

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

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления основы

УДК 621.81.002-22

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Фу Цзунцзюнь		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Технологическая часть» и «Конструкторская часть»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев А.В.			

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Скачкова Л.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

Томск – 2019

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Бакалаврской работы

Группа	ФИО
158Л51	Фу Цзунцзюнь

Разработка технологии изготовления основы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019, №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Мухолзоев А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Скачкова Л.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Фу Цзунцзюнь		

Оглавление

Введение	4
1 Технологическая часть	
1.1 Исходные данные	6
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	7
1.3 Определение типа производства	8
1.4 Выбор исходной заготовки	11
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали	12
1.6 Построение размерной схемы и граф технологических цепей	18
1.7 Расчет минимальных припусков на обработке	23
1.8 Расчет допусков и технологических размеров	24
1.8.1. Допуски на технологические размеры	24
1.8.2. Допуски на конструкторские размеры	26
1.8.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	28
1.8.4. Расчёт технологических размеров	39
1.9 Выбор средств технологического оснащения	47
1.10 Расчет режимов резания	48
1.11 Расчет основного времени	73
2 Конструкторская часть	
2.1 Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления	86
2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы	87
2.3 Описание конструкции и работы приспособления	88

2.4 Расчёт усилия зажима заготовки в приспособлении -----	89
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
3.1 Анализ конкурентных технических решений -----	92
3.1.1 Оценка конкурентоспособности -----	92
3.1.2 SWOT-анализ проекта -----	94
3.2 Планирование проекта -----	97
3.3 Формирование бюджета на затраты проекта -----	99
3.3.1 Расчет материальных затрат проекта -----	101
3.3.2 Заработная плата исполнителей проекта -----	101
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)-----	103
3.3.4 Накладные расходы -----	104
3.3.5 Формирование затрат на реализацию проекта -----	104
3.4 Определение эффективности исследования -----	104
4 Социальная ответственность	
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности-----	110
4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства -----	110
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя -----	112
4.2 Производственная безопасность -----	113
4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов -----	113
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия -----	114
4.3 Экологическая безопасность -----	116

4.3.1 Защита от вредных выбросов -----	117
4.3.2 Защита от шума-----	118
4.3.3 Защита от электромагнитных полей -----	118
4.3.4 Защита от электропоражения -----	118
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях -----	118
Заключение-----	121
Список литературы -----	122

Введение

Машиностроение традиционно является ведущей отраслью экономики. Развитие машиностроения определяется как развитием принципиально новых конструкций машин, так и совершенствованием их производственных технологий. Часто именно технологичность дизайна определяет, будет ли он широко использоваться. В современной технологии машиностроения развитие происходит в следующих областях:

Расширение возможностей, качества и экономии технологического оборудования (высокопроизводительные машины, инструменты с повышенной прочностью и т. Д.); создание наиболее эффективных маршрутов технологических процессов; использование эффективной системы управления и планирования производства; комплексная автоматизация производства, включающая разработку дизайна изделий, технологическое проектирование, планирование и т. д.

Обоснованное использование прогрессивного оборудования и инструментов может привести к значительному снижению затрат на производство и трудоемкость его производства. Те же результаты могут привести к использованию совершенных методов получения заготовок с минимальными затратами на механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снизить технологичность продукта для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Преследование технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств продукта ниже

указанной конструкции.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Одним из наиболее известных критериев является принцип постоянства оснований. Маршрут должен быть спроектирован таким образом, чтобы возможности оборудования были максимально увеличены.

Автоматизация производства на всех ее этапах позволяет значительно сократить время подготовки производства, внедрить новые продукты, сократить и упростить документооборот, оперативно внести изменения в действующие технологические процессы. В настоящее время высокотехнологичные отрасли (авиация и автомобилестроение) не могут оставаться на конкурентном уровне без сложных систем автоматизации.

В проекте курса решается задача создания эффективного технологического процесса изготовления детали. Технологический процесс разработан для условий серийного производства.

1 Технологическая часть

1.1 Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия,

представленного на рисунок 1.1. Годовая программа выпуска 5000 штук.

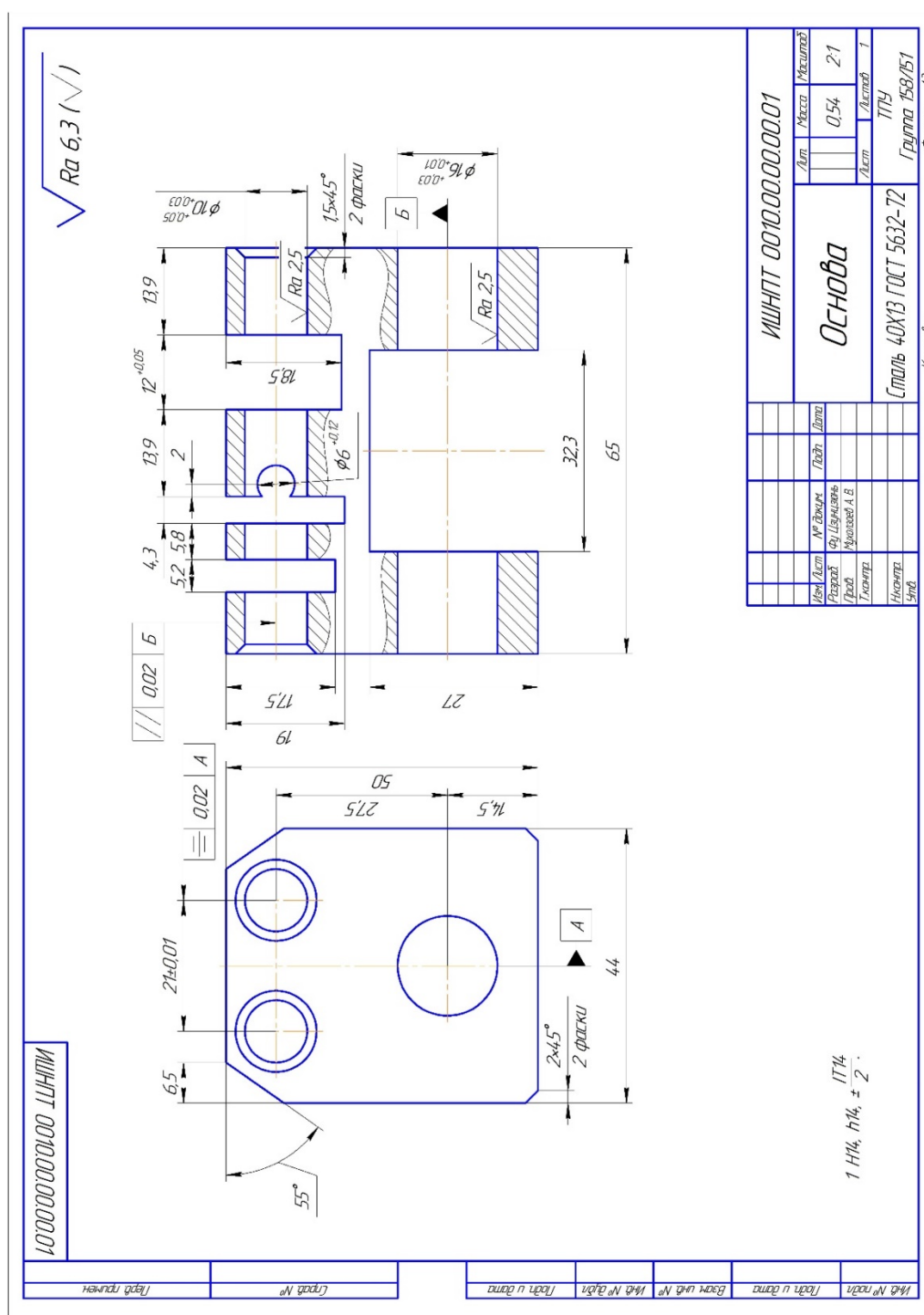


Рисунок 1.1 – Чертеж детали

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – основа изготовлена из стали 40X13 ГОСТ 5632-72, которая после закалки и низкого отпуска обладает хорошей коррозионной стойкостью в атмосферных условиях (кроме морской атмосферы), слабых растворах азотной кислоты при умеренных температурах.

Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Шероховатость основных поверхностей имеет параметр $Ra\ 6,3$, но шероховатость отверстий $\varnothing 10^{+0,05}_{+0,03}$ и $\varnothing 16^{+0,03}_{+0,01}$ должно иметь параметр $Ra\ 2,5$.

Деталь основа представляет собой в форме прямоугольного параллелепипеда, изготавливаемая из стали 40X13 ГОСТ 5632 – 72.

Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой, отсутствуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов.

Структурный класс стали 40X13 по ГОСТ 5632-72 мартенситный.

Сталь 40X13 имеет прочность $\sigma_b=1140\text{ Н/мм}^2$ и твердость 311-331 НВ.

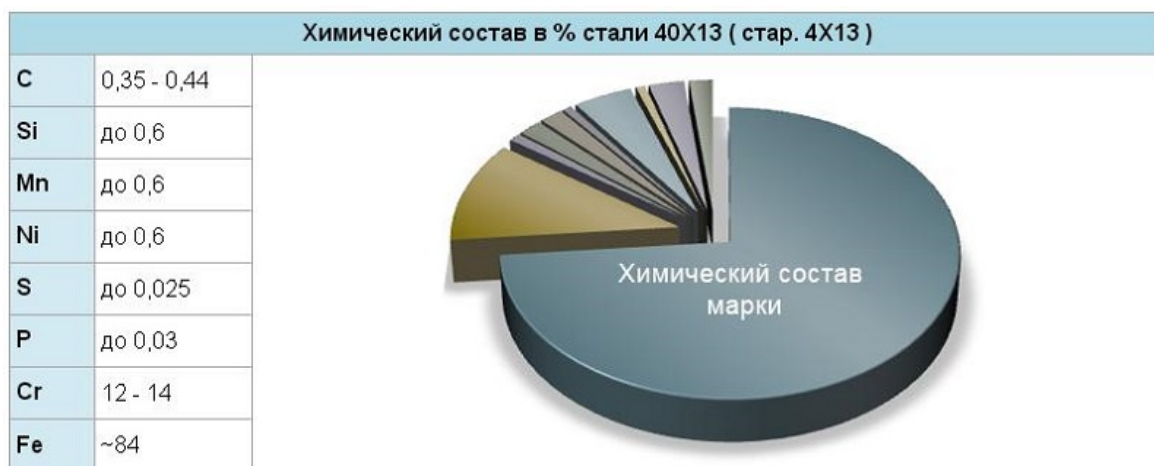


Рисунок 1.2 – Химический состав стали 40X13

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K = \frac{t_v}{T_{cp}} \quad (1.3.1)$$

где: t_v – такт выпуска деталь, мин;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_v = \frac{F_{\Gamma}}{N_{\Gamma}}$$

где: F_{Γ} – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

N_{Γ} – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{\Gamma} = 4029$ ч.

$$t_b = \frac{60F_r}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{5000} = 48,35 \text{ мин.}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} \quad (1.3.2)$$

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

n – количество основных операций.

Штучно – калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} T_{0.i} \quad (1.3.3)$$

где: $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства; (для фрезерных операций $\varphi_{к.1}=1,84$; для сверлильных операций $\varphi_{к.2}=1,72$).

$T_{(0.i)}$ – основное технологическое время i -ой операции, мин.

Основное технологическое время зависит от длины обрабатываемой поверхности, числа прохода, а также от вида обработки.

Основное технологическое время при фрезеровании определяется по формуле:

$$T_{0.i} = \frac{l + l_1 + l_2}{S_m} \cdot i \quad (1.3.4)$$

где: l – длина фрезерования, мм;

l_1 – величина фрезерования, мм;

l_2 – величина выхода, мм;

i – число проходов;

S_m – минутная подача, мм.

Основное технологическое время при сверлении, рассверливании, зенкеровании и развертывании определяется по формуле:

$$T_{0.i} = \frac{l+l_1+l_2}{n} \cdot S \quad (1.3.5)$$

где: l – длина обрабатываемого отверстия, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, мм;

• при сверлении $l_1 = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$;

• при рассверливании, зенкеровании и развертывании $l_1 = \frac{D-d}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$.

(D —диаметр сверла; d —обрабатываемого отверстия; φ —угол при вершине сверла.)

l_2 —длина выхода сверла (1 – 2), мм;

n — число оборотов инструмента, мин;

S — осевая подача инструмента, мм/об.

Штучно– калькуляционное время i – ой основной операции:

$$\sum_{i=1}^8 T_{\text{ш.к.}i} = 1,12 + 4,38 + 1,53 + 5,14 + 1,73 + 1,97 + 3,15 = 20,8 \text{ мин};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяется по формуле 1.3.2 :

$$T_{\text{ср}} = \frac{20,8}{8} = 2,6 \text{ мин};$$

Тип производства определяем по формуле 1.3.1:

$$K = \frac{48,35}{2,6} = 18,59;$$

Так как $10 < K = 18,59 < 20$, то тип производства – среднесерийное производство.

1.4 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х13 ГОСТ 5632-72), и её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства (среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат стальной, холоднокатаный, листовой (ГОСТ 19904-90).

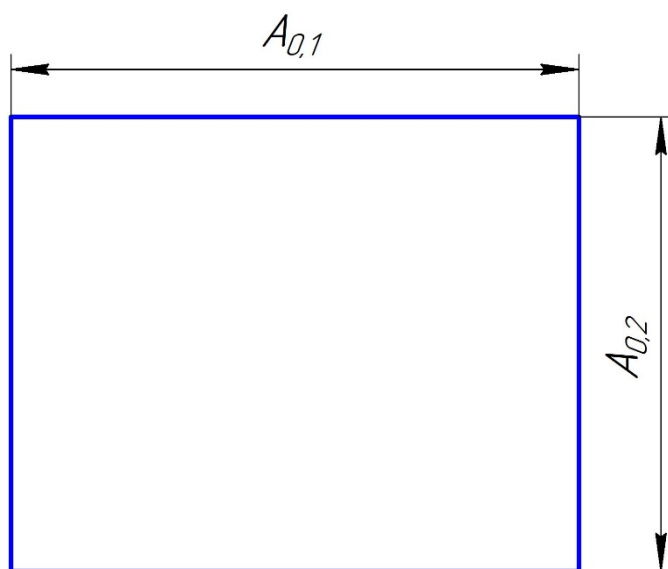


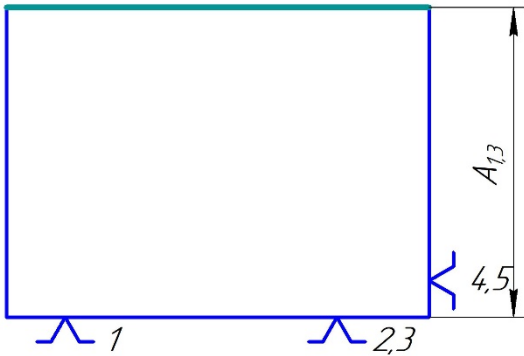
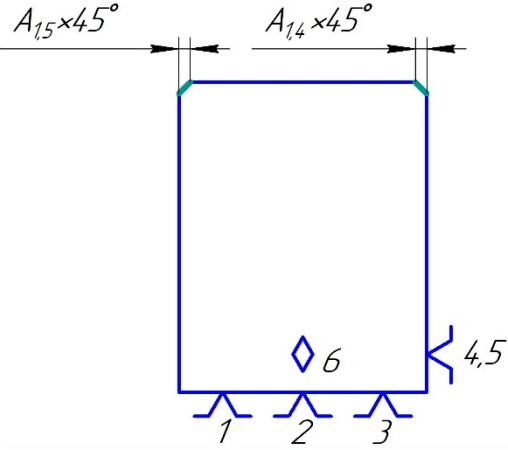
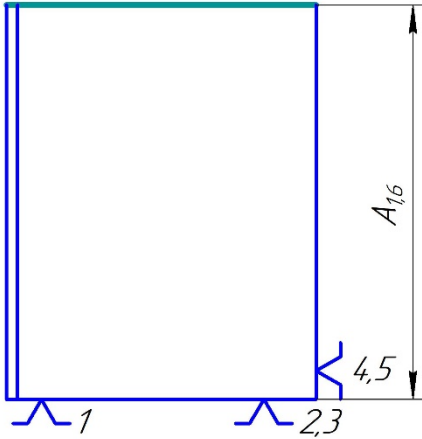
Рисунок 1.3 – Эскиз заготовки

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления детали

Таблица 1.1 – Маршрут технологии изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
05	A	<u>Заготовительная</u>	
	0	Установить и снять деталь	
	1	Прокатывать заготовку, выдерживая размер $A_{0,1} * A_{0,2} * A_{0,3}$	
10	A	<u>Фрезерная с ЧПУ</u>	
	0	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $A_{1,1}$	
	0	Установить и снять деталь	
	2	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $A_{1,2}$	

Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
10	0	Установить и снять деталь	
	3	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер A_{13}	
	4	Снять 2 фаски $A_{14} \times 45^\circ$ и $A_{15} \times 45^\circ$.	
	0	Установить и снять деталь	
	5	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер A_{16}	

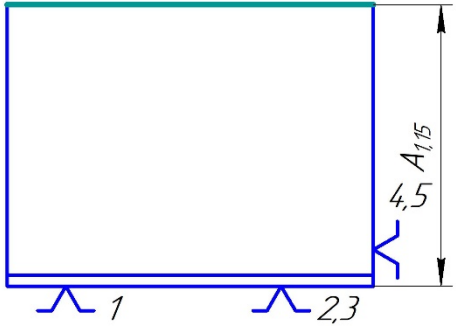
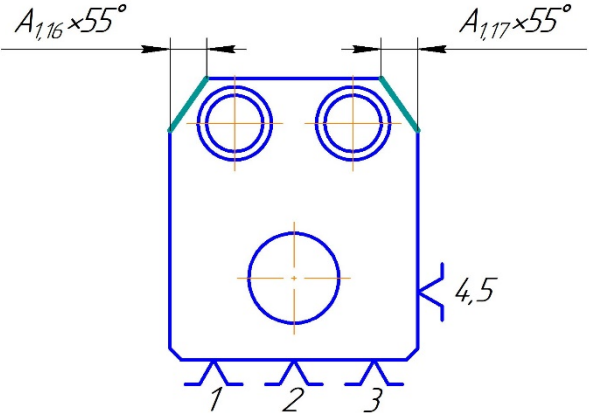
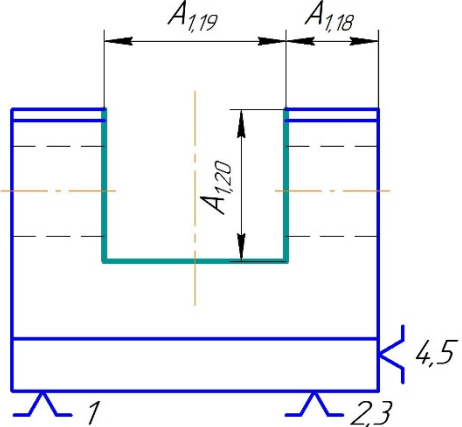
Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
15	A	<u>Сверлильная</u> Сверлить отверстие по диаметру D_{11}, выдерживая размер A_{17} и A_1^*. Сверлить 2 отверстия по диаметру D_{13}, D_{16}, выдерживая размер A_{18}, A_{132} и A_{133}. Расфрезеровать D_{12}. Зинковать D_{14} и D_{17}. Развернуть D_{15} и D_{18}.	
	2	Снять 2 фаски $A_{19} \times 45^\circ$ и $A_{110} \times 45^\circ$	

Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
20	A	Фрезерная с ЧПУ	
	O	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер A_{111}	
25	A	Сверлильная с ЧПУ	
	1	Сверлить отверстие по диаметру D_{19} , выдерживая размер A_{112}	
		Расфрезеровать D_{110}	
	2	Снять 2 фаски $A_{113} \times 45^\circ$ и $A_{114} \times 45^\circ$	

Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
30	0	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $A_{1,15}$	
	2	Снять 2 склона $A_{1,16} \times 55^\circ$ и $A_{1,17} \times 55^\circ$	
	0	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать канавку на ширину $A_{1,19}$ и на глубину $A_{1,20}$, выдерживая размер $A_{1,18}$	
	0	Установить и снять деталь	

Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
35	A	<u>Сверлильная с ЧПУ</u>	
	O	Установить и снять деталь	
	1	Сверлить отверстие по диаметру $D_{1,11}$, выдерживая размер $A_{1,21}$ Расфрезеровать $D_{1,12}$	
40	A	<u>Фрезерная с ЧПУ</u>	
	O	Установить и снять деталь	
	1	Фрезеровать канавку на ширину $A_{1,23}$ и на глубину $A_{1,24}$, выдерживая размер $A_{1,22}$	
	O	Установить и снять деталь	
	2	Фрезеровать канавку на ширину $A_{1,26}$ и на глубину $A_{1,27}$, выдерживая размер $A_{1,25}$	

Продолжение таблицы 1.1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операций	Перехода		
40	3	Фрезеровать канавку на ширину $A_{1,29}$ и на глубину $A_{1,30}$, выдерживая размер $A_{1,28}$	

1.6 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей

Размерная схема технологического процесса изготовления основы представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки детали[2, стр. 75].

На основании маршрута изготовления основы, составляется расчётная схема (представлена на рисунок 1.4, рисунок 1.6, рисунок 1.8 и рисунок 1.10),

которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы. К каждой расчётной схеме составляется граф технологических цепей (представлена на рисунок 1.5, рисунок 1.7, рисунок 1.9 и рисунок 1.11).

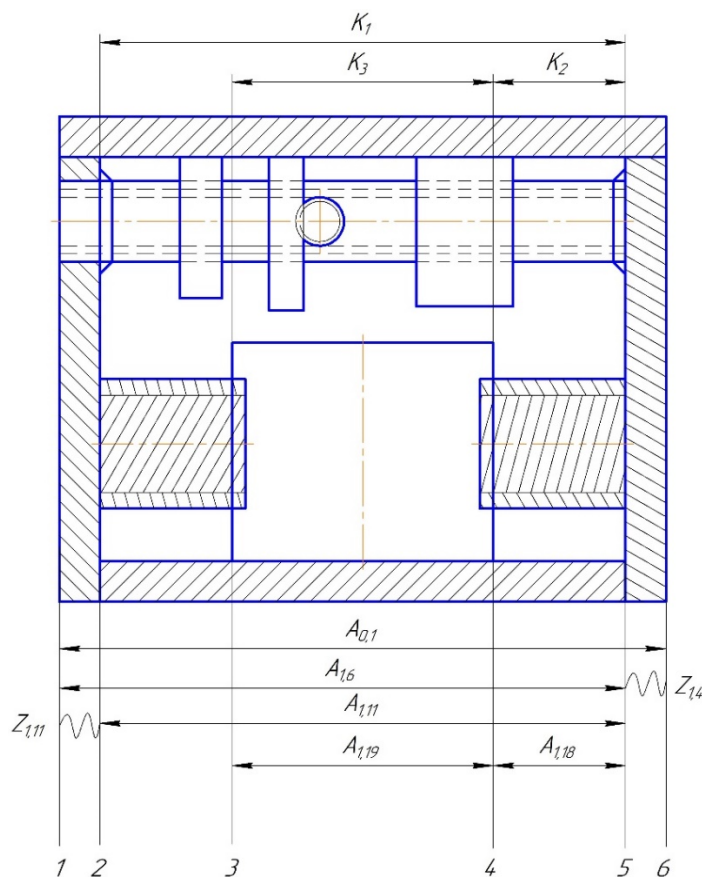


Рисунок 1.4 – Размерная схема главного вида 1

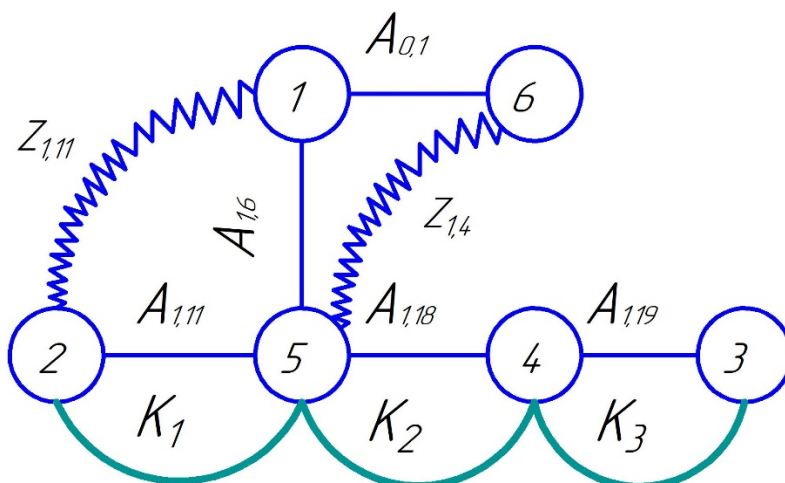


Рисунок 1.5 – Граф технологической цепи

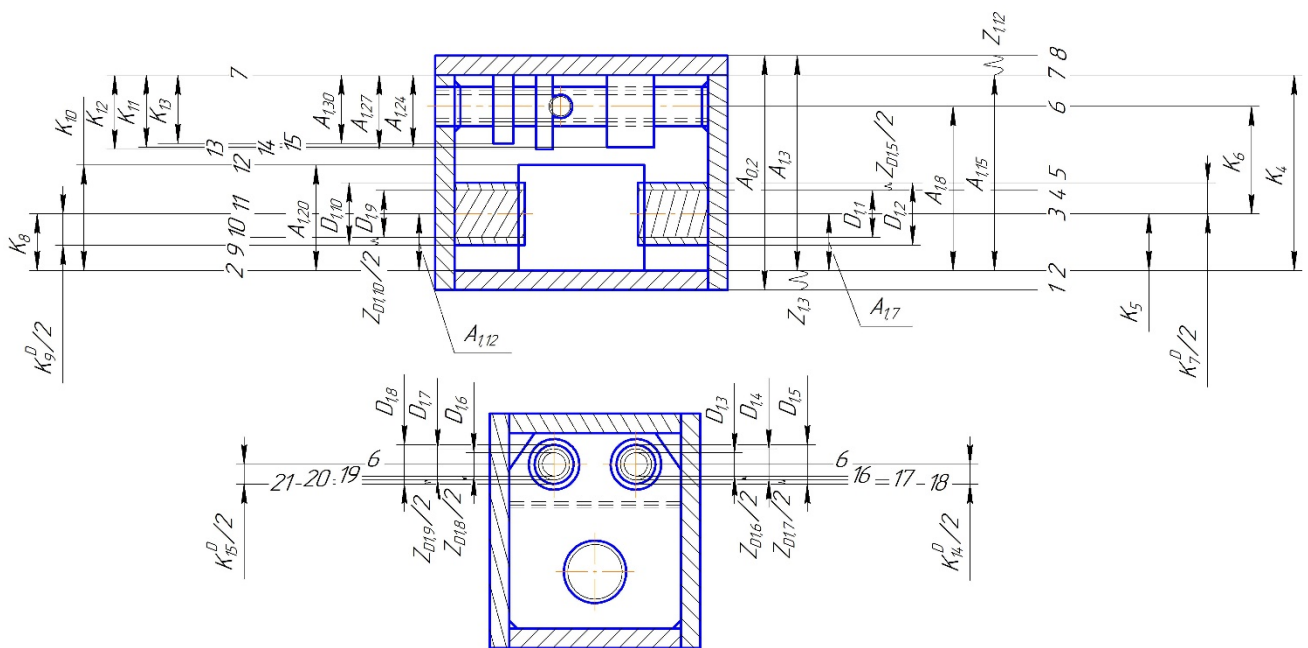


Рисунок 1.6 – Размерная схема главного вида 2

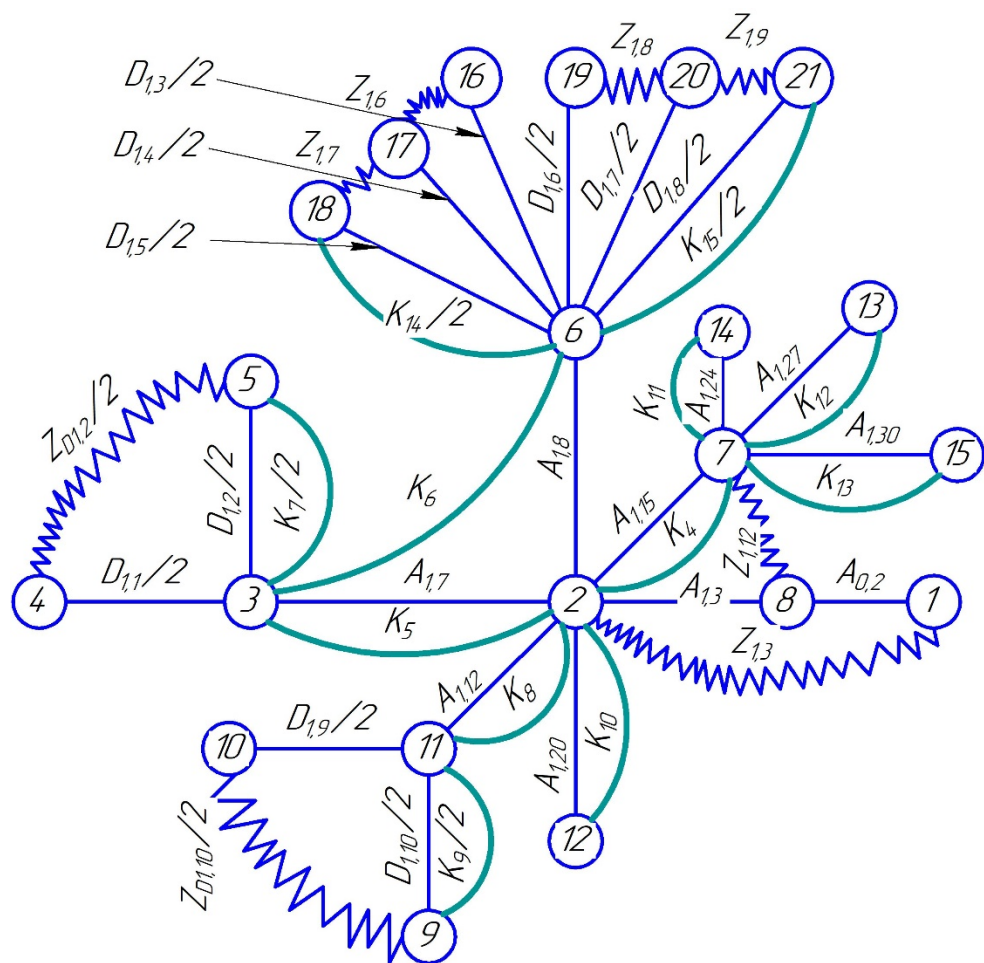


Рисунок 1.7 – Граф технологической цепи

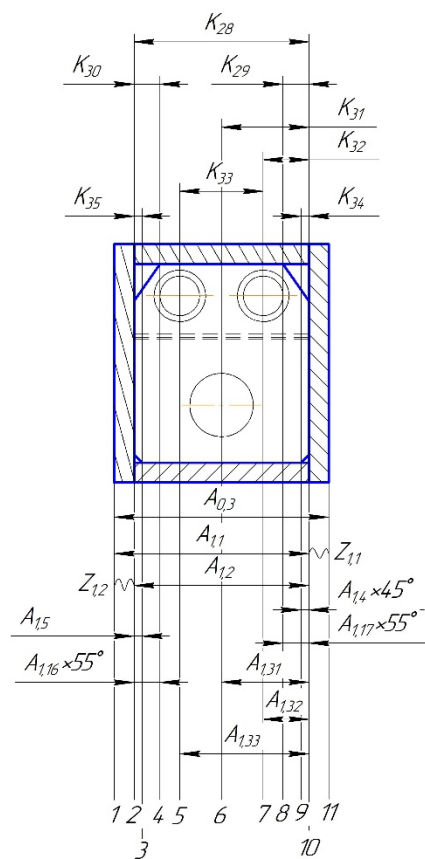


Рисунок 1.10 – Размерная схема бокового вида

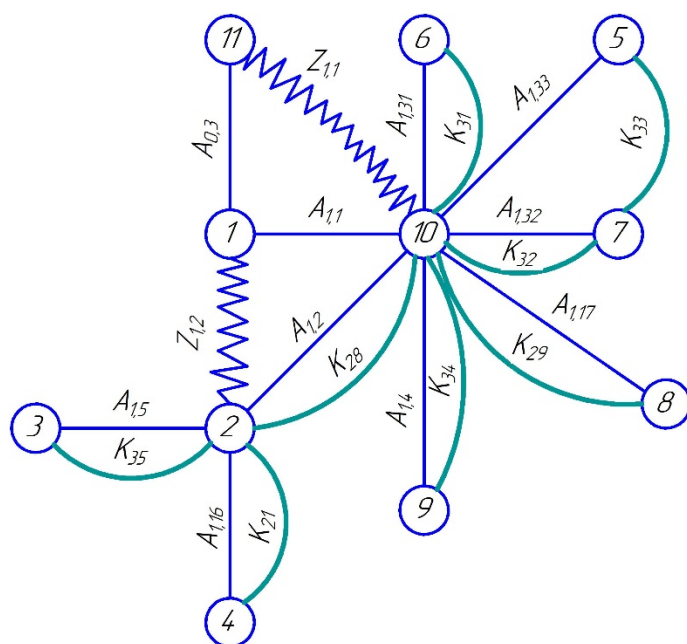


Рисунок 1.11 – Граф технологической цепи

1.7 Расчет минимальных припусков на обработку

Для определения минимального припуска на обработку могут быть записаны в следующем виде [3, ст. 47]:

- припуск на диаметр при обработке поверхностей вращения:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (1.7.1)$$

- припуск на диаметр при обработке плоскости:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.7.2)$$

где: Rz_{i-1} – шероховатость на предшествующем технологическом переходе, мм;

h_{i-1} – величина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе, мм;

ρ_{i-1} – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

ε_i – погрешность базирования на выполняемом переходе, мм.

Минимальные припуски на обработку плоскости:

$$z_{1.1 \min} = 0,6 \text{ мм};$$

$$z_{1.2 \min} = 0,5 \text{ мм};$$

$$z_{1.3 \min} = 0,6 \text{ мм};$$

$$z_{1.4 \min} = 0,8 \text{ мм};$$

$$z_{D1.5 \min} = 0,26 \text{ мм};$$

$$z_{D1.6 \min} = 0,25 \text{ мм};$$

$$z_{D1.7 \min} = 0,14 \text{ мм};$$

$$z_{D1.8 \min} = 0,25 \text{ мм};$$

$$z_{D1.9 \min} = 0,14 \text{ мм};$$

$$z_{D1.10 \min} = 0,27 \text{ мм};$$

$$z_{1.11 \min} = 0,51 \text{ мм};$$

$$z_{1.12 \min} = 0,55 \text{ мм};$$

$$z_{D1.13 \min} = 0,25 \text{ мм}.$$

1.8 Расчет допусков, припусков и технологических размеров

1.8.1 Допуски на технологические размеры

Допуски технологических размеров определяется по формуле [3, ст. 39]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{pi} + \varepsilon_{\sigma i} \quad (1.8.1)$$

где: ω_{ci} – статическая погрешность, мм;

ρ_{pi} – пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм;

$\varepsilon_{\sigma i}$ – погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{0.1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{0.2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{0.3} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.1} = \omega_{c1.1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.2} = \omega_{c1.2} + \rho_{p1.2} + \varepsilon_{\sigma 1.1} = 0,31 \text{ мм};$$

$$TA_{1.3} = \omega_{c1.3} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_{c1.4} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5} = \omega_{c1.5} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.6} = \omega_{c1.6} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.7} = \omega_{c1.7} + \rho_{p1.7} = 0,22 \text{ мм};$$

$$TA_{1.8} = \omega_{c1.8} + \rho_{p1.8} = 0,22 \text{ мм};$$

$$TA_{1.9} = \omega_{c1.9} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.10} = \omega_{c1.10} = 0,12 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
TA_{1,11} &= \omega_{c1.11} + \rho_{p1.11} + \varepsilon_{\sigma1.11} = 0,32 \text{ мм}; \\
TA_{1,12} &= \omega_{c1.12} + \rho_{p1.12} = 0,22 \text{ мм}; \\
TA_{1,13} &= \omega_{c1.13} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,14} &= \omega_{c1.14} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,15} &= \omega_{c1.15} + \rho_{p1.15} + \varepsilon_{\sigma1.15} = 0,32 \text{ мм}; \\
TA_{1,16} &= \omega_{c1.16} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,17} &= \omega_{c1.17} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,18} &= \omega_{c1.18} + \rho_{p1.18} + \varepsilon_{\sigma1.18} = 0,31 \text{ мм}; \\
TA_{1,19} &= \omega_{c1.19} = 0,2 \text{ мм}; \\
TA_{1,20} &= \omega_{c1.20} + \rho_{p1.20} + \varepsilon_{\sigma1.20} = 0,31 \text{ мм}; \\
TA_{1,21} &= \omega_{c1.21} + \rho_{p1.21} + \varepsilon_{\sigma1.21} = 0,22 \text{ мм}; \\
TA_{1,21} &= \omega_{c1.21} + \rho_{p1.21} + \varepsilon_{\sigma1.21} = 0,26 \text{ мм}; \\
TA_{1,23} &= \omega_{c1.23} = 0,04 \text{ мм}; \\
TA_{1,24} &= \omega_{c1.24} + \rho_{p1.24} = 0,14 \text{ мм}; \\
TA_{1,25} &= \omega_{c1.25} + \rho_{p1.25} + \varepsilon_{\sigma1.25} = 0,24 \text{ мм}; \\
TA_{1,26} &= \omega_{c1.26} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,27} &= \omega_{c1.27} + \rho_{p1.27} = 0,14 \text{ мм}; \\
TA_{1,28} &= \omega_{c1.28} + \rho_{p1.28} = 0,14 \text{ мм}; \\
TA_{1,29} &= \omega_{c1.29} = 0,12 \text{ мм}; \\
TA_{1,30} &= \omega_{c1.30} + \rho_{p1.30} = 0,14 \text{ мм}; \\
TA_{1,31} &= \omega_{c1.31} + \rho_{p1.31} + \varepsilon_{\sigma1.31} = 0,17 \text{ мм}; \\
TA_{1,32} &= \omega_{c1.32} + \rho_{p1.32} + \varepsilon_{\sigma1.32} = 0,16 \text{ мм}; \\
TA_{1,33} &= \omega_{c1.33} + \rho_{p1.33} + \varepsilon_{\sigma1.33} = 0,17 \text{ мм};
\end{aligned}$$

$$TD_{1.1} = 0,27 \text{ мм};$$

$$TD_{1.2} = 0,018 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TD_{1.4} = 0,07 \text{ мм};$$

$$TD_{1.5} = 0,022 \text{ мм};$$

$$TD_{1.6} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TD_{1.7} = 0,07 \text{ мм};$$

$$TD_{1.8} = 0,022 \text{ мм};$$

$$TD_{1.9} = 0,027 \text{ мм};$$

$$TD_{1.10} = 0,018 \text{ мм};$$

$$TD_{1.11} = 0,09 \text{ мм};$$

$$TD_{1.12} = 0,036 \text{ мм}.$$

1.8.2 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = (65) - 0,74 = 0,74 \text{ мм};$$

$$TK_2 = (16,35) - 0,43 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_3 = (32,3) + 0,62 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_4 = (50) - 0,62 = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_5 = (14,5) - 0,43 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_6 = (27,5) \pm 0,01 = 0,02 \text{ мм};$$

$$TK_7^D = (16)_{+0,01}^{+0,03} = 0,02 \text{ мм};$$

$$TK_8 = (14,5) - 0,43 = 0,43 \text{ мм};$$

$$\begin{aligned}
TK_9 &= (16)_{+0,01}^{+0,03} = 0,02 \text{ мм}; \\
TK_{10} &= (27) + 0,52 = 0,52 \text{ мм}; \\
TK_{11} &= (18,5) + 0,52 = 0,52 \text{ мм}; \\
TK_{12} &= (19) + 0,52 = 0,52 \text{ мм}; \\
TK_{13} &= (17,5) + 0,43 = 0,43 \text{ мм}; \\
TK_{14}^D &= (10)_{+0,03}^{+0,05} = 0,02 \text{ мм}; \\
TK_{15}^D &= (10)_{+0,03}^{+0,05} = 0,02 \text{ мм}; \\
TK_{16} &= (13,9) - 0,43 = 0,43 \text{ мм}; \\
TK_{17} &= (12) + 0,05 = 0,05 \text{ мм}; \\
TK_{18} &= (13,9) - 0,43 = 0,43 \text{ мм}; \\
TK_{19} &= (4,5) + 0,3 = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{20} &= (5,8) - 0,3 = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{21} &= (5,2) + 0,3 = 0,3 \text{ мм}; \\
TK_{22} &= (2) - 0,25 = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{23}^D &= (6) + 0,12 = 0,12 \text{ мм}; \\
TK_{24} &= (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{25} &= (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{26} &= (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{27} &= (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм}; \\
TK_{28} &= (44) - 0,62 = 0,62 \text{ мм}; \\
TK_{29} &= (6,5) + 0,36 = 0,36 \text{ мм}; \\
TK_{30} &= (6,5) + 0,36 = 0,36 \text{ мм}; \\
TK_{31} &= (22) - 0,52 = 0,52 \text{ мм};
\end{aligned}$$

$$TK_{32} = (11,5) - 0,43 = 0,43 \text{ мм};$$

$$TK_{33} = (21) \pm 0,01 = 0,02 \text{ мм};$$

$$TK_{34} = (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{35} = (1,5) + 0,25 = 0,25 \text{ мм}.$$

1.8.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума – минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

1.Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (Рисунок 1.12).

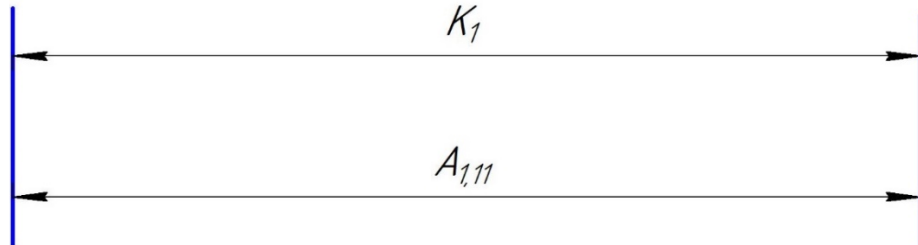


Рисунок 1.12 – Размерная цепь для размера K_1

$TK_1 = 0,74 \text{ мм}; TA_{1,11} = 0,32 \text{ мм};$ размер K_1 выдерживается.

2.Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (Рисунок 1.13).

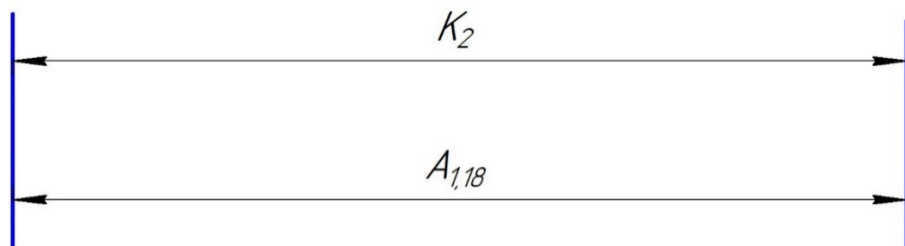


Рисунок 1.13 – Размерная цепь для размера K_2

$TK_2 = 0,43 \text{ мм}; TA_{1,18} = 0,31 \text{ мм};$ размер K_2 выдерживается.

3.Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (Рисунок 1.14).

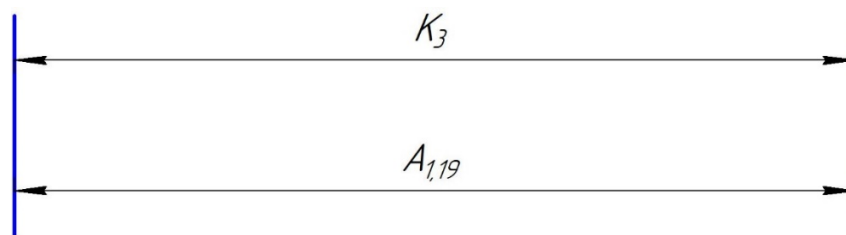


Рисунок 1.14 – Размерная цепь для размера K_3

$TK_3 = 0,62$ мм; $TA_{1.19} = 0,2$ мм; размер K_3 выдерживается.

4.Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (Рисунок 1.15).

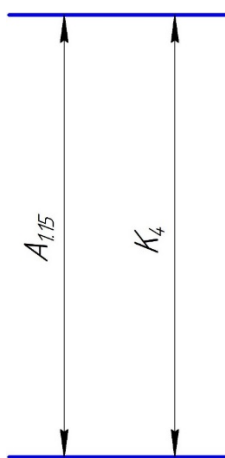


Рисунок 1.15 – Размерная цепь для размера K_4

$TK_4 = 0,62$ мм; $TA_{1.15} = 0,32$ мм; размер K_4 выдерживается.

5.Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (Рисунок 1.16).

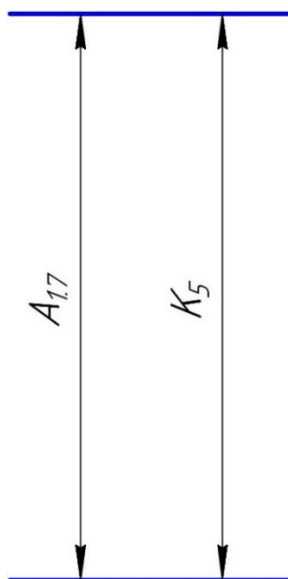


Рисунок 1.16 – Размерная цепь для размера K_5

$TK_5 = 0,43 \text{ мм}$; $TA_{1.7} = 0,22 \text{ мм}$; размер K_5 выдерживается.

6.Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (Рисунок 1.17).

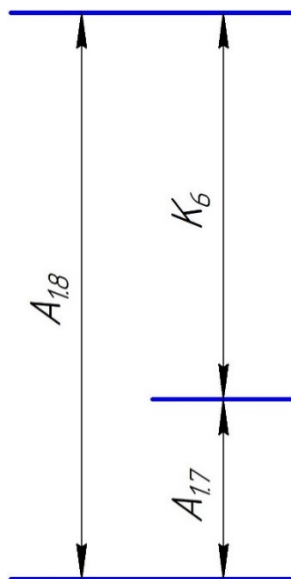


Рисунок 1.17 – Размерная цепь для размера K_6

$TK_6 = 0,02 \text{ мм}$; размер K_6 выдерживается(явление компенсаций погрешности).

7.Рассмотрим размерную цепь для размера K_7^D (Рисунок 1.18).

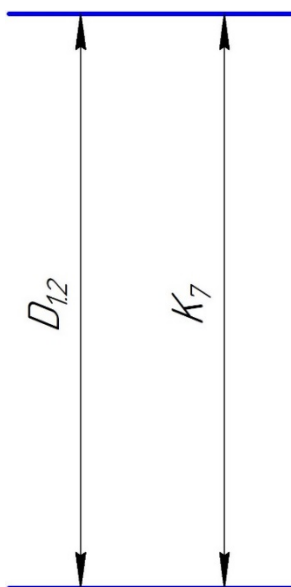


Рисунок 1.18 – Размерная цепь для размера K_7

$TK_7^D = 0,02 \text{ мм}$; $TD_{1.2} = 0,018 \text{ мм}$; размер TK_7^D выдерживается.

8.Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (Рисунок 1.19).

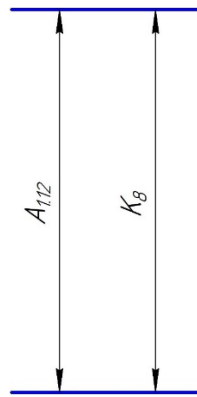


Рисунок 1.19 – Размерная цепь для размера K_8

$TK_8=0,43$ мм; $TA_{1.12} = 0,22$ мм; размер K_8 выдерживается.

9.Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (Рисунок 1.20)

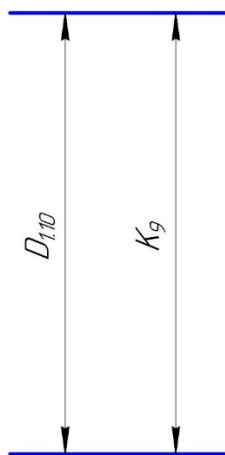


Рисунок 1.20 – Размерная цепь для размера K_9

$TK_9=0,02$ мм; $TD_{1.10} = 0,018$ мм; размер K_9 выдерживается.

10.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (Рисунок 1.21)

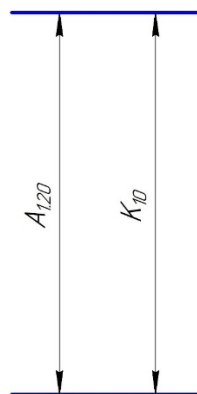


Рисунок 1.21 – Размерная цепь для размера K_{10}

$TK_{10}=0,52$ мм; $TA_{1.20}=0,31$ мм; размер K_{10} выдерживается.

11.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (Рисунок 1.22)

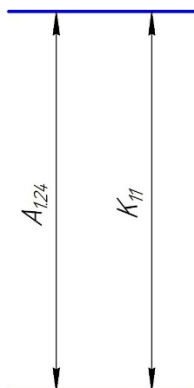


Рисунок 1.22 – Размерная цепь для размера K_{11}

$TK_{11}=0,52$ мм; $TA_{1.24}=0,14$ мм; размер K_{11} выдерживается.

12.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{12} (Рисунок 1.23)

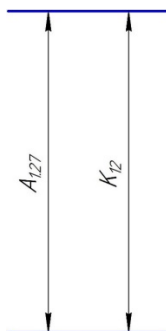


Рисунок 1.23 – Размерная цепь для размера K_{12}

$TK_{12}=0,52$ мм; $TA_{1.27}=0,14$ мм; размер K_{12} выдерживается.

13.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{13} (Рисунок 1.24)

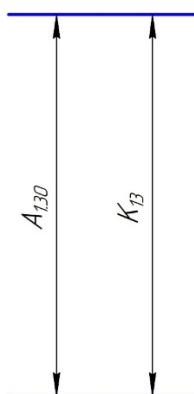


Рисунок 1.24 – Размерная цепь для размера K_{13}

$TK_{13}=0,43$ мм; $TA_{1.30}=0,14$ мм; размер K_{13} выдерживается.

14.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{14}^D (Рисунок 1.25)

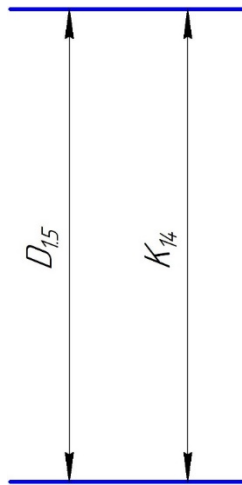


Рисунок 1.25 – Размерная цепь для размера

K_{14} $TK_{14}=0,02$ мм; $TD_{1.5}=0,018$ мм; размер K_{14}

выдерживается. 15.Рассмотрим размерную цепь для размера

K_{15} (Рисунок 1.26)

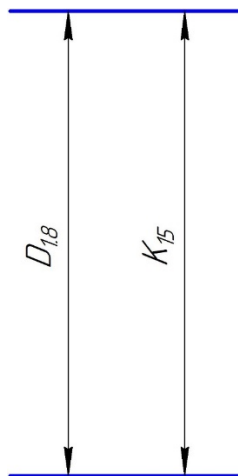


Рисунок 1.26 – Размерная цепь для размера K_{15}

$TK_{15}^D=0,02$ мм; $TD_{1.8}=0,018$ мм; размер K_{15}^D выдерживается.

16.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{16} (Рисунок 1.27)

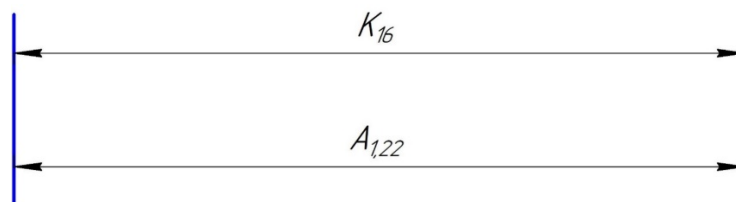


Рисунок 1.27 – Размерная цепь для размера K_{16}

$TK_{16}=0,43$ мм; $TA_{1,22}=0,26$ мм; размер K_{16} выдерживается.

17.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{17} (Рисунок 1.28)

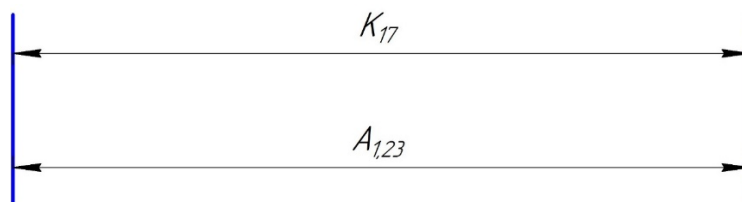


Рисунок 1.28 – Размерная цепь для размера K_{17}

$TK_{17}=0,05$ мм; $TA_{1,23}=0,04$ мм; размер K_{17} выдерживается.

18.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{18} (Рисунок 1.29)

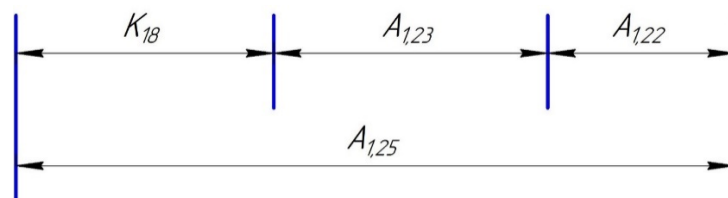


Рисунок 1.29 – размерную цепь для размера K_{18}

$TK_{18}=0,43$ мм; $\sqrt{TA_{1,22}^2 + TA_{1,23}^2 + TA_{1,25}^2}=0,37$ мм; размер K_{17} выдерживается.

19.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{19} (Рисунок 1.30)

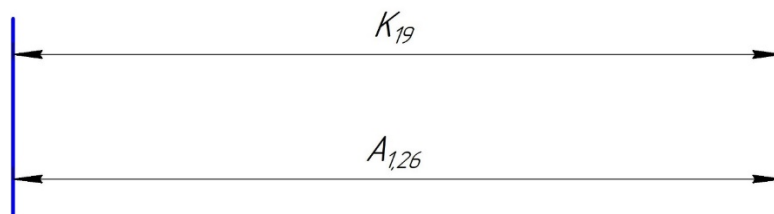


Рисунок 1.30 – Размерная цепь для размера K_{19}

$TK_{19}=0,3$ мм; $TA_{1,26}=0,12$ мм; размер K_{19} выдерживается.

20.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{20} (Рисунок 1.31)

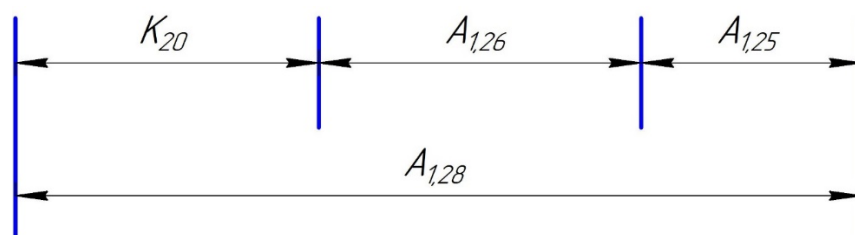


Рисунок 1.31 – Размерная цепь для размера K_{20}

$TK_{20}=0,3$ мм; $\sqrt{TA_{1.25}^2 + TA_{1.26}^2 + TA_{1.28}^2} = 0,29$ мм; размер K_{20} выдерживается.

21.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{21} (Рисунок 1.32)

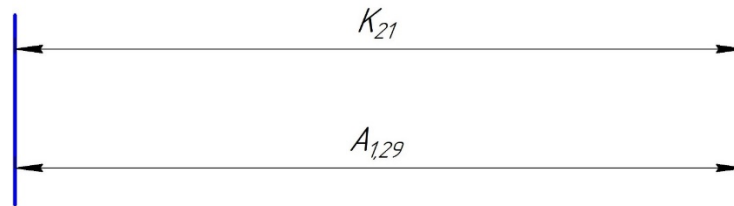


Рисунок 1.32 – Размерная цепь для размера K_{21}

$TK_{21}=0,3$ мм; $TA_{1.29}=0,12$ мм; размер K_{21} выдерживается.

22.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{22} (Рисунок 1.33)

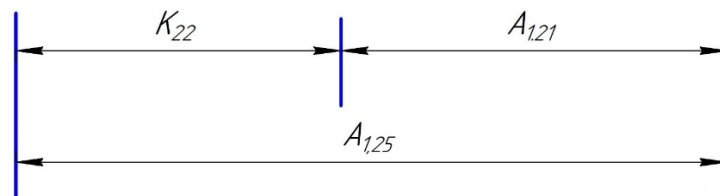


Рисунок 1.33 – Размерная цепь для размера K_{22}

$TK_{22}=0,25$ мм; $\sqrt{TA_{1.21}^2 + TA_{1.25}^2} = 0,247$ мм; размер K_{22} выдерживается.

23.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{23} (Рисунок 1.34)

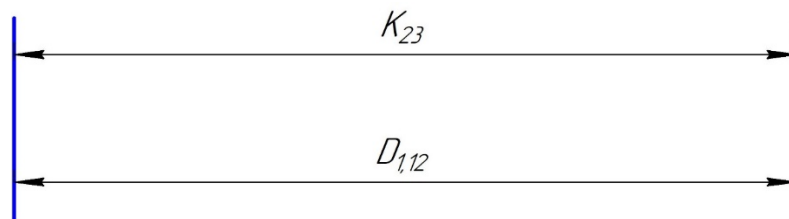


Рисунок 1.34 – Размерная цепь для размера K_{23}

$TK_{23}^D=0,12$ мм; $TD_{1.12}=0,036$ мм; размер K_{23} выдерживается.

24.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{24} (Рисунок 1.35)

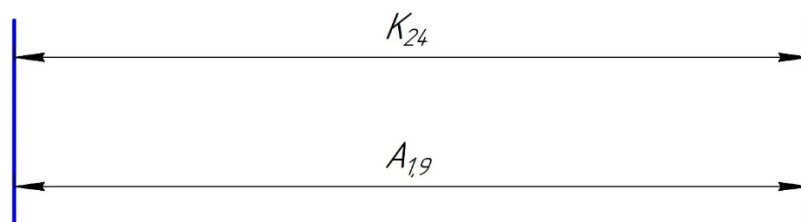


Рисунок 1.35 – Размерная цепь для размера K_{24}

$TK_{24}=0,25$ мм; $TA_{1,9}=0,12$ мм; размер K_{24} выдерживается.

25.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{25} (Рисунок 1.36)

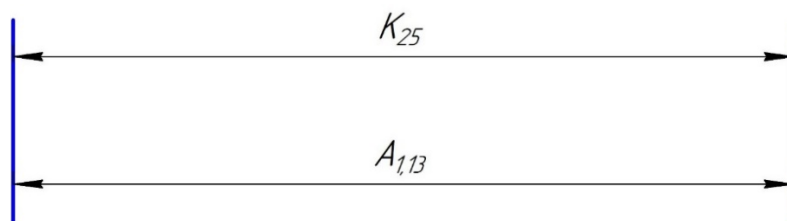


Рисунок 1.36 – Размерная цепь для размера K_{25}

$TK_{25}=0,25$ мм; $TA_{1,13}=0,12$ мм; размер K_{25} выдерживается.

26.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{26} (Рисунок 1.37)

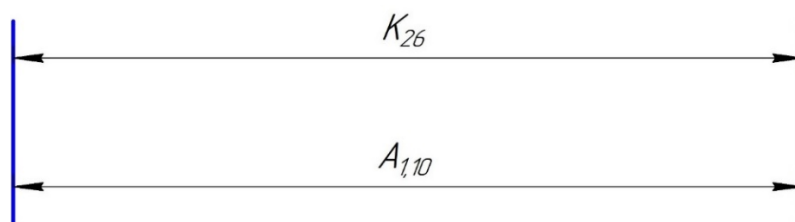


Рисунок 1.37 – Размерная цепь для размера K_{26}

$TK_{26}=0,25$ мм; $TA_{1,10}=0,12$ мм; размер K_{26} выдерживается.

27.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{27} (Рисунок 1.38)

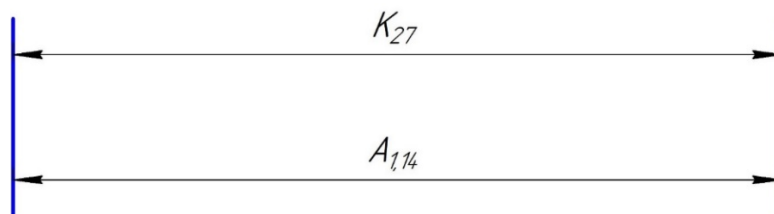


Рисунок 1.38 – Размерная цепь для размера K_{27}

$TK_{27}=0,25$ мм; $TA_{1,14}=0,12$ мм; размер K_{27} выдерживается.

28.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{28} (Рисунок 1.39)

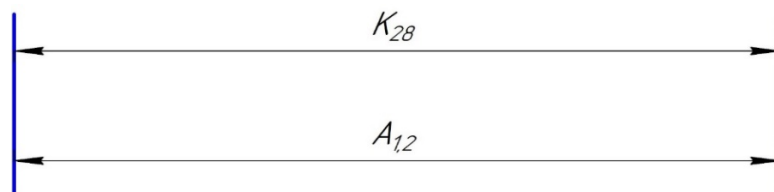


Рисунок 1.39 – Размерная цепь для размера K_{28}

$TK_{28}=0,62$ мм; $TA_{1.2}=0,31$ мм; размер K_{28} выдерживается.

29.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{29} (Рисунок 1.40)

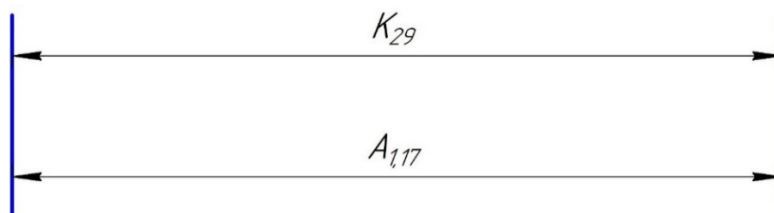


Рисунок 1.40 – Размерная цепь для размера K_{29}

$TK_{29}=0,36$ мм; $TA_{1.17}=0,12$ мм; размер K_{29} выдерживается.

30.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{30} (Рисунок 1.41)

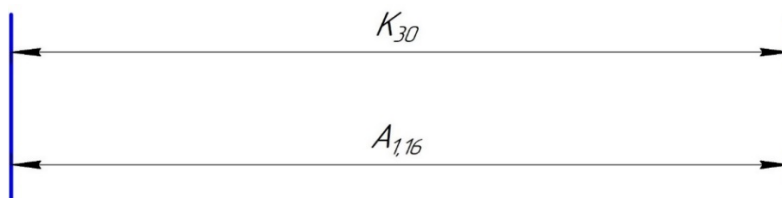


Рисунок 1.41 – Размерная цепь для размера K_{30}

$TK_{30}=0,36$ мм; $TA_{1.16}=0,12$ мм; размер K_{30} выдерживается.

31.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{31} (Рисунок 1.42)

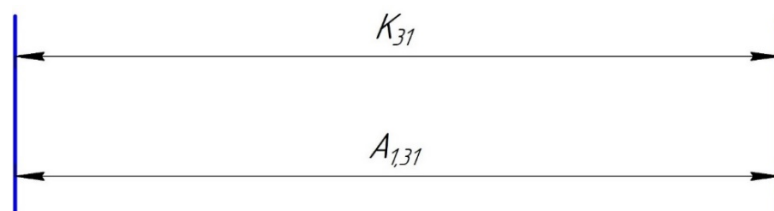


Рисунок 1.42 – Размерная цепь для размера K_{30}

$TK_{31}=0,52$ мм; $TA_{1.31}=0,17$ мм; размер K_{31} выдерживается.

32.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{32} (Рисунок 1.43)

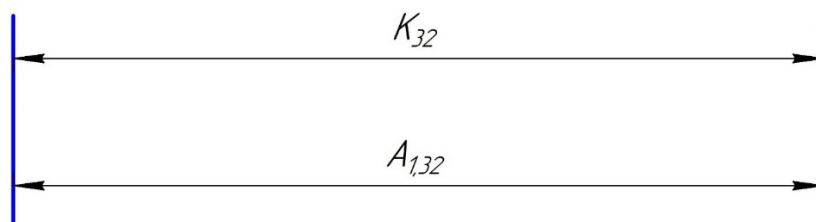


Рисунок 1.43 – Размерная цепь для размера K_{32}

$TK_{32}=0,43$ мм; $TA_{1.32}=0,16$ мм; размер K_{32} выдерживается.

33.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{33} (Рисунок 1.44)

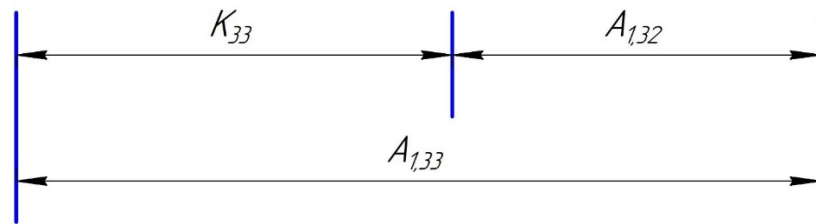


Рисунок 1.44 – Размерная цепь для размера K_{32}

$TK_{33}=0,02$ мм; $\sqrt{TA_{1.32}^2 + TA_{1.33}^2}=0,23$ мм; размер K_{32} не выдерживается(явление компенсаций погрешности).

34.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{34} (Рисунок 1.45)

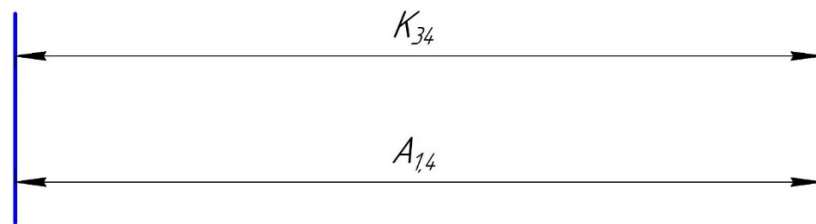


Рисунок 1.45 – Размерная цепь для размера K_{34}

$TK_{34}=0,25$ мм; $TA_{1.4}=0,12$ мм; размер K_{34} выдерживается.

35.Рассмотрим размерную цепь для размера K_{35} (Рисунок 1.46)

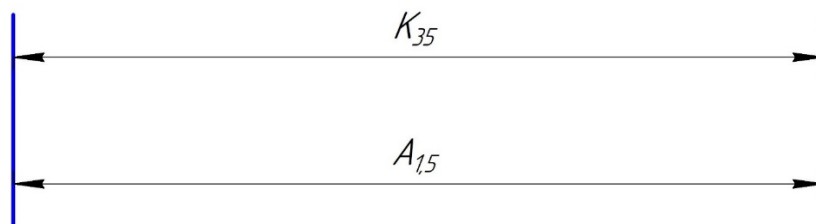


Рисунок 1.46 – Размерная цепь для размера K_{35}

$TK_{35}=0,25$ мм; $TA_{1.5}=0,12$ мм; размер K_{35} выдерживается.

1.8.4 Расчёт технологических размеров

Расчет технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.

1.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.11}$ (Рисунок 1.12)

$$A_{1.11}^{cp} = K_1^{cp} = 65^{+0,37} \text{ мм} = 65,37 \text{ мм};$$

$$A_{1.11} = 65,37 \pm 0,16 \text{ мм};$$

2.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.18}$ (Рисунок 1.13)

$$A_{1.18}^{cp} = K_2^{cp} = 16,3^{+0,37} \text{ мм} = 16,135 \text{ мм};$$

$$A_{1.18} = 16,135 \pm 0,155 \text{ мм} = 16,3_{-0,31} \text{ мм};$$

3.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.19}$ (Рисунок 1.14)

$$A_{1.19}^{min} = K_3^{min} = 32,3 \text{ мм};$$

$$A_{1.19} = 32,3^{+0,2} \text{ мм};$$

4.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.15}$ (Рисунок 1.15)

$$A_{1.15}^{cp} = K_4^{cp} = 50^{+0,31} \text{ мм} = 50,31 \text{ мм};$$

$$A_{1.15} = 50,31 \pm 0,16 \text{ мм};$$

5.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.7}$ (Рисунок 1.16)

$$A_{1.7}^{cp} = K_5^{cp} = 14,5^{+0,215} \text{ мм} = 14,715 \text{ мм};$$

$$A_{1.7} = 14,715 \pm 0,11 \text{ мм} \approx 14,6^{+0,22} \text{ мм};$$

6.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.8}$ (Рисунок 1.17)

$$A_{1.8}^{cp} = K_6^{cp} + A_{1.7}^{cp} = 27,5 + 14,715 \text{ мм} = 32,215 \text{ мм};$$

$$A_{1.8} = 32,215 \pm 0,11 \text{ мм} \approx 32,2 \pm 0,11 \text{ мм};$$

7.Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.2}$ (Рисунок 1.18)

$$D_{1.2}^{cp} = K_7^{cp} = 16,02 \text{ мм};$$

$$D_{1.2}=16.02\pm0,009 \text{ мм} \approx 16,03_{-0,018} \text{ мм};$$

8.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.12}$ (Рисунок 1.19)

$$A_{1.12}^{\text{cp}} = K_8^{\text{cp}} = 14,5^{+0,215} \text{ мм}=14,715 \text{ мм};$$

$$A_{1.12}=14,715\pm0,11 \text{ мм} \approx 14,6^{+0,22} \text{ мм};$$

9.Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.10}$ (Рисунок 1.20)

$$D_{1.10}^{\text{cp}} = K_9^{\text{cp}} = 16,02 \text{ мм};$$

$$D_{1.10}=16.02 \pm 0,009 \text{ мм} \approx 16,03_{-0,018} \text{ мм};$$

10.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.20}$ (Рисунок 1.21)

$$A_{1.20}^{\text{cp}} = K_{10}^{\text{cp}} = 27^{+0,26} \text{ мм}=27,26 \text{ мм};$$

$$A_{1.20}=27,26\pm0,155 \text{ мм} \approx 27,4_{-0,31} \text{ мм};$$

11.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.24}$ (Рисунок 1.22)

$$A_{1.24}^{\text{cp}} = K_{11}^{\text{cp}} = 18,5^{+0,26} \text{ мм}=18,76 \text{ мм};$$

$$A_{1.24}=18,76\pm0,07 \text{ мм}=18,69^{+0,14} \text{ мм};$$

12.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.27}$ (Рисунок 1.23)

$$A_{1.27}^{\text{cp}} = K_{12}^{\text{cp}} = 19^{+0,26} \text{ мм}=19,26 \text{ мм};$$

$$A_{1.27}=19.26\pm0,07 \text{ мм}=19,19^{+0,14} \text{ мм};$$

13.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.30}$ (Рисунок 1.24)

$$A_{1.30}^{\text{cp}} = K_{13}^{\text{cp}} = 17,5^{+0,215} \text{ мм}=17,715 \text{ мм};$$

$$A_{1.30}=17,715\pm0,07 \text{ мм}\approx 17,6^{+0,14} \text{ мм};$$

14,Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.5}$ (Рисунок 1.25)

$$D_{1.5}^{\text{cp}} = K_{14}^{\text{cp}} = 10,02 \text{ мм};$$

$$D_{1.5}=10,02\pm0,009 \text{ мм}=10,029_{-0,018} \text{ мм} \approx 10,03_{-0,018} \text{ мм};$$

15.Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.8}$ (Рисунок 1.26)

$$D_{1.8}^{cp} = K_{15}^{cp} = 10,02 \text{ мм};$$

$$D_{1.8}=10,02\pm0,009 \text{ мм}=10,029_{-0,018} \text{ мм} \approx 10,03_{-0,018} \text{ мм};$$

16.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.22}$ (Рисунок 1.27)

$$A_{1.22}^{cp} = K_{15}^{cp} = 13,9_{-0,215} \text{ мм} = 13,685 \text{ мм};$$

$$A_{1.22}=13,685\pm0,13 \text{ мм} \approx 13,9_{-0,26} \text{ мм};$$

17.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.23}$ (Рисунок 1.28)

$$A_{1.23}^{cp} = K_{17}^{cp} = 12^{+0,025} \text{ мм} = 12,025 \text{ мм};$$

$$A_{1.23}=12,025\pm0,02 \text{ мм} \approx 12,05_{-0,04} \text{ мм};$$

18.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.25}$ (Рисунок 1.29)

$$A_{1.25}^{min} = K_{18}^{min} + A_{1.23}^{min} + A_{1.22}^{min} = (13,685 + 12,125 + 13,685) \text{ мм} = 39,495 \text{ мм};$$

$$A_{1.25}=39,7^{+0,24} \text{ мм};$$

19.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.26}$ (Рисунок 1.30)

$$A_{1.26}^{min} = K_{19}^{min} = 4,3 \text{ мм};$$

$$A_{1.26}= 4,3^{+0,12} \text{ мм};$$

20.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.28}$ (Рисунок 1.31)

$$A_{1.28}^{cp} = K_{20}^{cp} + A_{1.26}^{cp} + A_{1.25}^{cp} = (5,65 + 39,395 + 4,45) \text{ мм} = 49,495 \text{ мм};$$

$$A_{1.28}=49.495\pm0,07 \text{ мм}=48,495_{-0,14} \text{ мм} \approx 49,6_{-0,14} \text{ мм};$$

21.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.29}$ (Рисунок 1.32)

$$A_{1.29}^{min} = K_{21}^{min} = 5,2 \text{ мм};$$

$$A_{1.29}=5,2^{+0,12} \text{ мм};$$

22.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.21}$ (Рисунок 1.33)

$$A_{1.21}^{cp} = A_{1.25}^{cp} - K_{22}^{cp} = (39,395 - 1,857) \text{ мм} = 37,52 \text{ мм};$$

$$A_{1.21}=37,52\pm0,085 \text{ мм} = 37,605_{-0,17} \text{ мм} \approx 37,6_{-0,17} \text{ мм};$$

23.Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.12}$ (Рисунок 1.34)

$$D_{1.12}^{min} = K_{23}^{min} = 6 \text{ мм};$$

$$D_{1.12} = 6^{+0,12} \text{ мм};$$

24.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.9}$ (Рисунок 1.35)

$$A_{1.9}^{min} = K_{24}^{min} = 1,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.9} = 1,5^{+0,12} \text{ мм};$$

25.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.13}$ (Рисунок 1.36)

$$A_{1.13}^{min} = K_{25}^{min} = 1,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.13} = 1,5^{+0,12} \text{ мм};$$

26.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.10}$ (Рисунок 1.37)

$$A_{1.10}^{min} = K_{26}^{min} = 1,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.10} = 1,5^{+0,12} \text{ мм};$$

27.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.14}$ (Рисунок 1.38)

$$A_{1.14}^{min} = K_{27}^{min} = 1,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.14} = 1,5^{+0,12} \text{ мм};$$

28.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.2}$ (Рисунок 1.39)

$$A_{1.2}^{max} = K_{28}^{max} = 44 \text{ мм};$$

$$A_{1.2} = 44_{-0,31} \text{ мм};$$

29.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.17}$ (Рисунок 1.40)

$$A_{1.17}^{min} = K_{29}^{min} = 6,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.17} = 6,5^{+0,12} \text{ мм};$$

30.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.16}$ (Рисунок 1.41)

$$A_{1.16}^{min} = K_{30}^{min} = 6,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.16}=6,5^{+0,12} \text{ мм};$$

31.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.31}$ (Рисунок 1.42)

$$A_{1.31}^{cp} = K_{31}^{cp} = 22_{-0,26} \text{ мм} = 21,74 \text{ мм};$$

$$A_{1.31}=21,74\pm0,085 \text{ мм}=21,825_{-0,17} \text{ мм} \approx 21,9_{-0,17} \text{ мм};$$

32.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.32}$ (Рисунок 1.43)

$$A_{1.32}^{max} = K_{32}^{max} = 11,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.32}= 11,5_{-0,16} \text{ мм};$$

33.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.33}$ (Рисунок 1.44)

$$A_{1.33}^{min} = K_{33}^{min} + A_{1.32}^{min} = (21,99 + 11,42) \text{ мм} = 32,41 \text{ мм};$$

$$A_{1.33}=32,41^{+0,16} \text{ мм};$$

34.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.4}$ (Рисунок 1.45)

$$A_{1.4}^{min} = K_{34}^{min} = 2 \text{ мм};$$

$$A_{1.4}=2^{+0,12} \text{ мм};$$

35.Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5}$ (Рисунок 1.46)

$$A_{1.4}^{min} = K_{34}^{min} = 2 \text{ мм};$$

$$A_{1.4}=2^{+0,12} \text{ мм};$$

36.Рассмотрим размерную цепь для размеров $A_{0.1}$ и $A_{1.6}$ (Рисунок 1.47)

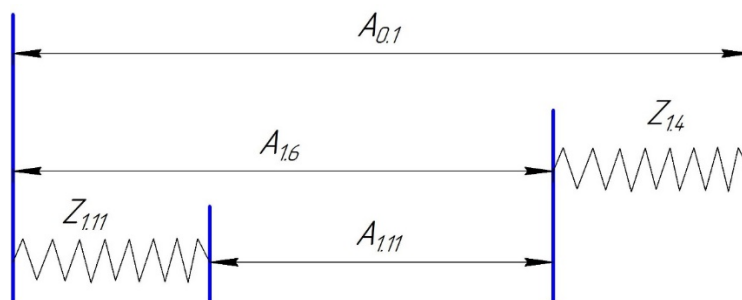


Рисунок 1.47 – Размерная цепь для размера $Z_{1.11}$

$$A_{1.6}^{min} = A_{1.11}^{min} + Z_{1.11}^{min} = (65,21 + 0,51) \text{ мм} = 65,72 \text{ мм};$$

$$A_{1.6}=65,72^{+0,2} \text{ мм};$$

$$A_{0.1}^{min} = A_{1.6}^{min} + Z_{1.4}^{min} = (65,72 + 0,8) \text{ мм} = 66,52 \text{ мм};$$

$$A_{1.6}=66,52^{+0,2} \text{ мм};$$

37.Рассмотрим размерную цепь для размеров $A_{0.2}$ и $A_{1.3}$ (Рисунок 1.48)

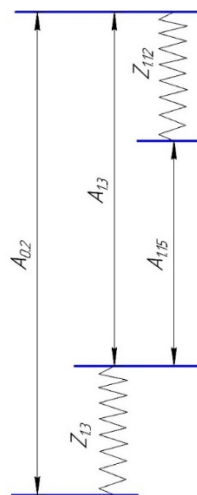


Рисунок 1.48 – Размерная цепь для размера $Z_{1,12}$

$$A_{1.3}^{min} = A_{1.15}^{min} + Z_{1.12}^{min} = (50,15 + 0,55) \text{ мм} = 50,7 \text{ мм};$$

$$A_{1.3}=A_{1.6}=50,7^{+0,2} \text{ мм};$$

$$A_{0.2}^{min} = A_{1.3}^{min} + Z_{1.3}^{min} = (50,7 + 0,6) \text{ мм} = 51,3 \text{ мм};$$

$$A_{0.2}=51,3^{+0,2} \text{ мм};$$

38.Рассмотрим размерную цепь для размеров $A_{0.3}$ и $A_{1.1}$ (Рисунок 1.49)

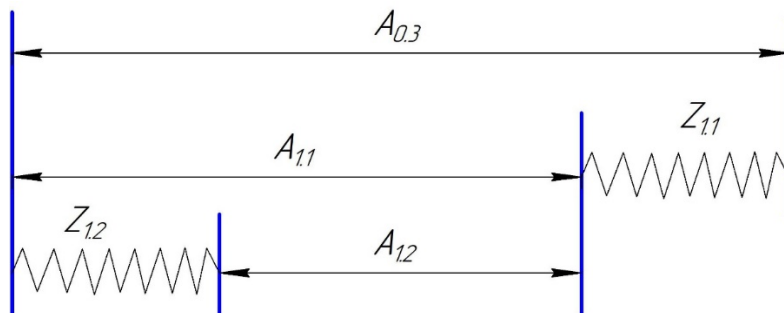


Рисунок 1.49 – Размерная цепь для размера $Z_{1,2}$

$$A_{1.1}^{min} = A_{1.2}^{min} + Z_{1.2}^{min} = (43,69 + 0,5) \text{ мм} = 44,19 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}=44,19^{+0,2} \text{ мм};$$

$$A_{0.3}^{min} = A_{1.1}^{min} + Z_{1.1}^{min} = (44,19 + 0,6) \text{ мм} = 44,79 \text{ мм};$$

$$A_{0.3} = 44,79^{+0,2} \text{ мм};$$

39.Рассмотрим размерную цепь для размеров $D_{1.1}$ и $D_{1.9}$ (Рисунок 1.50)

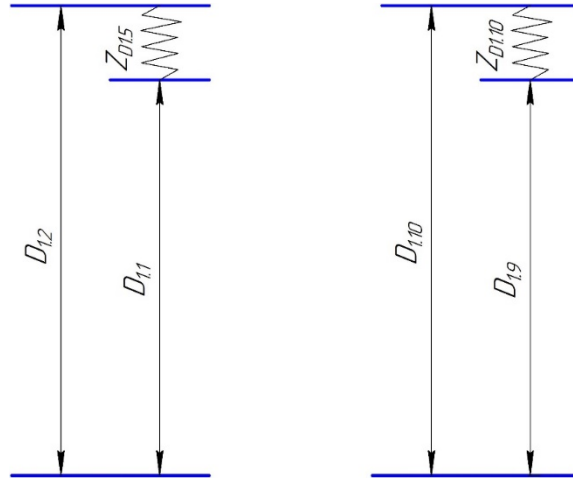


Рисунок 1.50 – Размерная цепь для размера $Z_{D1.5}$

$$D_{1.1}^{min} = D_{1.2}^{min} - Z_{D1.5}^{min} = (16,012 - 0,26) \text{ мм} \approx 15,75 \text{ мм};$$

$$D_{1.1} = 15,75^{+0,27} \text{ мм};$$

$$D_{1.9}^{min} = D_{1.10}^{min} - Z_{D1.10}^{min} = (16,012 - 0,26) \text{ мм} \approx 15,75 \text{ мм};$$

$$D_{1.9} = 15,75^{+0,27} \text{ мм};$$

40.Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.11}$ (Рисунок 1.51)

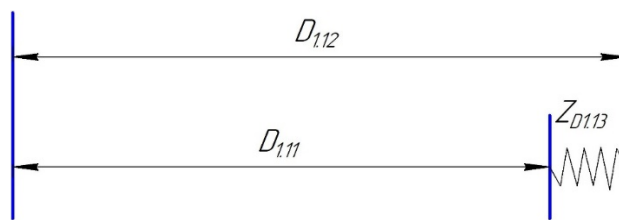


Рисунок 1.51 – Размерная цепь для размера $K_{D1.13}$

$$D_{1.11}^{min} = D_{1.12}^{min} - Z_{D1.13}^{min} = (5,91 - 0,25) \text{ мм} = 5,66 \text{ мм};$$

$$D_{1.11} = 5,66^{+0,09} \text{ мм};$$

41.Рассмотрим размерную цепь для размеров $D_{1.4}$, $D_{1.3}$ и $D_{1.7}$, $D_{1.6}$ (Рисунок 1.52)

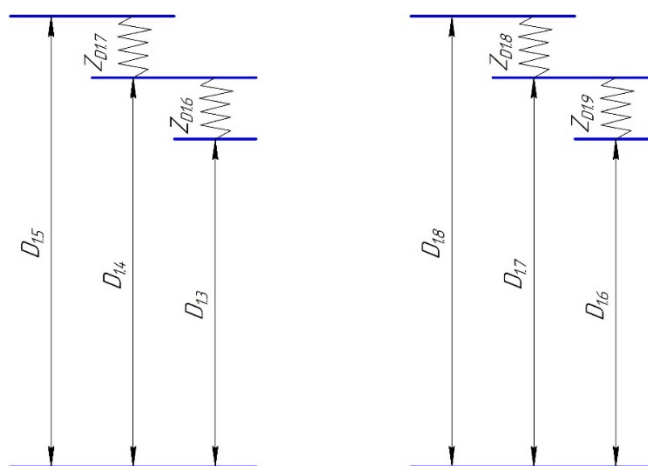


Рисунок 1.52 – размерная цепь для размера $K_{D1,6}$

$$D_{1.4}^{m.in} = D_{1.5}^{m.in} - Z_{D_{1.7}}^{m.in} \approx 9,76 \text{ мм};$$

$$D_{1.4} = 9,76^{+0,02} \text{ мм};$$

$$D_{1.3}^{m.in} = D_{1.4}^{m.in} - Z_{D_{1.6}}^{m.in} \approx 9,51 \text{ мм};$$

$$D_{1.3} = 9,51^{+0,18} \text{ мм};$$

$$D_{1.7}^{m.in} = D_{1.8}^{m.in} - Z_{D_{1.8}}^{m.in} \approx 9,76 \text{ мм};$$

$$D_{1.7} = 9,76^{+0,02} \text{ мм};$$

$$D_{1.6}^{m.in} = D_{1.7}^{m.in} - Z_{D_{1.9}}^{m.in} \approx 9,51 \text{ мм};$$

$$D_{1.6} = 9,51^{+0,18} \text{ мм}.$$

1.9 Выбор средств технологического оснащения

В данном технологическом процессе имеются три фрезерных операций и три сверлильные операции.

Для всех операций выберем вертикально-фрезерный станок 6Т12 (Рисунок 1.53).



Рисунок 1.53 – Вертикально-фрезерный станок 6Т12

Технические характеристики вертикально-фрезерного станка с ЧПУ Haas TM-1P приведены в таблице 1.9.1:

Таблица 1.2 – Технические характеристики станка

Максимальное перемещение по оси X, мм	800
Максимальное перемещение по оси Y, мм	320
Максимальное перемещение по оси Z, мм	420
Длина стола, мм	1250

Продолжение таблицы 1.2

Ширина стола, мм	320
Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	450
Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм	30
Максимальная нагрузка на стол (равном. Распределенная), кг	400
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	1600
Максимальная мощность шпинделя, кВт	7,5
Точность позиционирования, мм	$\pm 0,01$
Угол поворота шпиндельной головки в продольной плоскости, град	± 45
Габариты станка, мм	2280x1965x2265
Ориентировочная масса станка (зависит от комплектации), кг	3250

1.10 Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента и его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

- глубина резания;

- подача;
- скорость резания.

Далее рассчитываются:

- число оборотов;
- фактическая скорость резания;
- главные составляющие силы резания;
- мощность резания;
- мощность главного привода движения;
- проверка по мощности.

Заготовительная операция 05:

(Переход A_{0.1}, A_{0.2}, A_{0.3} получить заготовку).

1. Подача на зубьев по таблице: $s = 0,04 \dots 0,07 = 0,07$ мм/зуб;
2. Скорость резания $V = 21$ м/мин;
3. Период стойкости инструмента принимаем: $T = 30$ мин;
4. Минутная подача $S_m = 25$ мм/мин;
5. Ширина полотна $t = 3 \dots 5 = 5$ мм

10:Фрезеровать поверхность

1. Переход A1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.1}^{min} = 0.6$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s = 0.2$ мм/об;

Скорость резания при фрезеровании определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v \quad (1.10.1)$$

Значение коэффициента C_v и показателей степени применяется из таблицы 81 [2, с.407], а периода стойкости T из таблицы 82 [2, с.411].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания K_v :

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} ;$$

где: K_{mv} — коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{pv} — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} — коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0.9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2, с.407], заносим в таблице 1.3.

Таблице 1.3 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,6	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v = 40,9$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40.9}{3,14 \cdot 40} = 325,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном фрезеровании:

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^y n^w} K_{mp}, [\text{H}] \quad (1.10.2)$$

где: z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, об/мин.

Значения коэффициента C_p и показателей степени принимаются по таблице 83 [2, с.412], поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{mp} определяется по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

где: n – для стали и чугуна принимается по таблице 9 [2, с.362];

при фрезеровании $n=0,3$;

при сверлении, рассверливании и зенкерении $n=0,75$.

Так как сталь 40Х13 имеет прочность $\sigma_B = 1140 \text{ Н/мм}^2$,

$$K_{mp} = \left(\frac{1140}{750} \right)^{0,3} \approx 1,3$$

Величина остальных составляющих силы резания: горизонтальной (сила подачи) P_h , вертикальной P_v , радиальной P_y , осевой P_x устанавливаются из соотношения с главной составляющей P_z по таблице 84 [2, с.413].

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2, с.412], заносим в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z = 685,4 \text{ Н}$.

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, [\text{кВт}] \quad (1.10.3)$$

где: P_z – тангенциальная составляющая силы резания (совпадающая по направлению с вектором скорости резания), Н;

V – скорость резания, м/мин.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

2. Переход А1.2

2.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.2}^{\text{min}} = 0,5$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2, с.407], заносим в таблице 1.5.

Таблице 1.5 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,5	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=41,7$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 41,7}{3,14 \cdot 40} = 332,1 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

2.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.6.

Таблица 1.6 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685.4 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

3. Переход А1.3

3.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.3}^{min} = 0,6 \text{ мм}$;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2 \text{ мм/об}$;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v= 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.7.

Таблице 1.7 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,6	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=40,9 \text{ м/мин}$.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40,9}{3,14 \cdot 40} = 325,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

3.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.8.

Таблица 1.8 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z = 685,4 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

4. Переход А1.4

4.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = A_{1.4} = 2 \text{ мм}$;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s = 0,2 \text{ мм/об}$;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.9.

Таблице 1.9 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	2	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=36,3$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,3}{3,14 \cdot 40} = 289,1 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 315 об/мин.

4.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.10.

Таблица 1.10 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$,

5. Переход A1.5

5.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = z_{1.4}^{min} = 0,8$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.11.

Таблице 1.11 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,8	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=39,8$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,8}{3,14 \cdot 40} = 326,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

5.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.12.

Таблица 1.12 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

15. Сверлить отверстие

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания при сверлении определяется по формуле:

$$t = 0,5 \cdot (D - d) \quad (1.10.4)$$

Глубина резания $t = 7,9$ мм.

Подача по таблице 35 [2, с.381] для данного сверления: $s = 0,18$ мм/об.

Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_{sy}}} \cdot K_v \quad (1.10.5)$$

Значение коэффициента C_v и показателей степени применяется из таблицы 38 [2, с.383], а периода стойкости T из таблицы 40 [2, с.384].

Общий поправочный коэффициент на скорость резания K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} \quad (1.10.6)$$

где: K_{mv} — коэффициент на обрабатываемый материал, применяем $K_{mv} = 1,06$ из таблицы 3 [2, с.360].

K_{iv} — коэффициент на инструментальный материал, применяем $K_{iv} = 1,15$ из таблицы 6 [2, с.361].

K_{lv} — коэффициент, учитывающий глубину сверления, применяем $K_{lv} = 0,7$ из таблицы 41 [2, с.385].

По формуле 1.10.6 определяем $K_v = 0,85$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 38,40 [2,с.383-384], заносим в таблице 1.13.

Таблице 1.13 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s	C_v	T	q	y	m
v	7,9	0,18	7	25	0,4	0,7	0,2

По формуле 1.10.5 определяем $v=31,5$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 34,5}{3,14 \cdot 16} = 687 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 720 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Силу резания P принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (P_z , P_y , P_x).

Рассчитываем главную составляющую силу P_z :

При наружном продольном сверлении:

$$P_z = 10 C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, [\text{H}] \quad (1.10.7)$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени принимаются по таблице 83 [2,с.412], поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{mp} определяется по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

где: n – для стали и чугуна принимается по таблице 9 [2,с.362];

при фрезеровании $n=0,3$;

при сверлении, рассверливании и зенкерованиях $n=0,75$.

Так как сталь 40Х13 имеет прочность $\sigma_B=1140$ Н/мм²,

$$K_{mp} = \left(\frac{1140}{750} \right)^{0,75} \approx 1,4$$

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.14.

Таблица 1.14 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	q	s	K_p
P_z	68	0,95	0,7	1	0,18	1,4

По формуле 1.10.7 определяем $P_z = 4586,1 \text{ Н}$.

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{M_{kp} * n}{9750}, [\text{кВт}] \quad (1.10.8)$$

$$M_{kp} = \frac{C_p * t^x * s^y}{200} * D_z$$

По формуле 1.10.8 определяем $N = 0,18 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,18}{0,75} = 0,24 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

2. Переход A1.2

2.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$.

Подач по таблице 35 [2, с.381] для данного сверления: $s = 0,6 \text{ мм/об}$.

По формуле 1.10.6 определяем $K_v = 0,85$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 38,40 [2,с.383-384], заносим в таблице 1.15.

Таблице 1.15 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s	C_v	T	q	y	m
v	5	0,6	7	25	0,4	0,7	0,2

По формуле 1.10.5 определяем $v=13,9$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13,9}{3,14 \cdot 16} = 276 \text{ об/мин},$$

Принимаем число оборотов шпинделя 320 об/мин.

2.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.16.

Таблица 1.16 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	q	s	K_p
P_z	68	0,95	0,7	1	0,18	1,4

По формуле 1.10.7 определяем $P_z=4586,1$ Н.

По формуле 1.10.8 определяем $N = 0,08$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,08}{0,75} = 0,11 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

20. Фрезеровать поверхность

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,8$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.17.

Таблице 1.17 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,8	0,8	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=39,8$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,8}{3,14 \cdot 40} = 326,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.18.

Таблица 1.18 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

25. Сверлить отверстие

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания $t = 7,9$ мм.

Подач по таблице 35 [2, с.381] для данного сверления: $s = 0,18$ мм/об.

По формуле 1.10.6 определяем $K_v = 0,85$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 38,40 [2, с.383-384], заносим в таблице 1.19.

Таблице 1.19 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s	C_v	T	q	y	m
v	7,9	0,18	7	25	0,4	0,7	0,2

По формуле 1.10.5 определяем $v = 31,5$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 31,5}{3,14 \cdot 16} = 621 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 720 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2, с.412], заносим в табл. 1.20.

Таблица 1.20 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	q	s	K_p
P_z	68	0,95	0,7	1	0,18	1,4

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=4586,1 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,18 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,18}{0,75} = 0,24 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

2. Переход А1.2

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания $t = 5 \text{ мм}$.

Подач по таблице 35 [2, с.381] для данного сверления: $s=0,6 \text{ мм/об}$.

По формуле 1.10.6 определяем $K_v=0,85$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 38,40 [2,с.383-384], заносим в таблице 1.21.

Таблице 1.21 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s	C_v	T	q	y	m
v	5	0,6	7	25	0,4	0,7	0,2

По формуле 1.10.5 определяем $v=13,9 \text{ м/мин}$.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 13,9}{3,14 \cdot 16} = 276 \text{ об/мин,}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 315 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.22

Таблица 1.22 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	q	s	K_p
P_z	68	0,95	0,7	1	0,18	1,4

По формуле 1.10.7 определяем $P_z=4586,1 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.8 определяем $N = 0,08 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,08}{0,75} = 0,11 \text{ кВт}.$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

30. Фрезеровать поверхность

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 0,6 \text{ мм}$;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2 \text{ мм/об}$;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v=0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.23.

Таблице 1.23 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	0,6	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=40,9$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 40,9}{3,14 \cdot 40} = 325,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

2.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в таблице 1.24.

Таблица 1.24 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

2. Переход А1.2

2.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 9,28$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v=0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2, с.407], заносим в таблице 1.25.

Таблице 1.25 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	9,28	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=36,3$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 36,3}{3,14 \cdot 40} = 289,1 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 315 об/мин.

2.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2, с.412], заносим в табл. 1.26.

Таблица 1.26 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

3. Переход А1.3

3.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 27$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.27.

Таблице 1.27 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	27	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=39,8$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,8}{3,14 \cdot 40} = 326,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

3.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.28.

Таблица 1.28 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z = 685,4 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

35. Сверлить отверстие

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания $t = 3 \text{ мм}$.

Подач по таблице 35 [2, с.381] для данного сверления: $s = 0,08 \text{ мм/об}$.

По формуле 1.10.6 определяем $K_v = 0,85$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 38,40 [2, с.383-384], заносим в таблице 1.29.

Таблице 1.29 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s	C_v	T	q	y	m
v	3	0,08	7	25	0,4	0,7	0,2

По формуле 1.10.5 определяем $v = 17,5 \text{ м/мин}$.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 6} = 928,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 1000 об/мин .

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.30.

Таблица 1.30 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_p	x	y	q	s	K_p
P_z	68	0,95	0,7	1	0,08	1,4

По формуле 1.10.7 определяем $P_z=3676,1 \text{ Н}$.

По формуле 1.10.8 определяем $N = 0,14 \text{ кВт}$;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,14}{0,75} = 0,19 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

40. Фрезеровать канавки

1. Переход А1.1

1.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 18,5 \text{ мм}$;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2 \text{ мм/об}$;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.31.

Таблице 1.31 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	18,5	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=38,4$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 38,4}{3,14 \cdot 12} = 837,5 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 1000 об/мин.

1.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.32.

Таблица 1.32 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,85	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=627,3$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,39$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,39}{0,75} = 0,52 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

2. Переход А1.2

2.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 17,5$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v=0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.33.

Таблице 1.33 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	17,5	0,02	48,5	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=28,6$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28,6}{3,14 \cdot 63} = 144,6 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 160 об/мин.

2.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.34.

Таблица 1.34 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	68,2	0,86	0,72	1	0,86	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=685,4$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,48$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,64 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

3. Переход А1.3

3.1. Расчет скорости резания и число оборотов шпинделя

Глубина резания: $t = 19$ мм;

Подача по таблице 76 [2, с.403] для данного фрезерования: $s=0,2$ мм/об;

Из таблицы 83 [2, с.417] принимаем $K_v = 0,9$.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 81 [2,с.407], заносим в таблице 1.35.

Таблице 1.35 – Расчет составляющих скорости резания

Компонента	t	s_z	C_v	T	q	x	y	u	p	m
v	19	0,02	41	120	0,25	0,1	0,4	0,15	0	0,2

По формуле 1.10.1 определяем $v=39,8$ м/мин.

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 39,8}{3,14 \cdot 40} = 326,9 \text{ об/мин.}$$

Принимаем число оборотов шпинделя 480 об/мин.

3.2. Расчет силы и мощности резания.

Коэффициенты и показатели степеней, найденные по таблице 83 [2,с.412], заносим в табл. 1.36.

Таблица 1.36 – Расчет составляющих сил резания

Компонента	C_P	x	y	u	q	w	K_{mp}
P_z	82,5	0,95	0,8	1,1	1,1	0	1,3

По формуле 1.10.2 определяем $P_z=635,9$ Н.

По формуле 1.10.3 определяем $N = 0,42$ кВт;

Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,42}{0,75} = 0,56 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

1.11 Расчет времени

Основное время определяется по формуле (1.11.1):

$$t_0 = \frac{L_{\text{р.х.}} * i}{n * S} \quad (1.11.1)$$

где: $L_{\text{р.х.}}$ – длина рабочего хода, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки определяется по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_p + y + y_1 \quad (1.11.2)$$

где: l_p – длина резания, равна развернутой длине обрабатываемого профиля, мм;

y – величина резания;

y_1 – перебег резца (1,0...2,0), мм.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_{\text{всп}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм}} \quad (1.11.3)$$

где: $T_{\text{у.с.}}$ – время на установку и снятие детали;

$T_{\text{з.о.}}$ – время на закрепление и открепление детали;

$T_{\text{уп.}}$ – время на управление станком;

$T_{\text{изм.}}$ – время на промер детали;

$T_{всп}$ – вспомогательное время.

Оперативное время:

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} \quad (1.11.4)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = T_o * T_{опер.} \quad (1.11.5)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{о.о.} \quad (1.11.6)$$

Подготовительно -заключительное время определяется из таблицы [7 .стр, 215-221].

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле (1.11.7):

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + (T_{п.з./n}) \quad (1.11.7)$$

где n- количество деталей.

Проведем пример расчета норм времени по некоторым операциям технологического процесса, а нормы времени по всем операциям сведем в таблицу.

05. Заготовительная

Переход – А 0.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 1,05 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,2 \text{ мин} \quad T_{з.о} = 0,4 \text{ мин} \quad T_{упр.} = 0,24 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,14 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}}=1,04+0,98=2,02 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о}}= 15\% \times 2,02=0,3 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=1,04+0,98+0,3=2,32 \text{ мин}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{пз.}}= 14 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}}=2,32+(14 /5000)= 2,33 \text{ мин.}$$

10.Фрезеровать поверхность

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{\text{з.о}}=0,135 \text{ мин} \quad T_{\text{упр}}=0,05 \text{ мин} \quad T_{\text{изм}}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 1,515=0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,94+0,575+0,2=1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{пз.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.2

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,94 + 0,575 = 1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,515 = 0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.3

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 1,515=0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,94+0,575+0,2=1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=1,715+(24/5000)=1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.4

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 1,88 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}}=0,2 \text{ мин.} \quad T_{\text{з.о}}=0,3 \text{ мин} \quad T_{\text{упр}}=0,15 \text{ мин} \quad T_{\text{изм}}=0,05 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,2+0,3+0,15+0,05=0,7 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,7+1,88=1,58 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}}=15\% \times 1,58=0,237 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,7+1,88+0,237=1,817 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=1,817+(24/5000)=1,82 \text{ мин.}$$

Переход А1.5

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,72 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0,32 \text{ мин, } T_{z.o}=0,25 \text{ мин } T_{y.p.}=0,08 \text{ мин } T_{изм}=0,07 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,32+0,25+0,08+0,04=0,69 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,72+0,96=1,68 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.}=15\% \times 1,68=0,252 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.}=0,72+0,96+0,252=1,932 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,932 + (24/5000) = 1,94 \text{ мин.}$$

15.Сверлить отверстие

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 1,7 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0,35 \text{ мин. } T_{z.o}=0,135 \text{ мин } T_{y.p.}=0,05 \text{ мин } T_{изм}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 1,7 + 0,575 = 2,275 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 2,275 = 0,34 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 2,275 + 0,575 + 0,34 = 3,19 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 5,49 + (24/5000) = 3,2 \text{ мин.}$$

Переход А1.2

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,04 \text{ мин.}$$

$T_{\text{у.с.}} = 0,15 \text{ мин.}$ $T_{\text{з.о}} = 0,135 \text{ мин}$ $T_{\text{упр}} = 0,05 \text{ мин}$ $T_{\text{изм}} = 0,04 \text{ мин}$

По формуле (1.20) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}} = 0,15 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,375 \text{ мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}} = 0,04 + 0,375 = 0,379 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \times 0,379 = 0,09 \text{ мин}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 0,04 + 0,375 + 0,09 = 0,505 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}} = 20 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,505 + (20/5000) = 0,7 \text{ мин.}$$

20: Фрезеровать поверхность

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,72 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,32 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,25 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,08 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,07 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,32 + 0,25 + 0,08 + 0,04 = 0,69 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,72 + 0,96 = 1,68 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,68 = 0,252 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,72 + 0,96 + 0,252 = 1,932 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,932 + (24/5000) = 1,94 \text{ мин.}$$

25.Сверлить отверстие

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575\text{мин}$$

По формуле (1.21) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.22) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 1,515=0,2 \text{ мин.}$$

По формуле (1.23) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,94+0,575+0,2=1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.24) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.2

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,04 \text{ мин.}$$

$T_{\text{у.с.}}=0,15 \text{ мин.}$ $T_{\text{з.о}}=0,135 \text{ мин}$ $T_{\text{упр}}=0,05 \text{ мин}$ $T_{\text{изм}}=0,04 \text{ мин}$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,15+0,135+0,05+0,04=0,375\text{мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,04+0,375=0,379 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 0,379=0,09\text{мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,04+0,375+0,09=0,505 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=20$ мин

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 0,505 + (20/5000) = 0,7 \text{ мин.}$$

30: Фрезеровать поверхность

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,94 + 0,575 = 1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,515 = 0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=24$ мин

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.2

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 1,88 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,2 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,3 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,05 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,2+0,3+0,15+0,05=0,7 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,7+1,88=1,58 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 1,58=0,237 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}}=0,7+1,88+0,237=1,817 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{\text{п.з.}}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}}=4,12+(24/5000)=1,82 \text{ мин.}$$

35.Сверлить отверстие

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{\text{з.о}}=0,135 \text{ мин} \quad T_{\text{упр}}=0,05 \text{ мин} \quad T_{\text{изм}}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп}}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{\text{опер}}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{o.o.}}=15\% \times 1,515=0,2 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

40.Фрезеровать поверхность

Переход А1.1

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.о} = 0,135 \text{ мин} \quad T_{упр} = 0,05 \text{ мин} \quad T_{изм} = 0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = 0,35 + 0,135 + 0,05 + 0,04 = 0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер} = 0,94 + 0,575 = 1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \times 1,515 = 0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

Переход А1.2

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,66 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.o}=0,135 \text{ мин} \quad T_{упр}=0,05 \text{ мин} \quad T_{изм}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,66+0,575=1,235 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.}=15\% \times 1,235=0,175 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.}=1,235+0,575+0,175=1,985 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.}=24 \text{ мин}$

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.}=1,985+(24/5000)=2 \text{ мин.}$$

Переход А1.3

По формуле (1.11.1) определим основное время:

$$t_o = 0,94 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0,35 \text{ мин.} \quad T_{з.o}=0,135 \text{ мин} \quad T_{упр}=0,05 \text{ мин} \quad T_{изм}=0,04 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.3) определим вспомогательное время:

$$T_{всп}=0,35+0,135+0,05+0,04=0,575 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.4) определим оперативное время:

$$T_{опер}=0,94+0,575=1,515 \text{ мин.}$$

По формуле (1.11.5) определим время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.}=15\% \times 1,515=0,2 \text{ мин}$$

По формуле (1.11.6) определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,94 + 0,575 + 0,2 = 1,715 \text{ мин.}$$

Подготовительно- заключительное время $T_{п.з.} = 24$ мин

По формуле (1.11.7) определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,715 + (24/5000) = 1,72 \text{ мин.}$$

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ данных и разработка задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [4, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «основа» на вертикально-фрезерном 6Т12.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «основа».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «основа» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – среднесерийный. Программа выпуска - 5000 шт. в год. Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию: длина заготовки $66.52^{+0,2}$ мм; высота заготовки $51.3^{+0,2}$ мм; толщина заготовки $44.79^{+0,2}$ мм; $R_a = 6,3$ мкм. Выходные данные операции 040. Операция выполняется за 4 перехода.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (Рис. 2.1).

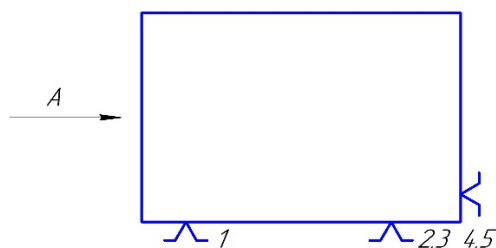


Рисунок 2.1 – Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении

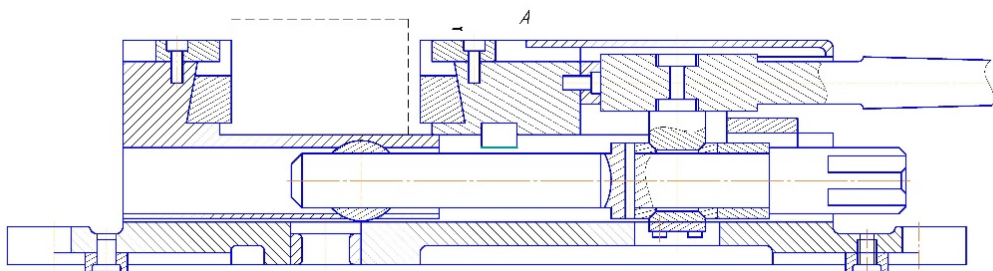


Рисунок 2.1 – Схема компоновки (общий вид) приспособления

2.3 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «основа» при ее обработке на вертикально фрезерном станке.

Компоновка приспособления приведена на Рисунок 2.1.3. Сборочный чертеж приспособления приведен на формате А1.

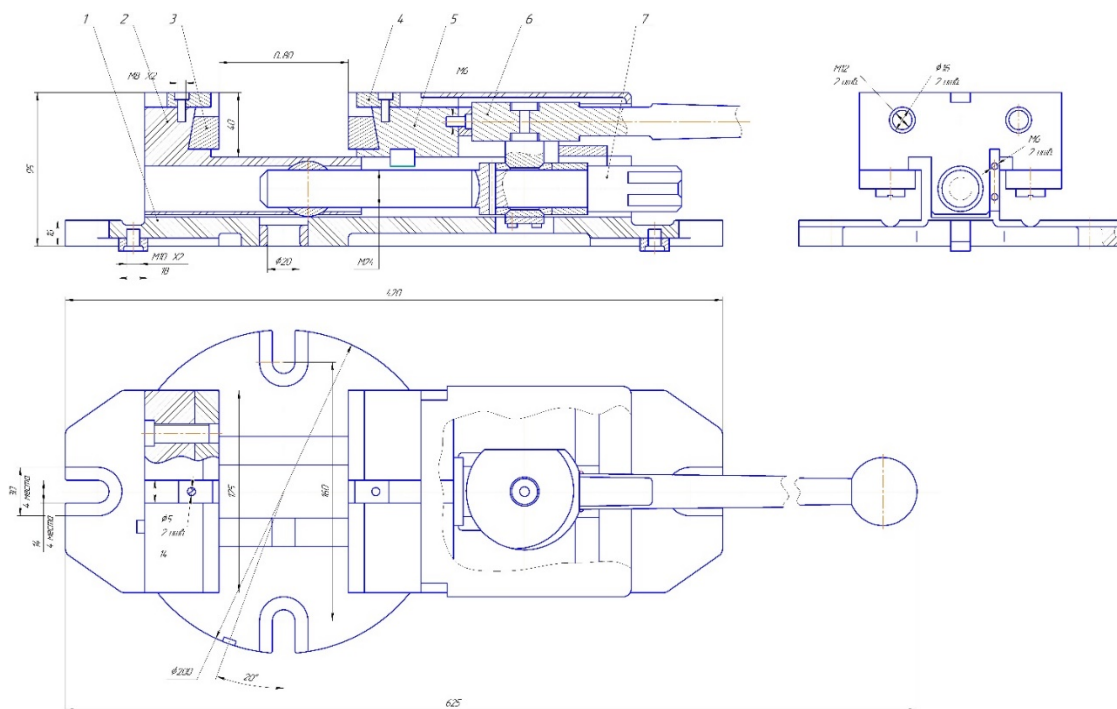


Рисунок 2.3 – Сборочный чертеж приспособления

Данным приспособлением являются обычные винтовые станочные тиски с ручным приводом. Тиски с одной подвижной губкой имеют корпус 1, выполненный из чугуна марки СЧ 21-40 по ГОСТ 1412-70 или из стали марки 35Л по ГОСТ 977-65 с твердостью направляющих HRC 35...40. По направляющим перемещается подвижная губка 2 с помощью ходового винта 7 (при наладке тисков) и эксцентрика 6 с рукояткой (в процессе эксплуатации тисков), зажимающая деталь между опорными поверхностями губки 2 и неподвижной губки 5. Накладные губки 3 выполняются в соответствии с формой зажимаемой детали и фиксируются с помощью накладных шпонок 4.

2.4 Расчёт усилия зажима заготовки в приспособлении

В процессе обработки на заготовку со стороны режущего инструмента действуют силы резания, стремящиеся сдвинуть её с установочных элементов. Для того, чтобы этого не произошло заготовку необходимо закрепить.

Сила закрепления определяется по формуле [2, ст. 113]:

$$Q = \frac{K(R_2 t + R_1 l)}{a + f_2 l} \quad (2.4.1)$$

где: K - коэффициент запаса;

R - сила резания;

l – длина резания;

f_2 - коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами.

Коэффициент запаса K определяется по формуле:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

Принимаем $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1$; $K_2 = 1,7$; $K_3 = 1,2$; $K_4 = 1,2$; $K_5 = 1$; $K_6 = 1,5$ [2, ст. 113].

Определяем: $K = 6,9$.

По переднем расчетом принимаем $R_1 = 627,3$ Н, $R_2 = 428,3$ Н; принимаем $f_2 = 0,7$ [2, ст. 113].

По формуле 2.4.1 определяем $Q = 3618,4$ Н.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Фу Цзунцзюнь

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Матрица SWOT
3. Дерево целей
4. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Наталия Вячеславовна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Фу Цзунцзюнь		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Анализ конкурентных технических решений

В ходе работы «Разработка технологии изготовления основы». Деталь основа представляет собой в форме прямоугольного параллелепипеда, изготавливаемая из стали 40Х13 ГОСТ 5632-72. Деталь имеет достаточно простую конструкцию. Деталь имеет относительно сложную конструкцию, лучше используем станок с ЧПУ, обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. Основа служит для соединения механизмов. Объем выпуска продукции 5000 шт в год. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО «Промышленная механика», г. Томск.

3.1.1 Оценка конкурентоспособности

Под конкурентоспособностью предприятия принято понимать его способность быть востребованным и успешным на рынке, соперничать с конкурирующими фирмами и получать больше экономических выгод по сравнению с компаниями-поставщиками схожей продукции.

В целом конкурентоспособность характеристика комплексная и она может быть выражена через набор показателей. Для определения положения, занимаемого экономическим субъектом на внутреннем и внешнем рынке необходимо производить оценку его конкурентоспособности.

Оценка конкурентоспособности, которую необходимо проводить компаниям, зачастую бывает основана на интуитивных ощущениях, однако, её вполне можно формализовать, описав кругом показателей, которые, позволяют осуществить саму оценку и позволяют выделить направления повышения конкурентоспособности через выявление влияющих факторов. Показатели, которые могут быть использованы при оценке конкурентоспособности компании.

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (таблица 3.1).

Объектом анализа являются параметры виброисточников различных фирм.

Методика оценки конкурентоспособности:

- определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка;
- составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности экспертом» (таблица 3.1.1);
- определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала);
- прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл;
- определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала);
- прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл;
- расставить баллы по всем факторам и по важности факторов;
- рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору;
- умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта;
- по результатам расчетов сделать выводы и построить многоугольник конкурентоспособности (рисунок 3.1)

Таблица 3.1 – Оценка конкурентоспособности

№ п/ п	Товары конкуренты	Факторы конкурентоспособности товаров						Итогов ая оценка
		Цена	Время сраба- тывания	Частот- ный диапазон	Обслу- живани е	Масса	Дизайн	
1	Круглой фланец	9/2	7/0.5	4/0.7	8/1.5	10/1.6	4/1.3	7.2
2	Универсальн ый коннектор	6/0.98	5/1.2	6/1	6/1.2	6/0.9	8/0.7	5.98
3	Проект	5/1.5	9/0.8	10/2	6/1.8	8/1.5	6/1.5	9.1

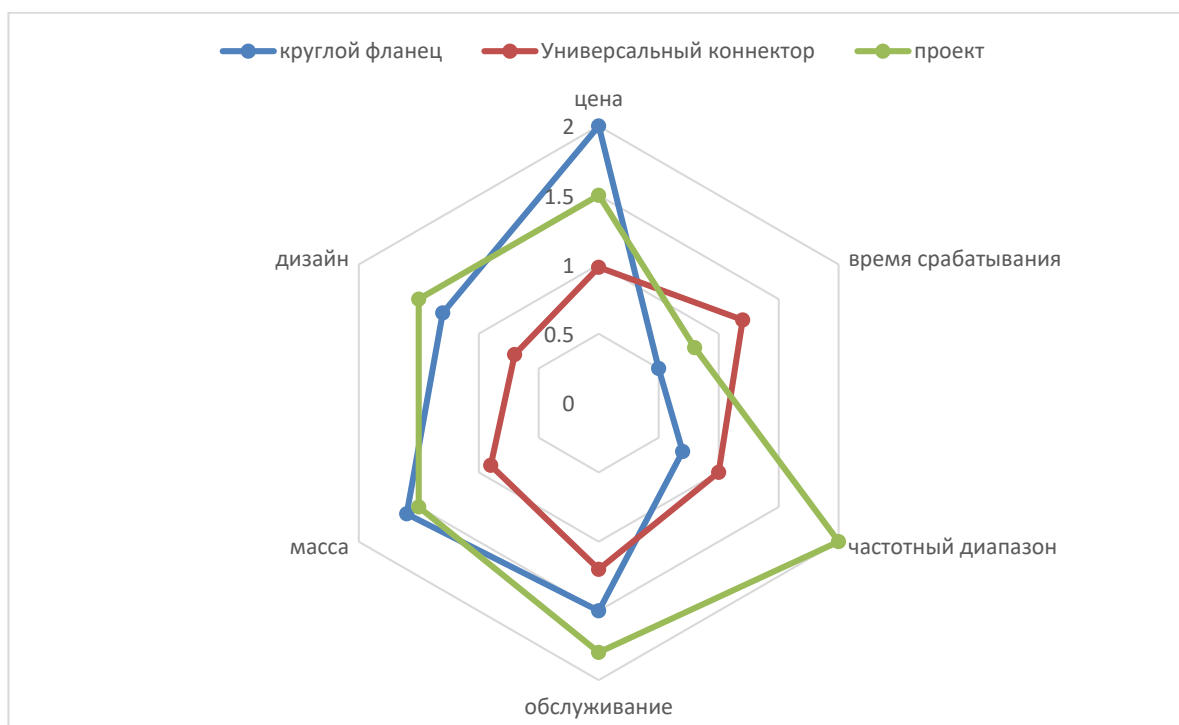


Рис. 3.1 – Многоугольник конкурентоспособности

В ходе оценки конкурентоспособности проекта было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (масса, время срабатывания, цена), но при этом имеет свои преимущества перед ними (частотный диапазон, дизайн, обслуживание). В целом проект имеет достаточно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями виброустройств.

3.1.2 SWOT-анализ проекта

В качестве оценки сильных и слабых сторон проекта как во внутренней, так и во внешней среде прибегают к составлению SWOT-матрицы (таблица 3.1.2).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Таблица 3.2 – SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта: 1. Малые габариты 2. Настраиваемый частотный диапазон 3. Развертывание на любой местности 4. Получение высокой прибыли	Слабые стороны проекта: 1. Тихническое требование изготовления 2. Сложность изготовления деталей 3. Затраты на изготовление
	Возможности: 1. Отсутствие аналогов 2. Новые технологии сейсморазведки 3. Отсутствие выброса в окружающую среду вредных веществ	Получение новейшего, экологичного, высококачественного оборудования для сейсморазведки	Трудозатратное, дорогостоящее виброустройство с использованием новых технологий
	Угрозы: 1. Малый спрос 2. Узкоспециализированное направление	Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами устройства	Ввиду трудозатратности в обслуживании проекта может наблюдаться низкий спрос

Поле пересечения сильных сторон и возможностей показывает, какие сильные стороны необходимо использовать, чтобы получить отдачу от возможностей во внешней среде.

Поле пересечения слабых сторон и возможностей показывает, за счет каких возможностей внешней среды организация сможет преодолеть имеющиеся слабости.

Поле пересечения сильных сторон и угроз показывает, какие силы необходимо использовать для устранения угроз.

Поле пересечения слабых сторон и угроз оказывает, от каких слабостей необходимо избавиться, чтобы попытаться предотвратить нависшую угрозу.

Данные рекомендации по применению SWOT-анализа позволяют не только выявить основные минусы проекта, но и выявляет сильные стороны, способные повлиять на их возможное устранение, повышая конкурентоспособность проекта.

3.2 Планирование проекта

Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок.

Составим дерево целей проекта, учитывая все этапы работ, входящие в его реализацию (рисунок 3.2).

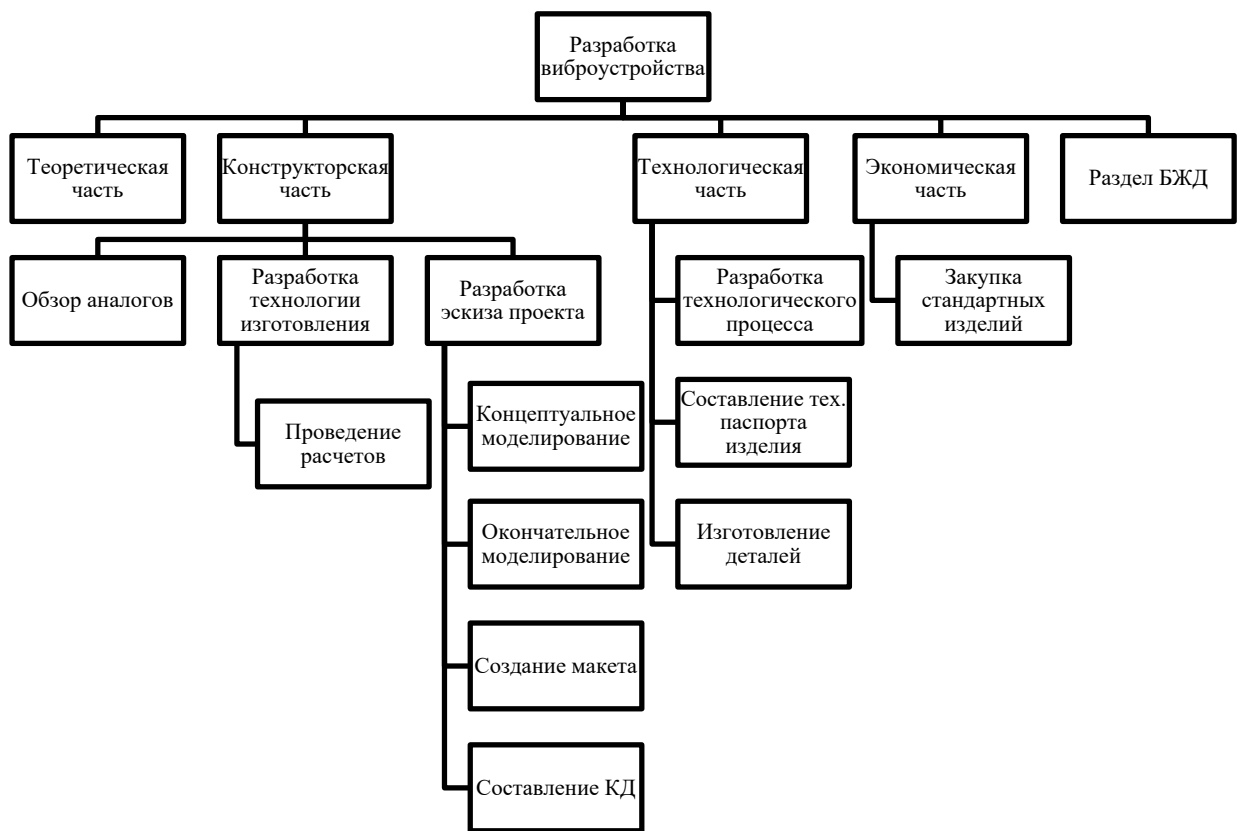


Рис. 3.2 –Дерево целей

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 3.2.1).

В данной работе проектная организация состоит из четырех типов сотрудников: менеджер, конструктор, технолог и рабочие.

Таблица 3.3 – Работы при реализации проекта

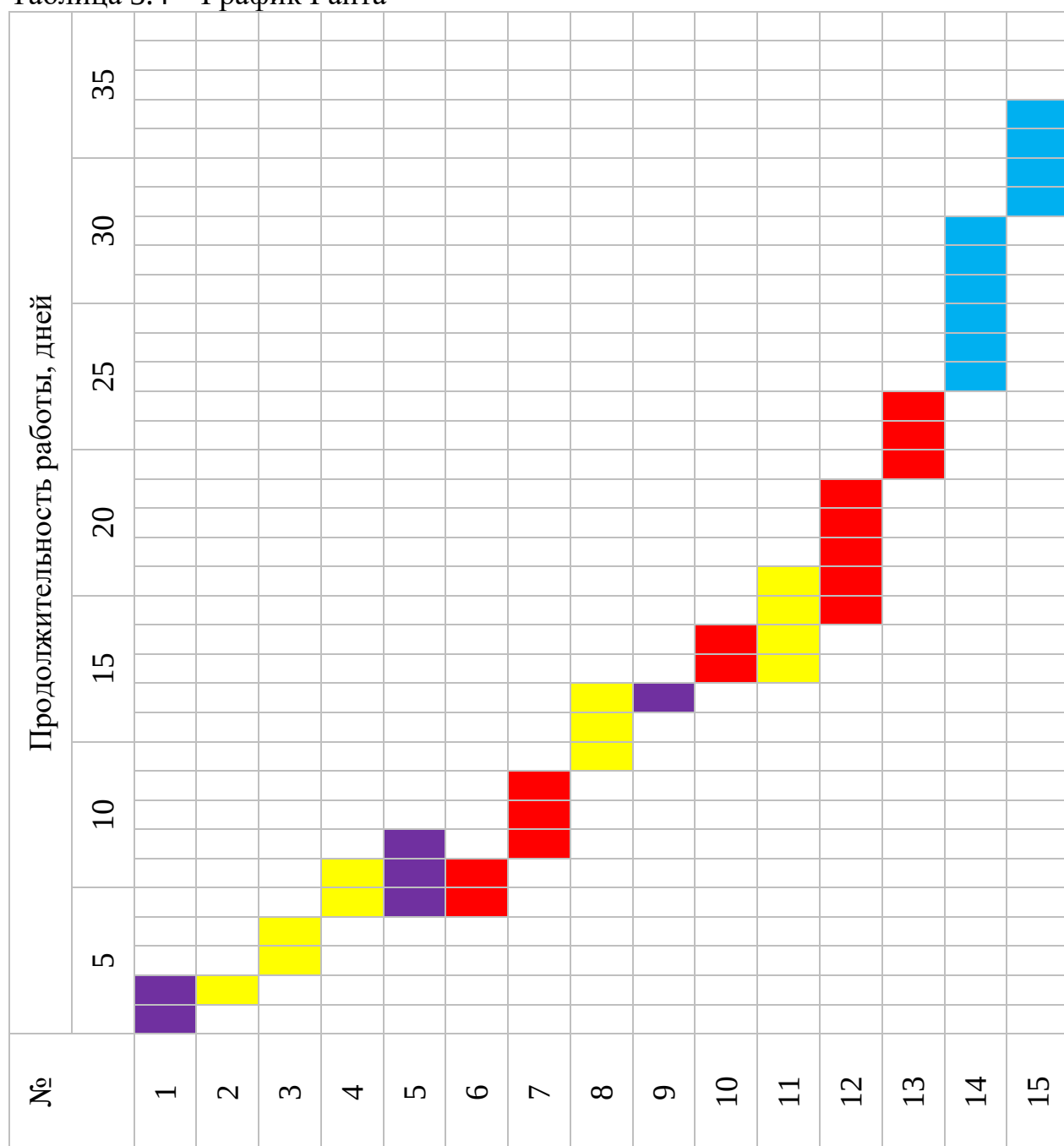
Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Ресурсы
1	Обзор аналогов	2	Менеджер
2	Составление семы	1	Конструктор
3	Разработка технологии изготовления	2	Конструктор
4	Разработка эскиза	2	Конструктор
5	Экономическая часть	3	Менеджер
6	БЖД	2	Технолог
7	Произведение технических расчетов	2	Технолог
8	Окончательное моделирование	3	Конструктор
9	Закупка стандартных изделий	1	Менеджер
10	Создание макета	2	Технолог
11	Составление КД	4	Конструктор
12	Составление тех. процесса	5	Технолог
13	Составление тех. паспорта	3	Технолог
14	Изготовление деталей	6	Рабочие
15	Сборка	4	Рабочие

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 3.4).

График Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения работы.

	Менеджер
	Конструктор
	Технолог
	Рабочие

Таблица 3.4 – График Ганта



По итогам планирования с помощью графика Ганта был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

3.3 Формирование бюджета на затраты проекта

Формирование бюджета представляет собой план затрат, необходимых для его исполнения, в стоимостном выражении. Формирование бюджета включает затраты на закупку материалов, выплату заработной платы (включая отчисления в социальные фонды), услуги сторонних организаций, амортизацию зданий, техники, оборудования и нематериальных активов.

Как правило, бюджет формируется в разрезе этапов проекта – участков работ, выполнение которых контролируется индивидуально. Основными параметрами, влияющими на бюджет проекта, являются: длительность работ, количество участников и используемой техники, а также – специфические требования к результату.

При планировании бюджета необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат:

- материальные затраты проекта;
- основная и дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 3.5 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., <i>руб</i>	Затраты на материалы Z_m , <i>руб</i>
Краска для принтера	шт.	2	600	1200
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	240	480

Продолжениетаблица 3.5

Бумага для черчения А2(20 листов)	пачка	1	230	460
Бумага для черчения А1(20 листов)	пачка	1	350	350
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	10	20	200
Тиски станочные	шт.	1	12000	12000
Штангенциркуль	шт.	2	1600	3200
Фреза концевая	шт.	2	1800	3600
Фреза дисковая	шт.	2	1200	2400
Шлифовальный диск	шт.	5	1200	6000
Очки ззачитные	шт.	4	800	3200
Предохранительный клапан	шт.	3	5000	15000
Смазочно- охлаждающие жидкости(СОЖ)	л	200	30	6000
Вентиль	шт.	5	400	2000
Бак для СОЖ	шт.	2	2500	5000
Труба для СОЖ	м	10	150	1500
Гидронасос для СОЖ	шт.	1	50000	50000
Крепеж, фитинги	шт.	20	100	2000
Сталь 40Х13	кг	100	75	7500
Смазка для станка	кг	10	180	1800
Итого, руб				124015

В сумме материальные затраты составили 124015 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

3.3.2 Заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату $Z_{\text{осн}}$ и дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $Z_{\text{осн}}$.

Основная заработная плата работника:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где: T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб. дн. (таблица 3.2.1);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дней $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где: $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0.135).

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 18000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35100 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35100 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1755 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1755 \cdot 12 = 21060 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 21060 = 2843 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 19000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 37050 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{37050 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1852,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1852,5 \cdot 15 = 27787,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 27787,5 = 3751,3 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 39000 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{39000 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1950 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1950 \cdot 6 = 11700 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 11700 = 1579,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 15000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 29250 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{29250 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1523,44 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1523,44 \cdot 10 = 15234,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 15234,4 = 2056,6 \text{ руб.}$$

Таблица 3.6 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{р}$, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.	$k_{д}$	$Z_{доп}$, руб.	Итого, руб.
Конструктор	18000	0,3	0,2	1,3	35100	1755	13	21060	0,135	2843	23903
Технолог	19000				37050	1852,5	17	27787,5		3751,3	31538,8
Менеджер	20000				39000	1950	10	11700		1579,5	13279,5
Рабочий	15000				29250	1523,44	10	15234,4		2056,6	17291

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 3.3.3 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 3.7 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Конструктор	21060	2843
Технолог	27787,5	3751,3
Менеджер	11700	1579,5
Рабочий	15234,4	2056,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Конструктор	7172,7	
Технолог	9461,6	
Менеджер	3983,9	
Рабочий	5187,3	

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где: $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{з}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (124015 + 140400 + 25805,5) \cdot 0,16 = 46435,28 \text{ руб.}$$

3.3.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	124015	43,94
2. Затраты по основной зарплате	75781,9	26,45
3. Затраты по дополнительной зарплате	10230,4	3,62
4. Отчисления во внебюджетные фонды	25805,5	9,14
5. Накладные расходы	46435,28	16,45
Бюджет затрат на проектирование	282268,08	100

Бюджет всех затрат проекта равен 282268,08 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (43,94 %).

Цены заработной платы взяты средние по городу Томску.

3.4 Определение эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с

определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.9 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,2	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,4	4
4. Энергоэкономичность	0,1	4
5. Материалоемкость	0,1	5
Итого	1	4,3

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,4 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 = 4,3.$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 329161,83 рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале $I_p = 4,3$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Фу Цзунцзюнь

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.03 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления основы	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>В выпускной квалификационной работе рассматривается процесс исследования нечеткого корректирующего устройства и его программной реализации. Описывается рабочее место, выбранное для разработки, проявление вредных факторов, проявление опасных факторов, проявление негативного воздействия на окружающую среду.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: 1.1.специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; 1.2.организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1.Управление безопасностью жизнедеятельности в техносфере; 2.Основные понятия и факторы безопасности и опасность; 3.Основные права работников; 4.Условие обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности.; 5.Основные объекты в производственных условиях; 6.Методы планировки рабочего места.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Основное понятие производственной среды и производственной безопасности. 2. Опасные и вредные производственные физические;химические;биологические; психофизиологические факторы; 3. Возможные опасные и вредные факторы для проектируемой производственной среды.
3. Экологическая безопасность:	1.Методы охраны окружающей среды; 2.Способы защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий,от электромагнитных полей,от шума и от электропоражения.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	1.Основное понятие чрезвычайных ситуаций(ЧС); 2. Основные характеры ЧС; 3.Перечисление возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 4.Инженерно-технические меры защиты от ЧС.
Перечень графического материала:	

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	1. Таблица 4.2.1- Возможные опасные и вредные факторы
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Скачкова Лариса Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Фу Цзунцзюнь		

4 Социальная ответственность

Введение

Выполняемой темой данной ВКР является разработка технологии изготовления основы. Деталь изготавливается серийном на производстве.

Современное производство нацелено на увеличение объемов изготовленных товаров при минимизации затрат. С одной стороны, это повышает комфортность существования человечества, а с другой стороны, производственные процессы часто являются источниками опасности для человечества в целом.[9, ст. 1]

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

Управление безопасностью жизнедеятельности в техносфере — это целенаправленная деятельность государственных, отраслевых органов и ведомств, а также отдельных объединений, организаций, коллективов по обеспечению нормальных условий жизнедеятельности людей, их защите от любых опасностей и вредных факторов, предотвращению чрезвычайных ситуаций техногенного характера и ликвидации их последствий.

В сфере обеспечения безопасности человека в производственных условиях в стране действует специальное трудовое законодательство.

Согласно ТК РФ, N 197 –ФЗ [8] каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.
- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться

коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

Опасность — это процессы, явления, предметы, оказывающие негативное влияние на жизнь и здоровье человека.[9, ст. 11]

Для обеспечения безопасности конкретной производственной деятельности должны быть выполнены следующие три условия (задачи):

Первое — осуществляется детальный анализ (идентификация) опасностей, формируемых в изучаемой деятельности. Анализ должен проводиться в следующей последовательности: устанавливаются элементы среды обитания (производственной среды) как источники опасности. Затем проводится оценка имеющихся в рассматриваемой деятельности опасностей по качественным, количественным, пространственным и временным показателям.

Второе — разрабатываются эффективные меры защиты человека и среды обитания от выявленных опасностей. Под эффективными понимаются такие меры защиты человека на производстве, которые при минимуме материальных затрат дают наибольший эффект: снижают заболеваемость, травматизм и смертность.

Третье — разрабатываются эффективные меры защиты от остаточного риска данной деятельности (технологического процесса). Они необходимы, так как обеспечить абсолютную безопасность деятельности невозможно. Эти меры применяются в случае, когда необходимо заниматься спасением человека или среды обитания. В условиях производства такую работу выполняют службы здравоохранения, противопожарной безопасности, службы ликвидации аварий и др.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса.

Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углом наклона вперед до 15 град, и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки 300 ± 20 мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;

- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах ± 30 градусов; - регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260-400 мм;

- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм; - регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах 230 ± 30 мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150 мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20° . Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо - восток.

Выполняя планировку рабочего места необходимо учитывать следующее:

1. Рекомендуемый проход слева, справа и спереди от стола 500 мм. Слева от стола допускается проход 300 мм;

2. Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4-0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики;

3. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ;

4. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию;

5. Стул не может располагаться непосредственно на границе площади рабочего

места. Рекомендуемое расстояние от спинки стула до границы должно быть не менее 300 мм.

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Производственная среда — это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами труда.

Производственная безопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

К производственной безопасности относятся организационные мероприятия и технические средства защиты от поражения электрическим током, защита от механических травм движущимися механизмами, подъемно-транспортными средствами, обеспечение безопасности систем высокого давления, методы и средства обеспечения пожаровзрывобезопасности и т. д. [9, ст. 1].

Согласно ГОСТ 12.0.003—2015 опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы:

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

Физические опасные и вредные производственные факторы подразделяются на следующие:

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- разрушающиеся конструкции;
- обрушивающиеся горные породы.

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются:

- по характеру воздействия на организм человека на:
 - токсические;
 - раздражающие;
 - сенсibilизирующие;
 - канцерогенные;
 - мутагенные;
 - влияющие на репродуктивную функцию;
- по пути проникания в организм человека через:
 - органы дыхания;
 - желудочно-кишечный тракт;

кожные покровы и слизистые оболочки.

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические объекты:

- патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, грибы, простейшие) и продукты их жизнедеятельности;
- микроорганизмы (растения и животные).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Важным моментом в комплексе мероприятий направленных на совершенствование условий труда являются мероприятия по снижению воздействия. Этим вопросам с каждым годом уделяется все большее внимание, так как забота о здоровье человека стала не только делом государственной важности, но и элементом конкуренции работодателей в вопросе привлечения кадров. Для успешного воплощения в жизнь всех мероприятий по охране труда необходимы знания в области физиологии труда, которые позволяют правильно организовать процесс трудовой деятельности человека.

Опасным считается производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к травме. Вредным считается производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к заболеванию. Так как в данном производстве на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказываются, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов:

Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

Психофизические факторы:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Возможные опасные и вредные факторы, характерные для проектируемой производственной среды, представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Составление технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные стрессы)	Перемещение материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и т.п. на необходимые расстояния и обуславливать динамическую перегрузку	ГОСТ 12.0.002-2014
Составление технологического процесса.	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	СанПиН 2.2.1/2.1.1.12 78-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340 -03, СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96
Контроль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций).	Физические опасные (Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные))	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

Кроме технических устройств, в помещении операторов ПК должны быть:

- инструкции по охране труда и пожарной безопасности;
- нормативно-техническая документация и методические материалы, необходимые для работы;
- плакаты по охране труда (в том числе и при работе на ПК);
- аптечка первой помощи.

Рабочее место оператора должно быть аттестовано по условиям труда. Оператор должен быть ознакомлен с результатами аттестации его рабочего места, знать параметры имеющихся вредных и опасных факторов, планы профилактических мероприятий, полагающиеся ему льготы и компенсации за работу во вредных условиях труда.

Климатические условия на рабочем месте оператора должны соответствовать следующим санитарно-гигиеническим нормам:

- температура окружающей среды - от 21 до 25 °С (в холодный период года), от 23 до 25 °С (в теплый период года);
- атмосферное давление - от 630 до 800 мм рт. ст.;

- относительная влажность - 40 - 60%, но не более 75%;
- скорость движения воздуха - не более 0,1 м/с (в холодный период года), 0,1 - 0,2 м/с (в теплый период года).

Режим труда и отдыха оператора устанавливается работодателем по взаимной договоренности в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации, отраслевым тарифным соглашением, коллективным договором между работниками организации и работодателем и закрепляется трудовым договором (контрактом) между работодателем и оператором или приказом организации.

Соотношение времени работы и перерывов для различных категорий тяжести устанавливается в зависимости от группы тяжести работы. Индивидуальный подход в ограничении времени работы на ПК, коррекция длительности перерывов для отдыха или смена деятельности на другую, не связанную с использованием ПК, применяются в случаях возникновения у работающих на ПК зрительного дискомфорта и других неблагоприятных субъективных ощущений, несмотря на соблюдение санитарно-гигиенических, эргономических требований, режима труда и отдыха.

Операторы должны быть обеспечены средствами защиты, такими как:

- заземляющие устройства (контуры заземления, зануления);
- аппараты и устройства для аэроионизации воздуха;
- приборы и устройства для обеспыливания и обеззараживания воздуха;
- системы и устройства для вентиляции, кондиционирования и отопления;

Рабочие комнаты и кабинеты должны иметь естественное освещение. В тех случаях, когда одного естественного освещения не хватает, устанавливается совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяется не только в темное, но и в светлое время суток. Освещение помещения и оборудования должно быть мягким, без блеска. Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, разрешено применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк, также допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк.

4.3 Экологическая безопасность

Под охраной окружающей среды понимают совокупность технических и организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму или в идеальном случае совершенно исключить выбросы в биосферу материальных и энергетических загрязнений. 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.

Основными источниками загрязнения атмосферы на предприятии являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений.

В производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, Много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Основные технологические процессы в машиностроении характеризуются довольно значительными шумом и вибрациями. Наиболее интенсивны шум и вибрации при работе технологического оборудования кузнечнопрессовых и штамповочных молотов и прессов.

4.3.1 Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

4.3.2 Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. [10].

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность [САНПИН 2.2.2. 542-96]. 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 [8].

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.

4.3.3 Защита от электромагнитных полей

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.

4.3.4 Защита от электропоражения

Инженер–технолог работает с электроприборами: компьютером (дисплей, процессор, клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

1. при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
2. при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
3. имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами (ПУЭ 1.1.32), корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм² (ПУЭ 1.7.78), который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 54 мм² при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (ПУЭ 1.7.65). Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала. К организационно – техническим мероприятиям относится инструктаж по технике безопасности.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы,

продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.[11]

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- геофизические опасные явления — землетрясения, вулканы и т.д.
- геологические опасные явления — пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- метеорологические опасные явления — бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- гидрологические опасные явления — наводнения, паводки, половодья и т.д.
- морские гидрологические опасные явления — штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- гидрогеологические опасные явления — опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.
- природные пожары — лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

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

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

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

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

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

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

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

К чрезвычайным ситуациям социального характера относятся:

- войны;
- локальные и региональные конфликты
- голод;
- крупные забастовки;
- массовые беспорядки, погромы, поджоги и др.

Вывод:

В данном разделе были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проанализированы вредные и опасные факторы, выявлены организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны, рассмотрена экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях приведены примеры ЧС.

Для обеспечения безопасности труда, необходимо понимать "безопасность труда"; исключать воздействие на работников вредных и опасных производственных факторов; привести уровень их воздействия к уровням, не превышающим установленных нормативов и минимизация их физиологических последствий травм и заболеваний. Более того, согласно п. 2 статьи 4 закона «О специальной оценке условий труда» работодатель обязан реализовывать мероприятия, направленные на улучшение условий труда работников, с учетом результатов проведения специальной оценки условий труда.

Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового, административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации. Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Заключение

Данной выпускной квалификационной работой является анализ технологии изготовления детали «основа». При подготовке выпускной квалификационной работы была определена цель – разработка технологических процессов изготовления детали «основа».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был рассмотрен технологический процесс изготовления детали «основа», проведены анализа технологических размеров, предложен метод обработки детали, определены технологические и конструкторские размеры, а также проверен расчёт допусков на технологические размеры и на конструкторские размеры, определены режим резания и основное время, выбрано оборудование для обработки детали, разработана конструкция приспособления, рассмотрены ресурсоэффективность и ресурсосбережение, предложены производственная безопасность и метод обеспечения.

Список литературы

1. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Суслова.Пятое издание, исправленное. ммммммммм2003. -912 с, илл.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Суслова.Пятое издание, исправленное. 2003. 944 с., ил.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ 2009 -91с. ISBN 5-98298-450-7.
4. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. 3-е изд., стереотип. – М.: Л.: Машиностроение, 1966. – 652 с.
5. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 1. 543 с.: ил. ISBN 5-181-03288-6.
6. Допуск и посадки: Справочник. В 2-х ч. Часть 1. /В.Д. Мягков, М.А.Палей, А.Б.Романов, В.А.Брагинский. 7-е изд., перераб, и под. -Е.: Издательство АТП, 2015год. -Ч. 2. 448 с.: ил. ISBN 5-181-03289-6. 5.
7. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / под. общ. ред. С.В. Кирсанова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2014 – 520 С.: ил. ISBN 978-5-94275-713-7.
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/Трудовой_кодекс_Российской_Федерации

9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.
10. <https://center-yf.ru/data/Menedzheru/proizvodstvennaya-bezopasnost-eto.php>
11. https://ru.wikipedia.org/wiki/Природная_чрезвычайная_ситуация
12. ГОСТ 12.0.003—2015
13. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ