относится к валам то</p> $D_{1.6} = 158_{-0.3}$

Расчет технологических размеров(продольное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $A_{13} = K_1$ $A_{12} = K_2$ $A_{1,9} = K_3$ $A_{1,7} = K_4$ $A_{1,5} = K_5$ $A_{1,8} = K_6$
	<p>Определение технологического размера $A_{1,1}$</p> $A_{1,1}^c = A_{01}^c - Z_{11}^c$ $Z_{1,1}^c = Z_{1,1}^{min} + \frac{TD_{11} + TD_{01}}{2}$ $Z_{1,6}^c = 1.18$ $A_{1,1}^c = 51.63$ <p>Т.к. размер относится к валам то</p> $D_{16} = 52.1_{-0.8}$
	<p>Определение технологического размера $A_{1,6}$</p> $A_{1,6}^c = A_{18}^c - Z_{16}^c$ $Z_{1,6}^c = Z_{1,6}^{min} + \frac{TD_{16} + TD_{18}}{2}$ $Z_{1,6}^c = 1.33$ $A_{1,6}^c = 32.62$ $A_{16} = 32.8_{-0.15}^{+0.15}$
	<p>Определение технологического размера $A_{1,4}$</p> $A_{1,4}^c = A_{17}^c - Z_{14}^c$ $Z_{1,4}^c = Z_{1,4}^{min} + \frac{TD_{14} + TD_{17}}{2}$ $Z_{1,4}^c = 1.43$ $A_{1,4}^c = 13.92$ $A_{16} = 13.2_{-0.15}^{+0.15}$

1.6 Выбор оборудования

Предварительно выбираем оборудование для операций 000, 010, 020, 030

При расчете режимов возможно придется изменить некоторые станки если они не пройдут по мощности.

Операция 000 (заготовительная)

Выбираем ленточнопильный станок MBS-1321W.

Технические характеристики приведены в таблице 5.

Таблица 5

Зона обработки при 90°:	d 330, прямоугольник 330x480 мм, прямоугольник 225x530 мм
Диаметр шкивов:	458 мм
Скорости движения ленты: плавно	20 - 80 м/мин
Высота рабочего стола:	812 мм
Объем бака для СОЖ:	23 л
Выходная мощность:	2,2 кВт / S1 100%
Входная мощность:	4,1 кВт / S6 40%
Габаритные размеры (ДхШхВ):	2130x825x1500 мм
Напряжение:	380В
Масса:	750 кг

Операция 010, (токарная с ЧПУ)

Выбираем станок токарный с ЧПУ СТХ400

Технические характеристики приведены в таблице 6

Таблица 6

Система ЧПУ	CNC-Pilot	
Ход по оси X	220	мм
Ход по оси Z	635	мм
Диаметр патрона	210	мм
Отверстие в шпинделе	65	мм
Мощность привода (40% ED)	21	кВт
Число оборотов	5 000	об/мин
Револьверная головка	12	инструментов
Ось Y	±40	мм
Магазин подачи прутка	Fedex, Type DH 65 LCE	

Операция 020,030

Выбираем вертикально-фрезерный с ЧПУ XD-40A

Технические характеристики показаны в таблице 7

Таблица 7

Модель	XD30	XD40A
Система ЧПУ	Fanuc Oi-mate MC	
Размеры стола, мм (длина x ширина)	700x320	800x400
Максимальная масса заготовки, кг	150	300
Перемещение по оси X, мм	450	600
Перемещение по оси Y, мм	350	400
Перемещение по оси Z, мм	380	540
Расстояние между шпинделем и столом, мм	140~520	150~690
Скорость обработки X/Y/Z, мм/мин	1~8000	1~5000
Скорость быстрых перемещений X/Y/Z, м/мин	20/20/20	20/20/15
Мощность шпинделя, кВт	5,5/7,5	5,5/7,5
Максимальная скорость вращения шпинделя, об/мин	4000	5000
Конус шпинделя	BT40	
Максимальный вес инструмента, кг	6	
Максимальный диаметр инструмента, мкм	100/150	
Точность позиционирования, мкм	±5	±5
Повторяемость, мм	±3	±3
Внешний подвод сжатого воздуха, атм	5	5
Габариты станка (LxWxH), мм	2450x1590x2200	2110x2170x2780
Вес станка, кг	2000	6000

1.7 Определение режимов обработки

По эмпирическим зависимостям расчет режимов резания проводим для двух переходов токарной операции, фрезерной, сверлильной.

Токарная операция 010

Станок токарный с ЧПУ СТХ400, N=21 кВт, n=50-2000.

Резец для контурного точения T15K6

1. Берем глубину резания: $t = z_{22}^C = 1,7$ мм.
2. Определяем Поперечную подачу по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,8-1,3 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 1 \text{ мм/об.}$$

3. По данной формуле определим скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (6)$$

Принимаем за период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значность коэффициентов: $C_V = 420$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ},$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, показывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывает качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_G \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента K_G и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 30 берем из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]: $K_G = 0,95$, $n_V = 1,0$;

$$K_{MV} = K_G \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{0,95} = 0,95 \left(\frac{750}{490} \right)^1 = 1,32,$$

$$K_{MV} = 1,32; K_{ПВ} = 1; K_{ИВ} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ} = 1,32 * 1 * 1 = 1,32.$$

Скорость резания,

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,45^{0,15} \cdot 1^{0,2}} \cdot 1,32 = 226 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 226 / (3,14 * 170) = 420 \text{ об/мин.}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. Определить главную составляющую силы резания можно по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p, \quad (7)$$

Значность коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле: $t = z_{\max} = 2,6 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{f P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 1,1; K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{f P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\varphi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{f P} = 1,1 * 1 * 1,0 * 1,0 * 0,93 = 1,023$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 300 * 2,6^1 * 1^{0,75} * 226^{-0,15} * 1,023 = 3266 \text{ Н.}$$

5. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1000 * 60) = 3266 * 226 / (1000 * 60) = 12,3 \text{ кВт.}$$

6. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = N / \eta = 12,3 / 0,85 = 14,47 \text{ кВт.}$$

Будет достаточной для выполнения операции мощность электродвигателя станка – 15 кВт.

Токарная операция (чистовое точение)

Станок токарный с ЧПУ СТХ400, N=15 кВт, n=50-2000.

Резец для контурного точения T15K6

1. Глубина резания: $t = z_{31}^c = 0,3$ мм.

2. Поперечная подача по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] для данной глубины резания 0,4-0,5 мм/об, но для обеспечения заданной шероховатости принимаем :

$$S = 0,1 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания можно определить по данной формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (6)$$

За период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значность коэффициентов: $C_V = 420$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определили по табл. 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ},$$

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

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2, Т.2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_G \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента K_G и показатель степени n_V для материала инструмента

из твердого сплава при обработке заготовки из стали 30 берем

из табл. 2 [2, Т.2, стр.262]: $K_G = 0,95$, $n_V = 1,0$;

$$K_{MV} = K_G \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{0,95} = 0,95 \left(\frac{750}{490} \right)^{0,95} = 1,32,$$

$$K_{MV} = 0,75; K_{ПВ} = 1; K_{ИВ} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1,32 \cdot 1 \cdot 1 = 1,32.$$

Скорость резания,

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot f^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 1,32 = 370 \text{ М/МИН}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 370 / (3,14 \cdot 132) = 890 \text{ об/МИН.}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

Силы резания не определяем и проверку на мощность не выполняем, т.к. очевидно, что при чистовом точении они будут меньше чем при черновом.

Сверление отверстия $\phi 7,5$ (операция 020)

Вертикально-фрезерный с ЧПУ XD-40A, N=7,5 кВт, n=10-8000.

1. Обрабатываемый материал по стандарту ИСО СМС 03.11 (Сталь 30) [10]

2. Сверло Coro Drill d=7.5 [10]

3. Необходимая скорость резания 210-310 м/мин, обозначаем V=300м/мин

Подача $f_n = 0.08 - 0.14$ мм/об, обозначаем $f_n = 0.1$ мм/об [10]

4. Расчетное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 7,5} = 12780 \text{ М/МИН}$$

Максимально возможная частота данного станка 8000 об/мин

$$V = \frac{3,14 \cdot 7,5 \cdot 8000}{1000} = 188 \text{ М/МИН}$$

5. Минутная подача сверла

$$V_f = n \cdot f_n = 8000 \cdot 0,1 = 800 \text{ ММ/МИН}$$

6. Сила резания

$$F = 0.5 \cdot \frac{D_c}{2} \cdot f_n \cdot K_{cfz} \cdot \sin K_\varphi \quad [10]$$

K_{cfz} – удельная сила резания;

Для качественной стали принимаем $K_c = 2600 \text{ Н/мм}^2$ [10]

$$K_{cfz} = K_c \left(\frac{0.4}{f_n \cdot \sin K_\varphi} \right)^{0.29} = 2600 \left(\frac{0.4}{0.05 \cdot \sin 90} \right)^{0.29} = 6032 \text{ Н/мм}^2 \quad [10]$$

$$F = 0.5 \cdot \frac{7.5}{2} \cdot 0.1 \cdot 6032 \cdot \sin 90 = 1130 \text{ Н}$$

7. Мощность резания

$$P = \frac{D_c \cdot f_n \cdot K_{cfz} \cdot V_c}{240 \cdot 10^3} = \frac{7.5 \cdot 0.1 \cdot 6032 \cdot 300}{240 \cdot 1000} = 5.65 \text{ кВт}$$

С учетом КПД станка

$$P = 5.65 / 0.85 = 6.65 \text{ кВт}$$

8. Крутящий момент

$$M_c = \frac{D_c \cdot f_n \cdot K_{cfz} \cdot a_p}{2000} \left(1 - \frac{a_p}{D_c} \right), \text{ где } a_p - \text{глубина резания} \quad [10]$$

$$M_c = \frac{7.5 \cdot 6032 \cdot 0.1 \cdot 3.75}{2000} \left(1 - \frac{3.75}{7.5} \right) = 4.24 \text{ Н*м}$$

Фрезерование плоскости (операция 030)

1. Обрабатываемый материал по стандарту ИСО СМС 03.11 (Сталь 30) [10]

2. Фреза CoroMill R245 d=32 [10]

3. Рекомендуемая скорость резания 250 м/мин. [10]

Данное значение скорости для НВ150, для разницы в твердости +60 вводим коэффициент коррекции $K=0,82$ [10]

$$V = 250 \cdot 0.82 = 205 \text{ м/мин}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 205}{3.14 \cdot 32} = 2040 \text{ об/мин}$$

5. Минутная подача стола

$$V_f = z \cdot n \cdot f_z = 6 \cdot 2040 \cdot 0,2 = 2448 \text{ мм/мин}$$

6. Расчет мощности

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot V_f \cdot K_c}{100000}, [10] \text{ где}$$

a_p – глубина резания;

a_e – ширина обработки;

V_f – минутная подача стола;

K_c – удельная сила резания;

При увеличении переднего угла $P_c = P_c \mu_\gamma$, при $\gamma = 15^\circ$ $\mu_\gamma = 0.85$

При ширине резания более 80% от величины диаметра фрезы $K = 3$ [10]

$$P_c = \frac{3 \cdot 32 \cdot 2048 \cdot 3}{100000} \cdot 0.85 = 5,01 \text{ кВт}$$

С учетом КПД станка

$$P = 5,01 / 0.85 = 5,89 \text{ кВт}$$

Мощность станка 7,5 кВт, что достаточно для выполнения операции.

1.8 Расчет основного времени

Основное время определим по данной формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{ПБ}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

$l_{ПБ}$ – величина перебега инструмента, мм;

Следовательно, окончательной формулой для определения основного времени будет:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S),$$

Из имеющихся таблиц 2-12[1, стр621] определяем величины врезания на операциях

Для заготовительной операции основное время:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (170 + 2) * 1 / 20 = 8,6 \text{ мин.}$$

Для 010 токарной операции основное время:

Установ А:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (85 + 3 + 1) * 1 / (420 * 1) = 0,21 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (35 + 3 + 0) * 1 / (420 * 1) = 0,09 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (52 + 9) * 1 / (305 * 0,3) = 0,67 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (52 + 3 + 1) * 4 / (1500 * 1) = 0,15 \text{ мин.}$$

Установ Б:

переход 5:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (41 + 3 + 1) * 9 / (550 * 1) = 0,73 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (27 + 3 + 1) * 7 / (700 * 1) = 0,31 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (10 + 3 + 0) * 2 / (1300 * 1) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (13 + 3 + 1) * 1 / (500 * 0,3) = 0,11 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (34 + 3 + 0) * 1 / (500 * 0,3) = 0,25 \text{ мин.}$$

переход 10:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (102 + 3 + 1) * 1 / (600 * 0,3) = 0,58 \text{ мин.}$$

переход 11:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (60 + 3 + 1) * 1 / (420 * 1) = 0,15 \text{ мин.}$$

переход 12:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (17 + 2 + 1) * 4 / (420 * 1) = 0,19 \text{ мин.}$$

переход 13:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (37 + 3 + 1) * 1 / (630 * 0,3) = 0,22 \text{ мин.}$$

Основное время для 020 сверлильной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (2 + 1 + 0) * 5 / (8000 * 0,1) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (13,5 + 3 + 0) * 1 / (8000 * 0,1) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (23 + 3 + 0) * 4 / (8000 * 0,1) = 0,13 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (13,5 + 1 + 0) * 1 / (8000 * 0,2) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (9 + 2 + 1) * 4 / 1040 = 0,05 \text{ мин.}$$

Основное время для 030 сверлильной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (2 + 1 + 0) * 3 / (8000 * 0,1) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (21 + 3 + 0) * 3 / (8000 * 0,1) = 0,09 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (9 + 2 + 1) * 3 / 1040 = 0,04 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (114 + 16 + 16) * 1 / 2450 = 0,06 \text{ мин.}$$

1.9 Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{из.}$$

- где $T_{у.с.}$ - время установки и снятия детали;
 $T_{з.о.}$ - время закрепления и открепление детали;
 $T_{уп.}$ - время на управления станком;
 $T_{из.}$ - время на измерение.

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{тех.} + T_{орг.} + T_{от.}$$

- где T_0 T_o - основное время;
 $T_{тех.}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;
 $T_{орг.}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;
 $T_{от.}$ - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n$$

- где $T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время;
 n – число деталей в пробной партии;

$$n = N / 12 = \frac{4000}{12} = 333.$$

Нормативы времени для среднесерийного производства.

По табл. 5 [5,стр.214].

Нормы подготовительно заключительного времени на операции

Заготовительная $T_{пз}=10$ мин

Токарная $T_{пз}=20$ мин

Сверлильная $T_{пз}=16$ мин

Операция 000.

$$T_B = 2 + 0,3 + 0,1 + 0,2 = 2,6 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 8,6 + 2,6 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 13,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 13,8 + 10/333 = 13,83 \text{ мин}$$

Операция 010.

$$T_B=0,2+0,1+0,8+1,7=2,8 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}}=3,12+2,8+2,5+0,014+0,084=8,52 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}}=8,52+20/333=8,58 \text{ мин}$$

Операция 020.

$$T_B=0,25+0,15+1,2+1,5=3,1 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}}=0,23+3,1+2,5+0,014+0,084=5,93 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}}=5,93+16/333=5,98 \text{ мин}$$

Операция 030.

$$T_B=0,1+0,05+0,8+1,2=2,15 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}}=0,2+2,15+2,5+0,014+0,084=4,95 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт-к}}=4,95+16/333=5 \text{ мин}$$

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

В соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175] разрабатывается техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения .

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «корпус» на вертикально фрезерном станке с ЧПУ XD-40А.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «корпус».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «корпус» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку ЧПУ XD-40А. <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: высота заготовки 48.0,2 мм, диаметр 158.0,6мм $R_a = 3,2$ мкм. <u>Выходные данные</u> операции 030: (см. операционный эскиз) Операция выполняется за 4 перехода.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея исходные данные и техническое решение, которые указаны в техническом задании, начинаем приступать к проектировке приспособления. Целью этого раздела – будет создание работоспособной, экономичной в изготовлении, которая будет отвечать всем требованиям конструкции приспособления.

Во-первых перед тем как разработать принципиальную схемы и перед компоновкой приспособления, нам нужно будет вычислить относительно каких поверхностей заготовки будет проходить ее фиксация на станке во время обработки. Исполним принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

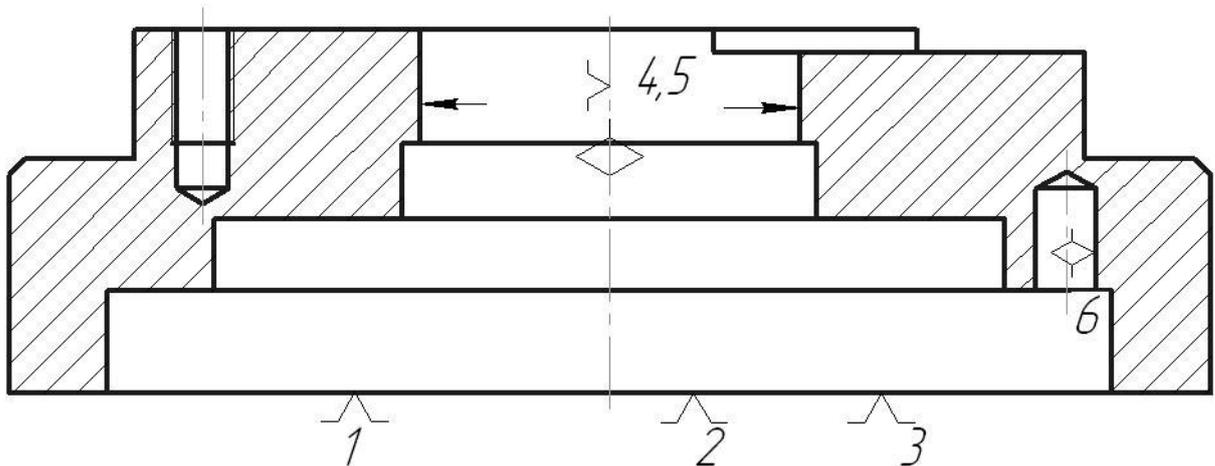


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Общий вид (Компоновка) данного приспособления показан на чертеже.

2.3 Описание конструкции и работа приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «корпус» при ее обработке на вертикально фрезерном станке с ЧПУ XD-40A .

Компоновка приспособления приведена на формате А1.

Основой приспособления служит корпус 1 в котором крепятся остальные элементы. Бронзовые втулки 6 и 7 служат для снижения трения между штоком 4 и стаканом 2. Уплотнения 8 и 9 служат для герметизации системы. Крышка 3 закрывает пневмокамеру и позволяет периодически проводить осмотр внутренних деталей.

Воздух под давлением поступает через верхний штуцер 11 в пневмокамеру , давит на поршень 5 вызывая перемещение штока 4, который, в свою очередь коническим хвостовиком разжимает цангу(элемент стакана 2) . Для разжима заготовки воздух подают через нижний штуцер. Следует отметить, что цанга является самозаклинивающим механизмом, что позволяет не поддерживать давление в системе после зажатия заготовки.

Поверхности приспособления имеют контакт с базовыми поверхностями заготовки.

Все размеры деталей и конструкции обязательно должны выбираться по нормативам машиностроения и ГОСТ.

Высокой износостойкостью должны обладать поверхности установочных деталей. Следовательно изготавливают их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и со следующей закалкой до твердости HRC₃50...55.

2.4 Определение необходимой силы зажима

На базе принятой схемы компоновки разрабатывается принципиальная схема расчета приспособления (рис. 2), учитывающий размеры, тип и число установочных и зажимных устройств.

На сколько видно из расчетной схемы перемещению детали под действием сил резания препятствует схема базирования. Т.е. благодаря пальцу 10 деталь

застрахована от всякого рода прокручиваний при обработке. Цанговый зажим нужен для исключения вибраций, а также для точного базирования детали относительно приспособления. (центрирование).

Т.к. палец не является силовым механизмом, то выполняем расчет предполагая что он отсутствует. Расчетная схема приведена на рис.2.

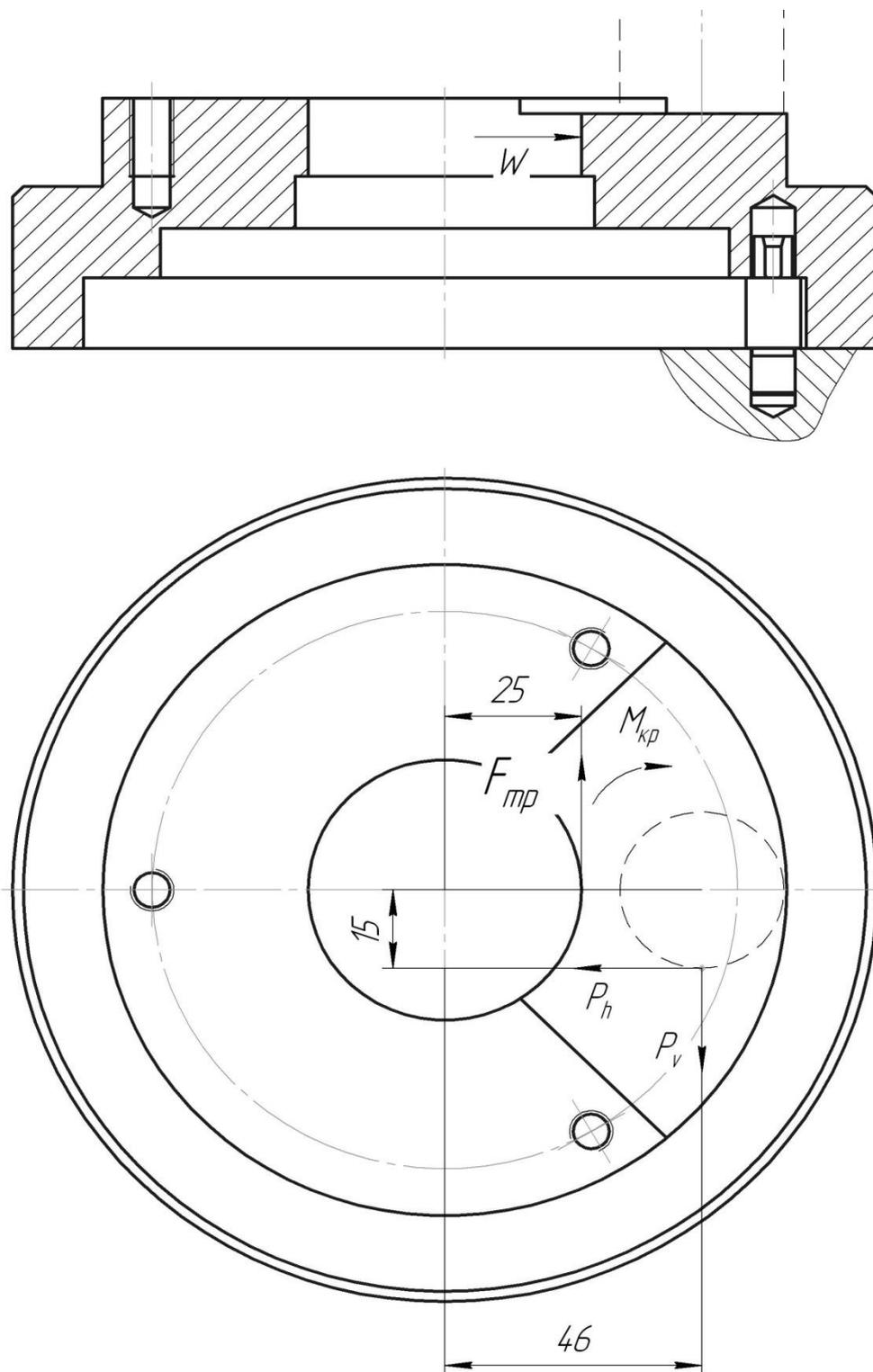


Рис 2. Расчетная схема.

Из технологической части известно, что

$$N = 5,01 \text{ кВт}$$

Расчитаем силу резания

$$P_z = N \cdot 1000 \cdot 60 / V = 5.01 \cdot 1000 \cdot 60 / 205 = 1266 \text{ Н}$$

Определим составляющие силы резания

$$P_v = 0.6 \cdot P_z = 0.6 \cdot 1266 = 747 \text{ Н}$$

$$P_k = 0.3 \cdot P_z = 0.3 \cdot 1266 = 379 \text{ Н}$$

$$F_{\text{сп}} = W \cdot 0.15$$

$$F_{\text{сп}} \cdot 25 = P_v \cdot 46 + P_k \cdot 15$$

$$W = (P_v \cdot 46 + P_k \cdot 15) / 0.15 \cdot 25 = (747 \cdot 46 + 379 \cdot 15) / 0.15 \cdot 25 = 6860 \text{ Н}$$

2.5 Выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров

Пневматический привод предназначается для обеспечения скоростей рабочих органов и необходимых усилий, долговечности и надежности, экономичности, быстродействия и безопасности при использовании сжатого воздуха с нужными параметрами и при нужных условиях эксплуатации. Расчет стремится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

По формуле взятой из источника для поршневых пневмоцилиндров [1, с.254]:

$$Q = 0,785(D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta$$

где $Q_{\text{расч}}$ – усилие на штоке;

D и d – диаметры мембраны и опорной шайбы, (мм);

P – давление сжатого воздуха, (МПа);

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

Принимаем предварительно $D=100$ мм, $d=35$ и $P = 0,4$ МПа. Тогда усилие зажима на штоке

$$Q = 0,785(100^2 - 35^2) \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2342 \text{ Н}$$

Усилие разжима на штоке

$$Q_{\text{расч}} = 0,785 \cdot 100^2 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 2669 \text{ Н}$$

Сила зажимающая заготовку

$$W_1 = Q / k \cdot \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \cdot \eta = 2342 / 1.4 \cdot \operatorname{tg}(22 - 8) \cdot 0.85 = 7806 \text{ Н}$$

φ – угол трения

α – угол конуса цанги

k – коэффициент запаса

Очевидно что данного усилия хватит для надежного фиксирования детали.

Окончательно принимаем диаметр поршня 100 мм.

2.6 Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

Данное специальное приспособление обязано обеспечивать строго определенное положение обрабатываемой поверхности, которое определяется геометрическими соотношениями и координирующими размерами – соосностью, перпендикулярностью, параллельностью, и т.д. Требования которые необходимы, формы и расположения поверхностей, указания предельных отклонений все приводятся на чертеже станочного приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.7 Расчет точности приспособления

Исходя из того, что на вертикально-фрезерной операции выполняется четыре перехода и используется различный инструмент будем выбирать для расчета точности переход с наиболее высоким требованием обеспечения точности размеров.

Сверление отверстий с допуском диаметра расположения центров 0,2 мм.

Ряд технологических факторов влияющих на точность обработки, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , она не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой [6, с.113]:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_H^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,2$ мм.;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, который учитывает отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, который учитывает уменьшение предельного значения погрешности

базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, который учитывает долю погрешности обработки в суммарной

погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_6 = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_3 = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y = 0,03 \text{ мм}$ – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

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

$\omega = 0,08$ – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 5 определяем:

$$\varepsilon_{i,d} \leq \delta - k_{\sigma} \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_3)^2 + \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_7^2 + \varepsilon_2^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} =$$
$$0,4 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \cdot 0,08)^2} = 0,09$$

На чертеже приспособления это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1.

2.8. Проектирование технологии сборки

2.8.1 Анализ технологичности конструкции

Сконструированное приспособление достаточно технологично.

Достоинством данного приспособления является то, что оно компактно и несложно в изготовлении. При обработке обеспечивается доступ к верхней поверхности детали. Данное приспособление позволяет ускорить процесс установки и зажима заготовки.

Целесообразно применять данное приспособление в любом типе производства.

2.8.2 Разработка технологической схемы сборки

Последовательностью общей сборки изделия в большинстве случаев определяется, конструктивными особенностями и методами достижения нужной точности, а по этому не может быть произвольной. На данном этапе очень важно уметь грамотно выбрать в изделии сборочные единицы соответствующего порядка, которые характеризуются независимостью и законченностью сборки, а при транспортировании по рабочим местам сборки не распадаются на отдельные детали [8, с. 60]. Технологическая схема сборки приспособления приведена на формате А3.

2.8.3 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций

Составляем технологическую карту сборки вертикально-фрезерного станочного приспособления, в таблице 2. приведен маршрут технологического процесса сборки.

Таблица 2

№ операции	Название	Содержание
10	Сборка приспособления (Сб. 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запрессовать втулки 6,7 в стакан 2 2. Установить стакан 2 в корпус 1 и закрепить винтами 16 (винты смазать <u>герметиком</u>) 3. Установить шток 4. 4. Установить поршень 5, шайбу 19 и закрепить гайкой 18 5. Установить крышку 3 и закрепить винтами 14 (крышку смазать <u>герметиком</u>) 6. Ввинтить штуцеры 11 7. Запрессовать палец 10 8. Запрессовать шпонки 21 и закрепить винтами 15
20	Контрольная	1. Проверить отклонение от перпендикулярности оси штока относительно основания корпуса;

Одной из главных задач данной работы является разработка и конструкторская проработка приспособления на вертикально-фрезерной операции. Укрепили навыки определения конструкторских решений на задачи которые были поставлены. Работа была проделана следующая: разработалось техническое задание на проект специального станочного приспособления (табл 2), а также схема и компоновка станочного приспособления, были рассчитаны исполнительные размеры его элементов, определена сила зажима и составлена расчетная схема, а также расчеты точности приспособления.

Учитывая то, что приспособление закрепляется на вертикально- фрезерном станке с ЧПУ XD-40A , проработали конструктивно компоновку приспособления.. Зажим осуществляем с помощью цангового зажима, имеющего пневмопривод.