

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

Институт _____ Институт Кибернетики _____
Направление подготовки _____ 150700 «Машиностроение» _____
Кафедра _____ Технологии автоматизированного машиностроительного
производства _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Шарнир Б верхний»

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8л21	Савченко Дмитрий Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Н.Е.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский В.Ю.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.			

Томск – 2016г.

Оглавление

Техническое задание	4
Аннотация	5
1. Технологическая часть.....	6
1.1 Определение типа производства	6
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	8
1.3 Выбор заготовки.....	8
1.4 Предварительный технологический процесс.....	9
1.5 Определение допусков на технологические размеры.....	18
1.6 Расчет минимальных припусков на обработку	20
1.7 Расчет технологических размеров.....	23
1.8 Расчет режимов резания	35
1.9 Выбор средств технологического оснащения	47
1.10 Определение норм времени	49
1.10.1 Определение основного времени	49
1.10.2 Определение норм вспомогательного времени.....	59
1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени	60
2. Конструкторская часть	63
2.1 Описание конструкции и работы приспособления.....	63
2.3 Определение необходимой силы зажима	64
2.4 Определение основных погрешностей приспособления.....	64
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	66
3.1 Общие положения	66
3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»	66
3.3 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»	67
3.4 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»	68
3.5 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	68
3.6 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	69
3.7 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	69
3.8 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	69
3.9 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	72
3.10 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	73
3.11 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	73
3.12 Расчет прибыли.....	73
3.13 Расчет НДС.....	74

3.14	Цена изделия	74
4.	Социальная ответственность	75
4.1	Производственная безопасность	75
4.1.1	Анализ выявленных вредных факторов.....	75
4.1.2	Анализ выявленных опасных факторов	80
4.2	Экологическая безопасность	81
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	83
	Список литературы	85

Техническое задание

Вариант № 19

Разработать технологический процесс изготовления детали «Шарнир Б верхний». Чертёж детали представлен на рис.1. Годовая программа выпуска: 2000 шт.

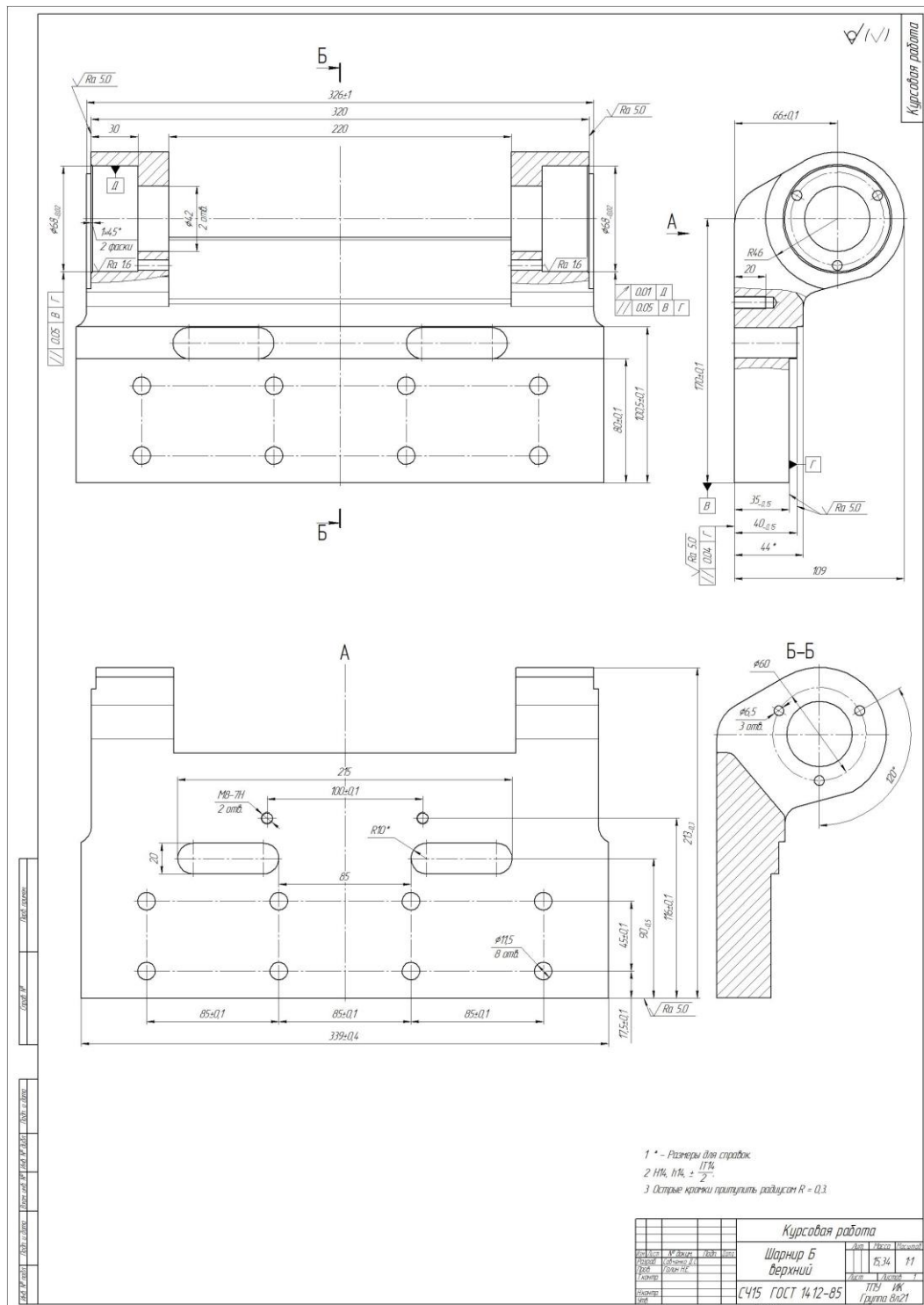


Рис.1.Чертёж детали

Аннотация

Данный дипломный проект посвящен технологической подготовке производства деталей «Шарнир Б верхний» и включает в себя разделы: технологический, конструкторский, экономический, основы социальной ответственности и безопасности жизнедеятельности.

Технологическая часть включает в себя следующие подразделы:

1. Разработка предварительной маршрутной технологии и предварительного расчета типа производства.
2. Анализа технологичности детали.
3. Выбор заготовки с указанием сведений о материале.
4. Разработка технологического процесса (разработка размерной схемы, определение допусков на технологических размеры, проверка обеспечения конструкторских размеров, определение минимального припуска на обработку, расчет технологических размеров).
5. Выбор оборудования, режущего инструмента, инструментов контроля и оснастки.
6. Расчет режимов резания.
7. Расчет норм времени.

Конструкторская часть содержит подразделы:

1. Эскизная проработка приспособления.
2. Расчет погрешностей приспособления и усилий закрепления.

Экономическая часть включает подразделы:

Основы социальной ответственности и безопасности жизнедеятельности включает в себя подразделы:

1. Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_B}{t_{шс}},$$

где t_B – такт выпуска деталей;

$t_{шс}$ – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$t_B = 60\Phi_d/N,$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 2000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования определяем по табл.3 (1, с. 23) при условии работы оборудования в две смены $\Phi_d = 4140$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n,$$

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

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как:

$$t_{ш} = \varphi_k \cdot T_0,$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

Расчет предварительного основного времени:

1. Сверлильная.

Сверление двух отверстий:

$$\varphi_k = 1,3;$$

$$T_0 = 0,00052dl;$$

$$t_{ш1} = 2 \cdot (1,3 \cdot 0,00052 \cdot 41 \cdot 57) = 3,16, \text{ мин.}$$

2. Фрезерная.

Фрезерование трех базовых поверхностей:

$$\varphi_k = 1,51;$$

$$T_{01} = 0,006l;$$

$$T_{02} = 0,007l;$$

$$t_{ш2} = 1,51 \cdot (0,006 \cdot 339 + 0,007 \cdot 339 + 2 \cdot 0,007 \cdot 100,5) = 8,78, \text{ мин.}$$

3. Фрезерная.

Фрезерование двух ступенек:

$$\varphi_k = 1,51;$$

$$T_0 = 0,006l;$$

$$t_{ш3} = 1,51 \cdot (2 \cdot 0,006 \cdot 339) = 6,14, \text{ мин.}$$

4. Фрезерная.

Фрезерование двух плоскостей ушей, расфрезеровывание двух отверстий, фрезерование двух шпоночных пазов, сверление шести отверстий диаметром 6,5 мм и сверление 8 отверстий диаметром 11,5 мм:

$$\varphi_{к1} = 1,51;$$

$$\varphi_{к2} = 1,3;$$

$$T_{01} = 0,007l;$$

$$T_{02} = 0,00052dl;$$

$$t_{ш4} = 1,51 \cdot (0,007 \cdot 1834 + 0,007 \cdot 810) + 1,3 \cdot (0,00052 \cdot 6,5 \cdot 120 + 0,00052 \cdot 11,5 \cdot 280) = 30,65, \text{ мин.}$$

5. Сверлильная.

Сверление двух отверстий:

$$\varphi_k = 1,3;$$

$$T_0 = 0,00052dl;$$

$$t_{ш5} = 2 \cdot (1,3 \cdot 0,00052 \cdot 8 \cdot 25) = 0,27, \text{ мин.}$$

6. Резьбонарезная.

Нарезание резьбы метчиком в двух отверстиях:

$$\varphi_k = 1,3;$$

$$T_0 = 0,0004dl;$$

$$t_{ш6} = 2 \cdot (1,3 \cdot 0,0004 \cdot 8 \cdot 20) = 0,17, \text{ мин.}$$

7. Слесарная.
Снятие заусенцев.

8. Контрольная.
Контроль основных отверстий.

Среднее штучное время для предварительного технологического процесса:

$$t_{шс} = \frac{3,16 + 8,78 + 6,14 + 30,65 + 0,27 + 0,17}{6} = 8,2 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операций для предварительного технологического процесса:

$$K_{30} = \frac{60 \cdot 4140}{2000 \cdot 8,2} = 15;$$

$10 \leq K_{30} \leq 20$, что соответствует среднесерийному производству.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – «шарнир Б верхний» – представляет собой отливку прямоугольной формы с двумя выпирающими ушами из серого чугуна СЧ 15. Отливка проста по конфигурации. Деталь является жесткой. Так как форма детали – прямоугольник, она имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

С точки зрения механической обработки легко обеспечивается доступ ко всем обрабатываемым поверхностям. Проблему для обработки могут создать два отверстия в ушах. На отверстия установлен допуск на радиальное биение этих двух отверстий, а это значит, что необходимо применять специальную технологическую оснастку для обработки этих отверстий. На остальные поверхности назначены не очень жесткие допуски, а это значит, что их получение не будет затруднено, можно будет вести обработку напроход.

1.3 Выбор заготовки

Для данной детали используется отливка из материала СЧ 15 ГОСТ 1412-85.

Химический состав СЧ 15 ГОСТ 1412-85, %.

Таблица 1

C	Si	Mn	S	P
			Не более	
3,5 – 3,7	2,0 – 2,4	0,5 – 0,8	0,2	0,15

Механические характеристики СЧ 15 ГОСТ 1412-85.

$$\sigma_B = 150 \text{ НВ.}$$

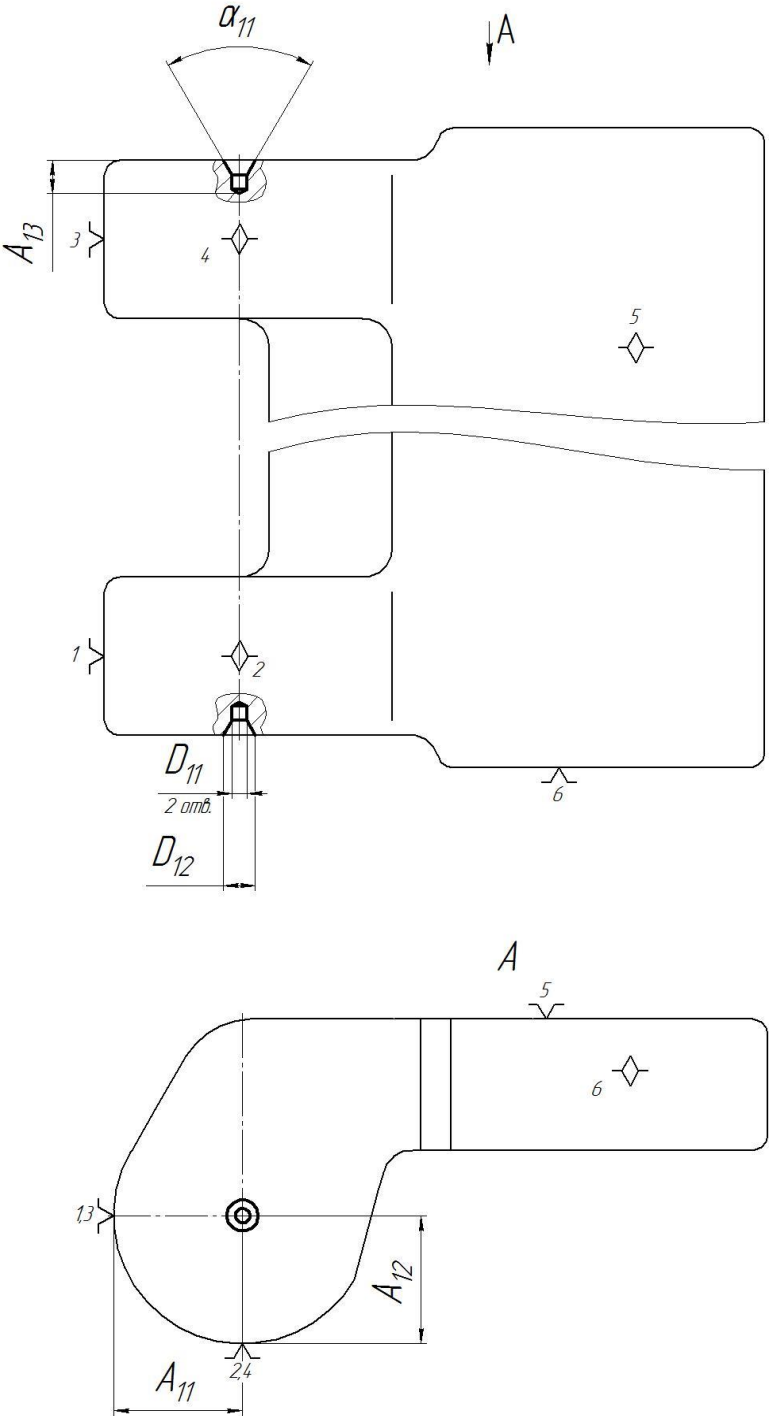
Серый чугун широко применяется в машиностроении и представляет собой не сплошной металл, а пористую металлическую губку - сплав железа с графитом, поры которой наполнены рыхлым неметаллическим веществом — графитом. Чугун очень хрупок. Его относительное удлинение при разрыве крайне низкое. Он разбивается на куски ударом.

Применяется для изготовления таких деталей, как: Основания большинства станков, ступицы, корпуса клапанов и вентиля и другие детали сложной конфигурации при недопустимости большого коробления и невозможности получения их старения, тонкостенные отливки с большими габаритными размерами небольшой массы.

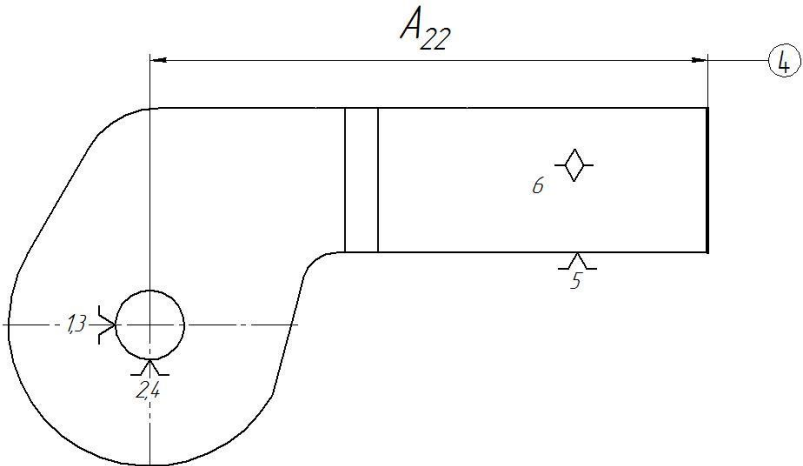
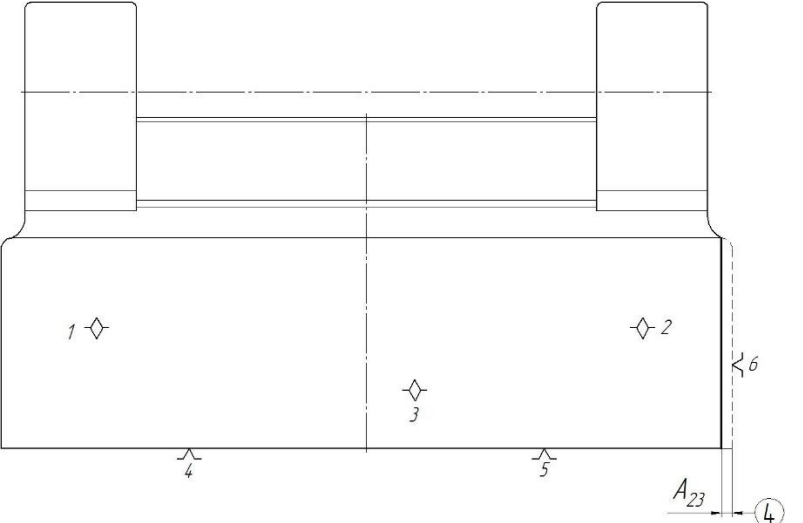
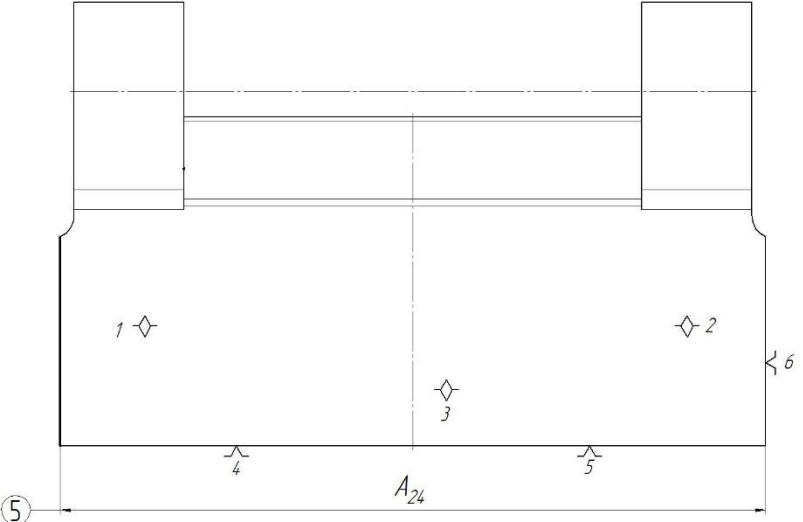
1.4 Предварительный технологический процесс

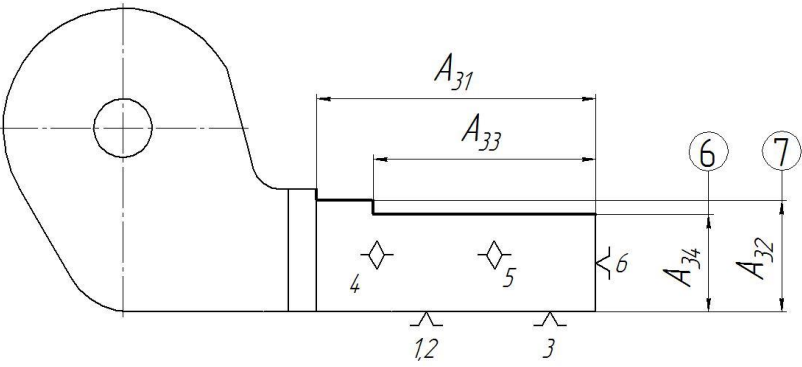
Таблица 2

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Эскиз
Опер.	Перех.		
0		Лить заготовку согласно чертежу	Смотреть приложение 2.

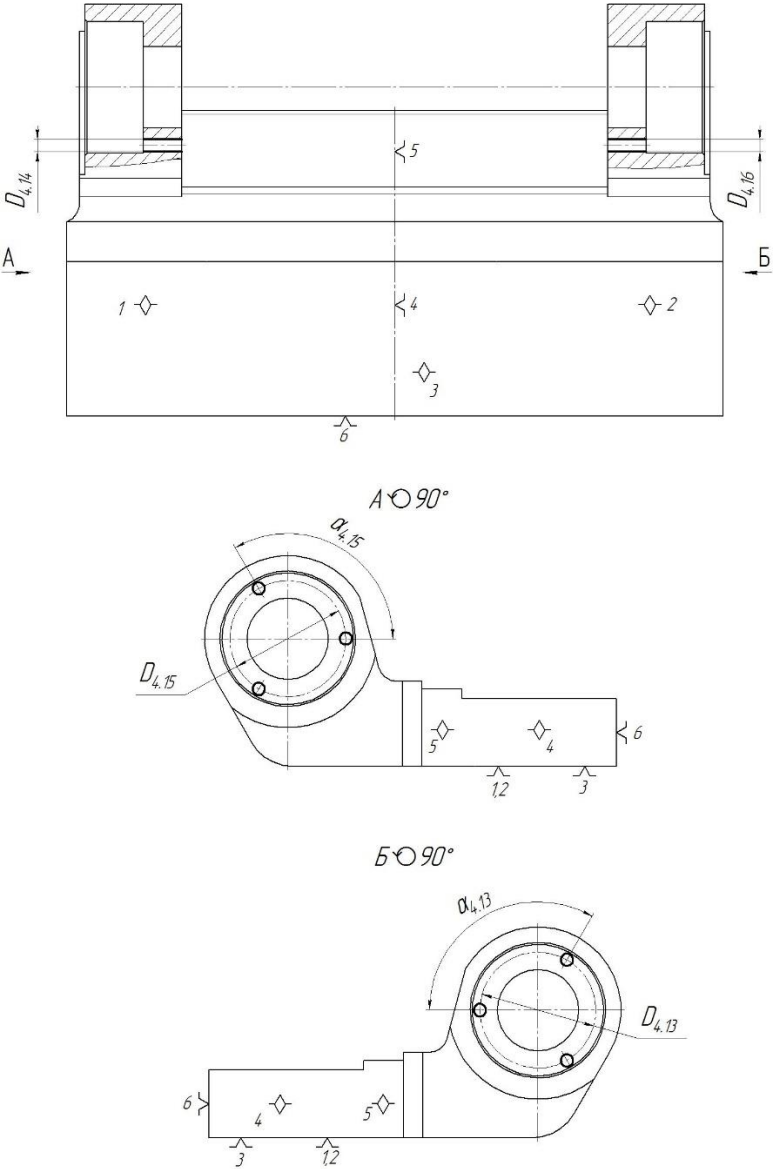
1	1	Сверлильная операция Центровать торцы, выдерживая размеры $A_{11}, A_{12}, A_{13}, \alpha_{11}$	
2	2	Сверлить отверстие 1, выдерживая размеры D_{13}.	

2	1	Фрезерная операция Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размер A_{21}.	

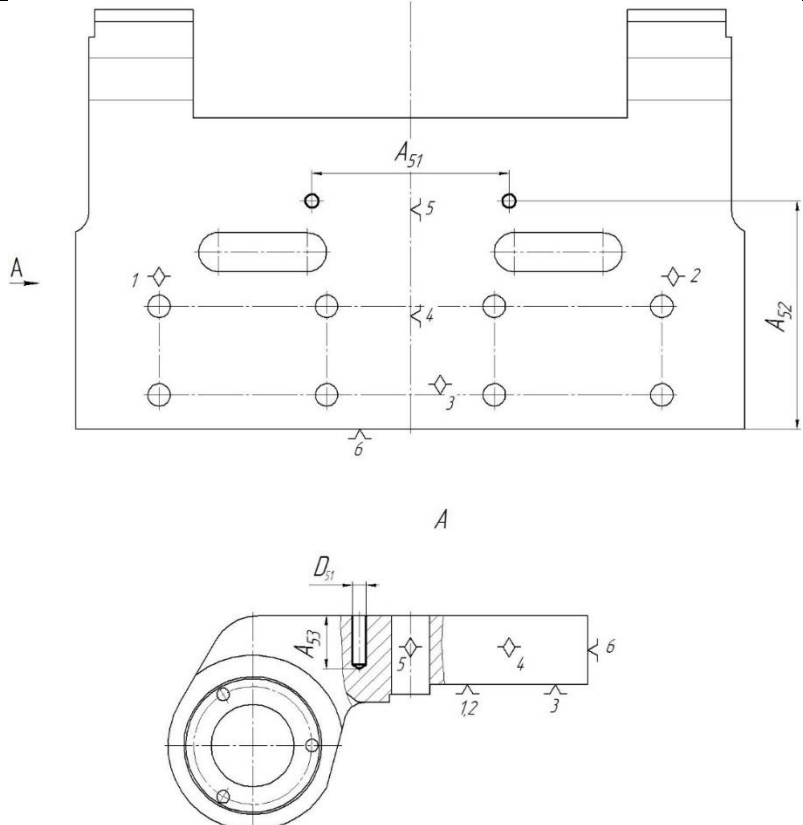
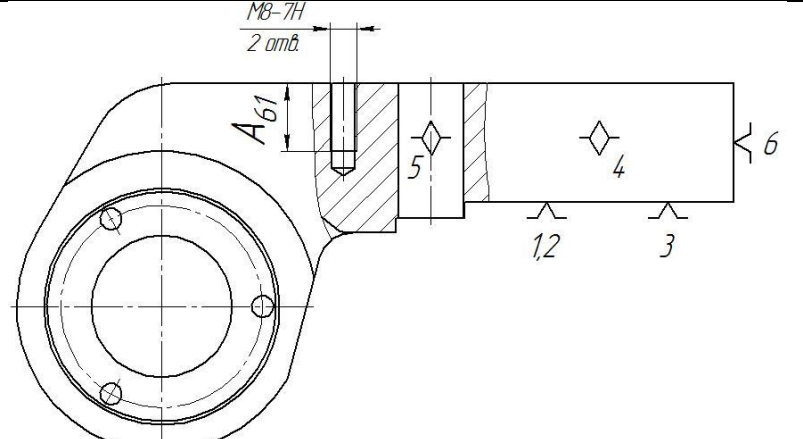
	2	Фрезеровать торец 3, выдерживая размер A_{22} .	
	3	Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размер A_{23} .	
	4	Фрезеровать поверхность 5, выдерживая размер A_{24} .	

3		Фрезерная операция 1 Фрезеровать поверхность 6, выдерживая размеры A_{31} и A_{32}. 2 Фрезеровать поверхность 7, выдерживая размер A_{33} и A_{34}.	 The technical drawing shows a mechanical part with a circular feature on the left and a stepped profile on the right. Key dimensions and features are labeled: A_{31}: Horizontal distance from the center of the circular feature to the start of the first step. A_{33}: Horizontal distance between the start of the first step and the start of the second step. A_{34}: Vertical distance from the bottom surface to the top of the first step. A_{32}: Vertical distance from the bottom surface to the top of the second step. - Feature 4: A diamond-shaped feature on the first step. - Feature 5: A diamond-shaped feature on the second step. - Feature 6: The top surface of the first step. - Feature 7: The top surface of the second step. 12: A dimension line indicating the width of the first step. 3: A dimension line indicating the width of the second step.
---	--	---	--

	3 Расфрезеровать отверстия 12 и 13, выдерживая размеры $A_{4.7}, A_{4.8}, A_{4.9}, D_{4.7}$ 4 Расфрезеровать отверстия 14 и 15, выдерживая размеры $A_{4.7}, A_{4.8}, A_{4.10}, D_{4.9}$	Расфрезеровать отверстия, выдерживая размеры $D_{4.11}, D_{4.12}$. 5 Фрезеровать 2 фаски, выдерживая размеры $A_{4.11}, A_{4.12}$.	
--	--	--	--

	7	Сверлить 6 отверстий, выдерживая размеры $\alpha_{4.13}, D_{4.13}, D_{4.14}$	
	8	Фрезеровать 2 паза, выдерживая размеры $A_{4.17}, A_{4.18}, A_{4.19}$ $A_{4.20}$	

	9	Сверлить 8 отверстий, выдерживая размеры $A_{4.21}, A_{4.22}, A_{4.23}$	
5	1	Сверлильная операция Сверлить 2 отверстия, выдерживая	

		размеры $A_{51}, A_{52}, A_{53},$ D_{53} .	
6	1	Резьбонарезная операция Нарезать резьбу М8-7Н в 2 отверстиях, выдерживая размер A_{53} .	

1.5 Определение допусков на технологические размеры

Следуя из выбранного маршрута обработки детали, назначаем допуски на все технологические размеры и заносим их в таблицу 3:

Таблица 3

Размер	Допуск (мм)	Операция
ТА ₀₁	1	Отливка
ТА ₀₂	0,6	Отливка
ТА ₀₃	0,6	Отливка
ТА ₀₄	0,8	Отливка
ТА ₀₅	0,6	Отливка

ТА ₀₆	0,6	Отливка
ТА ₀₇	0,6	Отливка
ТА ₀₈	0,8	Отливка
ТА ₀₉	2	Отливка
ТА ₀₁₀	0,4	Отливка
ТА _{1.1}	0,2	Сверлильная
ТА _{1.2}	0,2	Сверлильная
ТА _{1.3}	0,2	Сверлильная
ТД _{1.3}	0,5	Сверлильная
ТА _{2.1}	0,34	Фрезерная
ТА _{2.2}	0,4	Фрезерная
ТА _{2.3}	0,14	Фрезерная
ТА _{2.4}	0,8	Фрезерная
ТА _{3.1}	0,2	Фрезерная
ТА _{3.2}	0,15	Фрезерная
ТА _{3.3}	0,2	Фрезерная
ТА _{3.4}	0,15	Фрезерная
ТА _{4.1}	0,7	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.2}	0,575	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.4}	0,7	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.5}	0,575	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.7}	0,2	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.8}	0,15	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.9}	0,3	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.10}	0,3	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.11}	0,1	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.12}	0,1	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.7}	0,62	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.8}	0,4	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.9}	0,62	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.10}	0,4	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.11}	0,02	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.12}	0,02	Фрезерная с ЧПУ
ТД _{4.13}	0,5	Сверлильная
ТД _{4.14}	0,2	Сверлильная
ТД _{4.15}	0,5	Сверлильная
ТД _{4.16}	0,2	Сверлильная
ТА _{4.17}	1	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.18}	0,5	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.19}	0,5	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.20}	0,3	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{4.21}	0,2	Сверлильная

ТА _{4.22}	0,2	Сверлильная
ТА _{4.23}	0,2	Сверлильная
ТА _{4.24}	0,2	Сверлильная
ТА _{4.25}	0,2	Сверлильная
ТD _{4.21}	0,2	Сверлильная
ТА _{5.1}	0,2	Сверлильная
ТА _{5.2}	0,2	Сверлильная
ТА _{5.3}	0,3	Сверлильная
ТD _{5.3}	0,1	Сверлильная
ТА _{6.1}	0,3	Резьбонарезная

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.

1. Припуск Z_{21min} .

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм};$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\phi} = 50 \dots 120 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 250 \dots 450 \text{ мкм};$$

$$Z_{21min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 80 + 350 = 930 \text{ мкм.}$$

2. Припуск Z_{22min} .

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм;}$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм;}$$

$$\rho_\phi = 50 \dots 120 \text{ мкм;}$$

$$\rho_p = 250 \dots 450 \text{ мкм;}$$

$$Z_{22min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 80 + 350 = 930 \text{ мкм.}$$

3. Припуск $Z_{23min} = Z_{24min}$.

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм;}$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм;}$$

$$\rho_\phi = 50 \dots 120 \text{ мкм;}$$

$$\rho_p = 250 \dots 450 \text{ мкм;}$$

$$Z_{23min} = Z_{24min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 80 + 350 = 930 \text{ мкм.}$$

4. Припуск Z_{32min} .

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм;}$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм;}$$

$$\rho_\phi = 28 \dots 80 \text{ мкм;}$$

$$\rho_p = 200 \dots 360 \text{ мкм;}$$

$$Z_{31min} = Z_{32min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 50 + 250 = 800 \text{ мкм.}$$

5. Припуск Z_{34min} .

Фрезерование поверхности в специальном приспособлении.

$$R_z = 20 \dots 50 \text{ мкм;}$$

$$h = 40 \dots 60 \text{ мкм;}$$

$$\rho_\phi = 16 \dots 30 \text{ мкм;}$$

$$\rho_p = 60 \dots 120 \text{ мкм;}$$

$$Z_{34min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 30 + 50 + 20 + 100 = 200 \text{ мкм.}$$

6. Припуск $Z_{41min} = Z_{44min}$.

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм};$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм};$$

$$\rho_\phi = 16 \dots 40 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 100 \dots 250 \text{ мкм};$$

$$Z_{41min} = Z_{44min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 30 + 150 = 680 \text{ мкм}.$$

7. Припуск $Z_{42min} = Z_{45min}$.

Заготовка получена литьем, фрезерование поверхности в специальном приспособлении для фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 300 \text{ мкм};$$

$$h = 150 \dots 400 \text{ мкм};$$

$$\rho_\phi = 16 \dots 40 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 100 \dots 250 \text{ мкм};$$

$$Z_{42min} = Z_{45min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 200 + 300 + 30 + 150 = 680 \text{ мкм}.$$

8. Припуск $Z_{47min}^D = Z_{49min}^D$.

Отверстие после сверления.

$$R_z = 80 \dots 150 \text{ мкм};$$

$$h = 50 \dots 100 \text{ мкм};$$

$$\rho_\phi = 16 \dots 40 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 40 \dots 120 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_y = 120 \text{ мкм};$$

$$\begin{aligned} Z_{47min}^D = Z_{49min}^D &= 2 * \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = \\ &= 2 * \left(100 + 70 + \sqrt{\left(\sqrt{25^2 + 70^2} \right)^2 + 120^2} \right) \approx 315 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

9. Припуск $Z_{4.11min}^D = Z_{4.12min}^D$.

Отверстие после фрезерования.

$$R_z = 80 \dots 150 \text{ мкм};$$

$$h = 80 \dots 100 \text{ мкм};$$

$$\rho_\phi = 16 \dots 40 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 40 \dots 120 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_y = 120 \text{ мкм};$$

$$\begin{aligned} Z_{48min}^D &= Z_{410min}^D = 2 * \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = \\ &= 2 * \left(100 + 90 + \sqrt{\left(\sqrt{25^2 + 70^2} \right)^2 + 120^2} \right) \approx 335 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

1.7 Расчет технологических размеров

Перед тем, как преступить к расчету технологических размеров, выполним следующие действия:

1. Выполним проверку обеспечения требуемой точности конструкторских размеров, которые непосредственно не выдерживаются, т.е.

$$TK_i \geq \sum_{i=1}^n TA_i:$$

$$TK_1 \geq 1,16 > 1,15 = \sqrt{0,8^2 + 0,8^2 + 0,2^2} = \sqrt{TA_{04}^2 + TA_{08}^2 + TA_{47}^2};$$

$$TK_{25} \geq 0,87 > 0,86 = \sqrt{0,6^2 + 0,6^2 + 0,15^2} = \sqrt{TA_{05}^2 + TA_{06}^2 + TA_{48}^2}.$$

Также для удобства выпишем технологические размеры из цепей, которые выдерживаются непосредственно из конструкторских:

Таблица 4

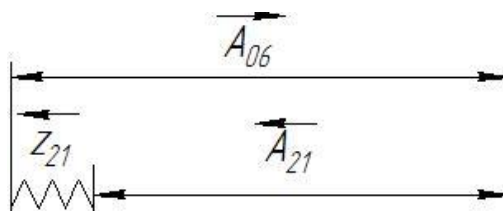
Конструкторский размер	Технологический размер	Числовое значение размера
K_2	A_{52}	$116 \pm 0,1$
K_3	$A_{4.19}$	$90_{-0,5}$
K_4	$A_{4.25}$	$45 \pm 0,1$
K_5	$A_{4.24}$	$17,5 \pm 0,1$
K_6	A_{24}	$339 \pm 0,4$
K_7	$A_{4.21}$	$85 \pm 0,1$
K_8	$A_{4.22}$	$85 \pm 0,1$
K_9	$A_{4.23}$	$85 \pm 0,1$
K_{10}	$A_{4.20}$	$20 \pm 0,26$
K_{11}	$A_{4.18}$	$85 \pm 0,44$
K_{12}	A_{51}	$100 \pm 0,1$
K_{13}	$A_{4.17}$	$215 \pm 0,575$
K_{14}	A_{33}	$80 \pm 0,1$
K_{15}	A_{31}	$100,5 \pm 0,1$
K_{16}	A_{49}	$30 \pm 0,26$
K_{17}	$A_{4.10}$	$30 \pm 0,26$

$K_{18}/2$	A_{42}	$110 \pm 0,287$
$K_{18}/2$	A_{45}	$110 \pm 0,287$
$K_{19}/2$	$A_{4.1}$	$160 \pm 0,35$
$K_{19}/2$	$A_{4.4}$	$160 \pm 0,35$
K_{20}	A_{09}	326 ± 1
K_{21}	A_{61}	$20 \pm 0,26$
K_{22}	A_{48}	$66 \pm 0,1$
K_{23}	A_{34}	$35_{-0,15}$
K_{24}	A_{32}	$40_{-0,15}$
K_{26}	$A_{4.11}$	$1 \pm 0,125$
K_{27}	$A_{4.12}$	$1 \pm 0,125$
K_{28}	A_{47}	$170 \pm 0,1$
K_{29}	A_{53}	$25 \pm 0,26$
K_{30}	$D_{47} = D_{49}$	$\emptyset 42^{+0,62}$
K_{31}	$D_{4.11} = D_{4.12}$	$\emptyset 68_{-0,02}$
K_{32}	$D_{4.14} = D_{4.16}$	$\emptyset 6,5^{+0,36}$

2. Построим размерную схему технологического процесса.
3. Построим граф-дерево технологического процесса.
4. Извлечем все технологические размерные цепи.

Расчет технологических размеров:

1.



$A_{21} = 66 \pm 0,17$ мм – номинальное значение размера A_{21} ;

$A_{21}^c = 66$ мм – среднее значение размера A_{21} ;

$Z_{21}^c = \frac{Z_{21min} + Z_{21max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{21} ;

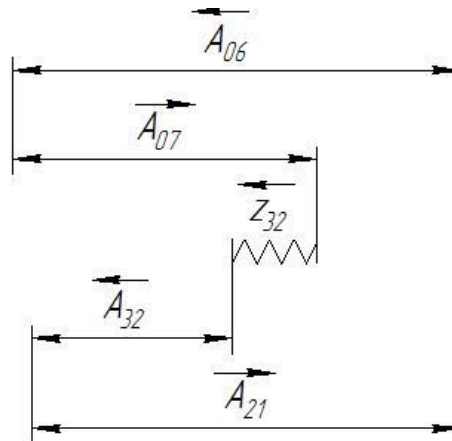
$Z_{21max} = Z_{21min} + TA_{21} + TA_{06}$ – наибольшее значение припуска Z_{21} ;

$Z_{21}^c = Z_{21min} + \frac{TA_{21} + TA_{06}}{2} = 0,93 + \frac{0,34 + 0,6}{2} = 1,4$ мм – среднее значение припуска Z_{21} ;

$A_{06}^c = A_{21}^c + Z_{21}^c = 66 + 1,4 = 67,4$ мм – среднее значение размера A_{06} ;

$A_{06} = 67,4 \pm 0,3$ мм – номинальное значение размера A_{06} .

2.



$A_{21} = 66 \pm 0,17$ мм – номинальное значение размера A_{21} ;

$A_{21}^c = 66$ мм – среднее значение размера A_{21} ;

$A_{06} = 67,4 \pm 0,3$ мм – номинальное значение размера A_{06} ;

$A_{06}^c = 67,4$ мм – среднее значение размера A_{06} ;

$A_{32} = 40_{-0,15}$ мм – номинальное значение размера A_{32} ;

$A_{32}^c = 39,925$ мм – среднее значение размера A_{32} ;

$Z_{32}^c = \frac{Z_{32min} + Z_{32max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{32} ;

$Z_{32max} = Z_{32min} + TA_{21} + TA_{06} + TA_{07} + TA_{32}$ – наибольшее значение припуска Z_{32} ;

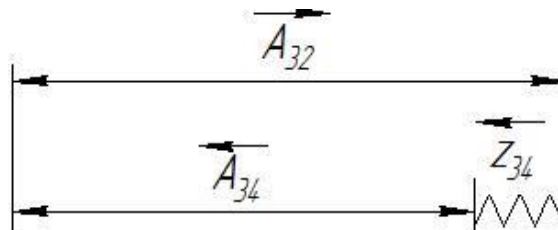
$Z_{32}^c = Z_{32min} + \frac{TA_{21} + TA_{06} + TA_{07} + TA_{32}}{2} = 0,8 + \frac{0,34 + 0,6 + 0,6 + 0,15}{2} = 1,645$ мм – среднее значение припуска Z_{32} ;

$A_{07}^c = A_{06}^c + Z_{32}^c + A_{32}^c - A_{21}^c = 67,4 + 1,645 + 39,925 - 66 = 42,97$ мм – среднее значение размера A_{07} .

Но по чертежу видно, что это размера нам будет не достаточно, поэтому мы можем увеличить припуск $Z_{32}^c = 4,48$ мм с целью обеспечения размера, тогда размер будет равен:

$A_{07} = 45,8 \pm 0,3$ мм – номинальное значение размера A_{07} .

3.

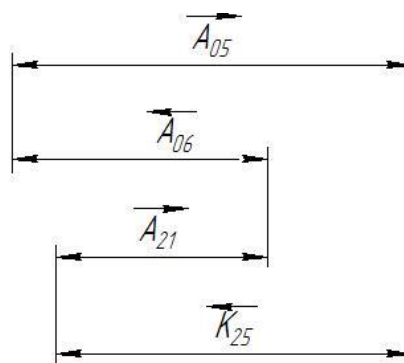


$A_{32} = 40_{-0,15}$ мм – номинальное значение размера A_{32} ;

$A_{34} = 35_{-0,15}$ мм – номинальное значение размера A_{34} ;

$Z_{34} = A_{32} - A_{34} = 40_{-0,15} - 35_{-0,15} = 5 \pm 0,15$ мм – значение припуска Z_{34} .

4.



$A_{06} = 67,4 \pm 0,3$ мм – номинальное значение размера A_{06} ;

$A_{06}^c = 67,4$ мм – среднее значение размера A_{06} ;

$A_{21} = 66 \pm 0,17$ мм – номинальное значение размера A_{21} ;

$A_{21}^c = 66$ мм – среднее значение размера A_{21} ;

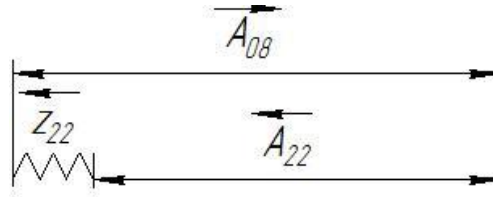
$K_{25} = 109 \pm 0,435$ мм – номинальное значение размера K_{25} ;

$K_{25}^c = 109$ мм – среднее значение размера K_{25} ;

$A_{05}^c = K_{25}^c + A_{06}^c - A_{21}^c = 109 + 67,4 - 66 = 110,4$ мм – среднее значение размера A_{05} ;

$A_{05} = 110,4 \pm 0,6$ мм – номинальное значение размера A_{05} .

5.



$A_{22} = 170 \pm 0,2$ мм – номинальное значение размера A_{22} ;

$A_{22}^c = 170$ мм – среднее значение размера A_{22} ;

$Z_{22}^c = \frac{Z_{22min} + Z_{22max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{22} ;

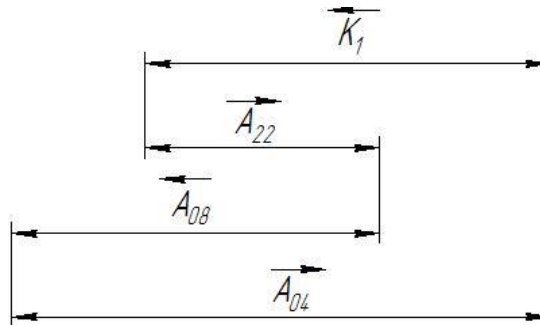
$Z_{22max} = Z_{22min} + TA_{22} + TA_{08}$ – наибольшее значение припуска Z_{22} ;

$Z_{22}^c = Z_{22min} + \frac{TA_{22} + TA_{08}}{2} = 0,93 + \frac{0,4 + 0,8}{2} = 1,53$ мм – среднее значение припуска Z_{22} ;

$A_{08}^c = A_{22}^c + Z_{22}^c = 170 + 1,53 = 171,53$ мм – среднее значение размера A_{08} ;

$A_{08} = 171,4 \pm 0,4$ мм – номинальное значение размера A_{08} .

6.



$A_{08} = 171,4 \pm 0,4$ мм – номинальное значение размера A_{08} ;

$A_{22} = 170 \pm 0,2$ мм – номинальное значение размера A_{22} ;

$K_1 = 213 \pm 0,575$ мм – номинальное значение размера K_1 ;

$A_{04} = K_1 + A_{08} - A_{22} = 213_{-0,575}^{+0,575} + 171,4_{-0,4}^{+0,4} - 170_{-0,2}^{+0,2} =$

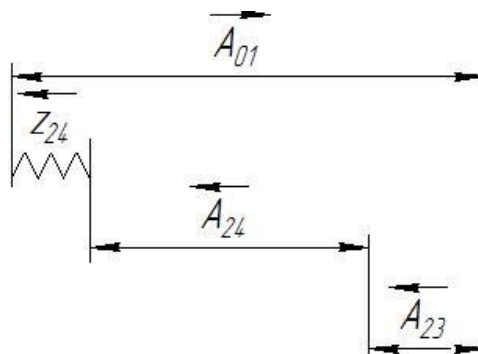
$= 214,4_{-1,175}^{+1,175}$ мм – значение размера A_{04} ;

$A_{23} = Z_{23}$ – номинальное значение размера A_{23} ;

$$Z_{23}^c = Z_{23min} + \frac{TA_{23}}{2} = 0,93 + 0,07 = 1 \text{ мм} - \text{среднее значение припуска } Z_{23};$$

$$A_{23} = 1 \pm 0,07 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{23}.$$

7.



$$A_{24} = 339 \pm 0,4 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{24};$$

$$A_{24}^c = 339 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{24};$$

$$A_{23} = 1 \pm 0,07 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{23};$$

$$A_{23}^c = 1 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{23};$$

$$Z_{24}^c = \frac{Z_{24min} + Z_{24max}}{2} - \text{среднее значение припуска } Z_{24};$$

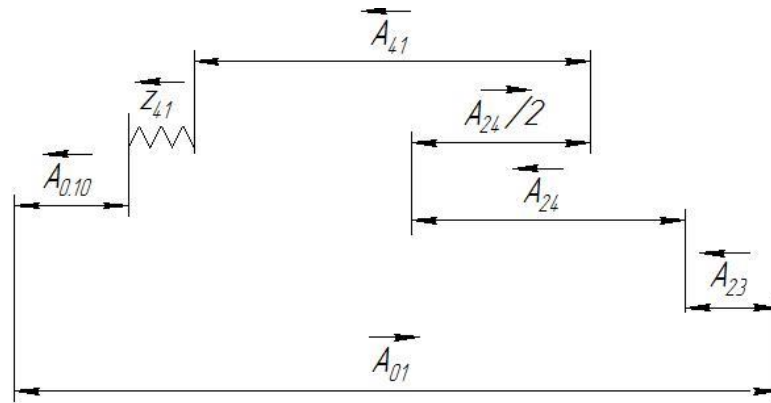
$$Z_{24max} = Z_{24min} + TA_{24} + TA_{23} + TA_{01} - \text{наибольшее значение припуска } Z_{24};$$

$$Z_{24}^c = Z_{24min} + \frac{TA_{24} + TA_{23} + TA_{01}}{2} = 0,93 + \frac{0,8 + 0,14 + 1}{2} = 1,9 \text{ мм} - \text{среднее значение припуска } Z_{24};$$

$$A_{01}^c = A_{24}^c + Z_{24}^c + A_{23}^c = 339 + 1,9 + 1 = 341,9 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{01};$$

$$A_{01} = 341,9 \pm 0,5 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{01}.$$

8.



$A_{41} = 160 \pm 0,35$ мм – номинальное значение размера A_{41} ;

$A_{41}^c = 160$ мм – среднее значение размера A_{41} ;

$A_{23} = 1 \pm 0,07$ мм – номинальное значение размера A_{23} ;

$A_{23}^c = 1$ мм – среднее значение размера A_{23} ;

$A_{24} = 339 \pm 0,4$ мм – номинальное значение размера A_{24} ;

$A_{24}^c = 339$ мм – среднее значение размера A_{24} ;

$\frac{A_{24}}{2} = 169,5 \pm 0,2$ мм – номинальное значение размера $\frac{A_{24}}{2}$;

$\frac{A_{24}^c}{2} = 169,5$ мм – среднее значение размера $\frac{A_{24}^c}{2}$;

$A_{01} = 341,9 \pm 0,5$ мм – номинальное значение размера A_{01} ;

$A_{01}^c = 341,9$ мм – среднее значение размера A_{01} ;

$Z_{41}^c = \frac{Z_{41min} + Z_{41max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{41} ;

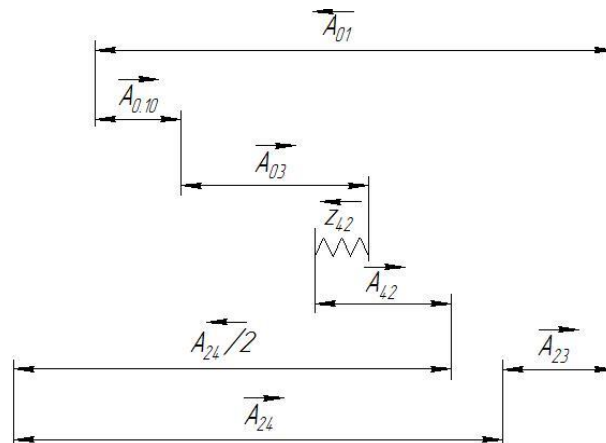
$Z_{41max} = Z_{41min} + TA_{41} + TA_{23} + TA_{24} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{01}$ – наибольшее значение припуска Z_{41} ;

$Z_{41}^c = Z_{41min} + \frac{TA_{24} + TA_{23} + TA_{01} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{41}}{2} =$
 $= 0,68 + \frac{0,8+0,14+1+0,4+0,7}{2} = 2,2$ мм – среднее значение припуска Z_{41} ;

$$A_{0.10}^c = A_{01}^c - Z_{24}^c - A_{23}^c - A_{24}^c - A_{41}^c + \frac{A_{24}^c}{2} = 341,9 - 2,2 - 1 - 339 - 160 + 169,5 = 9,2 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{0.10};$$

$$A_{0.10} = 9,2 \pm 0,2 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{0.10}.$$

9.



$$A_{42} = 110 \pm 0,287 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{42};$$

$$A_{42}^c = 110 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{42};$$

$$A_{23} = 1 \pm 0,07 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{23};$$

$$A_{23}^c = 1 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{23};$$

$$A_{24} = 339 \pm 0,4 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{24};$$

$$A_{24}^c = 339 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{24};$$

$$\frac{A_{24}}{2} = 169,5 \pm 0,2 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } \frac{A_{24}}{2};$$

$$\frac{A_{24}^c}{2} = 169,5 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } \frac{A_{24}^c}{2};$$

$$A_{01} = 341,9 \pm 0,5 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{01};$$

$$A_{01}^c = 341,9 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{01};$$

$$A_{0.10} = 9,2 \pm 0,2 \text{ мм} - \text{номинальное значение размера } A_{0.10};$$

$$A_{0.10}^c = 9,2 \text{ мм} - \text{среднее значение размера } A_{0.10};$$

$$Z_{42}^c = \frac{Z_{42min} + Z_{42max}}{2} - \text{среднее значение припуска } Z_{42};$$

$Z_{42max} = Z_{42min} + TA_{42} + TA_{23} + TA_{24} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{01} + TA_{0.10}$ – наибольшее значение припуска Z_{42} ;

$$Z_{42}^c = Z_{42min} + \frac{TA_{24} + TA_{23} + TA_{01} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{42} + TA_{0.10}}{2} =$$

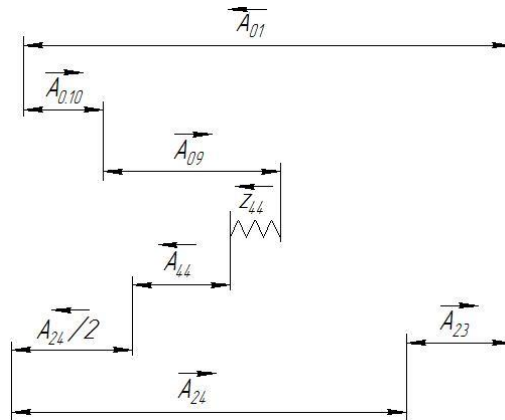
$$= 0,68 + \frac{0,8+0,14+1+0,4+0,7+0,4}{2} = 2,4 \text{ мм} – \text{среднее значение припуска } Z_{42};$$

$$A_{03}^c = A_{01}^c + Z_{42}^c + \frac{A_{24}^c}{2} - A_{23}^c - A_{24}^c - A_{42}^c - A_{0.10}^c = 341,9 + 2,4 + 169,5$$

$$- 1 - 339 - 110 - 9,2 = 54,6 \text{ мм} – \text{среднее значение размера } A_{03};$$

$A_{03} = 54,6 \pm 0,3 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{03} .

10.



$A_{44} = 160 \pm 0,35 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{44} ;

$A_{44}^c = 160 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{44} ;

$A_{23} = 1 \pm 0,07 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{23} ;

$A_{23}^c = 1 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{23} ;

$A_{24} = 339 \pm 0,4 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{24} ;

$A_{24}^c = 339 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{24} ;

$\frac{A_{24}}{2} = 169,5 \pm 0,2 \text{ мм}$ – номинальное значение размера $\frac{A_{24}}{2}$;

$\frac{A_{24}^c}{2} = 169,5 \text{ мм}$ – среднее значение размера $\frac{A_{24}^c}{2}$;

$\frac{A_{24}^c}{2} = 169,5 \text{ мм}$ – среднее значение размера $\frac{A_{24}^c}{2}$;

$A_{01} = 341,9 \pm 0,5$ мм – номинальное значение размера A_{01} ;

$A_{01}^c = 341,9$ мм – среднее значение размера A_{01} ;

$A_{0.10} = 9,2 \pm 0,2$ мм – номинальное значение размера $A_{0.10}$;

$A_{0.10}^c = 9,2$ мм – среднее значение размера $A_{0.10}$;

$A_{09} = 326 \pm 1$ мм – номинальное значение размера A_{09} ;

$A_{09}^c = 326$ мм – среднее значение размера A_{09} ;

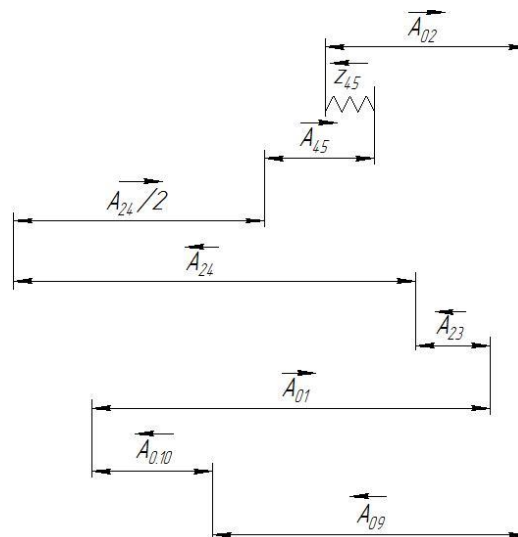
$Z_{44}^c = \frac{Z_{44min} + Z_{44max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{44} ;

$Z_{44max} = Z_{44min} + TA_{44} + TA_{23} + TA_{24} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{01} + TA_{0.10} + TA_{09}$ –
наибольшее значение припуска Z_{44} ;

$$Z_{44}^c = Z_{44min} + \frac{TA_{24} + TA_{23} + TA_{01} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{44} + TA_{0.10} + TA_{09}}{2} =$$

$$= 0,68 + \frac{0,8+0,14+1+0,4+0,7+0,4+2}{2} = 3,4 \text{ мм – среднее значение припуска } Z_{44}.$$

11.



$A_{45} = 110 \pm 0,287$ мм – номинальное значение размера A_{45} ;

$A_{45}^c = 110$ мм – среднее значение размера A_{45} ;

$A_{23} = 1 \pm 0,07$ мм – номинальное значение размера A_{23} ;

$A_{23}^c = 1 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{23} ;

$A_{24} = 339 \pm 0,4 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{24} ;

$A_{24}^c = 339 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{24} ;

$\frac{A_{24}}{2} = 169,5 \pm 0,2 \text{ мм}$ – номинальное значение размера $\frac{A_{24}}{2}$;

$\frac{A_{24}^c}{2} = 169,5 \text{ мм}$ – среднее значение размера $\frac{A_{24}^c}{2}$;

$A_{01} = 341,9 \pm 0,5 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{01} ;

$A_{01}^c = 341,9 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{01} ;

$A_{0.10} = 9,2 \pm 0,2 \text{ мм}$ – номинальное значение размера $A_{0.10}$;

$A_{0.10}^c = 9,2 \text{ мм}$ – среднее значение размера $A_{0.10}$;

$A_{09} = 326 \pm 1 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{09} ;

$A_{09}^c = 326 \text{ мм}$ – среднее значение размера A_{09} ;

$Z_{45}^c = \frac{Z_{45min} + Z_{45max}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{45} ;

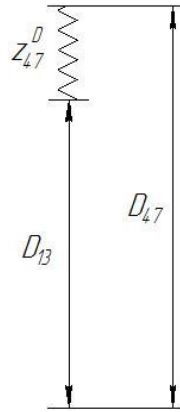
$Z_{45max} = Z_{45min} + TA_{45} + TA_{23} + TA_{24} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{01} + TA_{0.10} + TA_{09}$ –
наибольшее значение припуска Z_{45} ;

$$Z_{45}^c = Z_{45min} + \frac{TA_{24} + TA_{23} + TA_{01} + \frac{TA_{24}}{2} + TA_{45} + TA_{0.10} + TA_{09}}{2} =$$
$$= 0,68 + \frac{0,8+0,14+1+0,4+0,287+0,4+2}{2} = 3,2 \text{ мм}$$
 – среднее значение припуска Z_{45} ;

$$A_{02}^c = Z_{45}^c + A_{23}^c + A_{24}^c + A_{0.10}^c + A_{09}^c - \frac{A_{24}^c}{2} - A_{45}^c - A_{01}^c =$$
$$= 3,2 + 1 + 339 + 9,2 + 326 - 169,5 - 110 - 341,9 = 57 \text{ мм}$$
 – среднее значение размера A_{02} ;

$A_{02} = 57 \pm 0,3 \text{ мм}$ – номинальное значение размера A_{02} .

12.



$D_{47} = 42^{+0,62}$ мм – номинальное значение размера D_{47} ;

$D_{47}^c = 42,031$ мм – среднее значение размера D_{47} ;

$Z_{47}^{Dc} = \frac{Z_{47min}^{Dc} + Z_{47max}^{Dc}}{2}$ – среднее значение припуска Z_{47}^D ;

$Z_{47max}^D = Z_{47min}^{Dc} + TD_{47} + TD_{13}$ – наибольшее значение припуска Z_{47}^D ;

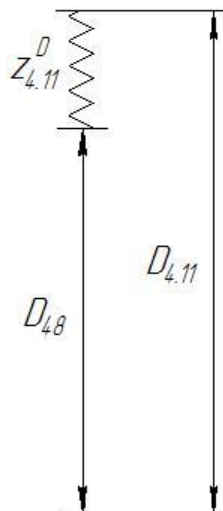
$Z_{47}^{Dc} = Z_{47min}^{Dc} + \frac{TD_{47} + TD_{13}}{2} = 0,315 + \frac{0,62 + 0,2}{2} = 0,73$ мм – среднее значение припуска Z_{47}^D ;

$D_{13}^c = D_{47}^c - Z_{47}^{Dc} = 42,03 - 0,73 = 41,3$ мм – среднее значение размера D_{13} ;

Полученное значение – это максимальное значение диаметра, поэтому мы можем взять значение размера меньше.

$D_{13} = 41^{+0,2}$ мм – номинальное значение размера D_{13} .

13.



$D_{4.11} = 68_{-0,02}$ мм – номинальное значение размера $D_{4.11}$;

$D_{47}^c = 67,99$ мм – среднее значение размера $D_{4.11}$;

$Z_{4.11}^{Dc} = \frac{Z_{4.11min}^{Dc} + Z_{4.11max}^{Dc}}{2}$ – среднее значение припуска $Z_{4.11}^D$;

$Z_{4.11max}^D = Z_{4.11min}^{Dc} + TD_{4.11} + TD_{48}$ – наибольшее значение припуска $Z_{4.11}^D$;

$Z_{4.11}^{Dc} = Z_{4.11min}^{Dc} + \frac{TD_{4.11} + TD_{48}}{2} = 0,335 + \frac{0,02 + 0,4}{2} = 0,55$ мм – среднее значение припуска $Z_{4.11}^D$;

$D_{48}^c = D_{4.11}^c - Z_{4.11}^{Dc} = 67,99 - 0,55 = 67,44$ мм – среднее значение размера D_{48} ;

$D_{48} = 67,24^{+0,4}$ мм – номинальное значение размера D_{48} .

1.8 Расчет режимов резания

1. Сверлильная операция

Назначаем спиральное сверло из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком по ГОСТ 12121–77.

Таблица 5

D (мм)	l (мм)	L (мм)	$t = D/2$ (мм)
41	287	436	20,5

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.35]:

$$s = 0,6 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

Расчет скорости резания:

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

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1;$$

$$v = \frac{17,1 \cdot 41^{0,25}}{140^{0,125} \cdot 0,6^{0,4}} \cdot 1 \approx 29 \text{ м/мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 41^2 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1 \approx 234,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 41^1 \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1 \approx 11633 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{190}{190} \right)^{0,6} = 1,$$

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

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 29}{\pi \cdot 45} = 225 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 150 \leq n_{\text{расч}};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = 3,6 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 2,8 \cdot 1,25 = 3,96 \text{ кВт}.$$

2. Фрезерная операция

Для расчета режимов резания при фрезеровании используем методику [1, с.402].

а) для торцевой фрезы

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

Назначаем торцовую фрезу с механическим креплением пластин из твердого сплава (по ГОСТ 26595 – 85) [1, гл.3 табл. 105];

Материал пластинок принимаем ВК6;

Таблица 6

D (мм)	Z	t (мм)	B (мм)
250	14	1,4	170

Из таблицы [1, глава 4, табл. 75] принимаем подачу на зуб:

$$S_z = 0,2 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} = 1 \cdot 0,8 = 0,6;$$

$$v = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 1,4^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 170^{0,2} \cdot 14^0} \cdot 0,6 = 90 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, t берем из таблицы [1, гл. 4, табл. 81].

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 250} = 115 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 100 \leq n_{\text{расч}};$$

Сила резания:

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} =$$
$$= \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,4^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 170^1 \cdot 14}{250^1 \cdot 100^0} \cdot \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} \approx 2542 \text{ Н},$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2542 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 3,74 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 3,74 \cdot 1,1 = 4,1 \text{ кВт.}$$

б) Цилиндрическая фреза

Назначаем цилиндрическую фрезу из твердого сплава (по ГОСТ 29092 – 91) [1, с.256];

Материал фрезы принимаем ВК6;

Таблица 7

$D \text{ (мм)}$	Z	$t \text{ (мм)}$	$B \text{ (мм)}$
100	18	2,2	50

Из таблицы [1, глава 4, табл. 75] принимаем подачу на зуб:

$$S_z = 0,26 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} = 1 \cdot 0,6 = 0,6;$$
$$v = \frac{588 \cdot 100^{0,37}}{180^{0,42} \cdot 2,2^{0,13} \cdot 0,26^{0,49} \cdot 50^{0,23} \cdot 18^{0,14}} \cdot 0,6 = 103 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, t берем из таблицы [1, гл. 4, табл. 81].

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 103}{\pi \cdot 100} = 330 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 300 \leq n_{\text{расч}};$$

Сила резания:

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}} =$$
$$= \frac{10 \cdot 58 \cdot 2,2^{0,9} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 50^1 \cdot 18}{100^{0,9} \cdot 300^0} \cdot \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} \approx 4372 \text{ Н},$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4372 \cdot 103}{1020 \cdot 60} = 7,36 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 7,36 \cdot 1,1 = 8,1 \text{ кВт}.$$

3. Фрезерная операция

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

Назначаем торцовую фрезу с механическим креплением пластин из твердого сплава (по ГОСТ 26595 – 85) [1, гл.3 табл. 105];

Материал пластинок принимаем ВК6;

Таблица 8

D (мм)	Z	t (мм)	B (мм)
250	14	1,4	170

Из таблицы [1, глава 4, табл. 75] принимаем подачу на зуб:

$$S_z = 0,2 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} = 1 \cdot 0,8 = 0,6;$$

$$v = \frac{445 \cdot 250^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 1,4^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 170^{0,2} \cdot 14^0} \cdot 0,6 = 90 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Значение коэффициентов C_v , q, x, y, u, p, t берем из таблицы [1, гл. 4, табл. 81].

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 250} = 115 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 100 \leq n_{\text{расч}};$$

Сила резания:

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}} =$$

$$= \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 1,4^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 170^1 \cdot 14}{250^1 \cdot 100^0} \cdot \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} \approx 2542 \text{ Н},$$

Значение коэффициентов C_p , x, y, u, q, w взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2542 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 3,74 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 3,74 \cdot 1,1 = 4,1 \text{ кВт}.$$

4. Фрезерная операция

а) Концевая фреза

Назначаем концевую фрезу из быстрорежущей стали (по ГОСТ 17026 – 71) [1, с.256];

Материал фрезы принимаем Р6М5;

Таблица 9

D (мм)	Z	t (мм)	B (мм)
36	6	2	50

Из таблицы [1, глава 4, табл. 75] принимаем подачу на зуб:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} = 1 \cdot 0,6 = 0,6;$$

$$v = \frac{72 \cdot 36^{0,7}}{120^{0,25} \cdot 2^{0,5} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 50^{0,3} \cdot 6^{0,3}} \cdot 0,6 = 33 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, m берем из таблицы [1, гл. 4, табл. 81].

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = 292 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 290 \leq n_{\text{расч}},$$

Сила резания:

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} =$$

$$= \frac{10 \cdot 30 \cdot 2^{0,83} \cdot 0,1^{0,65} \cdot 50^1 \cdot 6}{36^{0,83} \cdot 290^0} \cdot \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} \approx 1887 \text{ Н},$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1887 \cdot 33}{1020 \cdot 60} = 1 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 1 \cdot 1,1 = 1,1 \text{ кВт}.$$

б) Шпоночная фреза

Назначаем шпоночную фрезу из быстрорежущей стали (по ГОСТ 9140 – 78) [1, с.266];

Материал фрезы принимаем Р6М5;

Таблица 10

$D \text{ (мм)}$	Z	$t \text{ (мм)}$	$B \text{ (мм)}$
20	2	5	44

Из таблицы [1, глава 4, табл. 75] принимаем подачу на зуб:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} = 1 \cdot 0,6 = 0,6;$$

$$v = \frac{72 \cdot 20^{0,7}}{80^{0,25} \cdot 5^{0,5} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 44^{0,3} \cdot 2^{0,3}} \cdot 0,6 = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

Значение коэффициентов C_v, q, x, y, u, p, m берем из таблицы [1, гл. 4, табл. 81].

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 20} = 557 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 550 \leq n_{\text{расч}};$$

Сила резания:

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}} =$$
$$= \frac{10 \cdot 30 \cdot 2^{0,83} \cdot 0,1^{0,65} \cdot 44^1 \cdot 2}{20^{0,83} \cdot 550^0} \cdot \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} \approx 901 \text{ Н},$$

Значение коэффициентов C_p, x, y, u, q, w взяты из таблицы [1, гл. 4, табл. 83].

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{901 \cdot 35}{1020 \cdot 60} = 0,52 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 0,52 \cdot 1,1 = 0,57 \text{ кВт}.$$

В) Сверление

Назначаем спиральное сверло из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком по ГОСТ 12121–77.

Таблица 11

D (мм)	l (мм)	L (мм)	$t = D/2$ (мм)
11,5	123	206	5,75

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.35]:

$$s = 0,35 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Расчет скорости резания:

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

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

$$K_{\text{mv}} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,3} = 1;$$

$$v = \frac{17,1 \cdot 11,5^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,35^{0,4}} \cdot 1 \approx 29 \text{ м/мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 11,5^2 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1 \approx 11,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 11,5^1 \cdot 0,35^{0,8} \cdot 1 \approx 2111 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{190}{190} \right)^{0,6} = 1,$$

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

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 29}{\pi \cdot 11,5} = 803 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = 0,98 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 0,98 \cdot 1,1 = 1,1 \text{ кВт};$$

5. Сверлильная операция

Назначаем спиральное сверло из быстрорежущей стали Р6М5 с коническим хвостовиком по ГОСТ 12121–77.

Таблица 12

D (мм)	l (мм)	L (мм)	$t = D/2$ (мм)
8	100	181	4

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.35]:

$$s = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Расчет скорости резания:

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

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

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190} \right)^{1,3} = 1;$$

$$v = \frac{14,7 \cdot 8^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,2^{0,55}} \cdot 1 \approx 39 \text{ м/мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 \approx 3,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 42,7 \cdot 8^1 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 \approx 943 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{190}{190} \right)^{0,6} = 1,$$

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

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 39}{\pi \cdot 20} = 620 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 600 \leq n_{\text{расч}};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = 0,23 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 0,23 \cdot 1,1 = 0,25 \text{ кВт};$$

6. Резьбонарезная операция:

Назначаем метчик из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ 3266–81.

Таблица 13

D	t = 0,5D
8	4

Выбираем подачу [1, гл.4, табл.35]:

$$s = 0,06 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

Расчет скорости резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,8 \cdot 2,7 \cdot 1 = 2,16;$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{7 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,90} \cdot 0,06^{0,50}} \cdot 2,16 = 13,04 \text{ м/мин};$$

Число оборотов шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot 8} = \frac{1000 \cdot 13,04}{3,14 \cdot 8} = 519 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принятая: $n_{\text{пр}} = 500 \leq n_{\text{расч}};$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p;$$

$$P_z = \frac{10 C_p P^y}{i^n} K_p = \frac{10 \cdot 0,907^{1,5}}{3^{500}} \cdot 1 = 5,04 \text{ Н};$$

Коэффициенты и показатели степени по [1, с.412, табл. 83].

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{5,04 \cdot 8}{2 \cdot 100} = 0,2 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5,04 \cdot 13,04}{1020 \cdot 60} = 0,001 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

1.9 Выбор средств технологического оснащения

Вертикально-сверлильный станок 2Н150

Таблица 14

Техническая характеристика	Параметр
Наибольший диаметр сверления по стали, мм	50
Наибольшее усилие подачи, кГ	2500
Расстояние от шпинделя до плиты, мм	700-1250
Расстояние от центра шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	350
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	800
Конус Морзе отверстия шпинделя	№5
Количество ступеней оборотов шпинделя	12
Пределы чисел оборотов в минуту	22,4-3000
Наибольшее перемещение шпинделя, мм	300
Количество ступеней подач	12
Пределы подач шпинделя, мм/об	0,05-2,24
Размеры стола, мм	500x560
Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габариты станка, мм:	
длина	1290
ширина	875
Категория ремонтной сложности	16

Вертикально – фрезерный станок 6Р12

Таблица 15

Техническая характеристика	Параметр
Размеры рабочей поверхности стола, мм	1250 x 320
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	800
Наибольшее поперечное перемещение стола, мм	320
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	420
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30 - 450
Пределы частот вращения шпинделя, мин -1	31,5 - 1600
Ускоренное продольное перемещение стола, мм/мин	4000
Ускоренное поперечное перемещение стола, мм/мин	4000
Ускоренное вертикальное перемещение стола, мм/мин	1330
Максимальная масса обрабатываемой детали с приспособлением, кг	250 / 550
Мощность электродвигателя привода шпинделя, кВт	7,5 / 11

Мощность электродвигателя привода стола, кВт	3
Конус шпинделя по ГОСТ 30064-93	ISO 50
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	2280 x 1965 x 2265
Масса станка с электрооборудованием, кг	3250

Вертикально – фрезерный станок с ЧПУ F150

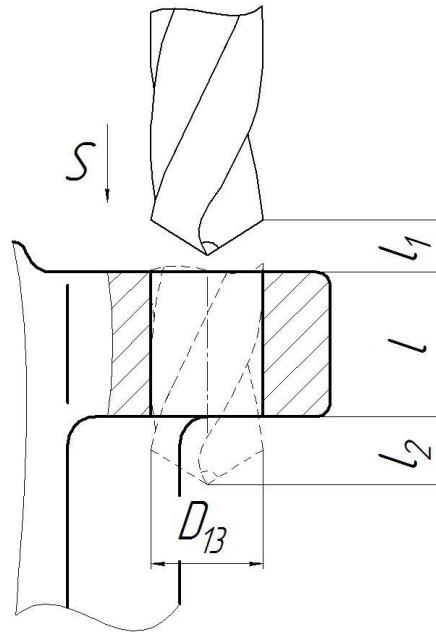
Таблица 16

Техническая характеристика	Параметр
Привод шпинделя	12 кВт
Число оборотов шпинделя	10 - 10 000 об/мин
Конец шпинделя	ISO 40 DIN 69871
Максимальный диаметр торцевой фрезы	63 мм
Максимальный диаметр концевой фрезы	32 мм
Размер стола, Д x Ш	900 x 410 мм
Расстояние шпиндель-стол	102 - 562 мм
Вылет оси шпинделя	480 мм
Размер Т-пазов, ширина / количество / между	16 мм / 4 / 102 мм
Максимальная нагрузка на стол	350 кг
Количество инструмента	16
Максимальный диаметр инструмента	89 мм
Максимальная масса инструмента	8 кг
Время смены инструмента, инструмент-инструмент	3,5 с
Ось X	760 мм
Ось Y	430 мм
Ось Z	460 мм
Рабочая подача (оси X, Y, Z)	10 000 мм/мин
Быстрый ход (оси X, Y, Z)	24 000 мм/мин
Повторяемость	0,005 мм
Позиционирование	± 0,005 мм
Длина	3000 мм
Ширина	2050 мм
Высота	2310 мм
Емкость бака СОЖ	210 литров
Масса станка	3520 кг

1.10 Определение норм времени

1.10.1 Определение основного времени

1. Сверлильная операция:



Длина рабочего хода:

$$L_p = l + l_1 + l_2 = 57 + 14 = 71 \text{ мм};$$

Сверлится два уха, поэтому длину пути нужно будет умножить на два.

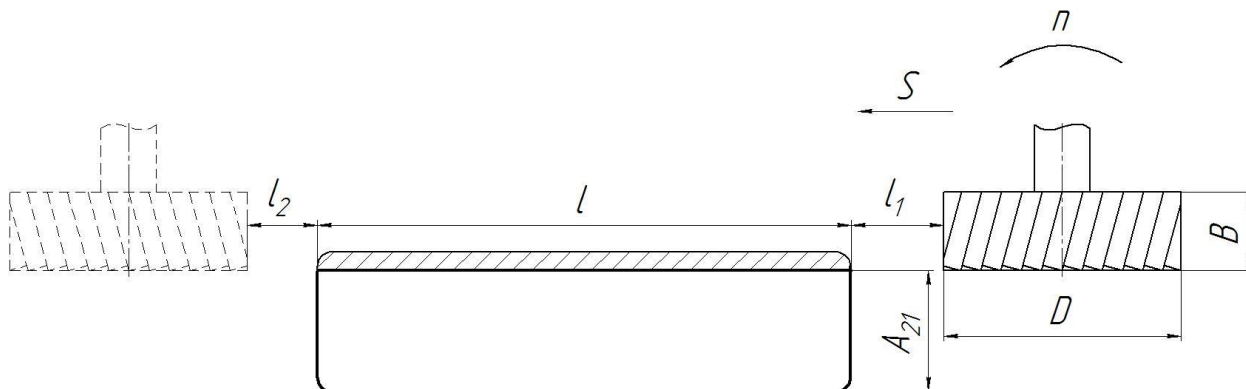
Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 620, табл. 3], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{o1} = \frac{2 \cdot 71}{150 \cdot 0,6} = 1,58 \text{ мин.}$$

2. Фрезерная операция:

2.1) Торцевая фреза:



Длина рабочего хода:

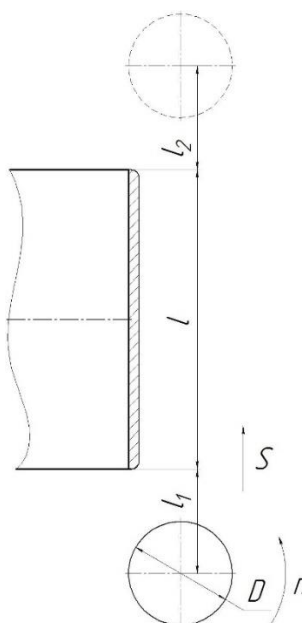
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 339 + 26 = 365 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 6], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{02} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} * K_p = \frac{365}{0,2 \cdot 14 \cdot 100} \cdot 2 = 2,6 \text{ мин.}$$

2.2) Цилиндрическая фреза:



Длина рабочего хода:

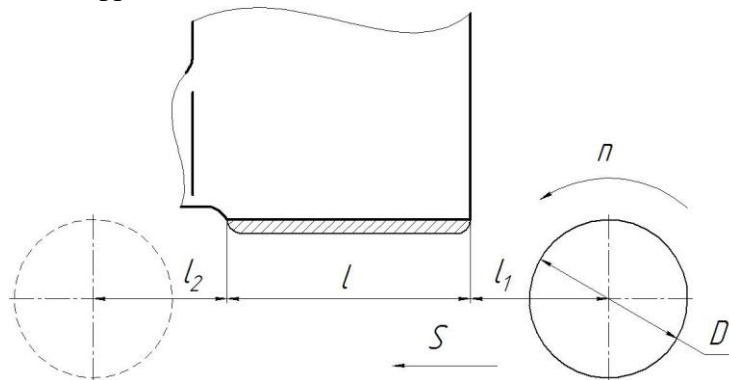
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 339 + 20 = 359 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 7], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{03} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} * K_p = \frac{359}{0,26 \cdot 18 \cdot 300} \cdot 2 = 0,51 \text{ мин.}$$

2.3) Цилиндрическая фреза:



Длина рабочего хода:

$$L_p = l + l_1 + l_2 = 100,5 + 20 = 120,5 \text{ мм},$$

Фрезеруются два боковых торца, поэтому значение длины нужно умножить на два.

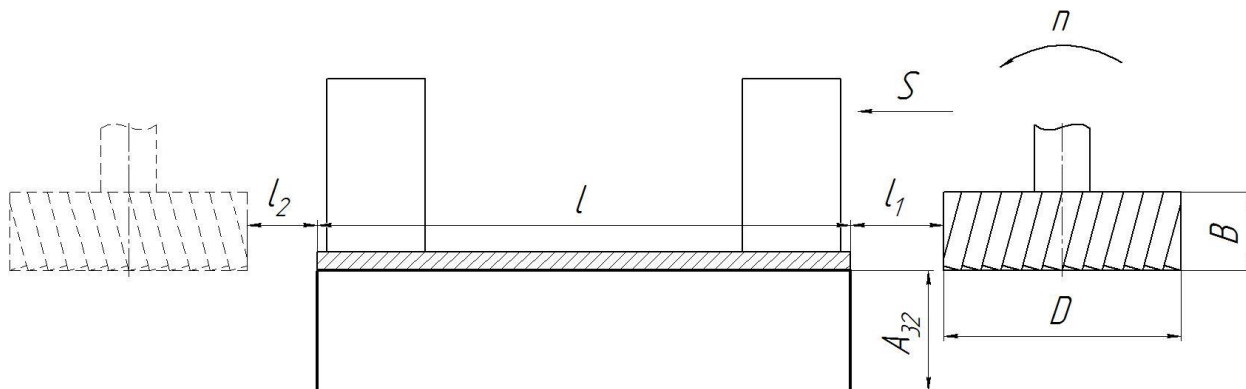
Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 7], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{06} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} * K_p = \frac{2 \cdot 120,5}{0,26 \cdot 18 \cdot 300} \cdot 2 = 0,343 \text{ мин.}$$

3. Фрезерная операция:

3.1) Торцевая фреза:



Длина рабочего хода:

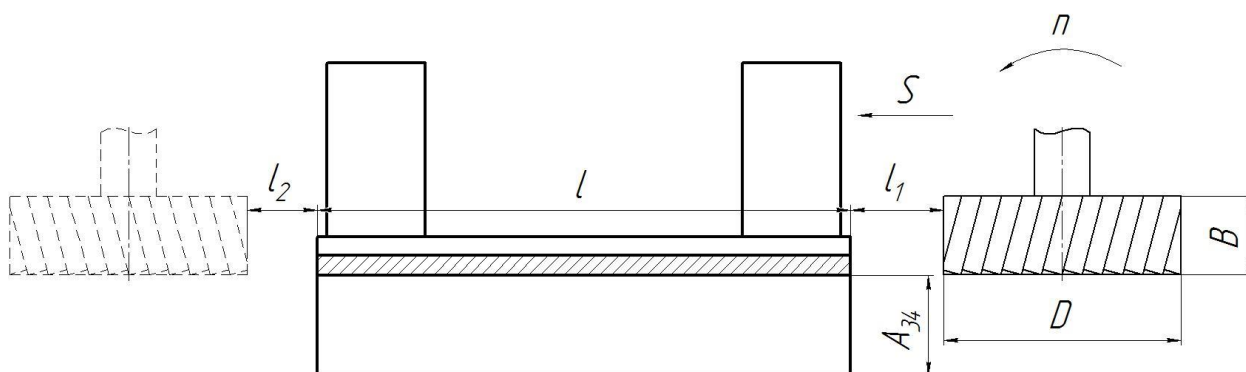
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 339 + 26 = 365 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 6], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{03} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} \cdot K_p = \frac{365}{0,2 \cdot 14 \cdot 100} \cdot 3 = 3,91 \text{ мин.}$$

3.2) Торцевая фреза:



Длина рабочего хода:

$$L_p = l + l_1 + l_2 = 339 + 26 = 365 \text{ мм},$$

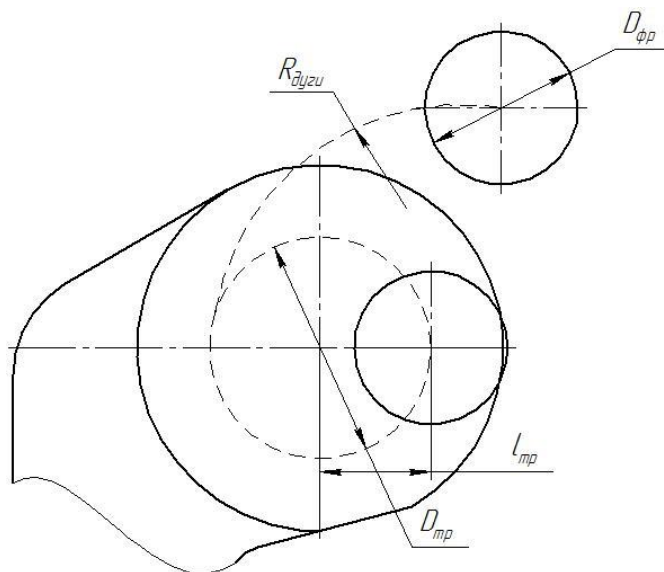
Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 6], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$;

Основное время:

$$T_{03} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} \cdot K_p = \frac{365}{0,2 \cdot 14 \cdot 100} \cdot 3 = 3,91 \text{ мин.}$$

4. Фрезерная операция:

4.1) Концевая фреза:



В данном случае длина рабочего хода будет складываться из суммы длины дуги (причем фреза как зайдет по ней на траекторию, так и вернется), по которой фреза выходит на траекторию, длины окружности траектории и длин резания, при которой врезка движется по прямолинейной траектории.

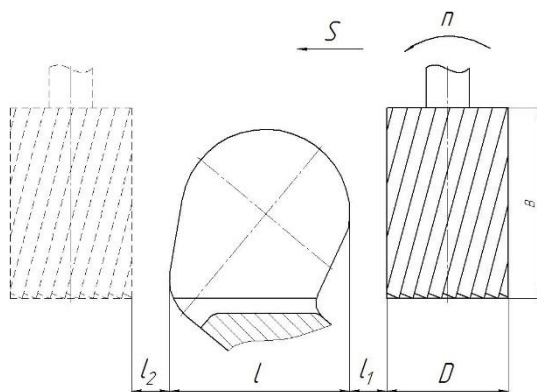
Тогда:

$$L_p = 2l_{\text{дуги}} + l_{\text{тр1}} + l_{\text{тр2}} = 36 \cdot 2 + 2\pi \cdot 28 + 74 \approx 322 \text{ мм},$$

Основное время:

$$T_{04} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_m} = \frac{2 \cdot 322}{0,1 \cdot 6 \cdot 290} = 3,7 \text{ ми.}$$

4.2) Цилиндрическая фреза:



Длина рабочего хода:

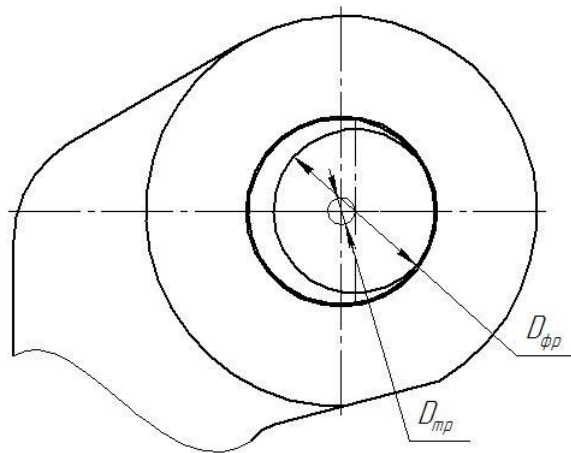
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 92 + 20 = 112 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 7], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{05} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_m} \cdot K_p = \frac{2 \cdot 112}{0,26 \cdot 18 \cdot 300} \cdot 1 = 0,16 \text{ мин.}$$

4.3) Концевая фреза:



В данном случае длина рабочего хода будет складываться из суммы длины дуги (причем фреза как зайдет по ней на траекторию, так и вернется), по которой фреза выходит на траекторию и длины окружности траектории.

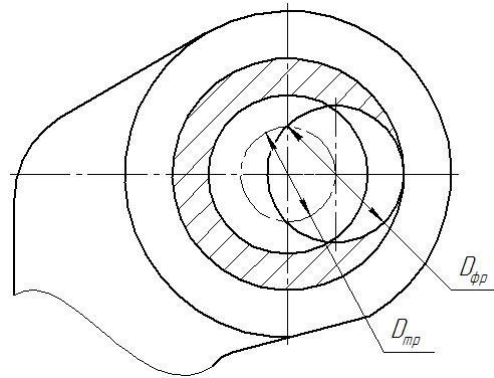
Тогда:

$$L_p = 2l_{\text{дуги}} + l_{\text{тр}} = 33 \cdot 2 + 2\pi \cdot 3 \approx 85 \text{ мм},$$

Основное время:

$$T_{06} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_m} = \frac{2 \cdot 85}{0,1 \cdot 6 \cdot 290} = 0,98 \text{ мин.}$$

4.4) Концевая фреза:



В данном случае длина рабочего хода будет складываться из суммы длины дуги (причем фреза как зайдет по ней на траекторию, так и вернется), по которой фреза выходит на траекторию и длины окружности траектории.

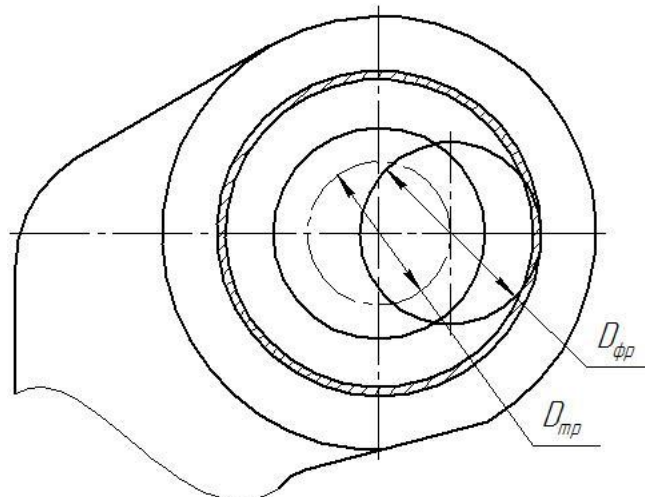
Тогда:

$$L_p = 2l_{\text{дуги}} + l_{\text{тр}} = 50 \cdot 2 + 2\pi \cdot 15,5 \approx 197,4 \text{ мм},$$

Основное время:

$$T_{07} = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S_m} = \frac{2 \cdot 197,4}{0,1 \cdot 6 \cdot 290} = 2,27 \text{ мин.}$$

4.5) Концевая фреза:



В данном случае длина рабочего хода будет складываться из суммы длины дуги (причем фреза как зайдет по ней на траекторию, так и вернется), по которой фреза выходит на траекторию и длины окружности траектории.

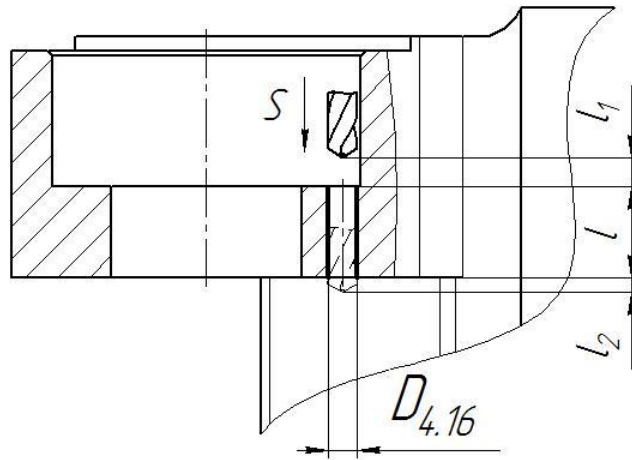
Тогда:

$$L_p = 2l_{\text{дуги}} + l_{\text{тр}} = 50 \cdot 2 + 2\pi \cdot 16 \approx 200,5 \text{ мм},$$

Основное время:

$$T_{08} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} = \frac{2 \cdot 200,5}{0,1 \cdot 6 \cdot 290} = 2,3 \text{ мин.}$$

4.6) Сверление:



Длина рабочего хода:

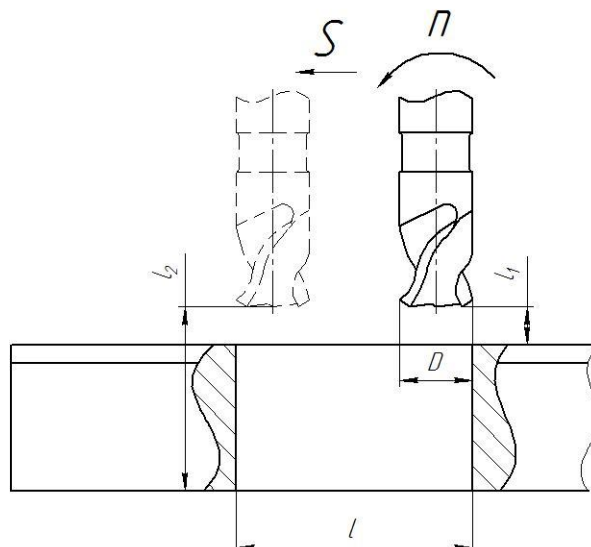
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 20 + 3 = 23 \text{ мм,}$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 620, табл. 3], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{09} = \frac{2 \cdot 23}{600 \cdot 0,2} \cdot 6 = 2,3 \text{ мин.}$$

4.7) Фрезерование пазов:



Длина рабочего хода:

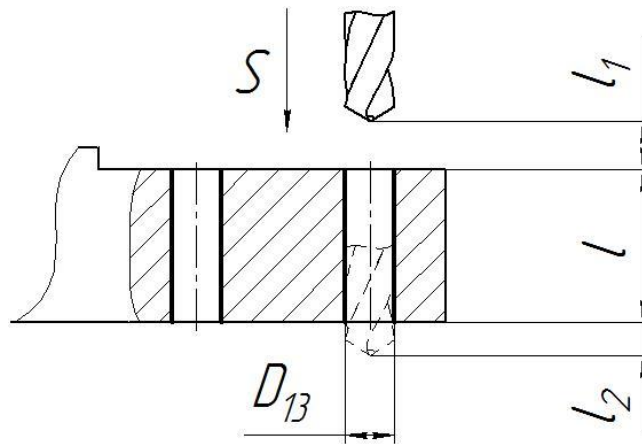
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 45 + 8 = 53 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 622, табл. 7], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{o10} = \frac{L_{p.x.}}{S_m} \cdot K_p = \frac{2 \cdot 53}{0,1 \cdot 2 \cdot 550} \cdot 9 = 8,67 \text{ мин.}$$

4.8) Сверление:



Длина рабочего хода:

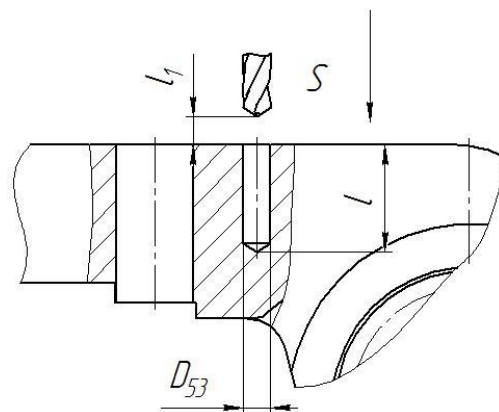
$$L_p = l + l_1 + l_2 = 35 + 4 = 39 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 [2, с. 620, табл. 3], отмечу, что в таблице указано суммарное значение $(l_1 + l_2)$.

Основное время:

$$T_{o11} = \frac{8 \cdot 39}{800 \cdot 0,35} = 1,11 \text{ мин.}$$

5. Сверлильная операция



Длина рабочего хода:

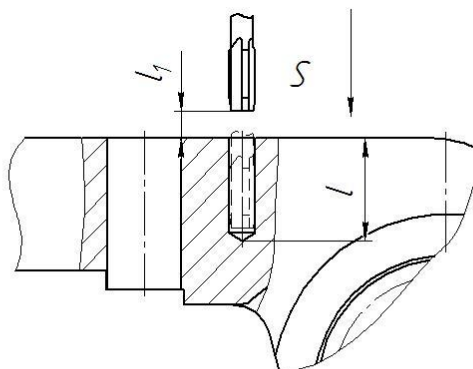
$$L_p = l + l_1 = 25 + 2 = 27 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 [2, с. 620, табл. 3];

Основное время:

$$T_{o12} = \frac{2 \cdot 27}{600 \cdot 0,2} = 0,45 \text{ мин.}$$

6. Резьбонарезная операция:



Длина рабочего хода:

$$L_p = l + l_1 = 20 + 2 = 22 \text{ мм},$$

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 [2, с. 620, табл. 3];

$$T_{o13} = \frac{22}{500 \cdot 0,907} \cdot (4 + 0,5) = 0,22 \text{ мин.}$$

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 и на смену инструмента.

Вспомогательное время:

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

1. Сверлильная операция:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм}) \cdot K = (0,55 + 0,2 + 0,3 + 0,18) \cdot 1,15 = 1,42 \text{ мин.}$$

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

2. Фрезерная операция:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и}) \cdot K = (0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 \cdot 2) \cdot 1,15 = 1,87 \text{ мин.}$$

3. Фрезерная операция:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0 = 1,43 \text{ мин.}$$

4. Фрезерная операция:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = 0,46 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 \cdot 4 = 3,02 \text{ мин.}$$

5. Сверлильная операция:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ = 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{ мин.}$$

6. Резьбонарезная операция:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} = \\ = 0,45 + 0,4 + 0,4 + 0,3 = 1,55 \text{ мин.}$$

1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

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

где $t_{\text{шт}}$ - штучное время, мин;

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

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{очн}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{оо}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пер}},$$

где $t_{\text{оо}}$ - время на организационное обслуживание, мин;

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

$t_{\text{пер}}$ - 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:

$$t_{\text{оп}} = \sum t_o + t_{\text{всп.}}$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 1,58 + 1,42 = 3 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 3,453 + 1,87 = 5,323 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 7,82 + 1,43 = 9,25 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 21,49 + 3,02 = 24,51 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,45 + 1,2 = 1,65 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,22 + 1,55 = 1,77 \text{ мин.}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 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:

$$\begin{aligned} t_{\text{шт.}}^1 &= t_{\text{оп}}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^1 = 3 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3 = 3,36 \text{ мин;} \\ t_{\text{шт.}}^2 &= t_{\text{оп}}^2 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^2 = 5,323 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,323 = 5,96 \text{ мин;} \\ t_{\text{шт.}}^3 &= t_{\text{оп}}^3 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^3 = 9,25 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 9,25 = 10,36 \text{ мин;} \\ t_{\text{шт.}}^4 &= t_{\text{оп}}^4 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^4 = 24,51 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 24,51 = 27,45 \text{ мин.} \\ t_{\text{шт.}}^5 &= t_{\text{оп}}^5 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^5 = 1,65 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,65 = 1,85 \text{ мин;} \\ t_{\text{шт.}}^6 &= t_{\text{оп}}^6 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^6 = 1,77 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,77 = 1,98 \text{ мин;} \end{aligned}$$

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

$$t_{\text{пз}}^1 = 16 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^2 = 31 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^3 = 31 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^4 = 25 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^5 = 16 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{пз}}^6 = 14 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$\begin{aligned}t_{\text{шт.к.}}^1 &= t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{пз}}^1}{N} = 3,36 + \frac{16}{2000} = 3,37 \text{ мин;} \\t_{\text{шт.к.}}^2 &= t_{\text{шт.}}^2 + \frac{t_{\text{пз}}^2}{N} = 5,96 + \frac{31}{2000} = 5,98 \text{ мин;} \\t_{\text{шт.к.}}^3 &= t_{\text{шт.}}^3 + \frac{t_{\text{пз}}^3}{N} = 10,36 + \frac{31}{2000} = 10,38 \text{ мин;} \\t_{\text{шт.к.}}^4 &= t_{\text{шт.}}^4 + \frac{t_{\text{пз}}^4}{N} = 27,45 + \frac{25}{2000} = 27,46 \text{ мин.} \\t_{\text{шт.к.}}^5 &= t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{пз}}^5}{N} = 1,85 + \frac{16}{2000} = 1,86 \text{ мин.} \\t_{\text{шт.к.}}^6 &= t_{\text{шт.}}^6 + \frac{t_{\text{пз}}^6}{N} = 1,98 + \frac{14}{2000} = 1,99 \text{ мин.}\end{aligned}$$

2. Конструкторская часть

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).

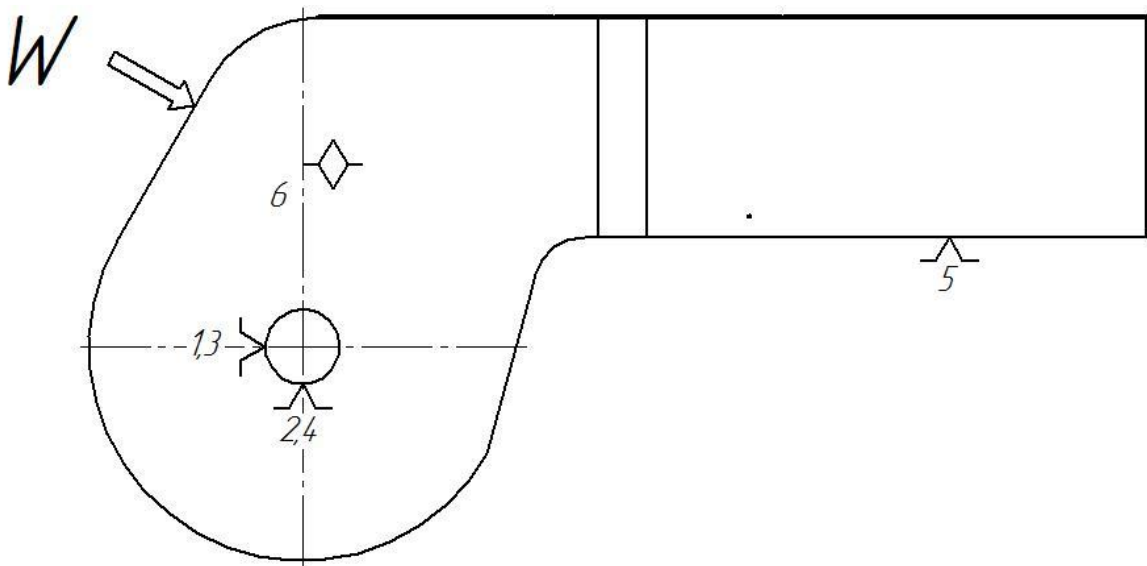


Рис. 2.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

2.1 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при обработке на универсальном вертикально-фрезерном станке модели 6Р12.

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А2.

Приспособление представляет собой основание (1), к которому при помощи болтов (20, 23) и штифтов (33) крепятся два уха (2,3) и две колонны (4). В правое ухо (3) при помощи резьбового соединения вмонтирован неподвижный палец (10), а в левое ухо вмонтирован подвижный палец (8), который необходим для извлечения детали из приспособления. Деталь устанавливается на два пальца и закрепляется двумя винтовыми прижимами, которые состоят из ручки (11), колеса (12), вала с резьбой (13) и наконечниками. Для придания обрабатываемой детали необходимого положения используется регулировочное болтовое соединение (19, 27).

Поверхности установочных деталей должны иметь большую износостойкость, поэтому их изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм, и с последующей закалкой до твердости HRC 50...55.

2.3 Определение необходимой силы зажима

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

$$W = 2Q \frac{l}{r_{cp} \tan(\varphi + \varphi_{пр})} \cdot \tan \alpha ;$$

W_{cp} – среднее значение силы зажима

l – длин рукоятки ключа

r_{cp} – среднее значение радиуса резьбы

φ – угол подъема резьбы

$\varphi_{пр}$ – приведенный угол трения

α – угол наклона приложения усилия к заготовке от нормали

$$Q = \frac{W r_{cp} \tan(\varphi + \varphi_{пр})}{2l \tan \alpha} = \frac{2542 \cdot 28 \cdot 0,2}{2 \cdot 50 \cdot 1,73} = 82,3 \text{ Н}$$

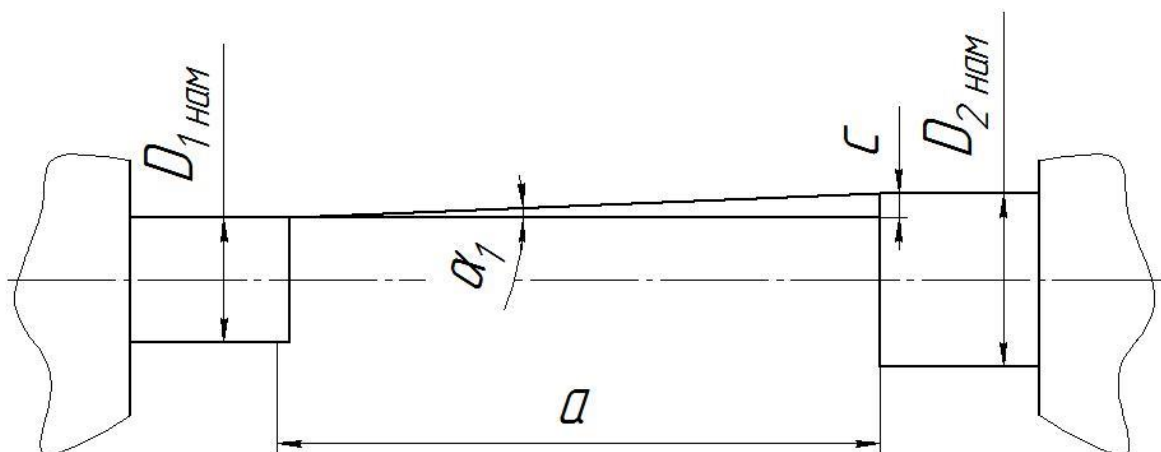
$$Q = 82,3 \text{ Н} = 8,23 \text{ кгс}$$

Сила зажатия равна 8,23 кгс. Нет необходимости использовать специальный привод, необходимое усилие можно достичь вручную.

2.4 Определение основных погрешностей приспособления

При изготовлении и сборки приспособления в нем появляются погрешность, которые затем отражаются на качестве изготавливаемого изделия.

Погрешность, при которой фрезеруемая плоскость будет иметь перекося из – за разности размеров двух пальцев:



$$\tan \alpha_1 = \frac{c}{a};$$

$$c = \frac{D_{2\text{ нам}}}{2} - \frac{D_{1\text{ нам}}}{2};$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{D_{2\text{ нам}} - D_{1\text{ нам}}}{2a}.$$

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого по разработанному технологическому процессу на производстве.

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.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно.

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:

$$C_{\text{моi}} = w_i \cdot \Pi_{\text{mi}} \cdot (1 + k_{\text{тз}}),$$

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

Π_{mi} – цена материала ден. ед./кг;

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

Расчет нормы расходного материала:

$$w = V\rho = 2 \cdot (A_{02} \cdot A_{05} \cdot R) + (A_{01} \cdot A_{012} \cdot A_{07}) + \left(A_{01} \cdot \frac{A_{07}}{2} \cdot (A_{08} - A_{012}) \right) \cdot \rho = 0,004 \cdot 7000 = 28 \text{ кг};$$

где V- объем заготовки, м³;

ρ- плотность серого чугуна, $\rho = 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$\Pi_{\text{mi}} = 65 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$, с учетом НДС;

Тогда затраты на основной материал:

$$C_{\text{мо}i} = 28 \cdot 65 \cdot (1 + 0,06) = 1929,2 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы выполняется по формуле:

$$C_{\text{мв}i} = H_{\text{мв}i} \cdot \Pi_{\text{мв}i} \cdot (1 + k_{\text{тз}});$$

где $H_{\text{мв}j}$ – норма расхода вспомогательного материала на изделие, кг;

$\Pi_{\text{мв}j}$ – цена j -го вспомогательного материала;

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять:

$$C_{\text{мв}} = C_{\text{мо}} \cdot 0,02 = 1929,2 \cdot 0,02 = 38,6 \text{ руб.}$$

Полные затраты равны сумме:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{мо}} + C_{\text{мв}} = 1929,2 + 38,6 = 1967,8 \text{ руб.}$$

3.3 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. Расчет выполняется по формуле:

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot \Pi_{\text{от}} = (B_{\text{чр}} - B_{\text{чст}}) \cdot (1 - \beta) \cdot \Pi_{\text{от}} = (28 - 15,34) \cdot (1 - 0,02) \cdot 4 = 49,63 \text{ руб.}$$

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

$\Pi_{\text{от}}$ – цена отходов, $\Pi_{\text{от}} = 4 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$;

$B_{\text{чр}}$ – масса заготовки, кг;

$B_{\text{чст}}$ – чистая масса детали, кг;

β – доля безвозвратных потерь ($\beta = 0,02$);

3.4 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»

На данную статью относится стоимость электроэнергии, затрачиваемой на технологические цели.

Расчет ведется по формуле:

$$C_{\text{тэ}} = \Pi_{\text{тэ}} \cdot P_{\text{тэ}} \cdot (1 + k_{\text{тэ}});$$

где $\Pi_{\text{тэ}}$ – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{\text{тэ}}$ – расход энергии на единицу продукции, кВт;

$k_{\text{тэ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тэ}}=0$);

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время.

$$\begin{aligned} P_{\text{тэ}} = & 3,96 \cdot \frac{1,58}{60} + 4,1 \cdot \frac{2,6}{60} + 8,1 \cdot \frac{0,85}{60} + 4,1 \cdot \frac{7,82}{60} + 1,1 \cdot \frac{9,25}{60} + 0,57 \cdot \frac{8,67}{60} + \\ & + 8,1 \cdot \frac{0,16}{60} + 1,1 \cdot \frac{1,11}{60} + 0,25 \cdot \frac{0,45}{60} + 0,2 \cdot \frac{2,3}{60} + 0,0011 \cdot \frac{0,22}{60} = \\ & = 1,23 \text{ кВт} \cdot \text{ч}; \end{aligned}$$

Тариф на электроэнергию $\Pi_{\text{тэ}} = 5,33$ руб/кВтч;

Тогда:

$$C_{\text{тэ}} = 5,33 \cdot 1,23 \cdot (1 + 0) = 6,6 \text{ руб.}$$

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

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Расчет следует произвести по формуле:

$$\begin{aligned} C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{3,37 + 5,98 + 10,38 + 27,46 + 1,86 + 1,99}{60} \cdot \\ \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 98,8 \text{ руб,} \end{aligned}$$

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 для 4го разряда;

$k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде ($k_{\text{пр}} = 1,4$).

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

В данной статье учитываются 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:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 98,8 \cdot 0,1 = 9,88 \text{ руб},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, руб.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату ($k_{\text{д}} = 0,1$).

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

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot \frac{C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}}}{100} = (98,8 + 9,88) \cdot \frac{30 + 0,7}{100} = 33.36 \text{ руб},$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

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

$C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования ($C_{\text{стр}} = 0,7\%$);

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

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

Элемент «а». Годовая величина амортизация оборудования определяется по формуле:

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

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оснастки;

m – количество типов используемой оснастки;

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

Таблица 17

Наименование	Цена, руб.
Стоимость стана 2Н150	653000
Стоимость стана 6Р12	1660000
Стоимость стана F150	6739000
Стоимость приспособления для фрезерования	41060
Стоимость оправок для фрез	20440
Стоимость цанговых патронов	23280

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

$$H_a = \frac{1}{T_{ти}}$$

Для станков $H_a = 0,1$, для оснастки $H_a = 0,33$.

$$A_{год} = 653000 \cdot 0,1 + 1660000 \cdot 0,1 + 6739000 \cdot 0,1 + 0,33 \cdot (41060 + 20440 + 23280) = 933177,4 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{кр} = \frac{N_b \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i} = \frac{2000 \cdot \frac{3,37 + 5,98 + 10,38 + 27,46 + 1,86 + 1,99}{60}}{4029} = 0,42,$$

где N_b – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{шт.к}$ – 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 двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов.

Так как, получившиеся $l_{кр} < 0,6$, то:

$$C_a = \left(\frac{A_{\text{год}}}{N_B} \right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{h_{\text{з.н.}}} \right) = \left(\frac{933177,4}{2000} \right) \cdot \left(\frac{0,42}{0,8} \right) = 244,96 \text{ руб},$$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. Для среднесерийного производства ($\eta_{\text{з.н.}} = 0,8$);

Элемент «б» - эксплуатация оборудования - включает в себя:

- полные затраты на содержание рабочих, занятых обслуживанием машин и оборудования. Принимается в размере 40 % от зарплат рабочих, заняты в производстве:

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = \\ = (98,8 + 9,88 + 33,36) \cdot 0,4 = 56,8 \text{ руб};$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации:

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 244,96 \cdot 0,2 = 48,99 \text{ руб};$$

Элемент «с» - ремонт оборудования. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100% от основной заработной платы основных производственных рабочих:

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 98,8 \cdot 1,0 = 98,8 \text{ руб};$$

Элемент «д» - погашение стоимости инструментов:

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

где $C_{\text{и}i}$ – цена инструмента, руб;

$t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов, ($m_i=1$);

$T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента мин;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

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

Таблица 18

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{T_{ст.и.} \cdot n_i}$
Сверло центровочное 8,0 мм Р6М5 тип С	0,3	45	153,3	1,02
Сверло 11,5 мм Р6М5, цилиндрический хвостовик	1,11	60	103,4	0,96
Сверло 8 мм Р6М5, цилиндрический хвостовик	0,45	35	70,6	0,45
Сверло 6,5 мм Р6М5, цилиндрический хвостовик	2,3	30	49	1,88
Метчик м/р М 8,0 × 1,0	0,22	90	206	0,5
Фреза концевая 36,0 мм, Р6М5, цельная, 6-перая, конический хвостовик	9,25	120	1330,5	51,28
Фреза шпоночная 20,0 × 65 × 22 мм, Р6М5, цельная, цилиндрический хвостовик	8,67	80	304,5	16,5
Фреза цилиндрическая 100 × 100 × 40 ВК6	1,1	180	8352	12,76
Фреза торцевая механического крепления Ø250 4-гранные пластинки твердого сплава	10,42	180	6550	94,8
Сверло 41 мм Р6М5, конический хвостовик	1,58	140	603,7	3,4

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (1,02 + 0,96 + 0,45 + 1,88 + 0,5 + 51,28 + 16,5 + 12,76 + 94,8 + 3,4) = 194,56 \text{ руб.}$$

3.9 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие. При

отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих:

$$C_{оп} = C_{озп} \cdot k_{оп} = 98,8 \cdot 0,8 = 79,04 \text{ руб.}$$

3.10 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.:

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 98,8 \cdot 0,5 = 49,4 \text{ руб.}$$

3.11 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости:

$$\begin{aligned} C_{рлз} = \sum C_i \cdot 0.01 = & (49,4 + 79,04 + 194,56 + 98,8 + 48,99 + \\ & + 56,8 + 244,96 + 33,36 + 9,88 + 98,8 + 6,6 + 49,63 + 1967,8 + \\ & + 38,6 + 1929,2) \cdot 0,01 = 49,06 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.12 Расчет прибыли

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

$$\begin{aligned} П = \sum C_i \cdot 0.15 = & (49,4 + 79,04 + 194,56 + 98,8 + 48,99 + \\ & + 56,8 + 244,96 + 33,36 + 9,88 + 98,8 + 6,6 + 49,63 + 1967,8 + \\ & + 38,6 + 1929,2 + 49,06) \cdot 0,2 = 991,1 \text{ руб,} \\ C_{полн} = & 4955,48 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.13 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 = 4955,48 \cdot 0,18 = 891,99 \text{ руб.}$$

3.14 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС:

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + \Pi + \text{НДС} = 4955,48 + 991,1 + 891,99 = 6838,57 \text{ руб.}$$

4. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с правилами эксплуатации помещения, техникой безопасности и охранной труда в цехе, 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.

Рабочим местом является производственный цех. Так как данное помещение находится внутри здания, на проектировщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов. Это прежде всего такие опасные и вредные факторы:

- Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- Недостаточная освещенность рабочей зоны;
- Повышенный уровень вибраций;
- Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- Повышенная или пониженная влажность воздуха;
- Повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- Повышенный уровень электромагнитных излучений;
- Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;
- Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции;
- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

Наличие расплавленного металла и шлака и т.п. увеличивают опасность возникновения пожара. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие брызг расплавленного металла, движущиеся машины, механизмы, электрический ток и другие.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов

К основным *вредным факторам* можно отнести:

- Повышенный уровень шума на рабочем месте;
- Недостаточная освещенность рабочей зоны;
- Повышенный уровень вибраций;
- Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- Повышенная или пониженная влажность воздуха;
- Повышенная или пониженная подвижность воздуха;

- Повышенный уровень электромагнитных излучений;

Превышение уровня шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. Источниками внутреннего шума могут являться: фрезерные станки, печи для расплава металла, заточное оборудование, электрокары. Источниками внешнего шума могут являться: люди, автомобили, животный мир, погодные условия.

Нормальным уровнем шума при работе в помещении считается 60 дБА. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. 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.

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда играет правильная организация световой среды.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение 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. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м². Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (K_p), он 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. Если ВЧ ПРА отсутствуют,

применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

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, заточное оборудование, электрокары. В таблице 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Таблица 18

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До 3	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

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.

Таблица 19

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

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы побеления пальцев рук на холоде, ослабление подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, влажность воздуха, подвижность воздуха

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных

величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

Высокая температура воздуха приводит к быстрому утомлению, к перегреванию организма и тепловому удару. Например, температура 50 °С, терпимая 1ч, намного превышает благоприятный уровень температуры для умственной и физической деятельности; при температуре 30 °С ухудшается умственная деятельность, замедляется реакция, появляются ошибки; при температуре 25 °С начинается физическое утомление. Кроме того, высокая температура воздуха нарушает водносолевой обмен в организме. Низкая температура и большие скорости движения воздуха при длительном воздействии приводят к расстройству кровообращения, способствуют заболеванию ревматизмом, гриппом и болезнями дыхательных путей. Минимально допускаемый уровень температуры 11 °С, при более низкой температуре начинается окоченение органов тела.

Высокая скорость движения воздуха (выше 0,5 м/с) как в помещении, так и вне его (при работе на открытой площадке) приводит к переохлаждению организма и может вызвать простудные заболевания.

Высокая влажность воздуха также вредна для человека, потому что она затрудняет испарение влаги, выделяемой организмом через кожный покров. Это приводит к быстрому утомлению, к перегреву организма и тепловому удару.

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное душирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.
- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать

требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

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 оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

Таблица 20

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

4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов

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

Основными *опасным фактором* являются:

- -Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.
- Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или холодный ожог.

- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

Средства защиты

Основным средством защиты является спецодежда, которая защищает человека от попадания горячей стружки, расплавленных частиц металла, искр, поражения электрическим током и т.п.

4.2 Экологическая безопасность

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.

При изготовлении детали основным отходным материалом будет являться чугунная стружка. Ее будут утилизировать при помощи метода брикетирования. Брикетирование чугунной стружки осуществляется горячим и холодным методами. Наиболее эффективным способом горячего брикетирования чугунной стружки является способ прессования ее молотом. Брикеты, полученные этим способом, обладают хорошей прочностью, плотностью 5,5—6,5 т/м³, свободны от примесей; они могут служить почти полноценной заменой кускового лома для плавильных агрегатов. Лучшим способом холодного брикетирования считается способ, при котором перед прессованием в стружку добавляется 10% отходов литейного производства—отсева коксовой мелочи. Брикеты, изготовленные этим способом, плавятся как кусковой материал.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

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

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

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- 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 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;
- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

- профилактический осмотр, ремонт и испытание 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;

Технические мероприятия:

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.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

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

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее -20 м³.

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

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.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

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 негорючего 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.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты

лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления).

Список литературы

- 1.) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с.
- 2.) Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 3.) Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2006. – 99с.
- 4.) Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1974, 421с. (ЦБПНТ при НИИТруда).
- 5.) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1. Романова С.Ю. – М: Экономика, 1990. – 210 с.
- 6.) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с.
- 7.) Горбачевич А.Ф, Шкред В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.
- 8.) Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.
- 9.) Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996
- 10.) Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, А.М. Плахов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 11 с. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
- 11.) Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
- 12.) Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
- 13.) Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.
- 14.) Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.