

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт

Кибернетики

Направление подготовки _____ Машиностроение _____

Кафедра _____ ТАМП _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления боковой плиты.
УДК <u>621.81:62-413.002</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Драгунов Дмитрий Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	Кандидат тех. наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат эконом. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Арляпов Алексей Юрьевич	Кандидат тех. наук		

Томск – 2016 г.

Оглавление

Техническое задание	3
1. 1. Определение типа производства	4
1.2 Анализ технологичности детали	9
1.3 Выбор вида и способа получения заготовки.....	10
1.4 Разработка маршрута технологии изготовления	12
1.5 Определение допусков на технологические размеры.....	21
1.6 Расчет минимальных припусков	23
1.7 Расчет технологических размеров	27
1.8 Расчет режимов резания.....	35
1.9 Выбор оборудования	48
1.10 Расчет норм времени	52
2. Конструкторский раздел	62
2.1 Анализ исходных данных	62
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	62
2.3 Описание и принцип работы приспособления	64
2.4 Анализ исходных данных	64
3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	66
3.1 Общие положения.....	66
3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	68
3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»	69
3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты».....	69
3.5 Расчет затрат по статье «Основная заработанная плата производственных рабочих	69
3.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработанная плата»	70
3.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....	70
3.8 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»	71
3.9 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	71
3.10 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	76
3.11 Расчет затрат по статье «Технологические потери»	77
3.12 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	77
3.13 Расчет затрат по статье «Потери брака»	77
3.14 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы».....	77
3.15 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	77
3.16 Расчет затрат по статье «Расчет прибыли».....	78
3.17 Расчет затрат по статье «Расчет НДС».....	78
3.18 Расчет затрат по статье «Цена изделия»	78
4. Раздел «Социальная ответственность»	78
4.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	79
4.2 Экологическая безопасность	87
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	88
4.4 Организационные и правовые мероприятия по обеспечению безопасности	89
Список литературы.....	92

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления боковой плиты. Чертёж детали представлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 1500 шт.

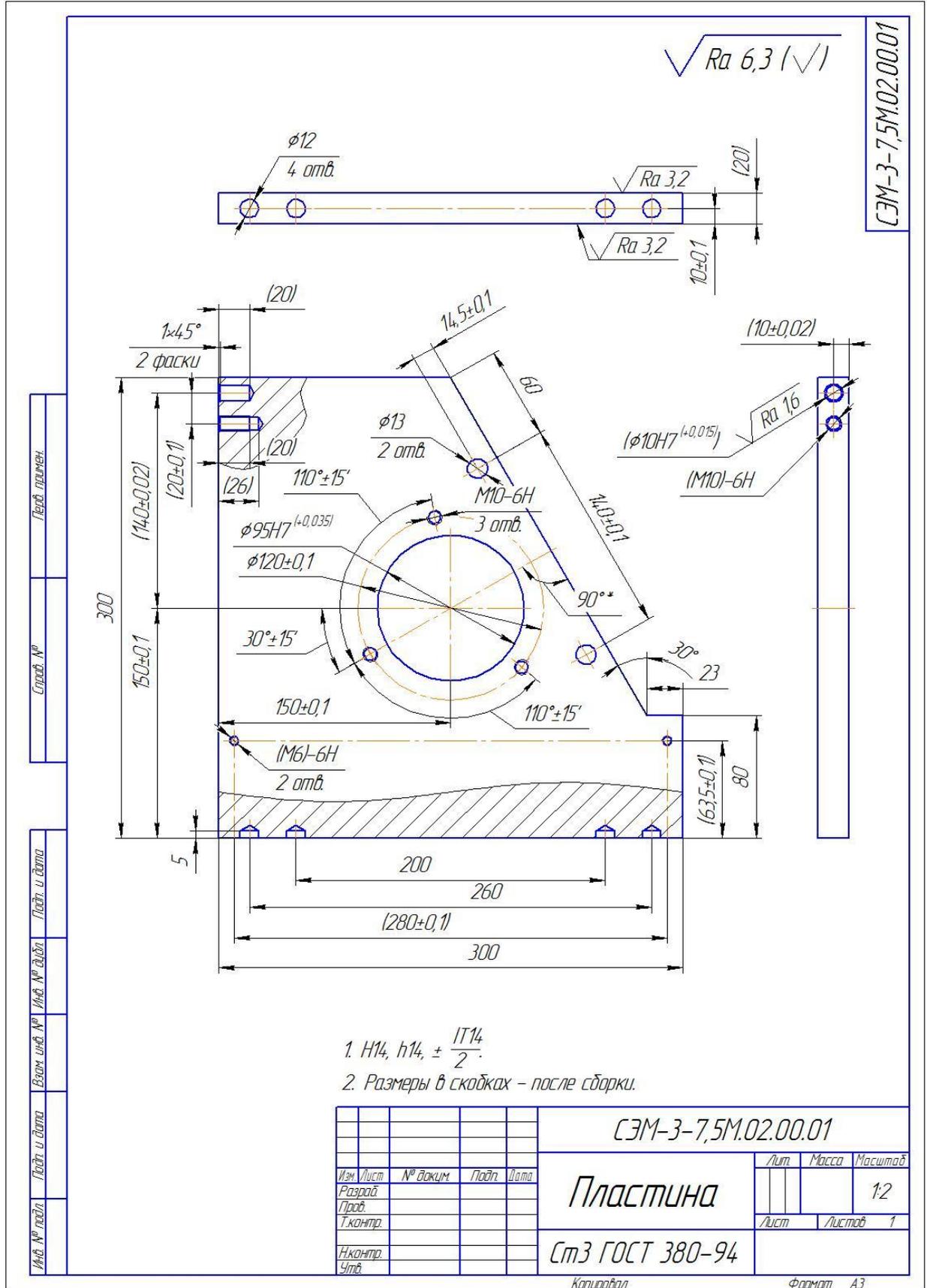


Рис. 1

1.Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций:

$$K_{3O} = \frac{t_{\partial}}{t_{uc}}$$

Где: t_{∂} – такт выпуска деталей;

t_{uc} – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$t_{\partial} = 60\Phi_{\partial}/N,$$

где: Φ_{∂} – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 1500$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования определяем по табл.2.1. (1, с. 22) при условии работы оборудования в две смены, $\Phi_{\partial} = 4140$ ч

Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{uc} = \sum_{i=1}^n t_{ui}/n,$$

где t_{ui} – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ui} = \varphi_k * T_0,$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

0.Заготовительная операция.

Раскрой:

$$\varphi_k = 3,6$$

$$T_0 = 0,000021 * lB$$

$$t_{um0} = 3.6 * 0,00021 * 1107 * 20 = 1,673 \text{ мин.}$$

1. Фрезерная

1.1 Фрезеровать поверхность 1.

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{ум\ 1,1} = 1,84 * 0,006 * 305 = 3,36 \text{ мин.}$$

1.2 Фрезеровать поверхность 1.

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{шт\ 1,1} = 1,84 * 0,004 * 305 = 2,24 \text{ мин.}$$

1.3 Фрезеровать поверхность 2

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{ум\ 1,2} = 1,84 * 0,006 * 305 = 3,36 \text{ мин.}$$

1.4 Фрезеровать поверхность 2.

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{шт\ 1,1} = 1,84 * 0,004 * 305 = 2,24 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная с ЧПУ

2.1 ; 2.2 Фрезерование торца детали по контуру и расфрезерование отверстия на станке с ЧПУ.

$$\varphi_k = 3,6$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{ум\ 2} = 3,6 * 0,006 * 1287 = 27,73 \text{ мин.}$$

3. Слесарная

3.1 Опилить заусенцы после фрезеровки

4. Расточная

4.1 Полуцистовое растачивание отверстия

$$\varphi_k = 3,25$$

$$T_0 = 0,0003 * dl$$

$$t_{ум2} = 3.25 * 0,0003 * 95 * 20 = 1.85 \text{ мин.}$$

4.2 Чистовое растачивание отверстия

$$\varphi_k = 3,25$$

$$T_0 = 0,0004 * dl$$

$$t_{ум2} = 3.25 * 0,0004 * 95 * 20 = 2.47 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная с ЧПУ

5.1 Сверлить 3 отверстия.

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум4,1} = 1,72 * (0,00052 * 8.4 * 20) * 3 = 0.53 \text{ мин.}$$

5.2. Зенкеровать фаску на 3-х отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум4,2} = 1,72 * (0,00052 * 14 * 2) * 3 = 0,06 \text{ мин.}$$

5.3. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * dl$$

$$t_{ум4,3} = 1,72 * (0,0004 * 10 * 20) * 3 = 0,41 \text{ мин.}$$

5.4 Сверлить 2 отверстия

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум4,4} = 1,72 * (0,00052 * 5 * 20) * 2 = 0,34 \text{ мин.}$$

5.5. Зенкеровать фаску на 2-х отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум4,5} = 1,72 * (0,00052 * 7.2 * 1) * 2 = 0,01 \text{ мин.}$$

5.6. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * dl$$

$$t_{ум\ 4.6} = 1,72 * (0,0004 * 6 * 20) * 2 = 0,165 \text{ мин.}$$

5.7. Сверлить 2 отверстия

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 4.7} = 1,72 * (0,00052 * 13 * 20) * 2 = 0,465 \text{ мин.}$$

5.8 Сверлить 4 отверстия

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 12} = 1,72 * (0,00052 * 12 * 5) * 4 = 0,21 \text{ мин.}$$

5.9. Центровать 1 отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 13} = 1,72 * 0,00052 * 1,25 * 3 = 0,003 \text{ мин.}$$

5.10. Сверлить 1 отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{шт\ 13} = 1,72 * 0,00052 * 9,8 * 20 = 0,177 \text{ мин.}$$

5.11 Зенковать фаску

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 14} = 1,72 * 0,00052 * 11,4 * 1,0 = 0,015 \text{ мин}$$

5.12 Развертывание отверстия

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00086 * dl$$

$$t_{ум\ 15} = 1,72 * 0,00086 * 9,98 * 20 = 0,295 \text{ мин}$$

5.13 Развертывание отверстия

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00086 * dl$$

$$t_{шт\ 15} = 1,72 * 0,00086 * 10 * 20 = 0,295 \text{ мин}$$

5.14. Центровать 1 отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{шт\ 13} = 1,72 * 0,00052 * 1,25 * 3 = 0,003 \text{ мин.}$$

5.15 Сверлить отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 16} = 1,72 * 0,00052 * 8,4 * 26 = 0,195 \text{ мин}$$

5.16 Зенковать отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{ум\ 17} = 1,72 * 0,00052 * 11,4 * 1,5 = 0,015 \text{ мин}$$

5.17 Нарезать резьбу в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * dl$$

$$t_{ум\ 18} = 1,72 * 0,0004 * 10 * 20 = 0,137 \text{ мин.}$$

6. Контроль размеров.

$$t_{\partial} = 60\Phi_{\partial}/N = 60 * 4140/1500 = 248,4$$

$$t_{ум.ср} = \sum_{i=1}^n t_{умi}/n = 41,794/6 = 6,965 \text{ мин}$$

$$K_{30} = \frac{t_{\partial}}{t_{ум.ср}} = 248,4/6,965 = 23,77$$

$20 \leq K_{30} \leq 40$, что соответствует виду мелкосерийного производства.

1.2 Анализ технологичности детали

В процессе курсового проектирования, так же как и в производственных условиях, любая конструкция (машина, узел, деталь) должна быть самым тщательным образом проанализирована. Цель такого анализа – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи обрабатываемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, то есть все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимного положения поверхностей. Чертеж должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и т. п. Таким образом, технологический контроль – важная стадия проектирования технологических процессов и во многих случаях способствует выяснению и уточнению приведенных выше факторов.

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Анализируя данную деталь с точки зрения технологичности ее изготовления можно отметить ряд положительных факторов:

1. большая часть размеров и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков;
2. обрабатываемые поверхности легко доступны для режущего инструмента.;
3. Все отверстия в детали являются короткими, т.к. отношение длины к диаметру не превышает 5.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

1. Наличие точных отверстий;
2. высокая шероховатость отдельных поверхностей.

1.3 Выбор вида и способа получения заготовки

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. Для рационального выбора заготовки, необходимо одновременно учитывать все выше перечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательное решение нужно принимать только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом. Существуют различные способы получения заготовок. Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия. Анализируя чертеж, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки – горячекатанный прокат.

В качестве заготовки принимаем прокат листовой горячекатанный 22x1500x5000 ГОСТ 19903-74 Материал проката – Сталь 3пс ГОСТ 380-94.

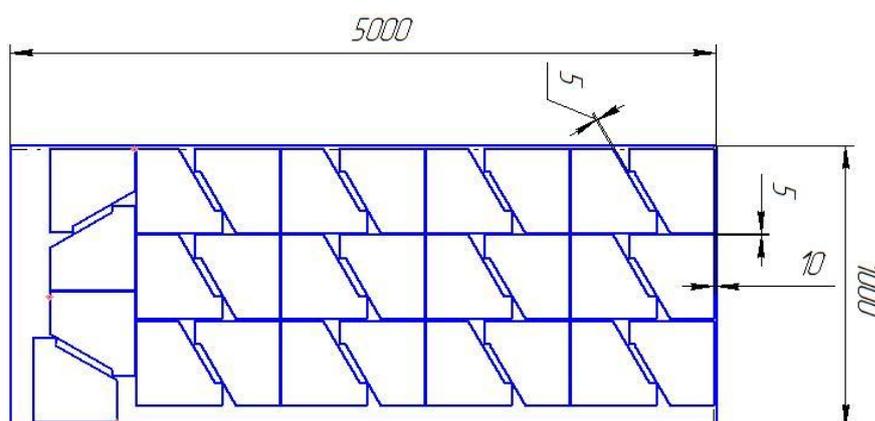


Рис. 1 Заготовка.

- Сведения о материале.

Класс: Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества.

C	0,14 - 0,22
Si	0,15 - 0,3
Mn	0,4 - 0,65
Ni	до 0,3
S	до 0,05
P	до 0,04
Cr	до 0,3
N	до 0,008
Cu	до 0,3
As	до 0,08
Fe	~97

Твердость материала: $HV 10^{-1} = 131$ МПа

Свариваемость материала: без ограничений

Флокеночувствительность: не чувствительна

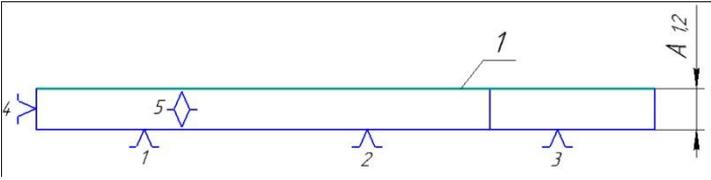
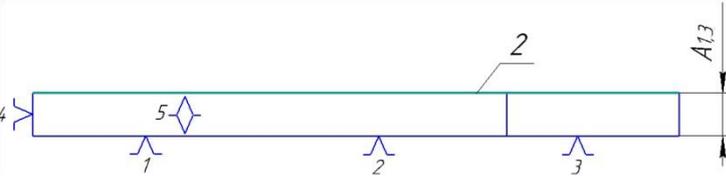
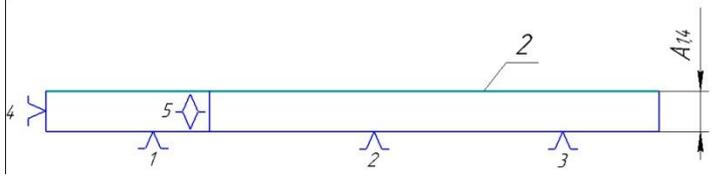
Склонность к отпускной хрупкости: не склонна

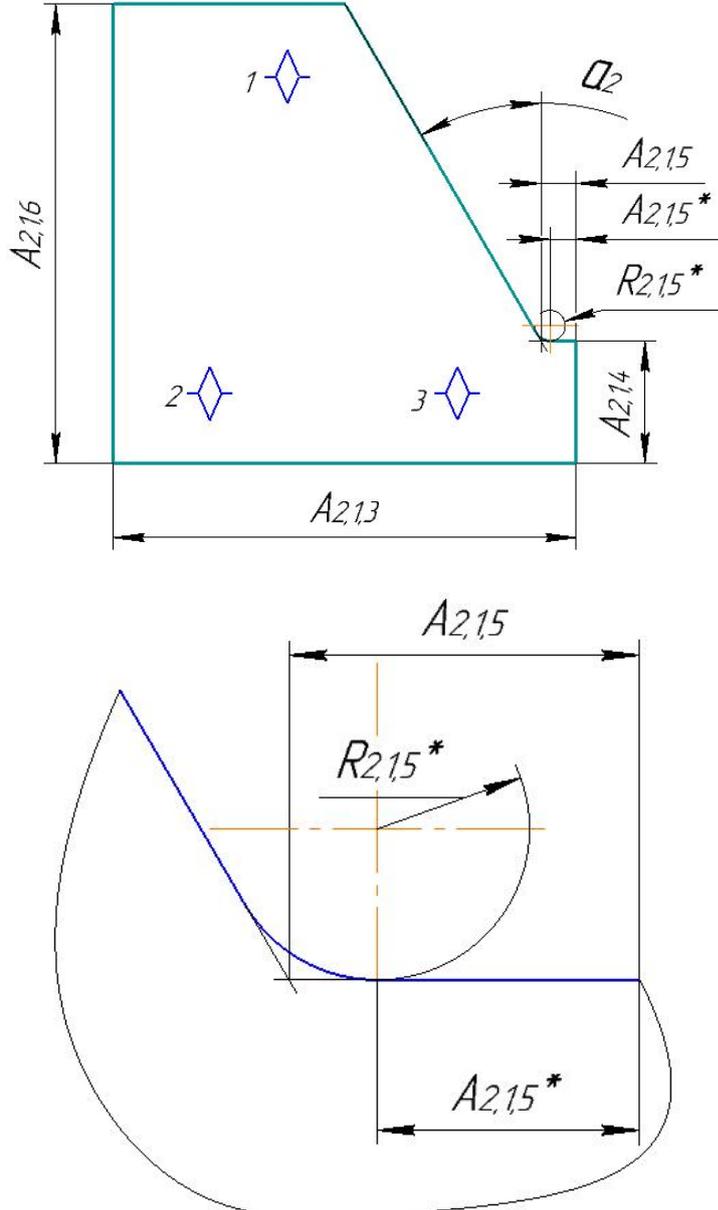
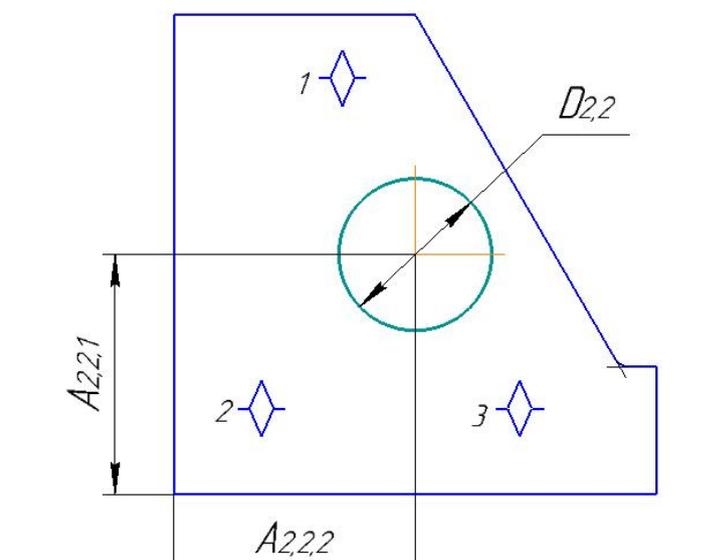
Механические свойства стали Ст3пс при T=20oC

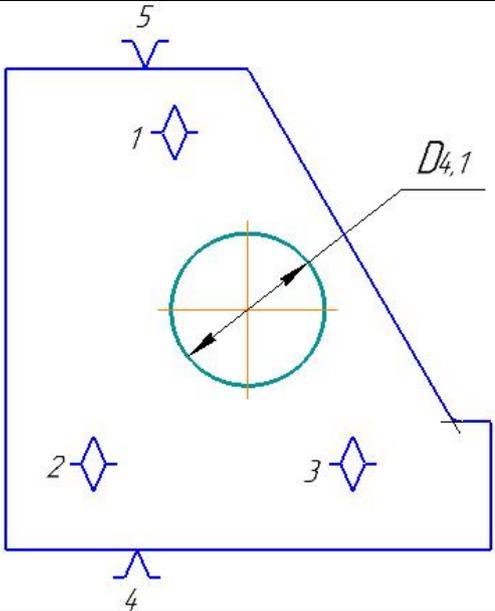
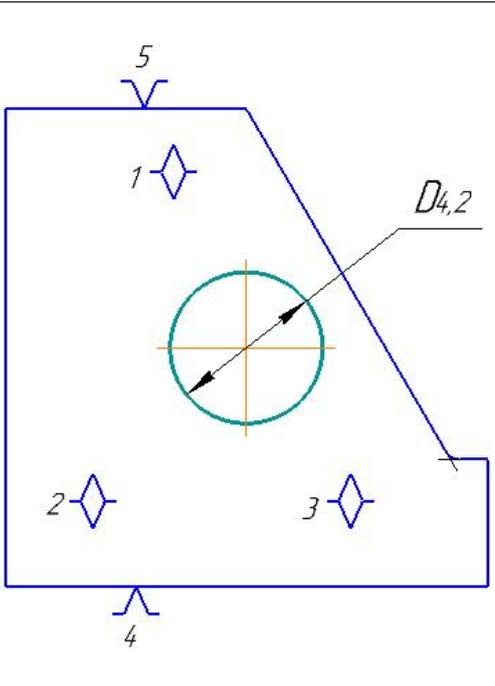
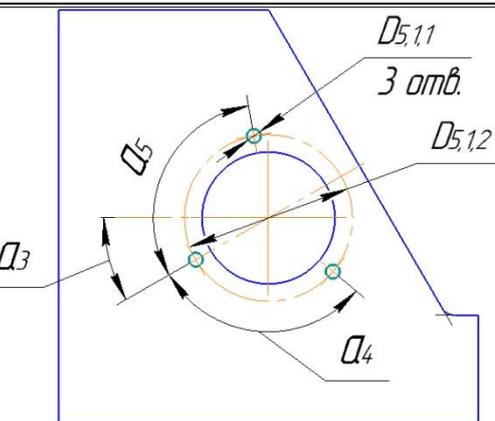
Прокат	Размер	Напр.	σ_B (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)
Сталь горячекатан.	20 - 40		380-490		25		

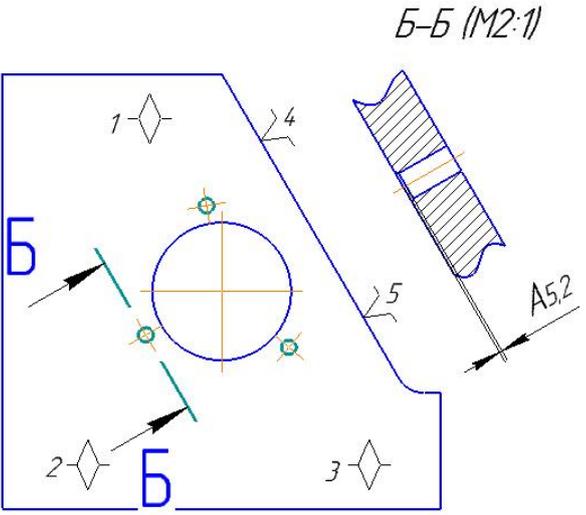
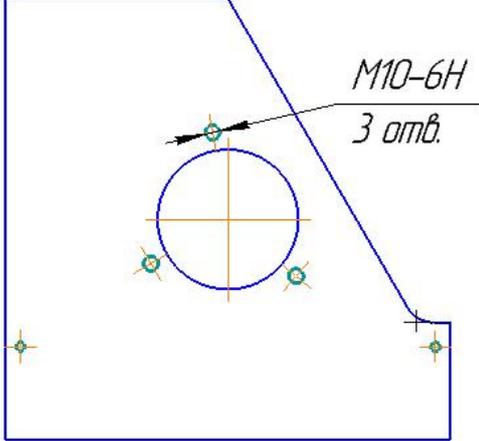
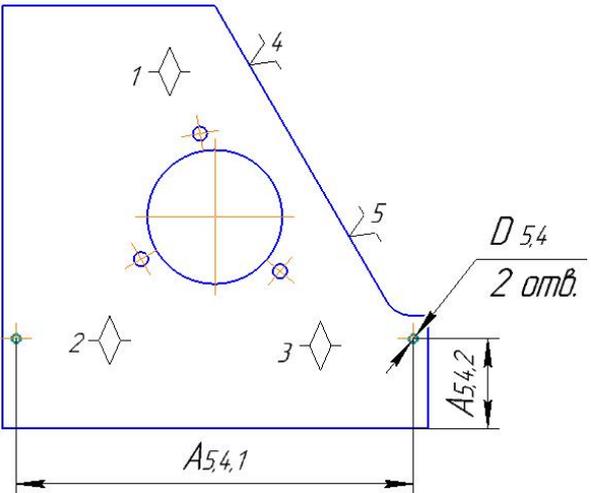
1.4 Разработка маршрута технологии изготовления

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	Перехода		
0	<p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить лист на опоры стола.</p> <p>Вырезать заготовку, выдержав размеры A_{01}, A_{02}, A_{03}, A_{04}, α_1.</p>	
1	<p>A</p> <p>1</p>	<p><u>Фрезерная</u></p> <p>Установить деталь.</p> <p>Фрезеровать плоскость 1, выдержав размер A_{11}.</p>	

	2	Фрезеровать плоскость 1, выдержав размер A_{12}	 <p>The drawing shows a shaft with a chamfered end on the left, indicated by a triangle with the number 4. A diamond symbol with the number 5 is located on the shaft's surface. Three support points are marked with triangles and numbers 1, 2, and 3. A dimension line on the right indicates a diameter of A_{12}. A leader line points to the top surface of the shaft, labeled with the number 1.</p>
	Б 3	Переустановить деталь. Фрезеровать плоскость 2, выдержав размер A_{13}	 <p>The drawing shows a shaft with a chamfered end on the left, indicated by a triangle with the number 4. A diamond symbol with the number 5 is located on the shaft's surface. Three support points are marked with triangles and numbers 1, 2, and 3. A dimension line on the right indicates a diameter of A_{13}. A leader line points to the top surface of the shaft, labeled with the number 2.</p>
	4	Фрезеровать плоскость 2, выдержав размер A_{14}	 <p>The drawing shows a shaft with a chamfered end on the left, indicated by a triangle with the number 4. A diamond symbol with the number 5 is located on the shaft's surface. Three support points are marked with triangles and numbers 1, 2, and 3. A dimension line on the right indicates a diameter of A_{14}. A leader line points to the top surface of the shaft, labeled with the number 2.</p>

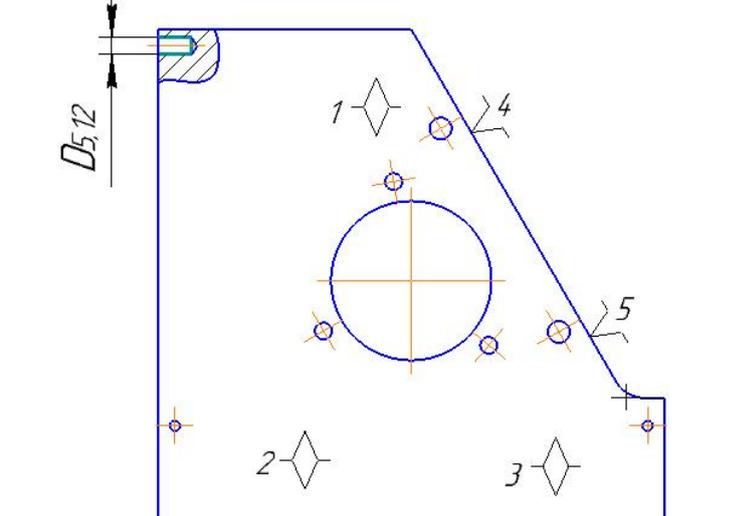
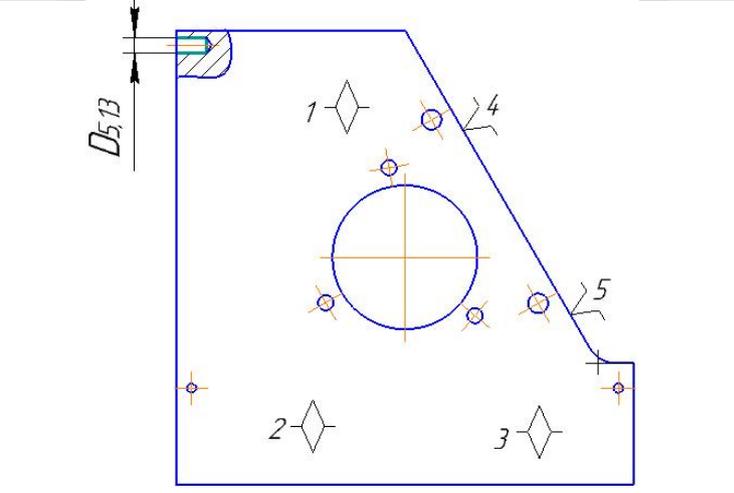
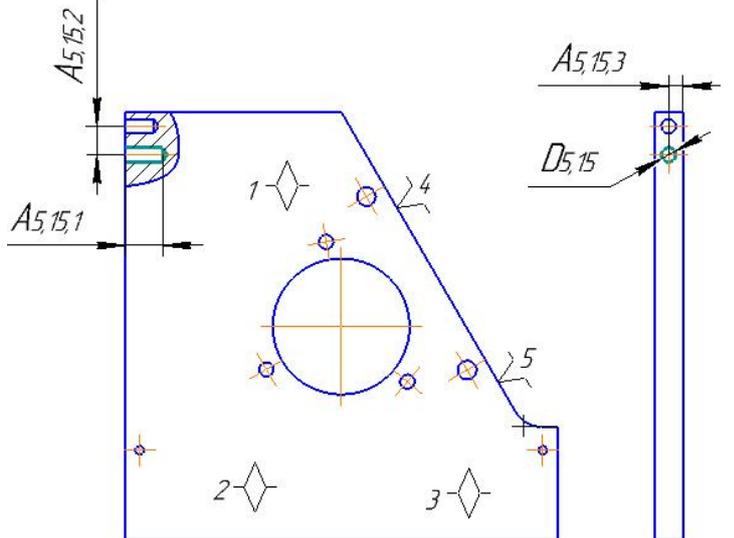
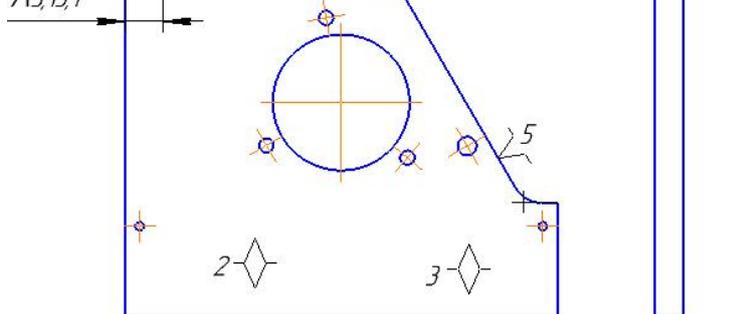
2	1	<p>Фрезеровать контур, выдерживая размеры: $A_{2,13}$ $A_{2,14}$ $A_{2,15}$ $A_{2,16}$ α_2</p>	
	2	<p>Расфрезеровать отверстие, выдержав размер $D_{2,2}$ $A_{2,21}$ $A_{2,22}$</p>	

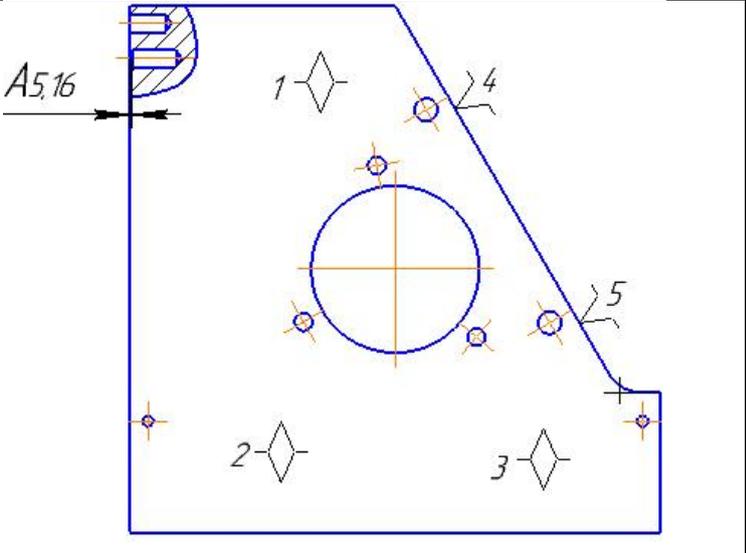
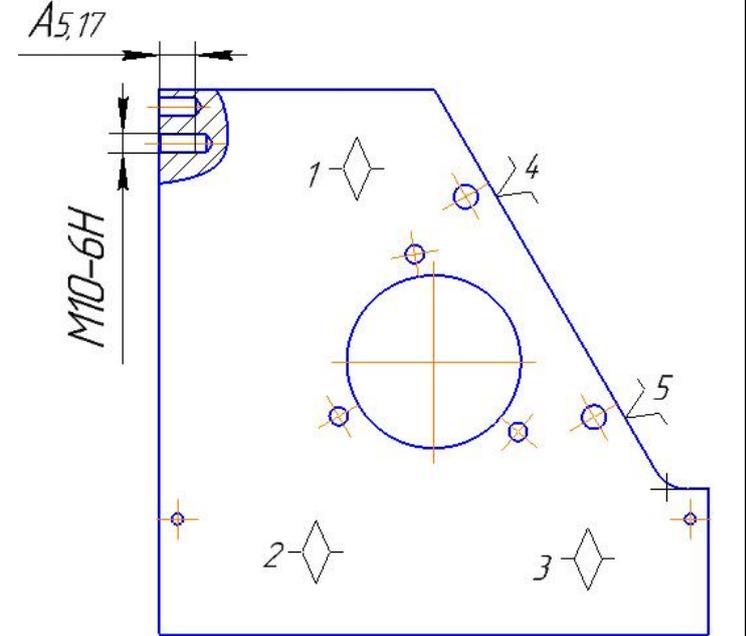
3	A	<p><u>Слесарная</u></p> <p>Опилить заусенцы после фрезеровки</p>	
4	Б	<p><u>Расточная</u></p> <p>Установить деталь в позиционные тисы, зажать.</p> <p>1 Расточить отверстие до размера $D_{4,1}$</p>	
	2	<p>Расточить отверстие, выдержав размер $D_{4,2}$</p>	
5	A	<p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>Установить деталь на оправку, закрепить.</p> <p>1 Сверлить 3 сквозных отверстия, выдержав размеры $D_{5,11}$, $D_{5,12}$, α_3, α_4, α_5.</p>	

2	<p>Зенковать фаску на 3-х отверстиях, выдержав размер $A_{5,2}$</p>	
3	<p>Нарезать резьбу M10 на всю длину в 3-х отверстиях.</p>	
4	<p>Сверлить 2 отверстия, выдержав размеры: $D_{5,4}$, $A_{4,4,1}$, $A_{4,4,2}$</p>	

5	<p>Зенковать фаску на 3-х отверстиях, выдержав размер $A_{5,5}$</p>	
6	<p>Нарезать резьбу М6-6Н в 2-х отверстиях.</p>	
7	<p>Сверлить 2 отверстия, выдержав размеры: $A_{5,7,1}$, $A_{5,7,2}$, $A_{5,7,3}$, $D_{5,7}$.</p>	

	8	<p>Сверлить с торца 4 отверстия, выдержав размеры: $A_{5,8,1}$, $A_{5,8,2}$, $A_{5,8,3}$, $D_{5,8,1}$</p>	
	9	<p>Центровать отверстие $A_{5,9,1}$, $A_{5,9,2}$, $A_{5,9,3}$, $D_{5,9,1}$</p>	
	10	<p>Сверлить с торца отверстие, выдержав размер $A_{5,10,1}$, $A_{5,10,2}$, $A_{5,10,3}$, $D_{5,10,1}$</p>	
	11	<p>Зенковать фаску на отверстиях, выдержав размер $A_{5,11}$</p>	

12	<p>Развернуть отверстие, выдержав размер $D_{5,12}$</p>	
13	<p>Развернуть отверстие, выдержав размер $D_{5,13}$</p>	
14	<p>Центровать отверстие, выдержав размер: $A_{5,14,1}$ $A_{5,14,2}$ $A_{5,14,3}$ $D_{5,14}$</p>	
15	<p>Сверлить с торца отверстие, выдержав размер: $A_{5,15,1}$ $A_{5,15,2}$ $A_{5,15,3}$ $D_{5,15}$</p>	

	16	<p><i>Зенковать фаску, выдержав размер $A_{5,16}$</i></p>	 <p>The drawing shows a technical drawing of a part with a chamfered edge. The chamfering dimension is labeled $A_{5,16}$. The part features a central circular hole, a smaller hole at the top right, and a chamfered corner at the bottom right. There are also several small holes along the edges. The drawing includes dimension lines and symbols for chamfering.</p>
	17	<p><i>Нарезать резьбу M10-6H, выдержав размер: $A_{5,17}$</i></p>	 <p>The drawing shows a technical drawing of a part with a threaded hole. The thread is labeled M10-6H. The dimension $A_{5,17}$ is indicated for the threaded section. The part features a central circular hole, a smaller hole at the top right, and a chamfered corner at the bottom right. There are also several small holes along the edges. The drawing includes dimension lines and symbols for threading.</p>
6	A	<p><i>Контроль размеров.</i></p>	

1.5 Определение допусков на технологические размеры

Следуя из выбранного маршрута обработки детали, назначаем допуски на все технологические размеры и заносим их в таблицу.

Таблица допусков на технологические размеры:

TA ₀₁ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₂ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₃ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₄ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₅ =1,1 мм	Горячекатаный листовой прокат (сталь обычной точности)
TA _{1,1} =0,24	Фрезерная (Черновая)
TA _{1,2} =0,12	Фрезерная(Чистовая)
TA _{1,3} =0,24	Фрезерная (Черновая)
TA _{1,4} =0,12	Фрезерная (Чистовая)
TA _{2,1,1} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,2} =0, 48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,3} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TD _{2,1,4} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,5} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,6} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,2,1} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TA _{2,2,2} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TD _{2,2} =0,87	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)
TD _{4,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Растачивание получистовое)
TD _{4,2} =0,015	Фрезерная с ЧПУ (Растачивание чистовое)
TA _{5,4,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{5,4,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,7,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,7,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,7,3} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,8,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,8,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,8,3} =0,08	Фрезерная с ЧПУ

TA _{4,8,4} =0,011	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,9,1} =0,011	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,9,2} =0,15	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,13,1} =0,17	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,13,2} =0,01	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,13,3} =0,01	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,15} =0,24	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,1,1} =0,23	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,1,2} =0,02	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,7} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,8} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,9} =0,22	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,11} =0,015	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,12} =0,015	Фрезерная с ЧПУ
TD _{4,13} =0,23	Фрезерная с ЧПУ
TA ₀₁ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₂ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₃ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₄ =0.6 мм	Заготовительная
TA ₀₅ =1,1 мм	Горячекатаный листовой прокат (сталь обычной точности)
TA _{1,1} =0,24	Фрезерная (Черновая)
TA _{1,2} =0,12	Фрезерная(Чистовая)
TA _{1,3} =0,24	Фрезерная (Черновая)
TA _{1,4} =0,12	Фрезерная (Чистовая)
TA _{2,1,1} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,2} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,3} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TD _{2,1,4} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,5} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,1,6} =0,48	Фрезерная с ЧПУ (Черновая)
TA _{2,2,1} =0,1	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)

TA _{2,2,2} =0,1	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)
TD _{2,2} =0,87	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)
TD _{4,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Растачивание получистовое)
TD _{4,2} =0,015	Фрезерная с ЧПУ (Растачивание чистовое)
TD _{5,1,1} =0,23	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,1,2} =0,02	Фрезерная с ЧПУ
TA _{5,4,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,4,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,7,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,7,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,7,3} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,8,1} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,8,2} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,8,3} =0,08	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{5,8,4} =0,011	Фрезерная с ЧПУ
TA _{5,10,1} =0,011	Фрезерная с ЧПУ
TA _{5,10,2} =0,15	Фрезерная с ЧПУ
TA _{5,15,1} =0,05	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,15,2} =0,01	Фрезерная с ЧПУ
TA _{4,15,3} =0,01	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,15} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,7} =0,12	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,10} =0,1	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,12} =0,015	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,13} =0,011	Фрезерная с ЧПУ
TD _{5,15} =0,1	Фрезерная с ЧПУ

1.6 Расчет минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку плоскости:

$$Z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{\phi-1} + \rho_{p-1},$$

где R_{zi-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$\rho_{\phi-1}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм;

ρ_{p-1} – погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз, возникшая на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения:

$$Z_{imin} = 2 * \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right),$$

где ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

При установке на электроимпульсной плите, погрешность установки заготовки будет отсутствовать.

1. Фрезерная

Прокат листовой горячекатаный, обычной точности, толщина листа 22 мм.

1) Черновое фрезерование плоскости.

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 16 \dots 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 100 \dots 250 \text{ мкм}$$

$$Z_{1,1,min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 170 = 380 \text{ мкм}$$

$$Z_{1,3,min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 150 = 360 \text{ мкм}$$

2) Чистовое фрезерование плоскости.

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 6 \dots 16 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 25 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$Z_{1,2min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 80 + 11 + 42,5 = 213 \text{ мкм}$$

$$Z_{1,4min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 80 + 11 + 42,5 = 293 \text{ мкм}$$

2. Фрезерная с ЧПУ

Фрезерование торцев и расфрезеровывание отверстия

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 28 \dots 80 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 200 \dots 360 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,1.1min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 200 = 410 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,1.2min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 200 = 410 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,1.3min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 200 = 410 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{2,1.4}$:

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 16 \dots 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 100 \dots 250 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,1.4min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 30 + 120 = 330 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{2,1.5}$:

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 10 \dots 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 40 \dots 120 \text{ мкм}$$

$$Z_{2,1.5min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 15 + 70 = 265 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{2.1.6}$:

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 28 \dots 80 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 200 \dots 360 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.1.6min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 50 + 210 = 440 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{D.2.2}$:

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 16 \dots 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 100 \dots 250 \text{ мкм}$$

$$Z_{D.2.3min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 100 + 16 + 100 = 296 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{D.4.1}$:

$$R_{zi-1} = 20 \dots 50 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 40 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 6 \dots 16 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 20 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$Z_{D.4.1min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 50 + 60 + 10 + 20 = 140 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{D.4.2}$:

$$R_{zi-1} = 10 \dots 15 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 15 \dots 30 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\phi i-1} = 1,2 \dots 4 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 2 \dots 5 \text{ мкм}$$

$$Z_{D.4.2min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 10 + 15 + 2 + 5 = 35 \text{ мкм}$$

4. Фрезерная с ЧПУ

Развертывание: Отверстие после сверления спиральным сверлом

Т.к. при развертывании отверстия используется плавающая развертка, которая самоустанавливается по отверстию, то пространственное отклонение обрабатываемого отверстия и погрешность установки заготовки не следует включать в состав минимального припуска.

Для припуска $Z_{D.5.12}$: (Черновое развертывание)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 50 \dots 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 37 \text{ мкм}$$

$$Z_{D.5.12min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 50 + 37 = 160 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{D.5.13}$: (Чистовое развертывание)

$$R_{zi-1} = 10 \dots 20 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 15 \dots 25 \text{ мкм}$$

$$Z_{D.4.13min} = R_{zi-1} + h_{i-1} = 10 + 15 = 25 \text{ мкм}$$

Т.к. при развертывании отверстия используется плавающая развертка, которая самоустанавливается по отверстию, то пространственное отклонение обрабатываемого отверстия и погрешность установки заготовки не следует включать в состав минимального припуска. (1. с. 42).

1.7 Расчет технологических размеров

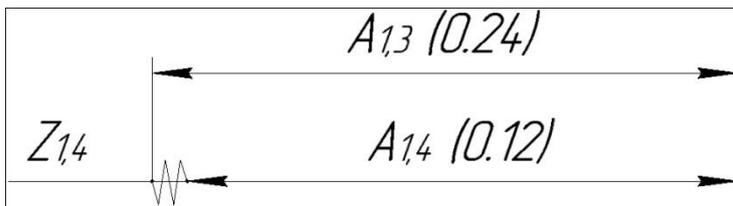
Прежде чем приступить к расчетам технологических размеров, выполним следующие действия:

- 1.) Построим размерную схему технологического процесса;
- 2.) Построим граф–дерево технологического процесса;
- 3.) Извлечем все технологические размерные цепи;

Все чертежи предоставлены вместе на листе формата А2 (лист 2).

Приступаем к расчету технологических размеров:

- 1.)



$A_{14} = 20_{-0,12}$ мм – номинальное значение размера A_{14} ;

$A_{14}^c = 19,48 \pm 0,06$ мм – среднее значение размера A_{14} ;

$Z_{14}^c = \frac{Z_{14min} + Z_{13max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{14} ;

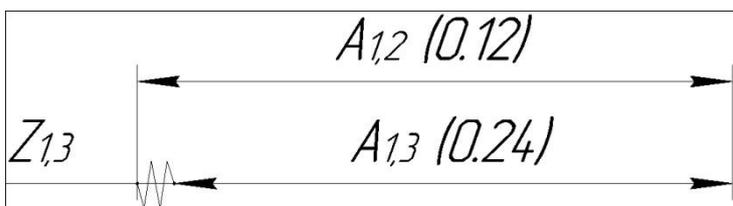
$Z_{14max} = Z_{14min} + TA_{14} + TA_{13}$ – наибольшее значение припуска Z_{14} ;

$$Z_{14}^c = Z_{122min} + \frac{TA_{122} + TA_{121}}{2} = 0,21 + \frac{0,12 + 0,24}{2} \\ = 0,593 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{14};$$

$A_{13}^c = A_{122}^c + Z_{122}^c = 19,48 + 0,593 = 20,073 \pm 0,12$ мм; – среднее значение размера A_{13} ;

$A_{13} = 20,193_{-0,24}$ мм – номинальное значение размера A_{13} .

2.)



$A_{13} = 20,193_{-0,24}$ мм – номинальное значение размера A_{13} ;

$A_{13}^c = 20,073 \pm 0,12$ мм – среднее значение размера A_{13} ;

$Z_{13}^c = \frac{Z_{13min} + Z_{13max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{13} ;

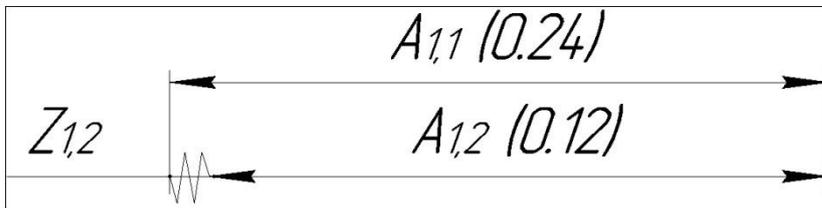
$Z_{13max} = Z_{13min} + TA_{13} + TA_{12}$ – наибольшее значение припуска Z_{13} ;

$$Z_{13}^c = Z_{13min} + \frac{TA_{13} + TA_{12}}{2} = 0,36 + \frac{0,24 + 0,12}{2} = 0,54 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{13};$$

$A_{12}^c = A_{13}^c + Z_{13}^c = 20,073 + 0,54 = 20,613 \pm 0,06$ мм; – среднее значение размера A_{12} ;

$A_{12} = 20.673_{-0,12}$ мм – номинальное значение размера A_{12} .

3.)



$A_{12} = 20.673_{-0,12}$ мм – номинальное значение размера A_{12} ;

$A_{12}^c = 20.073 \pm 0,06$ мм – среднее значение размера A_{12} ;

$Z_{12}^c = \frac{Z_{112min} + Z_{112max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{12} ;

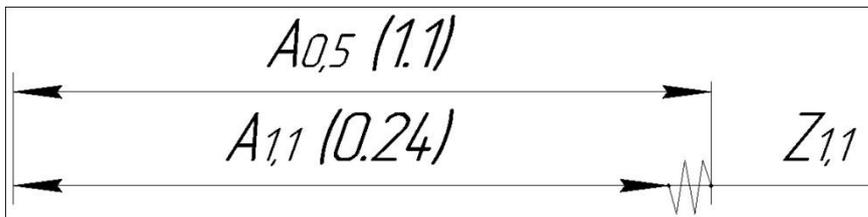
$Z_{12max} = Z_{13min} + TA_{12} + TA_{11}$ – наибольшее значение припуска Z_{12} ;

$Z_{12}^c = Z_{12min} + \frac{TA_{12} + TA_{11}}{2} = 0.21 + \frac{0.12 + 0.24}{2} = 0.39$ мм среднее значение припуска Z_{12} ;

$A_{11}^c = A_{12}^c + Z_{12}^c = 20.073 + 0.39 = 20.463 \pm 0,12$ мм; – среднее значение размера A_{11} ;

$A_{11} = 20.583_{-0,24}$ мм – номинальное значение размера A_{11} .

4.)



$A_{11} = 20.583_{-0,24}$ мм – номинальное значение размера A_{11} ;

$A_{11}^c = 20.463 \pm 0,12$ мм – среднее значение размера A_{11} ;

$Z_{11}^c = \frac{Z_{111min} + Z_{111max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{11} ;

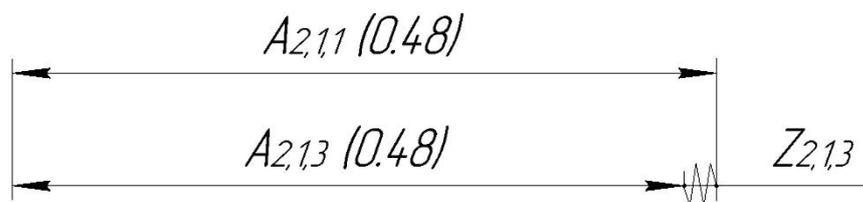
$Z_{11max} = Z_{111min} + TA_{11} + TA_{05}$ – наибольшее значение припуска Z_{11} ;

$Z_{11}^c = Z_{111min} + \frac{TA_{11} + TA_{05}}{2} = 0.38 + \frac{0.24 + 1.1}{2} = 1.05$ мм среднее значение припуска Z_{11} ;

$A_{05}^c = A_{11}^c + Z_{11}^c = 20.463 + 0.95 = 21.413 \pm 0,55$ мм; – среднее значение размера A_{05} ;

$A_{05} = 22.063_{-1,1}$ мм – номинальное значение размера A_{05} .

5.)



$A_{213} = 300_{-0,48}$ мм – номинальное значение размера A_{213} ;

$A_{213}^c = 299.76 \pm 0,24$ мм – среднее значение размера A_{213} ;

$Z_{213}^c = \frac{Z_{111min} + Z_{111max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{213} ;

$Z_{213max} = Z_{213min} + TA_{213} + TA_{211}$ – наибольшее значение припуска Z_{213} ;

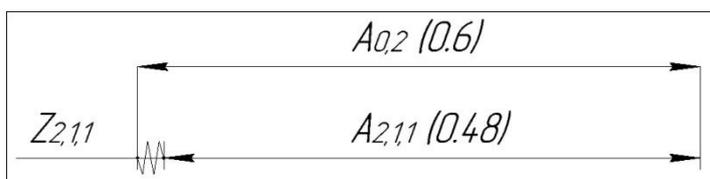
$$Z_{213}^c = Z_{213min} + \frac{TA_{213} + TA_{211}}{2} = 0.41 + \frac{0.48 + 0.48}{2}$$

$$= 1.13 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{213};$$

$A_{211}^c = A_{213}^c + Z_{213}^c = 299.76 + 1.13 = 300.89 \pm 0,24$ мм; – среднее значение размера A_{211} ;

$A_{211} = 301.13_{-0,48}$ мм – номинальное значение размера A_{211} .

6.)



$A_{211} = 301.13_{-0,48}$ мм – номинальное значение размера A_{211} ;

$A_{211}^c = 300.89 \pm 0,24$ мм – среднее значение размера A_{211} ;

$Z_{211}^c = \frac{Z_{111min} + Z_{111max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{211} ;

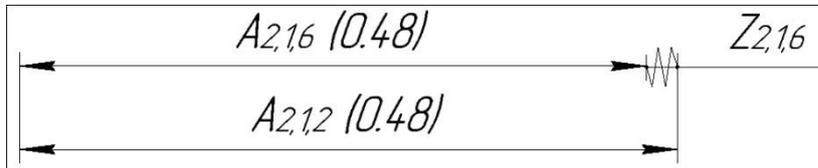
$Z_{211max} = Z_{211min} + TA_{211} + TA_{0,2}$ – наибольшее значение припуска Z_{211} ;

$$Z_{211}^c = Z_{211min} + \frac{TA_{211} + TA_{0,2}}{2} = 0.41 + \frac{0.48 + 0.6}{2} = 0.95 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{211};$$

$$A_{02}^c = A_{211}^c + Z_{211}^c = 300.89 + 0.95 = 301.8 \pm 0,3 \text{ мм}; \text{ — среднее значение размера } A_{02};$$

$$A_{02} = 302.14_{-0,6} \text{ мм — номинальное значение размера } A_{02}.$$

7.)



$$A_{216} = 300_{-0,48} \text{ мм — номинальное значение размера } A_{216};$$

$$A_{216}^c = 299.76 \pm 0,24 \text{ мм — среднее значение размера } A_{216};$$

$$Z_{216}^c = \frac{Z_{216min} + Z_{216max}}{2} \text{ — среднее значение припуска } Z_{216};$$

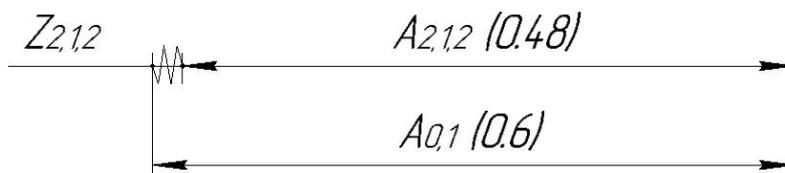
$$Z_{216max} = Z_{216min} + TA_{216} + TA_{212} \text{ — наибольшее значение припуска } Z_{216};$$

$$Z_{216}^c = Z_{216min} + \frac{TA_{216} + TA_{212}}{2} = 0.44 + \frac{0.48 + 0.48}{2} \\ = 0.89 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{216};$$

$$A_{212}^c = A_{216}^c + Z_{216}^c = 299.76 + 1.13 = 300.89 \pm 0,24 \text{ мм}; \text{ — среднее значение размера } A_{212};$$

$$A_{212} = 301.13_{-0,48} \text{ мм — номинальное значение размера } A_{212}.$$

8.)



$$A_{212} = 301.13_{-0,48} \text{ мм — номинальное значение размера } A_{212};$$

$$A_{212}^c = 300.89 \pm 0,24 \text{ мм — среднее значение размера } A_{212};$$

$$Z_{212}^c = \frac{Z_{212min} + Z_{212max}}{2} \text{ — среднее значение припуска } Z_{212};$$

$$Z_{212max} = Z_{212min} + TA_{212} + TA_{01} \text{ — наибольшее значение припуска } Z_{212};$$

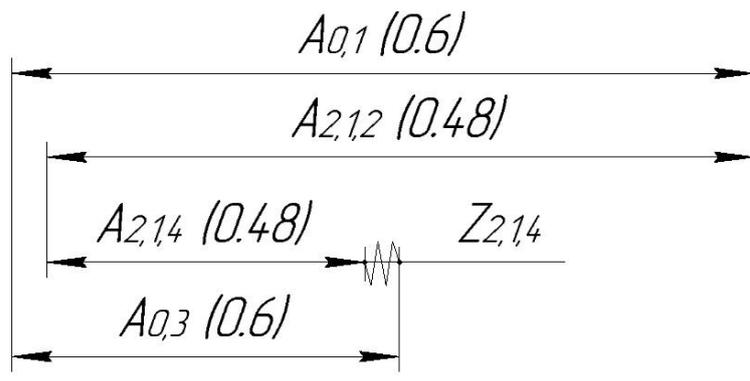
$$Z_{212}^c = Z_{212min} + \frac{TA_{212} + TA_{01}}{2} = 0.41 + \frac{0.48 + 0.60}{2}$$

$$= 0.95 \text{ мм среднее значение припуска } Z_{212};$$

$$A_{01}^c = A_{212}^c + Z_{212}^c = 300.71 + 0.98 = 300.89 \pm 0,3 \text{ мм; – среднее значение размера } A_{01};$$

$$A_{01} = 302.14_{-0,6} \text{ мм – номинальное значение размера } A_{212}.$$

9.)



$$A_{214} = 80_{-0,48} \text{ мм – номинальное значение размера } A_{214};$$

$$A_{214}^c = 79.76 \pm 0,24 \text{ мм – среднее значение размера } A_{214};$$

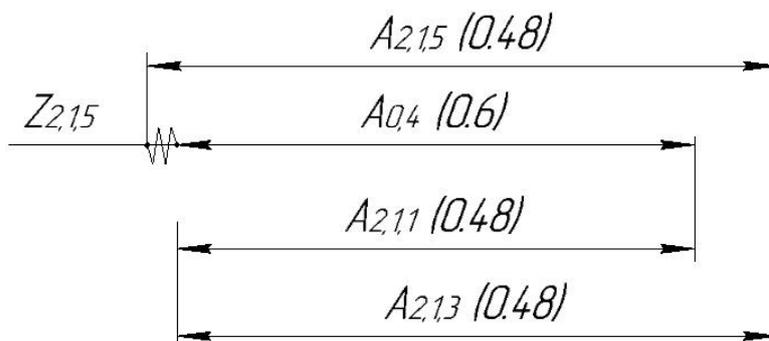
$$Z_{214}^c = \frac{Z_{214min} + Z_{214max}}{2} = \frac{0.33 + 1.74}{2} = 1.03 \text{ – среднее значение припуска } Z_{214};$$

$$A_{03}^c = A_{214}^c + Z_{214}^c - A_{212}^c + A_{01}^c = 79.76 + 1.3 - 300.71 + 302.14 =$$

$$= 82.69 \pm 0,3 \text{ мм; – среднее значение размера } A_{02};$$

$$A_{03} = 82.99_{-0,6} \text{ мм – номинальное значение размера } A_{03}.$$

10.)



$$A_{215} = 23_{-0,48} \text{ мм – номинальное значение размера } A_{215};$$

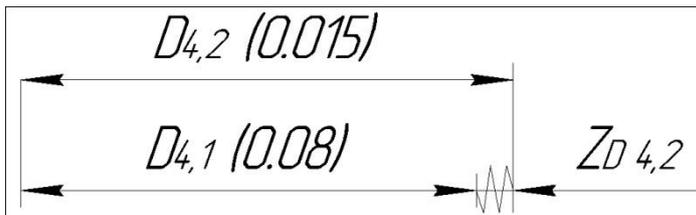
$A_{215}^c = 22.76 \pm 0,29$ мм – среднее значение размера A_{215} ;

$$Z_{215}^c = \frac{Z_{215min} + Z_{215max}}{2} = \frac{0.33 + 1.5}{2} = 0.915 \text{ – среднее значение припуска } Z_{215};$$

$$A_{04}^c = A_{211}^c - A_{213}^c - Z_{215}^c + A_{215}^c = 300.68 - 299.35 + 0.915 + 22.76 = 25.005 \pm 0,3 \text{ мм; – среднее значение размера } A_{04};$$

$$A_{04} = 25.305_{-0,6} \text{ мм – номинальное значение размера } A_{04}.$$

11.)



$$D_{42} = 95^{+0,035} \text{ мм; } D_{42}^c = 95,017 \pm 0,0175 \text{ мм;}$$

$$Z_{D42}^c = \frac{Z_{D42min} + Z_{D42max}}{2};$$

$$Z_{D42max} = Z_{D42min} + TD_{42} + TD_{41};$$

$$Z_{D42}^c = Z_{D42min} + \frac{TD_{42} + TD_{41}}{2} = 0,03 + \frac{0,035 + 0,08}{2} = 0,087 \text{ мм;}$$

$$D_{41}^c = D_{42}^c - Z_{D42}^c = 95,017 - 0,087 = 94,93 \pm 0,04 \text{ мм;}$$

$$D_{41} = 94,89^{+0,08} \text{ мм;}$$

12.)



$$D_{41} = 94.89^{+0,08} \text{ мм; } D_{23}^c = 94,93 \pm 0,04 \text{ мм;}$$

$$Z_{D41}^c = \frac{Z_{D41min} + Z_{D41max}}{2};$$

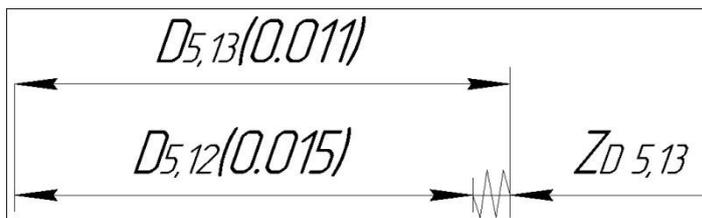
$$Z_{D_{41}max} = Z_{D_{41}min} + TD_{41} + TD_{22};$$

$$Z_{D_{41}}^c = Z_{D_{41}min} + \frac{TD_{41} + TD_{22}}{2} = 0,14 + \frac{0,08 + 0,87}{2} = 0,58 \text{ mm};$$

$$D_{22}^c = D_{41}^c - Z_{D_{41}}^c = 94,017 - 0,58 = 93,437 \pm 0,43 \text{ mm};$$

$$D_{22} = 93,00^{+0,87} \text{ mm};$$

13.)



$$D_{5,13} = 10^{+0,011} \text{ mm}; D_{5,13}^c = 9,99 \pm 0,0055 \text{ mm};$$

$$Z_{D_{5,13}}^c = \frac{Z_{D_{5,13}min} + Z_{D_{5,13}max}}{2};$$

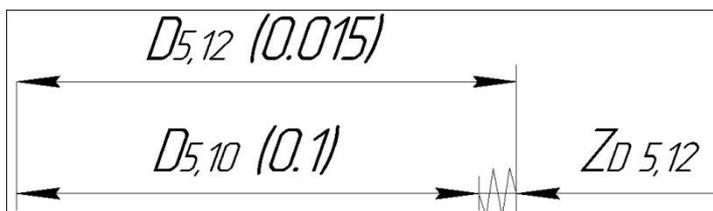
$$Z_{D_{5,13}max} = Z_{D_{5,13}min} + TD_{5,13} + TD_{5,12};$$

$$Z_{D_{5,13}}^c = Z_{D_{5,13}min} + \frac{TD_{5,13} + TD_{5,12}}{2} = 0,025 + \frac{0,011 + 0,015}{2} = 0,04 \text{ mm};$$

$$D_{5,12}^c = D_{5,13}^c - Z_{D_{5,13}}^c = 9,99 - 0,04 = 9,95 \pm 0,0075 \text{ mm};$$

$$D_{5,12} = 9,94^{+0,015} \text{ mm};$$

14.)



$$D_{5,12} = 9.94^{+0,015} \text{ mm}; D_{5,12}^c = 9,95 \pm 0,0075 \text{ mm};$$

$$Z_{D_{5,12}}^c = \frac{Z_{D_{5,12}min} + Z_{D_{5,12}max}}{2};$$

$$Z_{D5,12max} = Z_{D5,12min} + TD_{5,12} + TD_{5,10};$$

$$Z_{D5,12}^c = Z_{D5,12min} + \frac{TD_{5,12} + TD_{5,10}}{2} = 0,107 + \frac{0,015 + 0,1}{2} = 0,164 \text{ мм};$$

$$D_{5,10}^c = D_{5,12}^c - Z_{D5,12}^c = 9,95 - 0,164 = 9,79 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{5,10} = 9,74^{+0,1} \text{ мм};$$

$$\text{Принимаем: } D_{5,10} = 9,8^{+0,1} \text{ мм}$$

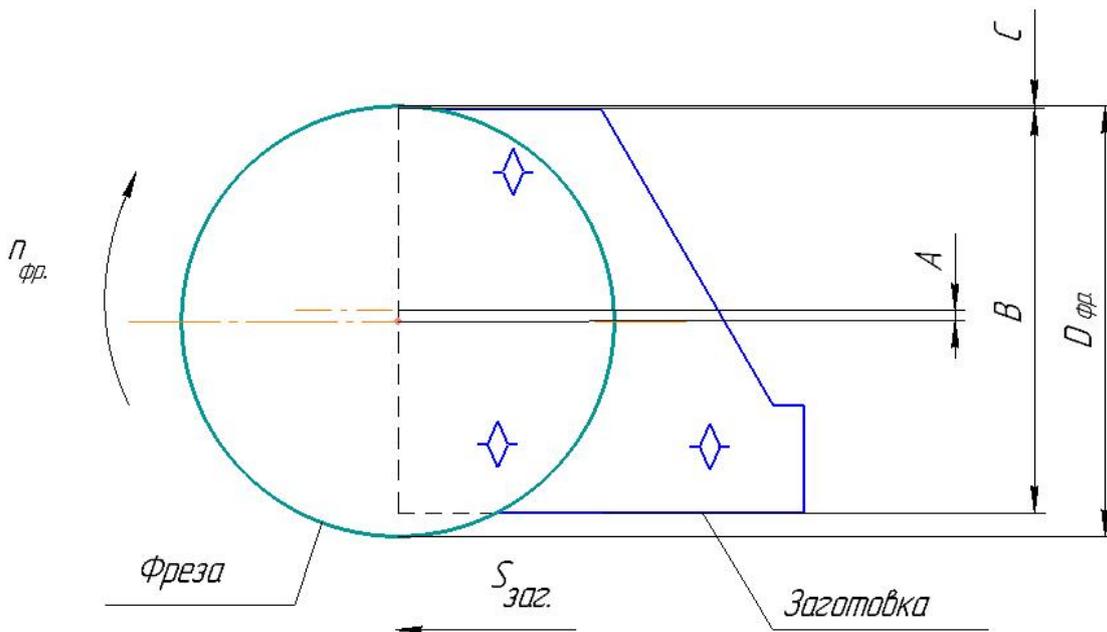
1.8 Расчет режимов резания

1) Фрезерная операция (черновая):

Для расчета режимов резания при фрезеровании используем методику [2, с.402].

а.) Для торцевой фрезы:

Схема торцевого фрезерования поверхности будет несимметричной, относительно оси заготовки.



A-смещение оси фрезы относительно оси заготовки.

B- ширина обрабатываемой поверхности заготовки.

C-смещение зуба фрезы относительно обрабатываемой поверхности.

$D_{фр}$ -диаметр фрезы

При торцевом фрезеровании стальных заготовок обязательным является их несимметричное расположение относительно фрезы, при этом:

- для заготовок из конструкционных углеродистых и легированных сталей и заготовок имеющих корку (черновое фрезерование) сдвиг заготовок - в направлении

2

нии врезания зуба фрезы, чем обеспечивается начало резания при малой толщине срезаемого слоя;

Это схема позволит нам минимизировать работу режущей части СМП на удар.

При фрезеровании плоскости рекомендуются брать фрезы, диаметр которых должен быть больше ширины фрезерования в [1,25...1,5] раза. [2, с.402];

Назначаем торцовую фрезу с механическим креплением четырехгранных пластин из твердосплавного материала Т15К6 (по ГОСТ 26595 – 85) [2, гл.3 табл. 105];

$D=315$ мм – диаметр фрезы;

$Z=18$ – число зубьев;

$t=0,5$ мм – глубина фрезерования;

$B=300$ мм – ширина фрезерования;

Из таблицы [2, глава 4, табл. 76] принимаем подачу на зуб:

$S_z = 0,15$ мм/зуб;

- Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_v, \frac{м}{мин};$$

T – стойкость инструмента, мин;

$T=300$ мин.

Для удобства записи, я не буду записывать каждое значение коэффициента по отдельности, а сразу буду записывать в формулу.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1,352 * 0,9 * 1,0 = 1,217;$$

$$v = \frac{332 * 315^{0,2}}{300^{0,2} * 0,7^{0,1} * 0,2^{0,4} * 300^{0,2} * 18^0} * 1,217 = 288,84 \text{ м/мин}$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, m берем из таблицы [2, гл. 4, табл. 81].

- Частота вращения шпинделя:

- Расчетная: $n_{расч} = \frac{1000 * 288,84}{\pi * 315} = 292,02 \text{ об/мин}$

Для станка ВМ127М: □ частота вращения шпинделя, об/мин – 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500; 2000.

- Принятая: $n_{пр} = 235 \leq n_{расч}$

- Сила резания:

$$\text{Окружная сила} - P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} K_{mp} = \frac{10 * 825 * 0,7^1 * 0,15^{0,75} * 300^{1,1} * 18}{315^{1,3} * 235^{0,2}} * \left(\frac{400}{750}\right)^{0,3} \approx 2956,86 \text{ Н}$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w взяты из таблицы [2, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{2956,86 * 288,84}{1020 * 60} = 13,95 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1,0;$$

$$N_{cm} = 13,95 * 1,0 = 13,95 \text{ кВт.}$$

2.) Фрезерная операция (чистовая):

Повторяем черновую операцию, но уже с другими режимами резания, которые назначаются в соответствии со справочными данными для чистового фрезерования.

$D=315$ мм – диаметр фрезы;

$Z=18$ – число зубьев;

$t=0,3$ мм – глубина фрезерования;

$B=300$ мм – ширина фрезерования;

Из таблицы [2, глава 4, табл. 76] принимаем подачу на зуб:

$S_z = 0,1$ мм/зуб;

- Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_v, \frac{м}{мин};$$

T – стойкость инструмента, мин;

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1,352 * 0,9 * 1,0 = 1,217;$$

$$v = \frac{332 * 315^{0,2}}{300^{0,2} * 0,3^{0,1} * 0,1^{0,4} * 300^{0,2} * 18^0} * 1,217 = 371,05 \text{ м/мин}$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, u, p, t берем из таблицы [2, гл. 4, табл. 81].

- Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 * 371,05}{\pi * 315} = 375,13 \text{ об/мин}$$

Для станка ВМ127М: □ частота вращения шпинделя, об/мин – 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500; 2000.

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 375 \leq n_{расч}$$

- Сила резания:

$$\text{Окружная сила } - P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} K_{mp} = \frac{10 * 825 * 0,3^1 * 0,1^{0,75} * 300^{1,1} * 18}{315^{1,3} * 375^{0,2}} * \left(\frac{400}{750}\right)^{0,3} \approx 726,22 \text{ Н}$$

Значение коэффициентов C_p, x, u, q, w взяты из таблицы [2, гл. 4, табл. 83].

- Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{726,22 * 375}{1020 * 60} = 4,44 \text{ кВт};$$

- Необходимая мощность станка:

$$N_{cm} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1,0;$$

$$N_{cm} = 4,44 * 1,25 = 5,56 \text{ кВт.}$$

3.) Для концевой фрезы:

Назначаем концевую фрезу с цилиндрическим хвостовиком (по ГОСТ 17025 – 71); [2, гл.3 табл. 75];

Материал режущей части фрезы принимаем Р6М5;

D=10 мм – диаметр фрезы;

Z=4 – число зубьев;

t=0,98 мм – глубина фрезерования;

B=20 мм – ширина фрезерования;

Из таблицы [2, гл. 4, табл. 77] принимаем подачу на зуб:

$S_z = 0,05$ мм/зуб;

- Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_v, \text{ м/мин};$$

T – стойкость инструмента, мин;

Для концевой фрезы диаметром 10 мм, принимаем период стойкости инструмента T=40 мин.

Для удобства записи, предпочтительно будет записывать каждое значение коэффициента сразу в формулу.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1,352 * 0,9 * 1,0 = 1,217;$$

$$v = \frac{46,7 * 10^{0,45}}{40^{0,33} * 0,98^{0,5} * 0,15^{0,5} * 20^{0,1} * 4^{0,1}} * 1,217 \approx 34,14 \text{ м/мин}$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, u, p, m берем из таблицы [2, гл. 4, табл. 81].

- Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 * 34,14}{\pi * 10} = 1087,26 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 1050 \leq n_{расч}$$

- Сила резания:

$$\text{Окружная сила } - P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{D^q * n^w} K_{mp} = \frac{10 * 68,2 * 0,98^{0,86} * 0,05^{0,72} * 20^1 * 4}{10^{0,86} * 1050^0} ** \left(\frac{400}{750}\right)^{0,3} = 856,22 * 0,828 \approx 709,06 \text{ Н}$$

Значение коэффициентов C_p, x, u, q, w взяты из таблицы [2, гл. 4, табл. 83].

- Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{709,06 * 34,14}{1020 * 60} = 0,39 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{cm} > K_N * N_E (K_N = 1 \dots 2); K_N = 1,25;$$

$$N_{cm} = 0,39 * 1,25 = 0,49 \text{ кВт.}$$

4.) Расточная операция (черновая)

Для расчета режимов резания при точении используем методику [2, с.393].

Глубина резания $t = 0,5 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,1 \text{ мм/об}$;

Скорость резания $v, \text{ м/мин}$;

Инструментальный материал Т15К6;

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$S=0,1 \text{ мм/об}$; $C_v = 350$; $x=0,15$; $y=0,20$; $m=0,20$.

$$V = \frac{350}{60^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,1^{0,20}} 0,56 = 151,97 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 * 151,97}{\pi * 94,82} = 510,4 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 510 \leq n_{расч}$$

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,64;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_{pz} * t^x * s^y * v^n * K_p = 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} = \\ &= 10 * 300 * 0,5^{1,0} * 0,1^{0,75} * 151,97^{0,15} * 0,64 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 362,68 \text{ Н;} \end{aligned}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{362,68 * 151,97}{1020 * 60} = 0,9 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{cm} > K_N * N_E (K_N = 1 \dots 2); K_N = 1,25;$$

$$N_{cm} = 0,9 * 1,25 = 1,12 \text{ кВт};$$

Все принятые коэффициенты в проделанных расчетах взяты из [2, глава 4, табл. 1-23].

5.) Расточная операция (чистовая)

Для расчета режимов резания при точении используем методику [2, с.393].

Глубина резания $t = 0,5 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,05 \text{ мм/об}$;

Скорость резания $v, \text{ м/мин}$;

Инструментальный материал Т15К6;

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$S=0,1$ мм/об; $C_v = 350$; $x=0,15$; $y=0,20$; $m=0,20$.

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,08^{0,15} \cdot 0,05^{0,20}} 0,56 = 229,8 \frac{м}{мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 \cdot 229,8}{\pi \cdot 95} = 770,3 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 760 \leq n_{расч}$$

Сила резания:

$$K_{мп} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{400}{750} \right)^{0,75} = 0,64;$$

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_{мп} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} =$$

$$= 10 \cdot 300 \cdot 0,08^{1,0} \cdot 0,05^{0,75} \cdot 229,8^{0,15} \cdot 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 36,71 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{36,71 \cdot 229,8}{1020 \cdot 60} = 0,13 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1,25;$$

$$N_{см} = 0,9 \cdot 1,25 = 1,17 \text{ кВт};$$

Все принятые коэффициенты в проделанных расчетах взяты из [2, глава 4, табл. 1-23].

б.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление центровых отверстий центровочным сверлом для того, чтобы минимизировать увода сверла.

Материал центровочного сверла - быстрорежущая сталь Р6М5.

Сверло 2317-0102 ГОСТ 14952—75.

Диаметр сверла: 1,25 мм.

Стойкость сверла $T=15$ мин. [табл.30, стр.279 [2]].

Основные параметры при сверлении:

Глубина резания: $t = 0,5 D_{отв}$, мм;

Подача в направлении резания (сверления) f , мм/об;

Скорость резания для сверления [стр.276 [2]].

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где K_v - поправочный коэффициент, $K_{Mv} = 1,2$ коэффициент на обрабатываемый материал, $K_{Iv} = 1,0$ коэффициент на инструментальный материал; $K_{lv} = 1,0$ коэффициент, учитывающий глубину резания.

Подача при сверлении зависит от диаметра сверла, а в данном случае $d_{св}=1,25$ для стали 3 с $HВ=131$ МПа, то подача $S = 0.15$ мм/об. [табл.25, стр.277 [2]].

- Скорость резания:

Данные для расчета скорости резания берем из [(табл.28, стр.278 [2]).

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_b}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 1.8 - \text{коэффициент зависящий от}$$

обрабатываемый материала (табл.1-2, стр. 261-262 [2]), K_{nv} - коэффициент на инструментальный материал (табл.6, стр.263 [2]), K_{uv} - коэффициент учитывающий глубину сверления (табл.31, стр.280 [2]).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1.8 \cdot 1 \cdot 1 = 1.8$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 1,25^{0.25}}{15^{0.125} \cdot 0.15^{0.55}} \cdot 1,8 = 17.97 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

- Расчет силы резания и крутящего момента (табл.32, стр.281 [2]).

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 1,25^2 \cdot 0.15^{0.7} \cdot 0.94 \approx 264,6 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 1,25^2 \cdot 0.15^{0.8} \cdot 0.94 \approx 0.111 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

- Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot v_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 17,97}{3.14 \cdot 1,25} = 4578,34 \text{ об/мин}$$

$$n_{нр} = 4500 \geq n_{расч}$$

- Расчет эффективной мощности резания и необходимой мощности станка.

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0.111 \cdot 4500}{9750} = 0.005 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{ст} = 0.015 \cdot 1.5 = 0.07 \text{ кВт}.$$

5.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление 3-х сквозных отверстий спиральным сверлом диаметром 8,4 мм. $L/d < 5$

Инструмент сверло спиральное $\emptyset 8,4$ мм из быстрорежущей стали марки Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента $T=25$ мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача $S=0,15 \dots 0,20$ мм/об.

С учетом того, что последующей операцией будет нарезание резьбы, вводим коэффициент $K_{OS} = 0.5$.

Принимаем $S=0,2$ мм/об. Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 7; \quad q = 0,40; \quad y = 0,70; \quad m = 0,20; \quad T = 25 \text{ мин}.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{иV} \cdot K_{iV} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{7 \cdot 8,4^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{25^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} = 43,17 \text{ м/мин};$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 29,6}{\pi \cdot 8,4} = 1122,23 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{пр} = 1120 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_\delta = \frac{\pi d n_{пр}}{1000} = \frac{\pi 8,4 \cdot 1120}{1000} = 29,54 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,4; y = 0,7; K_p = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,4^{0,4} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 3,85 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,4^{0,4} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 681 \text{ Н}.$$

- Мощность резания:

$$N_\delta = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,85 \cdot 1120}{9750} = 0,44 \text{ кВт}.$$

6.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление 2-х сквозных отверстий спиральным сверлом диаметром 5 мм. Инструмент сверло спиральное Ø5 мм из быстрорежущей стали марки P6M5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента $T=15$ мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача $S=0,13 \dots 0,19$ мм/об.

С учетом того, что последующей операцией будет нарезание резьбы, вводим коэффициент $K_{OS} = 0,5$.

Принимаем $S=0,19$ мм/об. Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 7; q = 0,40; y = 0,70; m = 0,20; T = 15 \text{ мин}.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{иV} \cdot K_{iV} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{7 \cdot 5^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{15^{0,2} \cdot 0,19^{0,7}} = 38,85 \text{ м/мин};$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 38,85}{\pi \cdot 5} = 2474,95 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{пр} = 2470 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_{\partial} = \frac{\pi d n_{np}}{1000} = \frac{\pi 5 \cdot 2470}{1000} = 38,7 \frac{м}{мин}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,4; y = 0,7; K_P = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5^{0,4} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 1,36 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 0,4; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 5^{0,4} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 258,28 \text{ Н}.$$

- Мощность резания:

$$N_{\partial} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,36 \cdot 2470}{9750} = 0,34 \text{ кВт}.$$

7.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление 2-х сквозных отверстий спиральным сверлом диаметром 13 мм.

$L/d < 5$

Инструмент сверло спиральное $\varnothing 13$ мм из быстрорежущей стали марки P6M5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента $T=45$ мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача $S=0,36 \dots 0,43$ мм/об.

Принимаем $S=0,4$ мм/об. Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,50; m = 0,20; T = 45 \text{ мин}.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{иV} \cdot K_{iV} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{9,8 \cdot 13^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{45^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} = 20,18 \text{ м/мин};$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 20,18}{\pi \cdot 13} = 494,36 \frac{об}{мин}$$

$$n_{np} = 490 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_{\partial} = \frac{\pi d n_{np}}{1000} = \frac{\pi 13 \cdot 490}{1000} = 20 \frac{м}{мин}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,5; y = 0,7; K_P = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 13^{0,5} \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 5,24 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 13^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1 = 1763,8 \text{ Н}.$$

- Мощность резания:

$$N_{\delta} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{5,24 \cdot 490}{9750} = 0,26 \text{ кВт.}$$

8.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление 4-х глухих отверстий спиральным сверлом диаметром 12 мм.
L/d < 5

Инструмент сверло спиральное Ø12 мм из быстрорежущей стали марки P6M5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента T=45 мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача S=0,32...0,36 мм/об.

Принимаем S=0,4 мм/об. Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,50; m = 0,20; T = 45 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{иV} \cdot K_{iV} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{9,8 \cdot 12^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{45^{0,2} \cdot 0,36^{0,5}} = 20,61 \text{ м/мин}$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 20,61}{\pi \cdot 12} = 546,97 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{пр} = 540 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_{\delta} = \frac{\pi d n_{пр}}{1000} = \frac{\pi \cdot 12 \cdot 540}{1000} = 20,34 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,5; y = 0,7; K_p = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^{0,5} \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1 = 5,58 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 12^1 \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1 = 3991,18 \text{ Н.}$$

- Мощность резания:

$$N_{\delta} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{5,58 \cdot 540}{9750} = 0,3 \text{ кВт.}$$

9.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление одного глухого отверстия спиральным сверлом диаметром 9,8 мм.

L/d < 5

Инструмент сверло спиральное Ø9,8 мм из быстрорежущей стали марки P6M5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента $T=15$ мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача $S=0,26 \dots 0,32$ мм/об.

Принимаем $S=0,3$ мм/об.

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 9,8; q = 0,40; y = 0,50; m = 0,20; T = 15 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{9,8 \cdot 9,8^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{15^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} = 23,41 \text{ м/мин};$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 23,41}{\pi \cdot 9,8} = 760,75 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$
$$n_{np} = 760 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_{\partial} = \frac{\pi d n_{np}}{1000} = \frac{\pi 9,8 \cdot 760}{1000} = 23,38 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,5; y = 0,7; K_p = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 9,8^{0,5} \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1 = 5,52 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 9,8^1 \cdot 0,36^{0,7} \cdot 1 = 3259,46 \text{ Н.}$$

- Мощность резания:

$$N_{\partial} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{5,52 \cdot 760}{9750} = 0,43 \text{ кВт.}$$

10.) Развертывание (Фрезерная с ЧПУ)

Производится развертывание глухого отверстия чистовой разверткой диаметром 9,96 мм.

Инструмент: машинная черновая развертка $\varnothing 9,96$ мм из быстрорежущей стали марки Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 1672-80.

Стойкость инструмента $T=15$ мин. [2, гл.4, табл.40]

- Определяем подачу:

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.37].

$$s = 0,8 \text{ мм/об};$$

- Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv};$$

$$K_{mv} = K_2 * \left(\frac{750}{\sigma_6}\right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 2,06;$$

$$v = \frac{10,6 * 9,96^{0,3}}{15^{0,4} * 0,16^0 * 0,8^{0,65}} * 2,06 \approx 17,02 \text{ м/мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 0,16^{0,9} * 9,96^1 * 0,8^{0,8} * 0,624 \approx 0,9 \text{ Н * м}$$

$$P_o = 10 * C_P * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 67 * 9,96^1 * 0,16 * 0,8^{0,65} * 0,624 \approx 576 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,624$$

Значение коэффициентов C_M , C_P , q , x , y взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 42].

- Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 * 17,02}{\pi * 9,96} = 544,52 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 540 \leq n_{расч}$$

- Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} * n}{9750} = 0,003 \text{ кВт};$$

- Необходимая мощность станка:

$$N_{ст} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 2;$$

$$N_{ст} = 0,05 * 2 = 0,03 \text{ кВт};$$

11.) Развертывание (Фрезерная с ЧПУ)

Производится развертывание глухого отверстия чистовой разверткой диаметром 10 мм.

Инструмент: машинная черновая развертка $\square 10 \text{ мм}$ из быстрорежущей стали марки Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 1672-80.

Стойкость инструмента $T=25 \text{ мин.}$ [2, гл.4, табл.40]

- Определяем подачу:

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.37].

$$s = 0,32 \text{ мм/об};$$

- Расчет скорости резания:

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S^y} * K_v, \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv};$$

$$K_{mv} = K_2 * \left(\frac{750}{\sigma_6}\right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{400}\right)^1 = 2,06;$$

$$v = \frac{10,6 * 10^{0,3}}{25^{0,4} * 0,04^0 * 0,32^{0,65}} * 2,06 \approx 25,21 \text{ м/мин};$$

•

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 0,04^{0,9} * 10^1 * 0,8^{0,8} * 0,624 \approx 0,259 \text{ Н * м}$$

$$P_o = 10 * C_p * D^q * t^x * S^y * K_p = 10 * 67 * 10^1 * 0,04 * 0,32^{0,65} * 0,624 \approx 176 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{400}{750}\right)^{0,75} = 0,624$$

Значение коэффициентов C_M, C_p, q, x, y взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 42].

- Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{расч} = \frac{1000 * 25,21}{\pi * 10} = 802,86 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{пр} = 800 \leq n_{расч}$$

- Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} * n}{9750} = 0,01 \text{ кВт};$$

- Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 2;$$

$$N_{см} = 0,05 * 2 = 0,02 \text{ кВт};$$

12.) Сверлильная (Фрезерная с ЧПУ)

Производится сверление одного глухого отверстия спиральным сверлом диаметром 8,4 мм под последующее нарезание резьбы М10-6Н

$L/d < 5$

Инструмент сверло спиральное □ 8,4 мм из быстрорежущей стали марки Р6М5, с цилиндрическим хвостовиком по ГОСТ 10902-77.

Стойкость инструмента $T=15$ мин. [2, гл.4, табл.40]

Выбираем подачу [2, гл.4, табл.35]:

Подача $S=0,26 \dots 0,32$ мм/об.

Принимаем $S=0,3$ мм/об.

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y};$$

$$C_v = 9,8; \quad q = 0,40; \quad y = 0,50; \quad m = 0,20; \quad T = 15 \text{ мин.}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{iV} = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q K_v K_{3V}}{T^m S^y} = \frac{9,8 \cdot 8,4^{0,4} \cdot 1 \cdot 1}{15^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} = 24,38 \text{ м/мин};$$

- Число оборотов шпинделя $n_{расч}$:

$$n_{расч} = \frac{1000V}{\pi d_{max}} = \frac{1000 \cdot 24,38}{\pi \cdot 8,4} = 924,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{np} = 920 \geq n_{расч}$$

- Действительная скорость:

$$V_d = \frac{\pi d n_{np}}{1000} = \frac{\pi 8,4 \cdot 920}{1000} = 24,26 \frac{м}{мин}$$

- Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p, \text{ где } C_M = 0,0345; q = 0,5; y = 0,7; K_p = K_{MP} = 1,0.$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,4^{0,5} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1 = 5,43 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

- Осевая сила:

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7.$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,4^1 \cdot 0,3^{0,7} \cdot 1 = 2459,08 \text{ Н}.$$

- Мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{5,43 \cdot 920}{9750} = 0,51 \text{ кВт}.$$

- Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 2;$$

$$N_{см} = 0,51 * 2 = 1,02 \text{ кВт}$$

1.9 Выбор оборудования

1.) Станок плазменной резки металла с ЧПУ «ИСКРА» 6000x2000

Показатель	Ед. изм.	Значение
Размер рабочей зоны стола раскроя	мм	6000x2000
Максимальная грузоподъемность стола раскроя	кг	4000
Скорость перемещения горелки по координатам X, Y, Z		
- скорость рабочего хода	мм/с	от 1 до 70
- скорость подачи	мм/с	от 1 до 80
Мощность источника плазмы	А	120
Толщина разрезаемого металла (толщина реза более 12 мм зависит от аппарата плазменной резки)	мм	до 40
Точность резки (зависит от источника плазмы)	мм	+/- 0,25-0,35
Точность позиционирования (зависит от скорости перемещения)	мм	+/- 0,05-0,25
Питание Системного блока ЧПУ, блока управления приводами		0,5кВт 220В 50Гц
Питание источника плазмы		6кВт 380В 50Гц

Питание компрессора		1,5кВт 220В 50Гц
Рабочее давление воздуха	Бар	7
Габаритные размеры станка	мм	6680x2213
Вертикальный ход перемещения резака (ось Z)	мм	150
Плазмообразующий газ воздух (hypertherm) - плазменный резак - газокислородный резак		N2, O2, Ar-H2 O2, пропан/бутан
Давление плазмообразующего газа	кгс/см2	3,5-6,0
Температура эксплуатации	гр, С	0-35
Привод по оси X		2 шаговых двигателя
Высота стола	мм	880

2) Основные технические данные и характеристики станка VM127M

Наименование параметра	VM127	VM127M
Рабочий стол		
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н	Н
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	300	800
Размеры рабочей поверхности стола (длина x ширина), мм	1600 x 400	1600 x 400
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3	3
Наибольшее перемещение стола продольное механическое и ручное, мм	1000	1010
Наибольшее перемещение стола поперечное механическое, мм	300	300
Наибольшее перемещение стола поперечное от руки, мм	320	320
Наибольшее перемещение стола вертикальное механическое, мм	400	400
Наибольшее перемещение стола вертикальное от руки, мм	420	420

Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола при ручном перемещении, мм	30..500*	30..500
* Размер 30 мм обеспечивается за счет выдвижения шпинделя		
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	620	420
Перемещение стола на одно деление лимба (продольное, поперечное, вертикальное), мм	0,05	0,05
Перемещение стола на один оборот лимба продольное, мм	4	4
Перемещение стола на один оборот лимба поперечное, мм	6	6
Перемещение стола на один оборот лимба вертикальное, мм	2	2
Шпиндель		
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5..1600	40..2000
Количество скоростей шпинделя	18	18
Наибольший крутящий момент, кгс.м	137	
Эскиз конца шпинделя	ГОСТ 836-72	
Конус шпинделя	50	50AT5
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя, мм	80	80
Перемещение пиноли на один оборот лимба, мм	4	4
Перемещение пиноли на 1 деление лимба, мм	0,05	0,05
Наибольший угол поворота шпиндельной головки, град	±45	±45
Цена одного деления шкалы поворота головки, град	1	
Механика станка		
Быстрый ход стола продольный и поперечный, мм/мин	3000	3000
Быстрый ход стола вертикальный, мм/мин	1000	1000
Число ступеней рабочих подач стола	18	18
Пределы рабочих подач. Продольных и поперечных, мм/мин	25..1250	25..1250
Пределы рабочих подач. Вертикальных, мм/мин	8,3..416,6	8,3..416,6
Выключающие упоры подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	есть	есть
Блокировка ручной и механической подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	есть	есть
Блокировка раздельного включения подачи	есть	есть
Автоматическая прерывистая подача Продольная	есть	есть
Автоматическая прерывистая подача Поперечная и вертикальная	нет	
Торможение шпинделя	есть	есть
Предохранение от перегрузки (муфта)	есть	есть

Привод

Количество электродвигателей на станке	3	4
Электродвигатель привода главного движения М1, кВт	14	14
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости М2, кВт	0,12	0,12
Электродвигатель привода подачи М3, кВт	3	2,1
Электродвигатель зажима инструмента М4, кВт	Нет	АИР56В2У3
Электронасос охлаждающей жидкости Тип	X14-22М	П-32МС10
Производительность насоса СОЖ, л/мин	22	22

Габарит станка

Габариты станка, мм	2560 x 2260 x 2430	2560 x 2260 x 2500
Масса станка, кг	4250	4250

3.) Вертикально фрезерный обрабатывающий центр *Mazak's VARIAXIS j-500 5x CNC*

VARIAXIS

Размер палетты	500 x 400 мм
Перемещение по осям (X/Y/Z) по осям (A/C)	510/510/460 мм -120-+30°/±360°
Быстрая подача по осям (X,Y,Z) по осям (A,C)	52 000 мм/мин 3600,9000°/мин
Шпиндель	12 000 об/мин, 22 кВт (30 л. с) (при 15-мин. цикле)
Тип хвостовика инструмента	MAS BT-40, CAT-40
Вместимость магазина	30, *40, *60, *80, *120
Требуемая площадь (Стандартная компоновка/Станок с системой смены 2 паллет)	2805 x 2950 / 2805 x 4002 мм

4.) Малогабаритный вертикально-фрезерный центр с ЧПУ Haas OM-2A

Макс. перемещение по оси X, 305 мм
Макс. перемещение по оси Y, 254 мм
Макс. перемещение по оси Z, 305 мм
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, 387,4 мм
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, 82,6 мм
Длина стола, 508 мм
Ширина стола, 254 мм
Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), 68 кг
Ширина Т-образных пазов, 11,13 мм
Расстояние между Т-образными пазами, 85,73 мм
Размер конуса шпинделя 20
Максимальная частота вращения шпинделя, 30000 об/мин
Макс. мощность шпинделя, 3,7 кВт
Макс. крутящий момент, 6,8 кН

Макс. осевое усилие, **5,1** кН
 Макс. скорость холостых подач, **19,2** м/мин
 Макс. рабочие подачи по осям XYZ, **12,7** м/мин
 Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, **20** шт
 Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), **58** мм
 Время смены инструмента (среднее), **3,2** сек
 Точность позиционирования, **±0,0050** мм
 Повторяемость, **±0,0025** мм
 Объем бака СОЖ, **49** л

1.10 Расчет норм времени

1.10.1 Расчет основного времени

1. Фрезерная операция

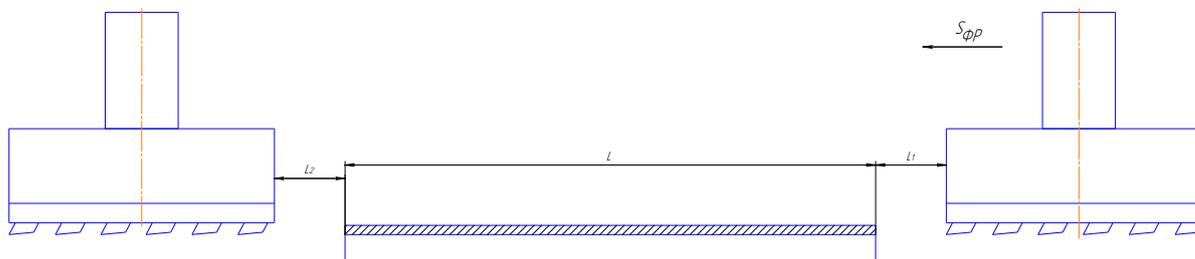
(Для перехода 1.1; 1.3)

Формула определения основного времени при фрезерной операции обработки детали:

$$T_o = \frac{L_p}{S_M} * K_p, \text{ мин}$$

где K_p – число рабочих ходов;

S_M – минутная подача, мм/мин.



Длина рабочего хода:

$$L_p = l + l_1 + l_2 = 300 + 20 = 320 \text{ мм,}$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [5, с. 622, табл. 6], отметим, что в таблице указано суммарное значение ($l_1 + l_2$);

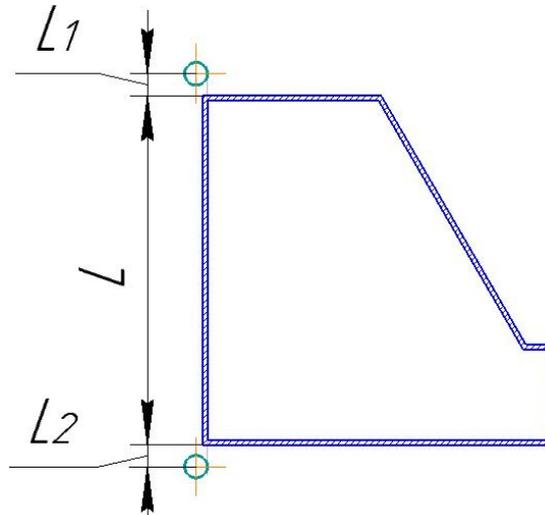
Основное время:

$$T_{o3} = \frac{L_{p.x}}{S_M} * K_p = \frac{320}{0,15 * 18 * 235} * 2 = 1,0 \text{ мин}$$

Для перехода (1.2; 1.4)

$$T_{03} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{320}{0,1 * 18 * 375} * 2 = 0,97 \text{ мин}$$

2. Фрезерная с ЧПУ



Для переходов (2.1,1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4; 2.1.5; 2.1.6) связанных с фрезерованием контура длина рабочего хода:

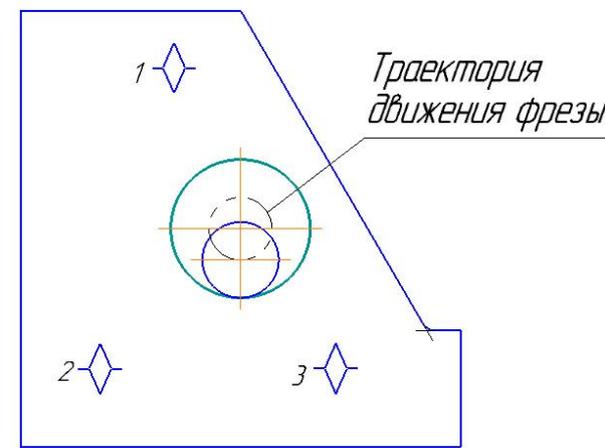
$$L_p = \sum(li + l_1 + l_2) = 305 + 305 + 85 + 28 + 9 + 259 + 155 = 1146 \text{ мм,}$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [5, с. 622, табл. 7], отмечу, что в таблице указано суммарное значение ($l_1 + l_2$);

Основное время:

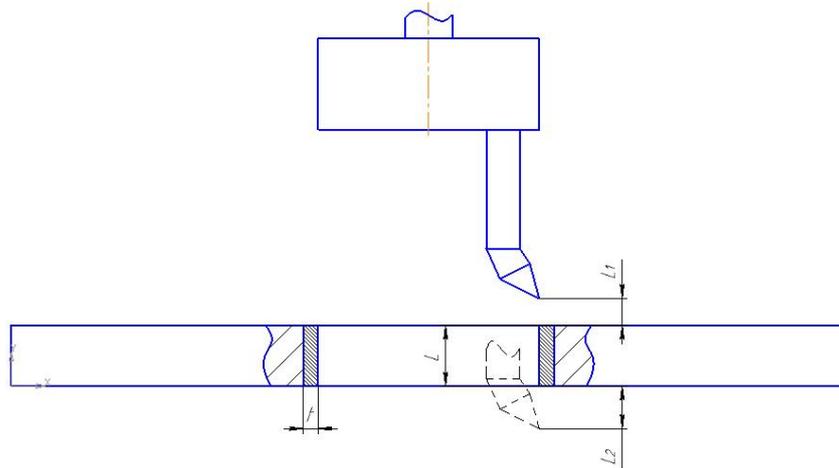
$$T_{04} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{1146}{0,05 * 1050 * 4} * 1 = 5,43 \text{ мин;}$$

Для перехода 2.2



$$T_{04} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{2\pi r}{S_M} = \frac{141}{0,15 * 1401 * 4} * 1 = 3,35 \text{ мин;}$$

4. Расточная операция



4.1 Растачивание (получистовое)

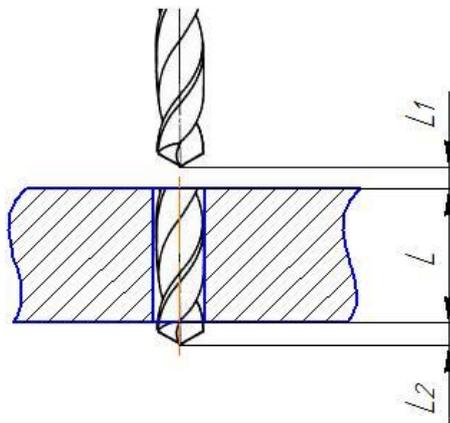
$$T_{04} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_M} * K_p = \frac{20}{0,1 * 510} * 1 = 1,39 \text{ мин};$$

4.2 Растачивание (чистовое)

$$T_{04} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_M} * K_p = \frac{20}{0,05 * 760} * 1 = 1,52 \text{ мин};$$

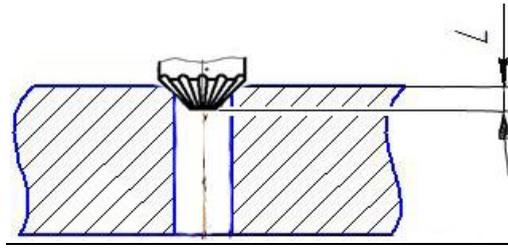
5. Фрезерная с ЧПУ

5.1 Сверление 3-х отверстий



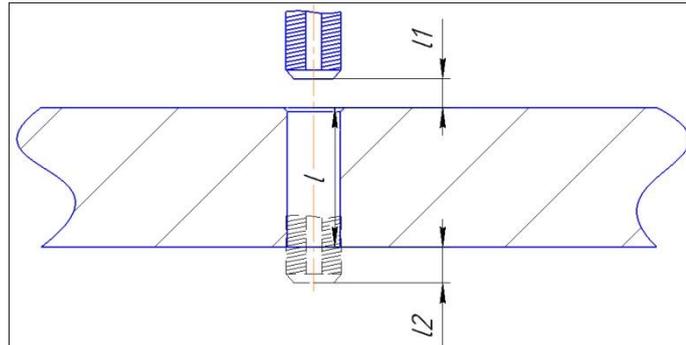
$$T_{04} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_M} * K_p = \frac{24 * 3}{0,25 * 1120} * 1 = 0,33 \text{ мин};$$

5.2. Зенкование фаски на 3-х отверстиях



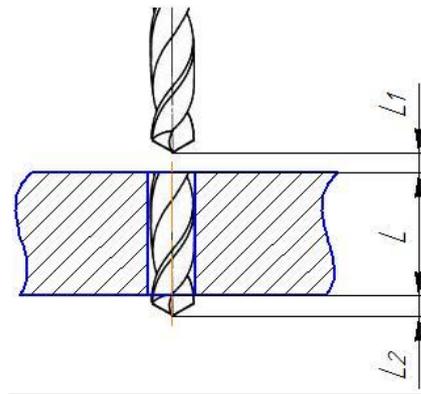
$$T_{52} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{1 * 3}{0,32 * 1097} * 1 = 0,008 \text{ мин};$$

5.3. Нарезание резьбы в 3-х отверстиях



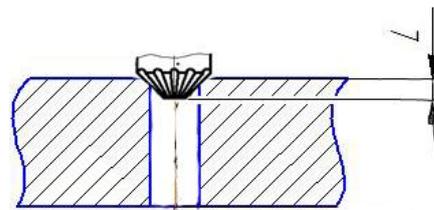
$$T_{53} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{30 * 3}{1,5 * 1097} * 1 = 0,008 \text{ мин};$$

5.4 Сверление 2-х отверстий



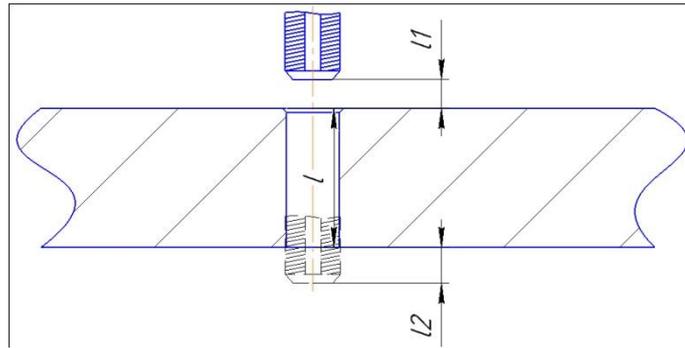
$$T_{54} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{25 * 2}{0,19 * 2470} * 1 = 0,018 \text{ мин};$$

5.5 Зенковать фаску на двух отверстиях



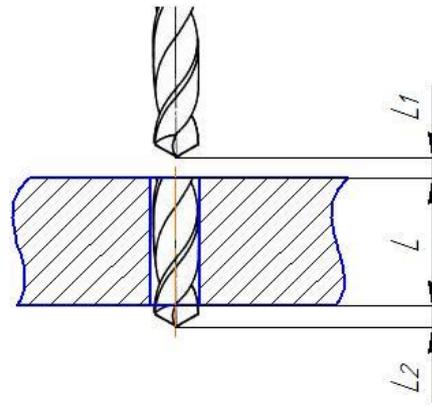
$$T_{55} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{0,5 * 2}{0,25 * 1500} * 1 = 0,002 \text{ мин};$$

5.6. Нарезать резьбу в двух отверстиях



$$T_{56} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{25 * 2}{1,0 * 1500} * 1 = 0,03 \text{ мин};$$

5.7. Сверлить 2 отверстия

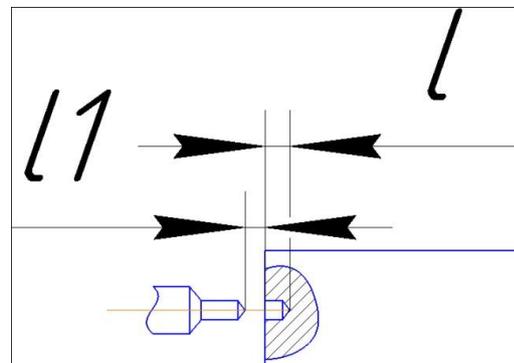


$$T_{57} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{24 * 2}{0,4 * 490} * 1 = 0,24 \text{ мин};$$

5.8. Сверлить 4 отверстия

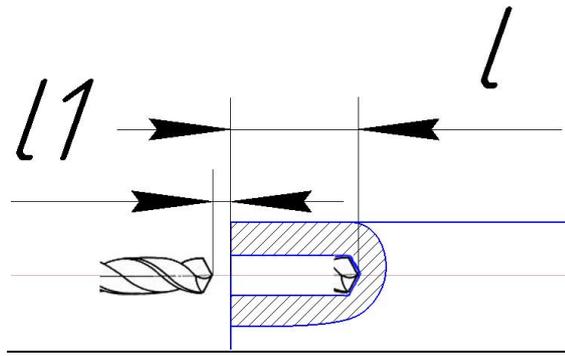
$$T_{58} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{7 * 4}{0,4 * 540} * 1 = 0,12 \text{ мин};$$

5.9. Центровать отверстие



$$T_{59} = 0,003 \text{ мин};$$

5.10. Сверлить отверстие

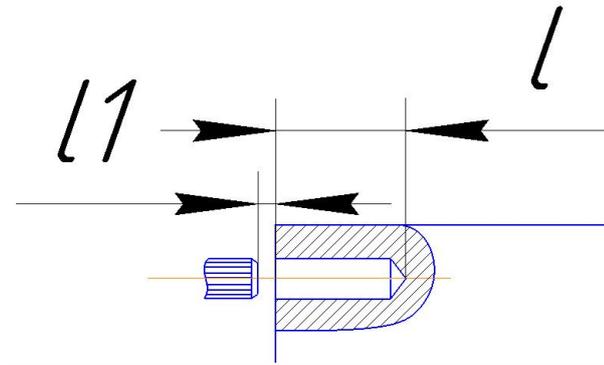


$$T_{5,10} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{22}{0,3 * 760} * 1 = 0,09 \text{ мин};$$

5.11. Зенковать фаску

$$T_{5,11} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = 0,11 \text{ мин};$$

5.12. Развертывание отверстия (черновое)



$$T_{5,12} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{22}{0,8 * 540} * 1 = 0,05 \text{ мин}$$

5.13. Развертывание отверстия (черновое)

$$T_{5,13} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{22}{0,38 * 800} * 1 = 0,07 \text{ мин};$$

5.14 Центровать отверстие

$$T_{5,12} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = 0,03 \text{ мин};$$

5.15 Сверлить отверстие

$$T_{5,15} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = \frac{26}{0,3 * 760} * 1 = 0,11 \text{ мин};$$

5.16 Зенковать фаску

$$T_{5,12} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = 0,008 \text{ мин};$$

5.17. Нарезать резьбу

$$T_{5,12} = \frac{L_{p.x.}}{S_M} * K_p = 0,06 \text{ мин};$$

1.10.2 Определение норм вспомогательного времени

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [Общемашиностроительные нормативы].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, а также время на измерение детали.

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм}.$$

При установке заготово, имеющих необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент $K=1,15$.

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции.

1.1 Фрезерная операция 1,1:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,41 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 1 = 2,67 \text{ мин.} \end{aligned}$$

1.2 Фрезерная операция 1,2:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,41 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 1 = 2,67 \text{ мин.} \end{aligned}$$

2 Фрезерная операция с ЧПУ:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,4 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 2 = 5,34 \text{ мин.} \end{aligned}$$

4.1 Фрезерная операция с ЧПУ:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,46 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 = 1,44 \text{ мин.} \end{aligned}$$

4.2 Фрезерная операция с ЧПУ:

$$t_{всп} = t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ = 0,1 + 0,5 + 0,18 + 0,2 = 0,98 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция с ЧПУ:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ = 0,25 + 0,2 = 1,44 \text{ мин.}$$

1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

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

где $t_{шт.}$ - штучное время, мин;

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

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер},$$

где $t_{оо}$ - 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 понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп}.$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

Для Фрезерной операции 1.1; 1.2.

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 0,97 + 2,67 = 3,64 \text{ мин;}$$

Для Фрезерной операции 1.3; 1.4.

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 0,97 + 2,67 = 3,64 \text{ мин;}$$

Для фрезерной операции с ЧПУ 2.1

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 5,43 + 0,51 = 5,94 \text{ мин;}$$

Для фрезерной операции с ЧПУ 2.2

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 3,35 + 0,51 = 3,86 \text{ мин;}$$

Для расточной операции 4.1

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 1,39 + 1,44 = 2,83 \text{ мин;}$$

Для расточной операции 4.2

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 1,52 + 0,98 = 2,5 \text{ мин};$$

Для фрезерной операции с ЧПУ 5.

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,9 + 0,42 = 1,32 \text{ мин};$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания берется в процентном отношении к оперативному времени. Для мелкосерийного производства данная величина равна 3..5%

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{оп}} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}},$$

здесь 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 $\alpha + \beta = 8\%$.

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^0 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 7,795 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 7,795 = 8,73 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^2 = t_{\text{оп}}^{1,1-1,2} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{10} = 3,64 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,64 = 0,43 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^3 = t_{\text{оп}}^{1,3-1,4} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{15} = 3,64 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,64 = 0,43 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^4 = t_{\text{оп}}^{21} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{20} = 5,94 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,94 = 6,65 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.}}^5 = t_{\text{оп}}^{22} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 3,86 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,86 = 4,32 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^6 = t_{\text{оп}}^{4,1} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 2,83 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,83 = 3,16 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^7 = t_{\text{оп}}^{4,2} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 2,5 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,5 = 2,8 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^8 = t_{\text{оп}}^5 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 1,32 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,32 = 1,47 \text{ мин};$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{\text{пз}}^0 = 23 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{1,1-1,2} = 14 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{1,3-1,4} = 14 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^{2,1} = 14 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^{2,2} = 14 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^{4,1} = 13 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^{4,2} = 13 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^5 = 15 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^0 + \frac{t_{\text{пз}}^0}{N} = 8,73 + \frac{23}{1500} = 8,74 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^{1,1-1,2} + \frac{t_{\text{пз}}^{1,1-1,2}}{N} = 0,43 + \frac{14}{1500} = 0,44 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^{1,3-1,4} + \frac{t_{\text{пз}}^{1,3-1,4}}{N} = 0,44 + \frac{14}{1500} = 0,44 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^{2,1} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,1}}{N} = 6,65 + \frac{14}{1500} = 6,66 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^5 = t_{\text{шт.}}^{2,2} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,2}}{N} = 4,32 + \frac{14}{1500} = 4,33 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^6 = t_{\text{шт.}}^{4,1} + \frac{t_{\text{пз}}^{4,1}}{N} = 3,16 + \frac{13}{1500} = 3,17 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^{4,2} + \frac{t_{\text{пз}}^{4,2}}{N} = 2,8 + \frac{13}{1500} = 2,9 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^8 = t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{пз}}^5}{N} = 1,47 + \frac{15}{1500} = 1,48 \text{ мин.}$$

2 Конструкторская часть.

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция на 5 координатном вертикально фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1

Таблица 1

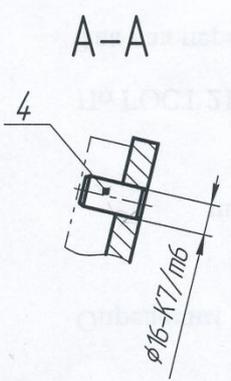
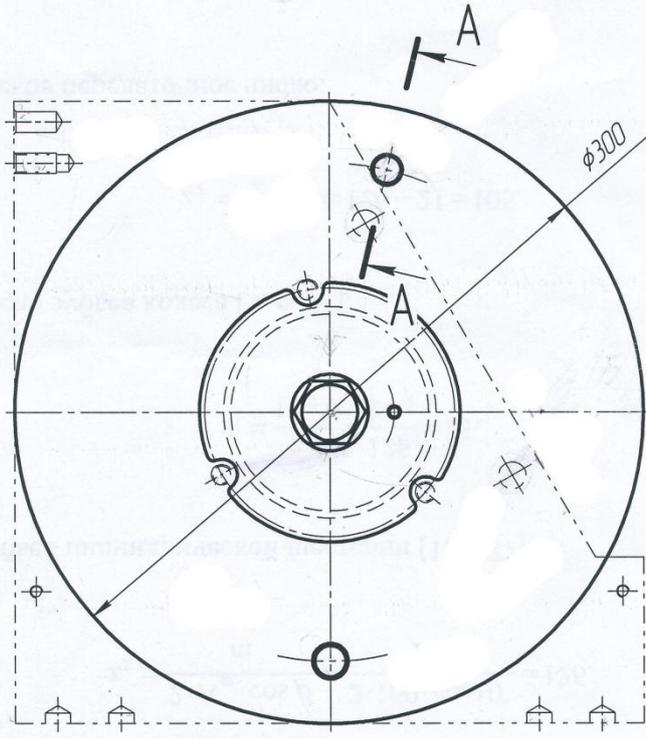
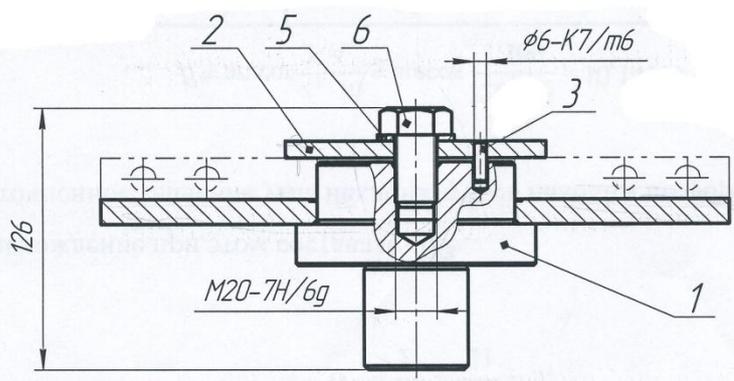
Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «пластина» на пяти-координатном вертикально фрезерном обрабатывающем центре с ЧПУ VARIAXIS 500-5X II Mazak.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «пластина».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «пластина» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – мелкосерийный <u>Программа выпуска</u> - 1500 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели VARIAXIS 500-5X II Mazak
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 технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

XXXX.00.000.СБ



Изм. №					
Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Дата	Дата	Дата	Дата	Дата	Дата
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.
Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.	Провер.
Т.контр.	Т.контр.	Т.контр.	Т.контр.	Т.контр.	Т.контр.
Н.контр.	Н.контр.	Н.контр.	Н.контр.	Н.контр.	Н.контр.
Утв.	Утв.	Утв.	Утв.	Утв.	Утв.

XXXX.00.000.СБ			Лист	Масса	Масштаб
Оправка для обработки пластины СЭМ-3-7,5М.02.00.01					1:2
			Лист	Листов	1

Копировал

Формат А3

2.3 Описание и принцип работы приспособления

Специальное приспособление разработано для сверления отверстий диаметром \varnothing (5; 8.4; 9.8; 12 и 13) мм на вертикально фрезерном станке с ЧПУ Mazak Variaxis i500 5x.

Сборка приспособления производится следующим образом: на стержень 1 устанавливается фланец 2. Затем конструкция соединяется с помощью сварки по замкнутому контуру. Сам фланец и будет являться базой для заготовки. Затем, на базу устанавливается заготовка, предварительно прошедшая механическую обработку.

Закрепляется заготовка следующим образом: поверх заготовки кладется прижим 4, затем с помощью штифта 7 центрируется с технологическим отверстием в стержне.

Зажатие заготовки происходит с помощью болта 6, который в свою очередь вкручивается в стержень.

Данная конструкция устанавливается в трехлапчатый самоцентрирующий патрон.

2.4 Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

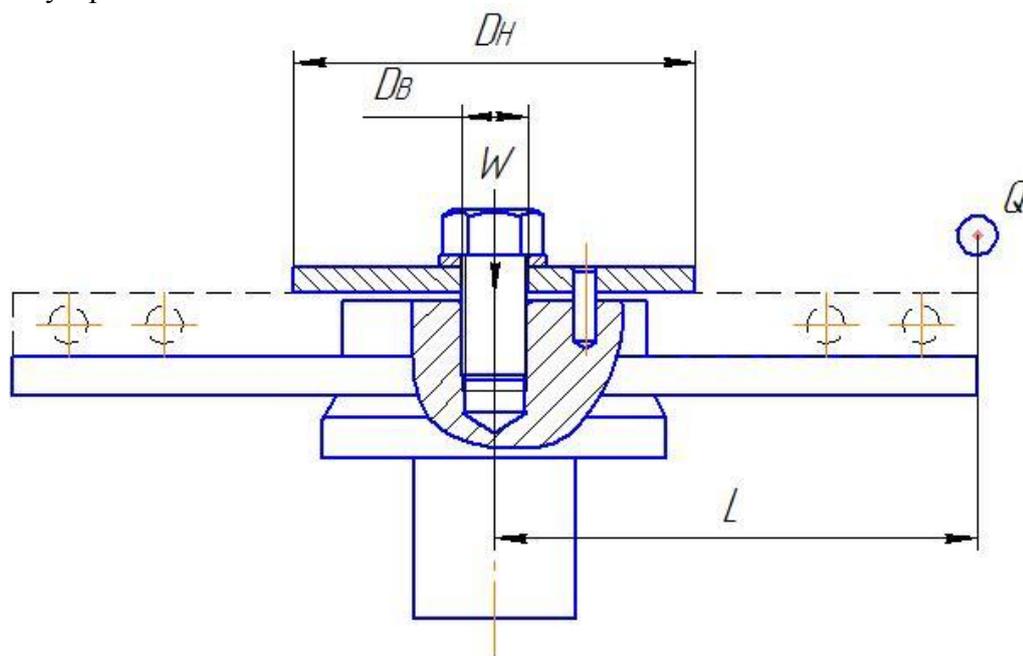


Рис.2

$$W = \frac{Q * L}{\operatorname{tg}(a + \phi) * r_{cp} * \mu * \frac{D_H^3 - d}{D_B^2 - d}} = \frac{14 * 240}{0.57 * 9.18 * 0.1 * \frac{125^3 - 20^3}{20.5^2 - 20^3}} = 102,7 \text{ Н}$$

$$W = 102,7 \text{ Н} = 10,27 \text{ кгс}$$

- W - сила зажима заготовки винтом или гайкой, Н;
- Q - усилие, приложенное к рукоятке, Н;
- $L = (12.. 15)d$ - длина рукоятки зажима или гаечного ключа, мм;
- d, мм - диаметр резьбы винтового зажима;
- r_{cp} - средний радиус резьбы винта, мм; $r_{cp} = d_{cp}/2$, где (d_{cp} - средний диаметр резьбы);
a- угол подъема резьбы, град; $tg a = P / p d_{cp}$,
где P - шаг резьбы, мм
m - коэффициент трения в резьбовом соединении (0,2...0,35).
 m_1 - коэффициент трения между торцем гайки и контактирующей с ней поверхностью,
 $m=(0,1...0,15)$;
 D_n, D_b - наружный и внутренний диаметры шайбы или опорного торца гайки, мм

3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1 Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

Для промышленных предприятий рекомендуется группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле

$$C_{\text{мо}i} = w_i \cdot \Pi_{\text{ми}} \cdot (1 + k_{\text{тз}}),$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь);

$\Pi_{\text{ми}}$ – цена материала i -го вида, ден. ед./кг., $i = 1, \dots, I$;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов

($k_{\text{тз}} = 0,06$)¹.

Цена материалов Π_i принимается на основе преискурантной (оптовой) цены.

Расчет нормы расходного материала:

$$w = V \cdot \rho;$$

где V - объем заготовки, m^3 ,

ρ - плотность стали, $\rho = 7800 \text{ кг}/m^3$.

$$w = 0.0014 \cdot 7800 = 10.92 \text{ кг}.$$

Цена материала примем из каталога $\Pi_{Mi} = 38.59 \text{ руб}/\text{кг}$, с учетом НДС.

Тогда затраты на основной материал по формуле (19) будут равны:

$$C_{MO} = 10.92 \cdot 38.59 \cdot (1 + 0.06) = 421.40 \text{ руб}.$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого (j -го) вида C_{MBj}

$$C_{MBj} = H_{MBj} \cdot \Pi_{MBj} \cdot (1 + k_{ТЗ}),$$

где H_{MBj} – норма расхода j -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

Π_{MBj} – цена j -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять:

$$C_{MB} = C_{MO} \cdot 0.02,$$

$$C_{MB} = 421.40 \cdot 0.02 = 8.42 \text{ руб}.$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{MO} + C_{MB},$$

$$C_M = 421.40 + 8.42 = 429.82 \text{ руб}.$$

3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Данный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции.

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от},$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{от}$ – цена отходов, $Ц_{от} = 7,2$ руб/кг;

$V_{чр}$ – масса заготовки;

$V_{чст}$ – чистая масса детали;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0.02).

$$C_{от} = (10.92 - 9.82) \cdot (1 - 0.02) \cdot 7,2 = 7.76 \text{ руб.}$$

3.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, связанных с изготовлением продукции.

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр},$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

K_0 – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

$$C_{озп} = \frac{28.16}{60} \cdot 82.96 \cdot 1.4 = 54.51 \text{ руб.}$$

3.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Данная статья учитывает предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле (26):

$$C_{дзп} = C_{озп} \cdot k_{д},$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата, ден. ед.;

k_d – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{дзп} = 54.51 \cdot 0.1 = 5.45 \text{ руб.}$$

3.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н} + C_{стр}) / 100,$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(54.51 + 5.45) \cdot (30 + 0.7)}{100} = 18.4 \text{ руб.}$$

3.8 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В этой статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, моделей, опок, кокилей, штампов и пресс-форм, служащих для производства строго определенных изделий.

3.9 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$ и $H_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Таблица 10 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб
Станок плазменной резки металла с ЧПУ «ИСКра	800000
Вертикально-фрезерный станок VM127 M	1 659 100
Малогобаритный вертикально-фрезерный центр с ЧПУ Haas OM-2A	6900000
Вертикально фрезерный обрабатывающий центр Mazak VARIAXIS j500 5x цена	11600000
Координатно-расточной станок 2A450	230000

Таблица 11 – Стоимость приспособлений

Приспособление	Балансовая стоимость, руб
Специальное приспособление (тисы)	15000
Электроимпульсная плита Eletro Permanent Magnetic (серии EPM50H) (2шт)	142000

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле (29):

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}},$$

где $T_{\text{ти}}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1.$$

Для приспособлений примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33.$$

По формуле (28) амортизация оборудования:

$$A_{\text{зод}} = (800000 + 1659100 + 6900000 + 11600000 + 230000) \cdot 0.1 + (15000 + 142000) \cdot 0.33 = 2170720 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого :

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции

процесса, $i = 1, \dots, P$;

F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при односменной работы $F_i = 1160$ часов, при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{1500 \cdot (8,74 + 0,44 + 0,44 + 6,66 + 4,33 + 3,17 + 2,9 + 1,48)/60}{4029} = 0.47$$

Если $l_{\text{кр}} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки) $C_a = (A_{\text{г}} / N_{\text{в}}) \cdot (l_{\text{кр}} / \eta_{\text{з.н.}})$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,85).

$$C_a = \frac{2170720}{1500} \cdot \frac{0.47}{0.85} = 800.18 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (54.51 + 5.45 + 18.4) \cdot 0.4 = 78.36 \text{ руб.}$$

▪ стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 800.18 \cdot 0.2 = 160.03 \text{ руб.}$$

▪ затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{эл.п} = Ц_э \cdot K_{п} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{Mi} \cdot t_i^{маш}$$

где $Ц_э$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции;

K_{Mi} – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7).

$$C_{эл.п} = 5.33 \cdot 1.05 \cdot ((6 \cdot 0.7 \cdot 3.695) + (14 \cdot 0.7 \cdot (0.97 + 0.97)) + (2 \cdot 0.7 \cdot (0.97 + 0.97)) + (3.7 \cdot 0.7 \cdot (5.43 + 3.35)) + (2 \cdot 0.7 \cdot (0.97 + 0.97)) + (4.5 \cdot 0.7 \cdot (1.39 + 1.52)) + (22 \cdot 0.7 \cdot 0.9)) = 352,299 \text{ руб.}$$

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot (1,0 - 1,2) = 54.51 \cdot 1 = 54.51 \text{ руб.}$$

$$C_{ион} = \frac{(1 + k_{тз}) \cdot \sum_{i=1}^P Ц_{иi} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{T_{ст.и.i} \cdot n_i},$$

где $Ц_{иi}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{рез.i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{ст.и.i}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

$k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз}=0,06$).

Таблица 12 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{Ц_u \cdot t_{рез} \cdot m}{T_{ст.и} \cdot n}$
Сопло с катодом к плазмопатрону	3,69	280	560	7,38

Фреза торцевая насадная мелкозубая со вставными ножами твердого сплава Ф315 мм	1.94	300	13410	17,34
Фреза концевая Ф10 мм Р6М5	5,43	40 (5)	135	3,66
Фреза концевая Ф50 мм Р6М5	3,35	50 (5)	1856	24,87
Расточной резец (получистовой) Т15К6	1,39	60 (3)	756	5,83
Расточной резец (чистовой) Т15К6	1,52	60 (3)	756	6,38
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø8,4 мм, Р6М5	0.33	35 (5)	65	0,12
Коническая зенковка с углом 90°, Р6М5	0.008	20 (3)	438	0,058
Метчик машинный М10-6Н, Р6М5	0,06	25 (2)	486	0,583
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø5 мм, Р6М5	0.018	20 (5)	32	0,005
Метчик машинный М6-6Н, Р6М5	0.204	25 (2)	304	1,24
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø13 мм, Р6М5	0.24	35 (5)	65	0,089

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø12 мм, Р6М5	0.12	40 (5)	134	0,08
Комбинированное сверло центровое Ø1,25 мм, Р6М5	0.003	15	53,9	0,01
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø9,8 мм, Р6М5	0.09	20 (5)	438	0,394

Развертка машинная 9,98 x 30 x 100 Н7 ц/хв	0,05	15 (2)	387	0,645
Развертка машинная 10,0 Н6 ВК8 монолит к/хв	0,07	15 (2)	400	0,93

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0.06) \cdot (7.38 + 17.34 + 3.66 + 24.87 + 5.83 + 6.38 + 0.12 + 0.058 + 0.583 + 0.005 + 1.24 + 0.089 + 0.08 + 0.01 + 0,394 + 0,645 + 0,93) = 73.79 \text{ руб.}$$

3.10 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 54.51 \cdot 0.8 = 43.6 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{\text{оц}}$ в зависимости от типа производства: мелкосерийное – 0,8.

3.11 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

В этой статье относится стоимость полуфабриктов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Эти потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

3.12 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента

k_{ox} , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ox} = 0,5$, т.е.

$$C_{ox} = C_{озп} \cdot k_{ox} = 54.51 \cdot 0.5 = 27.25 \text{ руб.}$$

3.13 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.14 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.15 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{рлз} = \sum C_i \cdot 0.01 = (421.40 + 8,42 + 429 + 7.76 + 54.51 + 5.45 + 18.4 + 800.18 + 78.36 + 160.03 + 352.299 + 54.51 + 73.79 + 43,6 + 27,25) \cdot 0.01 = 25.34 \text{ руб.}$$

3.16 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_i \cdot 0.2 = (421.40 + 8,42 + 429,82 + 7.76 + 54.51 + 5.45 + 18.4 + 800.18 + 78.36 + 160.03 + 352.299 + 54.51 + 73.79 + 43,6 + 27,25 + 25,34) \cdot 0.2 = 512.22 \text{ руб.}$$

$$C_{полн} = 2561.119 \text{ руб.}$$

3.17 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$НДС = C_{полн} \cdot 0.18 = 2561.119 \cdot 0.18 = 461 \text{ руб.}$$

3.18 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости + прибыли + НДС.

$$Цена = C_{полн} + П + НДС = 2561.119 + 512.22 + 461 = 3534.339 \text{ руб.}$$

4. Социальная ответственность

Введение

Сущность данной выпускной квалификационной работы бакалавра заключается в проектировании технологического процесса корпусной детали типа «Пластина».

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с правилами эксплуатации помещения, техникой безопасности и охранной труда в лаборатории, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС. А также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

Социальная ответственность при разработке новых решений должна обеспечивать:

- исключение несчастных случаев;
- защиту здоровья работников;
- снижение вредных воздействий на окружающую среду;
- экономное расходование невозобновимых природных ресурсов.

Разработки должны базироваться на требованиях законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды, на владении способами и мероприятиями по защите в чрезвычайных ситуациях и понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.

Рабочим местом будет являться отдельное помещение, которое находится внутри производственного здания. На рабочем месте находится оборудование для проектирования технологических процессов - персональные компьютеры (ПК). При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) согласно ГОСТу 12.0.003-74 "ССБТ, могут иметь место следующие вредные и опасные факторы:

- движущиеся машины и механизмы
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений в рабочей зоне;
- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;

- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

1. Производственная безопасность

1.1 Анализ вредных производственных факторов

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если производственный фактор приводит к заболеванию либо к снижению трудоспособности, то он считается вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы [6]:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К группе физических опасных факторов относятся:

- движущиеся машины и механизмы ;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи;

К группе физических вредных факторов относятся:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень электромагнитных излучений в рабочей зоне
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;

К химическим опасным производственным факторам относятся:

- многочисленные пары и газы

К биологическим вредным производственным факторам относятся:

- микроорганизмы (бактерии, вирусы и др.)

К группе психофизических вредных факторов относятся:

- физические (статические, динамические);

- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

1.2 Анализ опасных факторов воздействующих на человека работающего в технологическом бюро.

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств.
- Статическое электричество, возникающее на поверхности корпусов и кинескопов персональных компьютеров.

Таблица 1

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Составление технологического процесса.	- Психофизиологические (эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение) - Физические (повышенный уровень шума и вибрации, превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны)	Физические (повышенный уровень статического электричества,	ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82
Контроль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций, повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны).	Физические (движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

- 1) Недостаток света приводит к напряжению органов зрения, в результате чего человек быстрее устает, что может привести к браку, а главное, к травмам. Длительное воздействие данного фактора приводит к болезням (близорукость и др.)[1].

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий].

В кабинете используется совместное освещение – искусственное и естественное (через окна). Система освещения общая.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы], при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения, которое должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера.

Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (K_p), который не должен превышать 5 %, что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. В случае, если ВЧ ПРА отсутствуют, то применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения, которые следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Загрязнение окон приводит к недостатку естественного света. По СНиП 23-05-95 данная проблема решается установкой дополнительного осветительного оборудования на территории цеха.

2) Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания.

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. По ГОСТ 12.1.003-83, предельно допустимый уровень шума для помещений, типа: «технологическое бюро» не более 50 дБА. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха .

2) Повышенный уровень вибрации

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как

колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары, которые расположены в ближайших помещениях

В таблице 8 приведены нормы вибрации для производственных помещений

[СН 2.2.4/2.1.8.566-96, Санитарные нормы].

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Таблица 8. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий

[СН 2.2.4/2.1.8.566-96].

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций

органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни. В таблице 9 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболезнь

Таблица 9. Влияние вибрации на организм человека

3) Повышенный уровень электромагнитных излучений Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил [СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96], энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 10.

Таблица 10. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

4) Электрический ток.

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости. Но в процессе деятельности с установкой и компьютером, работающим от источника тока, может возникнуть опасность поражения электрическим током. Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением компьютера и установки в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токоведущих частей на корпус компьютера или станину установки;

- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер и установку;

- запрещается при включенном компьютере или установке одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

5) Отклонение показателей микроклимата

Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне характеризуется возрастанием температуры тела, тканей и органов вследствие перехода ПК в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от количества поглощенной энергии и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела. Отток тепла затруднен в органах и тканях с плохим кровоснабжением. В первую очередь относится хрусталик глаза, последствием чего возможно развитие катаракты. Нагревание их может вызвать обострение хронических заболеваний.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Период Года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная	Допустимая, не более	Оптимальная, не более	Допустимая, не более
		Верхняя		Нижняя					
		По ст.	пос г.	По ст.	пос г.				
Холодный	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	0,1
Теплый	23-25	28	30	22	20	40-60	70	0,1	0,1

Таблица 7.

Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;
- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;
- При многорядном расположении ПК, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем нанесения электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение

шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;

- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

2. Мероприятия по снижению шума:

- использование материалов, имеющих хорошие звукогасящие свойства;
- применение звукоизоляции;
- осуществление терморегуляции в помещении;
- ежедневное проветривание помещения;
- уменьшение шума в источнике;
- изменение направленности излучения;
- рациональная планировка предприятий и цехов;

3. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

4. Мероприятия по организации рабочих мест:

- Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемыми по высоте клавиатурой и дисплеем;
- При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм, глубиной на уровне колен - не менее 450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм;
- Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте;

5. Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;

6. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;
- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности.

Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

2. Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды — комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов. Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Причиной возгорания в тех. бюро могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электрораспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. В рассматриваемом тех. бюро места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования [6].

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Засухи, шквалистые ветры, интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса, стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам, наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения - весной. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Для наглядного представления возможных ЧС представленного региона составим таблицу 2.

Табл.2.

ЧС природного характера	ЧС биолого-социального характера	ЧС экологического характера
Землетрясения	Групповые случаи опасных инфекционных заболеваний	Превышение ПДК вредных выбросов в атмосфере
Торфяные и лесные пожары	Прогрессирующая эпифитотия	Разрушение озонового слоя атмосферы
Крупный град	Падение воспроизводства населения	Исчезновение видов, чувствительных к изменению среды обитания.
Сильный мороз		

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

4. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.

Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м^2 , а объем не менее -20 м^3 .

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из негоряемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

Литература

- 1) Скворцов В.Ф. «Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей», издательство ТПУ 2009 г.
- 2) Мещеряков Р.К., Абрамов Ю.А. «Справочник технолога-машиностроителя» под редакцией Косиловой А.Г., 2й том, издательство «Машиностроение» 1985 г.
- 3) Орданцев И.А. Справочник инструментальщика.
Ленинград «Машиностроение» Ленинградское отделение 1987г.
- 4.)Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов
(Справочник) Москва «Машиностроение» 1990г.
- 5.) Обработка металлов резанием «Справочник технолога» А.А. Панов,
Машиностроение 2004г., 784с.