

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали « ходовая гайка »

УДК 621.882.3.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Ван Фансюань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н		

Консультант

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

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.	О.О.Д		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
		К.Т.Н		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по программе

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

Институт	ИШНПТ
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Арляпов А.Ю.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Ван Фансюань

Тема работы:

Разработка технологии изготовления плиты опорной	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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 <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
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	Охотин И.С.	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л51	Ван Фансюань		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 158л51	ФИО Ван Фансюань
-------------------------	----------------------------

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

Тема ВКР:

Ходовая гайка серво-привода серии ST 5112	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является ходовая гайка серво-привода серии ST 5112; Использование полностью автоматического токарного станка для обработки отливок. Объект для всех видов крупногабаритного оборудования.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	ГОСТ 12.1.005-88; СНиП II-4-7; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; ГОСТ 12.0.003-74; ГОСТ 12.1.038-82; ГОСТ 12.1.030-8; 1; Трудовой кодекс Российской Федерации
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – Производственное освещение – шумы – Электробезопасность – Пожаровзрывобезопасность
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – Металлическая стружка и отходы образуются в процессе обработки металлической стружки
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Пожар – Ураганный ветер – Ливневые дожди

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 158л51	ФИО Ван Фансюань	Подпись	Дата
------------------	---------------------	---------	------

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л51	Ван Фансюань

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	Материально-технические ресурсы: компьютер (35000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/кВт).
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):

<ol style="list-style-type: none"> 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
158/151	Ван Фансюань		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 115 с., 72 рис., 8 табл., 14 источников, 6 прил.

Ключевые слова: технология, инвентарь, условие резание, толерантность, объединительная плата.

Объект исследования - субстрат.

Целью данной работы является разработка методики получения субстрата.

В ходе исследования, в технической части анализа. Тип производства определяется в соответствии с годовым графиком выпуска и части дизайна. И часть производства в соответствии с типом материала, выбранного заготовки. Допуски, процесс геометрия, условие резания, первичный и вторичный время вычисления, усилия для зажима фрезерования заготовки. Детали расчета расходов. анализ Британской Колумбии.

В результате исследований, проектирования частей производственного процесса, проектирование специального фрезерного устройства.

Final qualifying work 115 p., 72 fig., 8 tab., 14 sources, 6 adj.

Key words: technology, inventory, cutting condition, tolerance, backplane.

The object of study - the substrate.

The purpose of this work is to develop methods for producing substrate.

In the course of the study, in the technical part of the analysis. The type of production is determined in accordance with the annual release schedule and part of the design. And part of the production in accordance with the type of material selected workpiece. Tolerances, process geometry, cutting condition, primary and secondary calculation time, efforts to clamp the milling of the workpiece. Details of the calculation of expenses. British Columbia analysis.

As a result of research, the design of parts of the production process, the design of a special milling device.

Оглавление

Введение	10
Техническое задание.	11
1. Технологическая часть	12
1.1 Определение типа производства.....	12
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	14
1.3 Выбор исходной заготовки	14
Часть разработки технологии изготовления	15
Расчет припусков и диаметральных технологических размеров	20
2. Допуски на конструкторские размеры	22
3. Допуски на технологические размеры	24
4. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	26
5. Расчет припусков на осевые размеры	35
6. Расчёт технологических размеров	37
7. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	46
8. Расчет припусков на диаметральные размеры	53
9. Расчёт технологических размеров	56
10. Расчет режимов резания.....	63
11. Выбор средств технологического оснащения	72
12. Определение норм времени	74
12.1 Расчет основного времени	74
12.2 Определение норм вспомогательного времени	78
для каждой операции	78
12.3 Определение штучно-калькуляционного времени.....	79
13. Конструкторский раздел	82
14. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	87
15. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	115

Введение.

Машиностроение ускорения научно-технического прогресса, повышения производительности труда, экономика будет передана на интенсивный путь развития, мы решили создать условия для производства и развития различных отраслей промышленности играют важную роль.

Важной задачей проекта является улучшение процесса, внедрение промышленной автоматизации и механизации пунктов. Необходимо использовать научные достижения, совершенствование практики управления персоналом, следовать по охране труда, отдыха, стандартный персонал общественного питания.

Конечная цель является квалифицированным техническим процессом проектирования и изготовления деталей - «диск.» С этой целью, расчет маржи, условия резания. Выберите устройство должны быть выполнены, и устройство обработки зажима. Кроме того, необходимо рассчитать время, необходимое для изготовления деталей. Процесс проектирования должен соответствовать требованиям рентабельного изготовления деталей.

Цель курсового проекта- создать эффективный технологический процесс изготовления гайка.

Для создания достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи :

Анализ технологичности конструкции детали.

Разработка технологического производства гайка.

Разработка маршрута технологии изготовления фланца переходного

Определение допусков на диаметральные технологические размер

Расчет технологических размеров

Расчет режимов резания

Расчет основного времени

1. Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Производство определяется типом рабочих соотношений

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}},$$

где t_d – такт деталей выпуска;

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

Такт выпуска деталей определяется по формуле

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

где Φ_d –Эффективное время годового фонда оборудования;

$N = 1000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовое капитальное оборудование во время выполнения по табл. 2.1

[1, с.23] при двухсменном режиме работы: $F_T = 4015$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши}/n,$$

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

n – О с н о в н о й процесс операнда.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k * T_0,$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время. Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 * D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 * 0,00019 * 39^2 = 0.43$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш2} = (1,72 * 0,00052 * 149 * 20) * 2 = 5.3$$

Резьбонарезная операция:

нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,0004 * d * l$$

$$t_{ш8} = (1,72 * 0,0004 * 10 * 30) * 2 = 0,41$$

Среднештучное время:

$$t_{шс} = \frac{0.43 + 5.3 + 0.41}{3} = 2.047$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 * 4015/1000}{2.047} = 48,37$$

$K_{30} > 20$, что соответствует мелкосерийному производству.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Детали - Корпус представляет собой вращающийся корпус из ВрАЖ9-4. Дизайн проекта довольно прост. Свободный доступ ко всем обработанным поверхностям, деталь очень прочная.

Проект имеет набор поверхностей, которые можно использовать в качестве технической основы.

Химический состав БрАЖ9-4

Химический состав

Химический элемент	%
(Fe)	1-2
(Si)	0-0.10
(Al)	8-10
(Cu)	84.3-90
(Mn)	0-0.5
(P)	0-0.01
(Pb)	0-0.01
(Zn)	0-1
(Sn)	0-0.1

1.3 Выбор исходной заготовки

Принимая во внимание технических свойств частей материала, размера и веса, типа производства и механических требований к производительности, мы выбрали в качестве исходной горячекатаной заготовки.

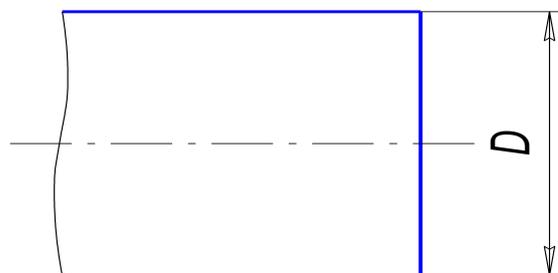
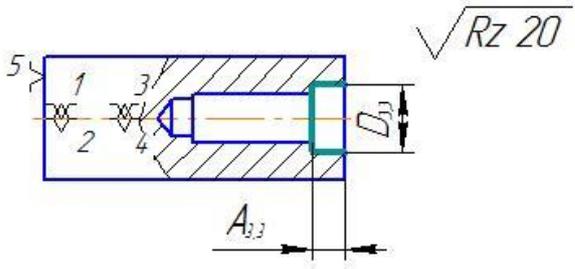
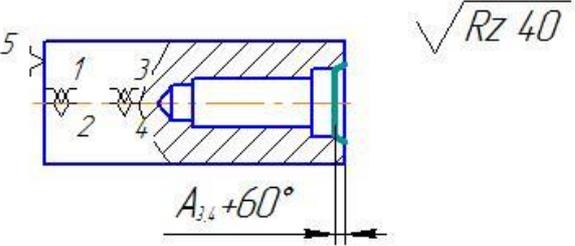
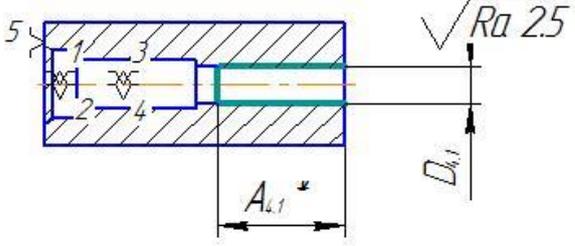
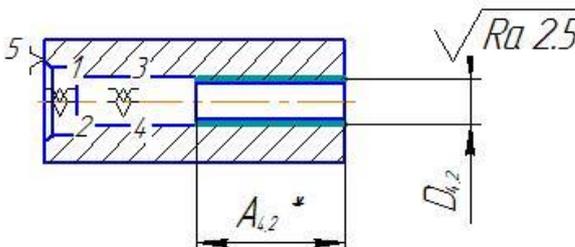
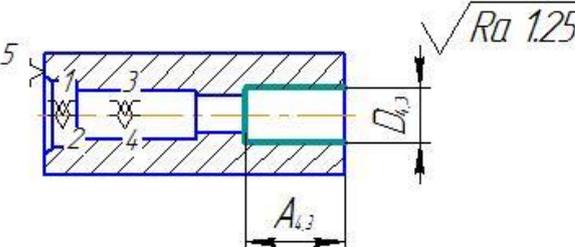
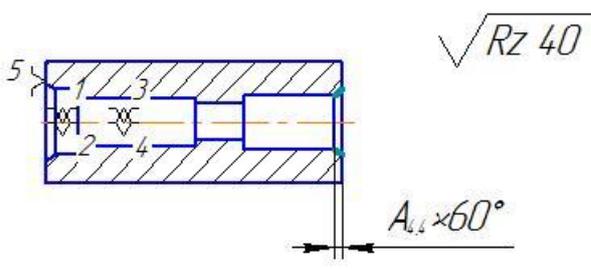
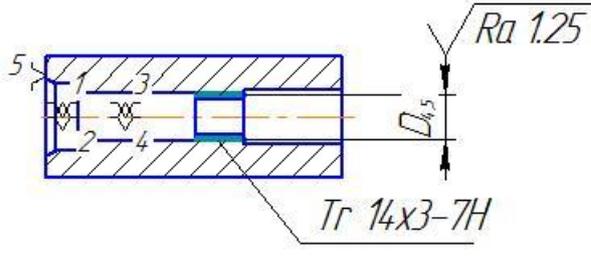
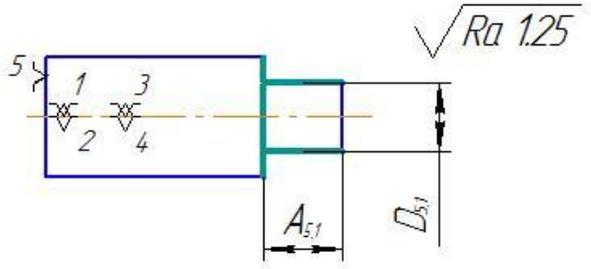
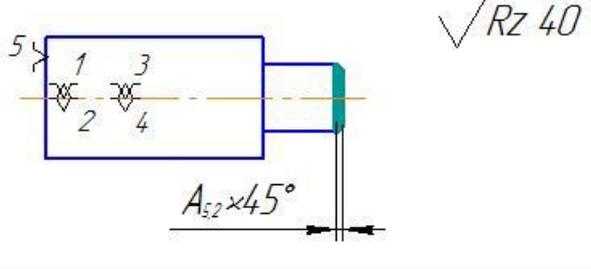
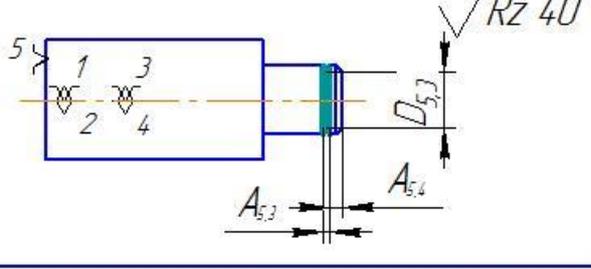


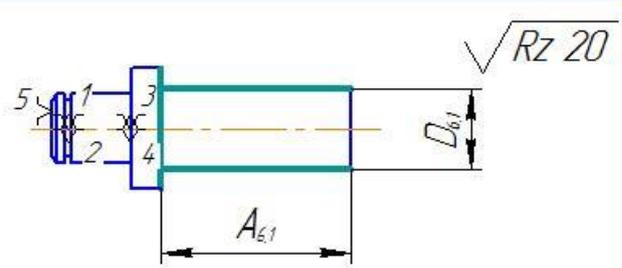
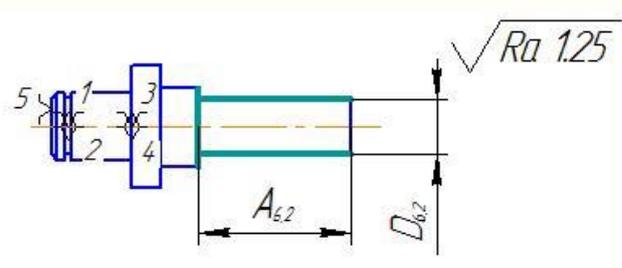
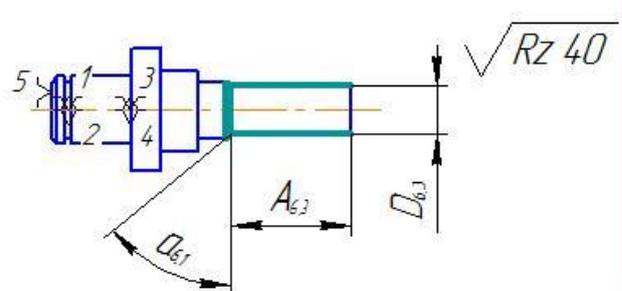
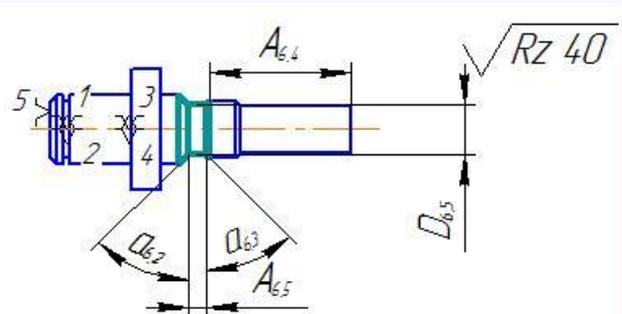
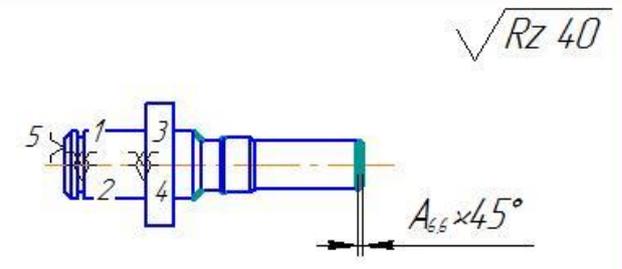
Рис. 2 Заготовка

Часть разработки технологии изготовления

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
0	1	<p><u>Заготовительная</u></p> <p>Установить и снять заготовку</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0,1}, D_{0,1}$</p>	
1	1	<p><u>Фрезериоцентрировать</u></p> <p>подрезать торец выдерживая размеры $A_{1,1}, A_{1,2}$</p>	
2	1	<p><u>Токарная</u></p> <p>Точить попер, выдерживая размер $D_{2,1}$</p>	
3	1	<p><u>Токарная</u></p> <p>Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{3,1}^*, D_{3,1}$</p>	
	2	<p>рассточить отв., выдерживая размеры $A_{3,2}, D_{3,2}$</p>	

Номер операций	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
3	3	Точить, выдерживая размеры $A_{3,3}, D_{3,3}$	
	4	Точить фаску выдерживая размеры $A_{3,4} \times 60^\circ$	
4	1	Токарная Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{4,1}^*, D_{4,1}$	
	2	рассточить отв., выдерживая размеры $D_{4,2}$	
	3	Точить, выдерживая размеры $A_{4,3}, D_{4,3}$	

Номер операций	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
4	4	Точить фаску выдерживая размеры $A_{4,4} \times 60^\circ$	
	5	Точить резьбы $D_{4,5}$ $Tr 14 \times 3-7H$	
5	1	Токарная Точить попер, выдерживая размер $A_{5,1}, D_{5,1}$	
	2	Точить фаску выдерживая размеры $A_{5,2} \times 45^\circ$	
	3	Точить, выдерживая размеры $A_{5,3}, D_{5,3}$	

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
6	1	Установить и снять заготовку Точить попер, выдерживая размеры $A_{\epsilon 1}, D_{\epsilon 1}$	
	2	Точить попер, выдерживая размеры $A_{\epsilon 2}, D_{\epsilon 2}$	
	3	Точить попер, выдерживая размеры $A_{\epsilon 3}, D_{\epsilon 3}, \alpha_{\epsilon 1}$	
		Точить попер, фаску выдерживая размеры $A_{\epsilon 4}, A_{\epsilon 5}, D_{\epsilon 5}, \alpha_{\epsilon 2}, \alpha_{\epsilon 3}$	
		Точить фаску выдерживая размеры $A_{\epsilon 6} \times 45^\circ$	

Номер операций	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
6	8	Точить попер., выдерживая размер $A_{\epsilon 7}, A_{\epsilon 8}, D_{\epsilon 8}$	
	9	Точить попер., выдерживая размер $A_{\epsilon 9}, D_{\epsilon 9}, A_{\epsilon 10}$	
7	1 2	Сверлить отверстие, выдерживая выдерживая размер D_{71}, D_{72}	

Расчет припусков и диаметальных технологических размеров

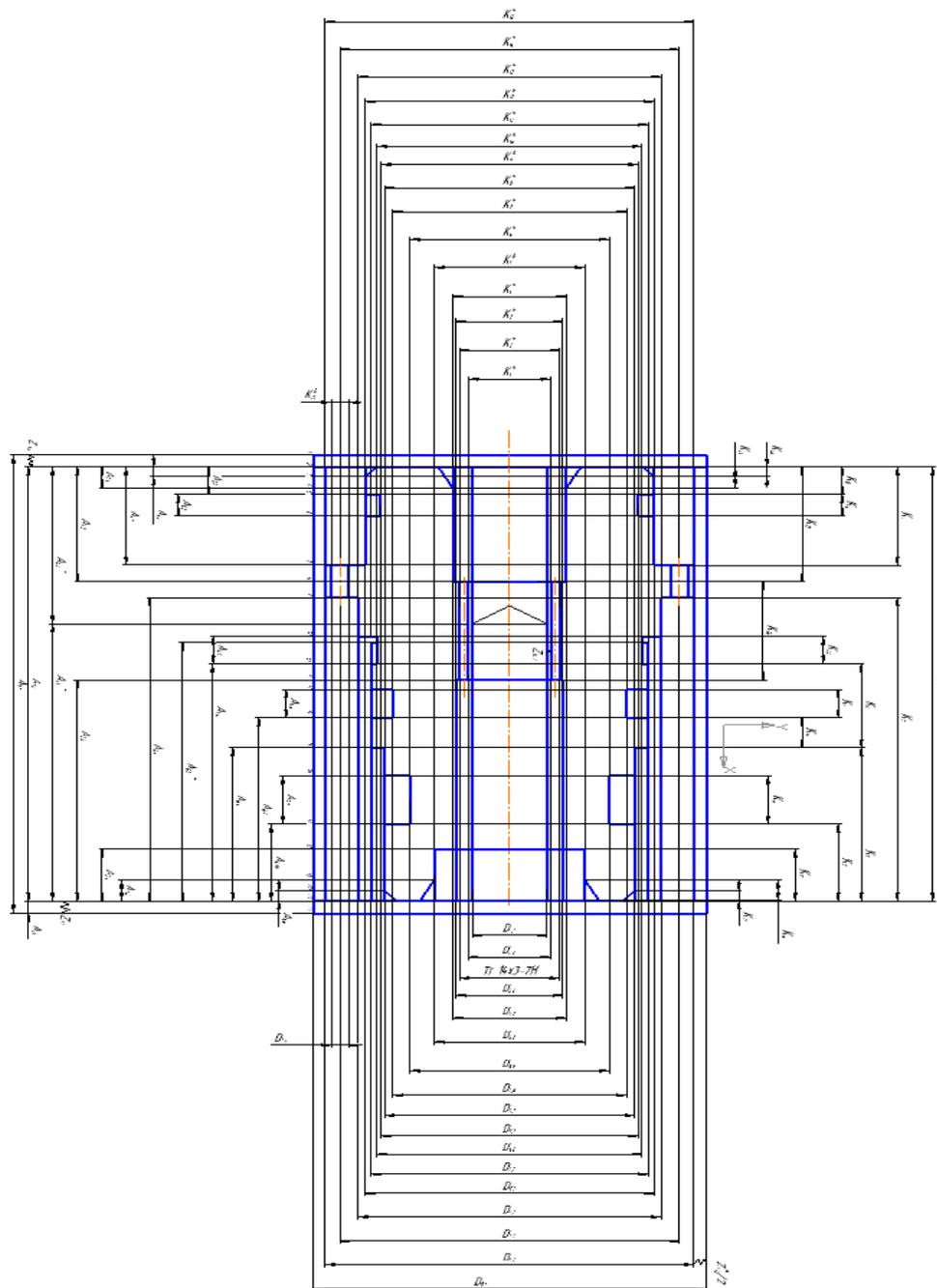


Рис. 3 Размерная схема

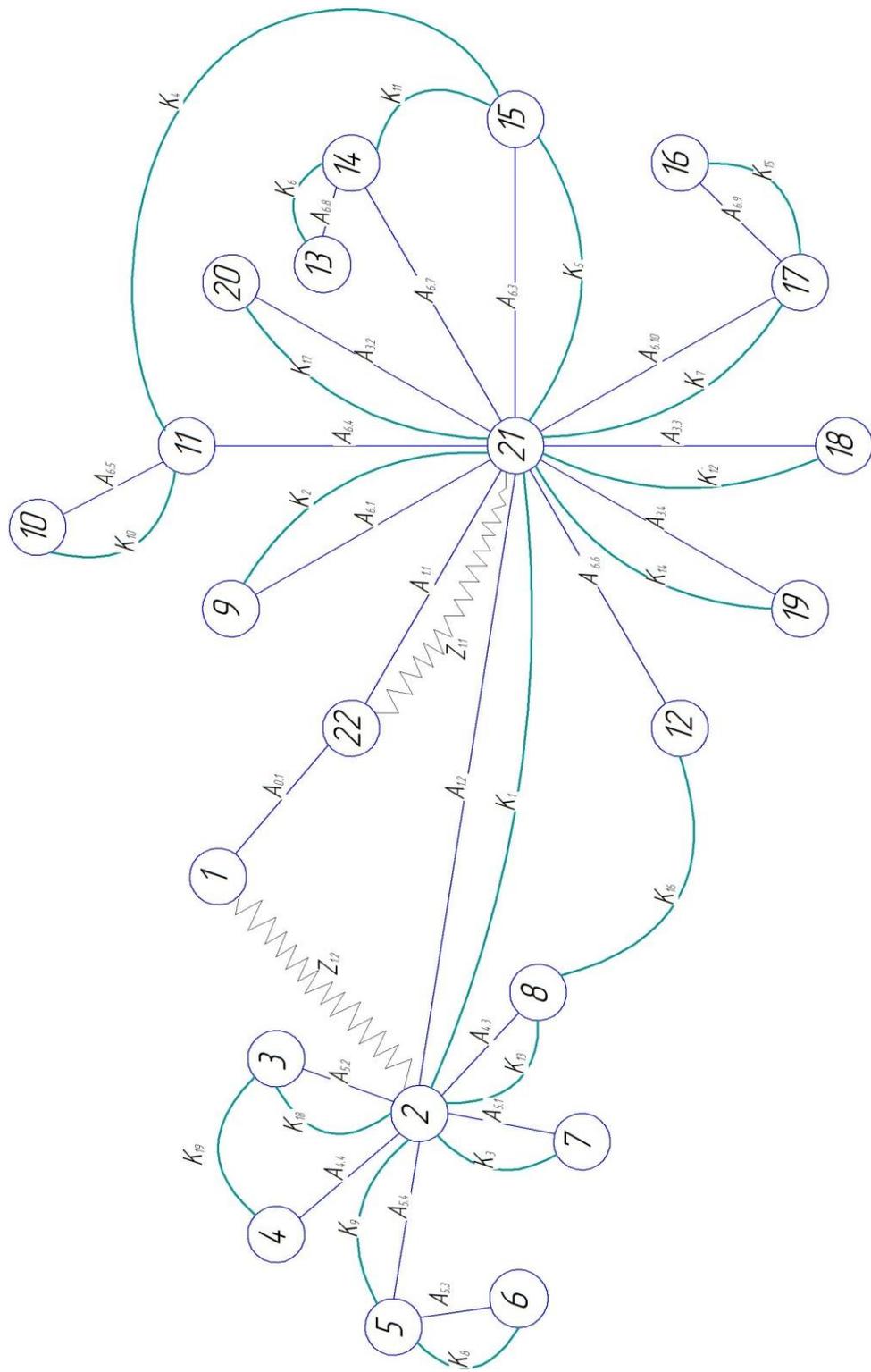


Рис.4 Граф технологических размерных цепей

2. Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

$$TK_1 = 0,5 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,435 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,31 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,26 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,37 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,125 \text{ мм};$$

$$TK_7 = 0,31 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,125 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,125 \text{ мм};$$

$$TK_{10} = 0,215 \text{ мм};$$

$$TK_{11} = 0,18 \text{ мм};$$

$$TK_{12} = 0,215 \text{ мм};$$

$$TK_{13} = 0,31 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{15} = 0,215 \text{ мм};$$

$$TK_{16} = 0,26 \text{ мм};$$

$$TK_{17} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{18} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{19} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_1^D = 0,215\text{MM}$$

$$TK_2^D = 0,215\text{MM}$$

$$TK_3^D = 0,215\text{MM}$$

$$TK_4^D = 0,027\text{MM}$$

$$TK_5^D = 0,043\text{MM}$$

$$TK_6^D = 0,215\text{MM}$$

$$TK_7^D = 0,26\text{MM}$$

$$TK_8^D = 0,13\text{MM}$$

$$TK_9^D = 0,26\text{MM}$$

$$TK_{10}^D = 0,26\text{MM}$$

$$TK_{11}^D = 0,33\text{MM}$$

$$TK_{12}^D = 0,013\text{MM}$$

$$TK_{13}^D = 0,13\text{MM}$$

$$TK_{14}^D = 0,31\text{MM}$$

$$TK_{15}^D = 0,31\text{MM}$$

$$TK_{16}^D = 0,125\text{MM}$$

3. Допуски на технологические размеры

3.1 Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u + \varepsilon_\sigma [1, с. 34]$$

Где ω_{ci} – статистическая погрешность [1, с. 65]

ρ_u – пространственное отклонение измерительной базы

ε_σ – погрешность базирования

$$\rho_u = \sqrt{\rho_{Ф.Ц}^2 + \rho_{Р.Ц}^2} = 0,12 \text{ мм}$$

$$\varepsilon = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{0,1} = \omega_C + \rho_u + \varepsilon = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_C + \varepsilon = 0,33 \text{ мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{3,2} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{3,3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{3,4} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{4,3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{4,4} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{5,1} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{5,2} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{5,3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{5,4} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,1} = \omega_C = 0,2 \text{ мм}$$

$$TA_{6,3} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,4} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,5} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,6} = \omega_C = 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{6,7} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,8} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,9} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6,10} = \omega_C = 0,12 \text{ мм}$$

3.2 Определение допусков на диаметральные технологические размеры

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где ω_{ci} – статистическая погрешность

$$TD_{0.1} = \omega_c = 0,6\text{мм}$$

$$TD_{2.1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{3.1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{3.2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{3.3} = \omega_c = 0,043\text{мм}$$

$$TD_{4.2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{4.3} = \omega_c = 0,027\text{мм}$$

$$TD_{4.5} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{5.1} = \omega_c = 0,013\text{мм}$$

$$TD_{5.3} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{6.1} = \omega_c = 0,13\text{мм}$$

$$TD_{6.2} = \omega_c = 0,033\text{мм}$$

$$TD_{6.3} = \omega_c = 0,13\text{мм}$$

$$TD_{6.5} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{6.8} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{6.9} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{7.1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TD_{7.2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

4.Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете максимума - минимальное условие, когда метод по формуле проверок, чтобы обеспечить точность измерения дизайна[2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. \quad (7)$$

4.1 Размерная цепочка с учетом размера K_1 (рис. 4.1).

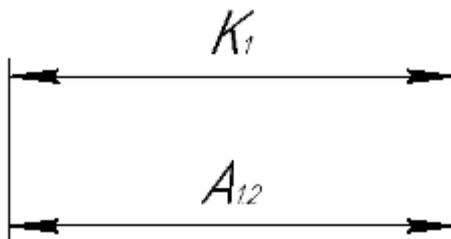


Рис. 4.1. Разм. цепь

$$TK_1 = 0,5 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,2\text{мм};$$

$$TK_1 =$$

$$0,5 \text{ мм} > TA_{1,2} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

4.2 Размерная цепочка с учетом размера K_2 (рис. 4.2).

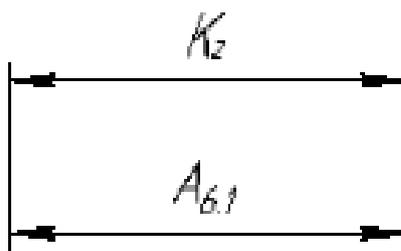


Рис. 4.2. Разм. цепь

$$TK_2 = 0,435 \text{ мм}; \quad TA_{6,1} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TK_2 = 0,435 \text{ мм} > TA_{6,1} = 0,2 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

4.3 Размерная цепочка с учетом размера K_3 (рис. 4.3).

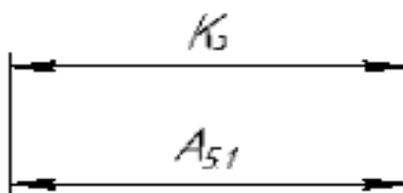


Рис. 4.3. Разм. цепь

$$TK_3 = 0,31 \text{ мм}; \quad TA_{5,1} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,31 \text{ мм} > TA_{5,1} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

4.4 Размерная цепочка с учетом размера K_5 (рис. 4.4).

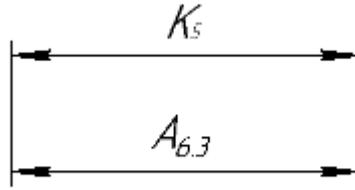


Рис. 4.4. Разм. цепь

$$TK_5 = 0,37 \text{ мм}; \quad TA_{6,3} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_5 = 0,37 \text{ мм} > TA_{6,3} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

4.5 Размерная цепочка с учетом размера K_6 (рис. 4.5).

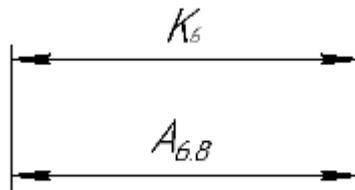


Рис. 4.5. Разм. цепь

$$TK_6 = 0,125 \text{ мм}; \quad TA_{6,8} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_6 = 0,125 \text{ мм} > TA_{6,8} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

4.6 Размерная цепочка с учетом размера K_7 (рис. 4.6).

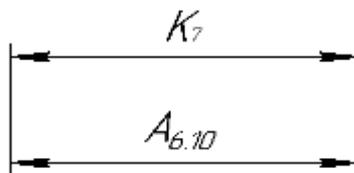


Рис. 4.6. Разм. цепь

$$TK_7 = 0,31 \text{ мм}; \quad TA_{6,10} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_7 = 0,31 \text{ мм} > TA_{6,10} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается.

4.7 Размерная цепочка с учетом размера K_8 (рис. 4.7).

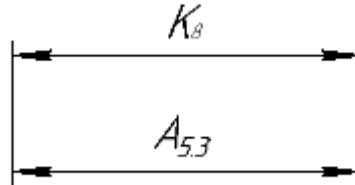


Рис. 4.7. Разм. цепь

$$TK_8 = 0,125 \text{ мм}; \quad TA_{5,3} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_8 = 0,125 \text{ мм} > TA_{5,3} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается.

4.8 Размерная цепочка с учетом размера K_9 (рис. 4.8).

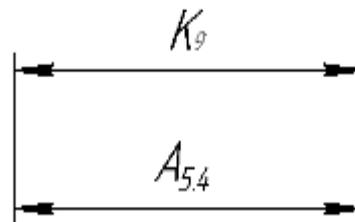


Рис. 4.8. Разм. цепь

$$TK_9 = 0,125 \text{ мм}; \quad TA_{5,4} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_9 = 0,125 \text{ мм} > TA_{5,4} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_9 выдерживается.

4.9 Размерная цепочка с учетом размера K_{10} (рис. 4.9).

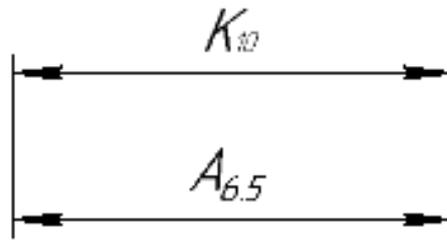


Рис. 4.9. Разм. цепь

$$TK_{10} = 0,215\text{мм}; \quad TA_{6,5} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_{10} = 0,7 \text{ мм} > TA_{6,5} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{10} выдерживается.

4.10 Размерная цепочка с учетом размера K_{12} (рис. 4.10).

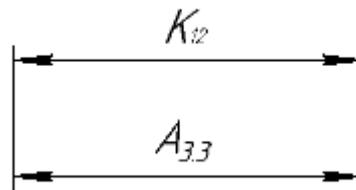


Рис. 4.10. Разм. цепь

$$TK_{12} = 0,215 \text{ мм}; \quad TA_{3,3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_{12} = 0,215 \text{ мм} > TA_{3,3} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{12} выдерживается.

4.11 Размерная цепочка с учетом размера K_{13} (рис. 4.11).

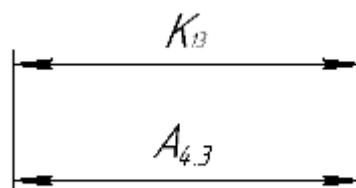


Рис. 4.11. Разм. цепь

$$TK_{13} = 0,31 \text{ мм}; \quad TA_{4,3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_{13} = 0,31 \text{ мм} < TA_{4,3} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{13} выдерживается.

4.12 Размерная цепочка с учетом размера K_{14} (рис. 4.12).

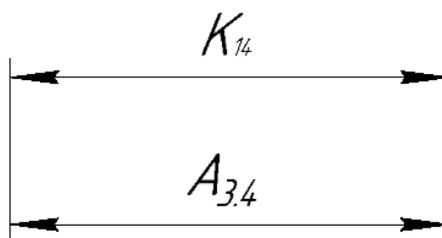


Рис. 4.12. Разм. цепь

$$TK_{14} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{3,4} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = 0,4 \text{ мм} = TA_{3,4} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{14} выдерживается.

4.13 Размерная цепочка с учетом размера K_{14} (рис. 4.13).

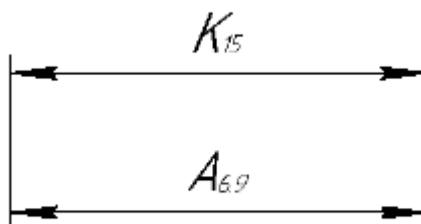


Рис. 4.13. Разм. цепь

$$TK_{15} = 0,215 \text{ мм}; \quad TA_{6,9} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TK_{14} = 0,215 \text{ мм} > TA_{5,2} = 0,012 \text{ мм};$$

Размер K_{15} выдерживается.

4.14 Размерная цепочка с учетом размера K_{20} (рис. 4.14).

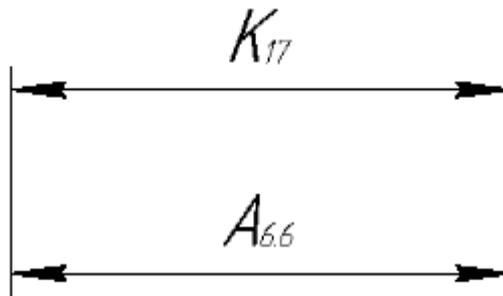


Рис. 4.14. Разм. цепь

$$TK_{17} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{6.6} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{17} = 0,4 \text{ мм} = TA_{6.6} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{17} выдерживается.

4.15 Размерная цепочка с учетом размера K_{18} (рис. 4.15).

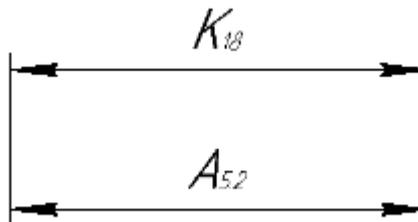


Рис. 4.15. Разм. цепь

$$TK_{18} = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{5.2} = 0,4 \text{ мм}$$

$$TK_{18} = 0,4 \text{ мм} = TA_{5.2} = 0,4 \text{ мм};$$

Размер K_{17} выдерживается.

4.16 Размерная цепочка с учетом размера K_{19} (рис. 4.16).

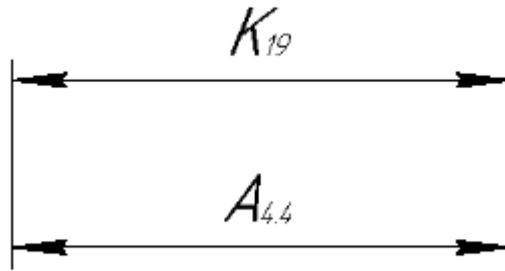


Рис. 4.16. Разм. цепь

$$TK_{19} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TA_{4,4} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_{19} = 0,4 \text{ мм} = TA_{4,4} = 0,4 \text{ мм}$$

Размер K_{19} выдерживается.

4.17 Размерная цепочка с учетом размера K_4 (рис. 4.17).

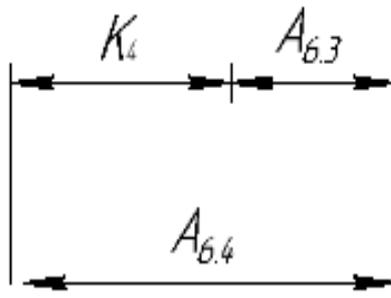


Рис. 4.17. Разм. цепь

$$TK_4 = 0,26 \text{ мм}; \quad TA_{6,3} = 0,12 \text{ мм} \quad TA_{6,4} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_4 = 0,26 \text{ мм} > TA_{6,3} + TA_{6,4} = 0,24 \text{ мм}$$

Размер K_4 выдерживается.

4.18 Размерная цепочка с учетом размера K_{11} (рис. 4.18).

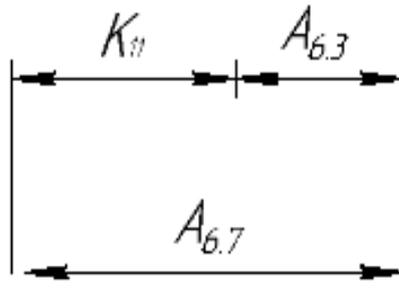


Рис. 4.18. Разм. цепь

$$TK_{11} = 0,18 \text{ мм}; \quad TA_{6,3} = 0,12 \text{ мм}; \quad TA_{6,7} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TK_{11} = 0,7 \text{ мм} > TA_{6,3} + TA_{6,7} = 0,12 \text{ мм}$$

Размер K_{11} не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

Принимаем $TA_{6,7} = 0,06 \text{ мм}$

Тогда: $TK_{11} = 0,18 \text{ мм} = TA_{6,3} + TA_{6,7} = 0,16 \text{ мм}$

Размер K_{19} выдерживается.

4.19 Размерная цепочка с учетом размера K_{15} (рис. 4.19).

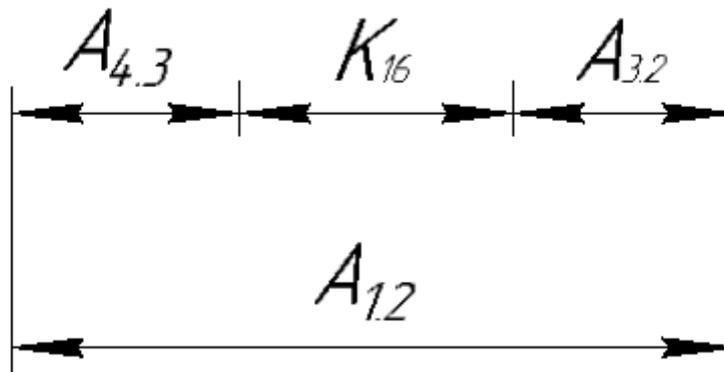


Рис. 4.19. Разм. цепь

$$TK_{16} = 0,26 \text{ мм}; \quad TA_{4,3} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3,2} = 0,12 \text{ мм}; \quad TA_{1,2} = 0,2 \text{ мм};$$

Размер K_{11} не выдерживается. Это значит, что точность предыдущей операции была ниже. Поэтому нам необходимо повышать точность предварительной операции.

$$\begin{aligned} \text{Принимаем} \quad TA_{1.2} &= 0,12 \text{ мм} \\ TA_{3.2} &= 0,06 \text{ мм} \\ TA_{4.3} &= 0,06 \text{ мм} \end{aligned}$$

Тогда: $TK_{11} = 0,26 \text{ мм} > TA_{4.3} + TA_{3.2} + TA_{1.2} = 0,24 \text{ мм}$
Размер K_{16} выдерживается.

5. Расчет припусков на осевые размеры

Минимальный припуск на обработку плоскости определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = 2 * (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}). \quad (8)$$

где Z_i^{min} - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$ - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

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

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

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

5.1 Рассмотрим припуски: $Z_{1.1}$

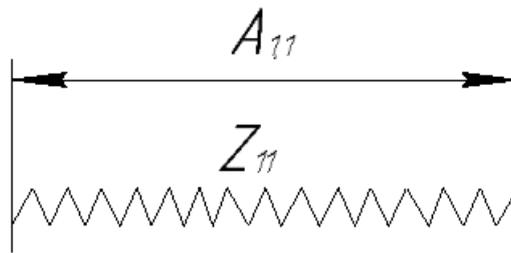


Рис.5.1. Разм. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.1}^{min} = 2 * \left(100 + 80 + \sqrt{144^2 + 244^2} \right) = 926 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.1}^{max} = Z_{1.1}^{min} + T A_{1.1} = 926 + 330 = 1256 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.1}^{cp} = \frac{Z_{1.1}^{max} + Z_{1.1}^{min}}{2} = \frac{1256 + 926}{2} = 1091 \text{ мкм.}$$

5.2 Рассмотрим припуски: $Z_{1.2}$

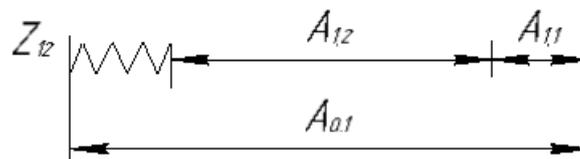


Рис.5.2. Разм. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.2}^{min} = 2 * \left(100 + 80 + \sqrt{144^2 + 244^2} \right) = 926 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$Z_{1.2}^{max} = Z_{1.2}^{min} + TA_{1.1} + TA_{1.2} + TA_{0.1} = 926 + 330 + 200 + 470$$

$$= 1926 \text{ мкм.}$$

Расчетный средний припуск:

$$Z_{1.2}^{cp} = \frac{Z_{1.2}^{max} + Z_{1.2}^{min}}{2} = \frac{1926 + 926}{2} = 1426 \text{ мкм.}$$

6. Расчёт технологических размеров

6.1 Размерная цепочка с учетом размера $A_{1.2}$ (рис. 6.1).

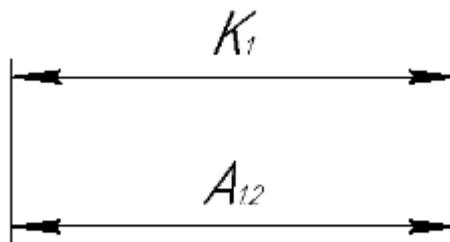


Рис. 6.1. Разм. цепь

$$A_{1.2}^{cp} = K_1^{cp} = 146 \text{ мм;}$$

$$TA_{1.2} = 0.2 \text{ мм}$$

$$A_{1.2} = 146 \pm 0.1 \text{ мм}$$

6.2 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.1}$ (рис. 6.2).

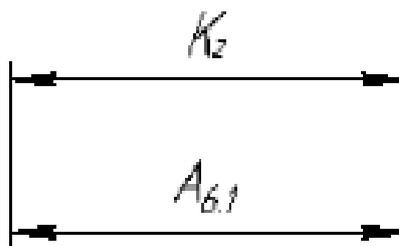


Рис. 6.2. Разм. цепь

$$A_{6.1}^{\text{cp}} = K_2^{\text{cp}} = 93 \text{ мм};$$

$$TA_{6.1} = 0.2 \text{ мм}$$

$$A_{2.2} = 93 \pm 0.1 \text{ мм}$$

6.3 Размерная цепочка с учетом размера $A_{5.1}$ (рис. 6.3).

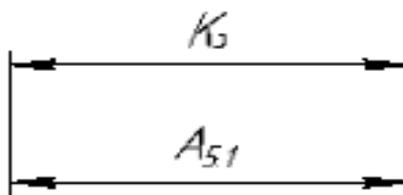


Рис. 6.3. Разм. цепь

$$A_{5.1}^{\text{cp}} = K_3^{\text{cp}} = 46 \text{ мм};$$

$$TA_{5.1} = 0.12 \text{ мм}$$

$$A_{5.1} = 46 \pm 0.06 \text{ мм}$$

6.4 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.3}$ (рис. 6.4).

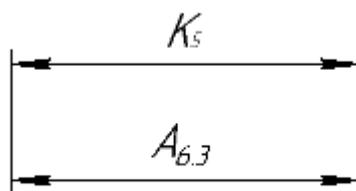


Рис. 6.4. Разм. цепь

$$A_{6.3}^{\text{cp}} = K_5^{\text{cp}} = 57.5 \text{ мм};$$

$$TA_{2,5} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6.3} = 57.5 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.5 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6,8}$ (рис. 6.5).

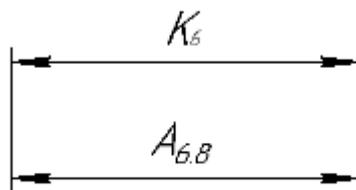


Рис. 6.5. Разм. цепь

$$A_{6,8}^{\text{cp}} = K_6^{\text{cp}} = 2.3 \text{ мм};$$

$$TA_{6,8} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6,8} = 3,6^{+0.12} \text{ мм}$$

6.6 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6,10}$ (рис. 6.6).

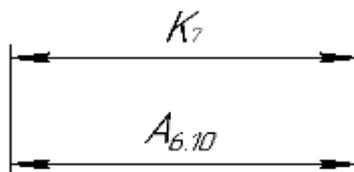


Рис. 6.6. Разм. цепь

$$A_{6,10}^{\text{cp}} = K_7^{\text{cp}} = 30.4 \text{ мм};$$

$$TA_{6,10} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6,10} = 30.4 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.7 Размерная цепочка с учетом размера $A_{5,3}$ (рис. 6.7).

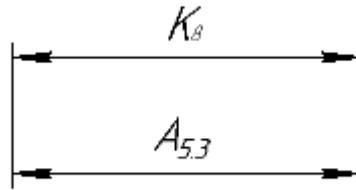


Рис. 6.7. Разм. цепь

$$A_{5,3}^{\text{cp}} = K_8^{\text{cp}} = 2.1 \text{ мм};$$

$$TA_{2,3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{5,3} = 2.1^{+0.12} \text{ мм}$$

6.8 Размерная цепочка с учетом размера $A_{5.4}$ (рис. 6.8).

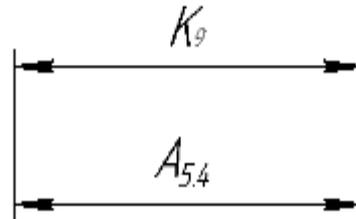


Рис. 6.8. Разм. цепь

$$A_{5.4}^{\text{cp}} = K_9^{\text{cp}} = 2.7 \text{ мм};$$

$$TA_{5.4} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{5.4} = 2.7 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.9 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.5}$ (рис. 6.9).

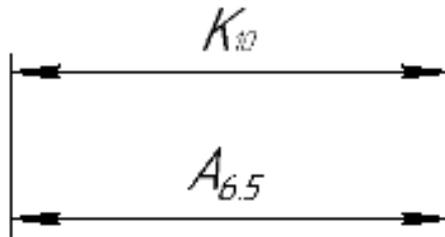


Рис. 6.9. Разм. цепь

$$A_{6.5}^{\text{cp}} = K_{10}^{\text{cp}} = 8\text{мм};$$

$$TA_{6.5} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6.5} = 8 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.10 Размерная цепочка с учетом размера $A_{3.3}$ (рис. 6.10).

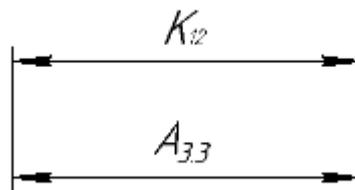


Рис. 6.10. Разм. цепь

$$A_{3.3}^{\text{cp}} = K_{12}^{\text{cp}} = 13\text{мм};$$

$$TA_{3.3} = 0,12\text{мм}$$

$$A_{3.3} = 13 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.11 Размерная цепочка с учетом размера $A_{4.3}$ (рис. 6.11).

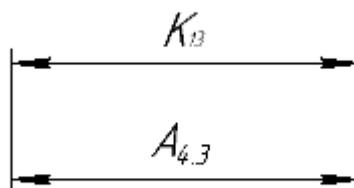


Рис. 6.11. Разм. цепь

$$A_{4.3}^{\text{cp}} = K_{13}^{\text{cp}} = 48 \text{ мм};$$

$$TA_{4.3} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{4.3} = 48 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6.12 Размерная цепочка с учетом размера $A_{3.4}$ (рис. 6.12).

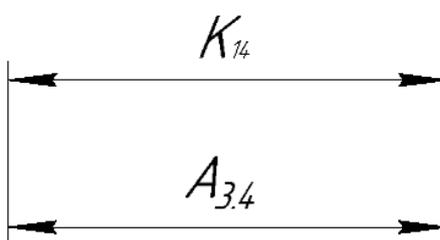


Рис. 6.12. Разм. цепь

$$A_{3.4}^{\text{cp}} = K_{14}^{\text{cp}} = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{3.4} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{3.4} = 2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

6.13 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.9}$ (рис. 6.13).

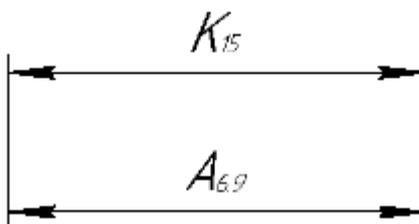


Рис. 6.13. Разм. цепь

$$A_{6.9}^{\text{cp}} = K_{15}^{\text{cp}} = 8.1 \text{ мм};$$

$$TA_{6.9} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6.9} = 8.1^{+0.12} \text{ мм}$$

6.14 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.6}$ (рис. 6.14).

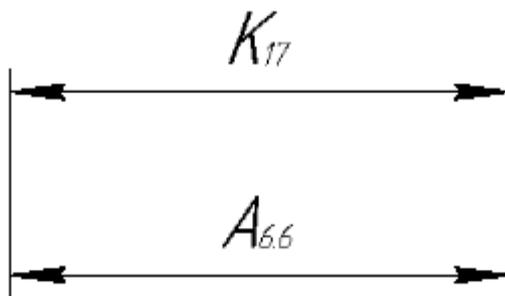


Рис. 6.14. Разм. цепь

$$A_{6.6}^{\text{cp}} = K_{17}^{\text{cp}} = 2\text{мм};$$

$$TA_{6.6} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{6.6} = 2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

6.15 Размерная цепочка с учетом размера $A_{5.2}$ (рис. 6.15).

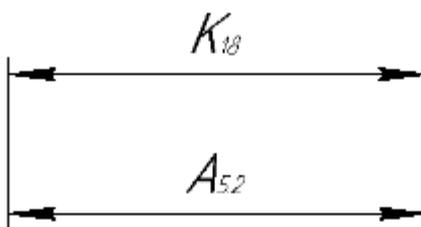


Рис. 6.10. Разм. цепь

$$A_{5.2}^{\text{cp}} = K_{18}^{\text{cp}} = 1\text{мм};$$

$$TA_{5.2} = 0.4\text{мм}$$

$$A_{5,2} = 1_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

6.16 Размерная цепочка с учетом размера $A_{4,4}$ (рис. 6.16).

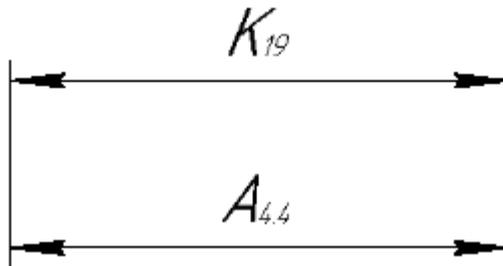


Рис. 6.16. Разм. цепь

$$A_{4,4}^{\text{cp}} = K_{15}^{\text{cp}} = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{4,4} = 0,4 \text{ мм}$$

$$A_{4,4} = 2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

6.17 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6,4}$ (рис. 6.17).

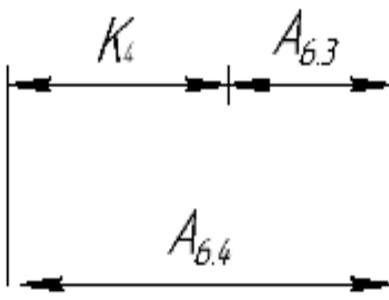


Рис. 6.17. Разм. цепь

$$A_{6,4}^{\text{cp}} = K_4^{\text{cp}} + A_{6,3}^{\text{cp}} = 57,5 + 19,5 = 77$$

мм

$$TA_{6,4} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6.4} = 77 \pm 0,06\text{мм}$$

6.18 Размерная цепочка с учетом размера $A_{6.7}$ (рис. 6.18).

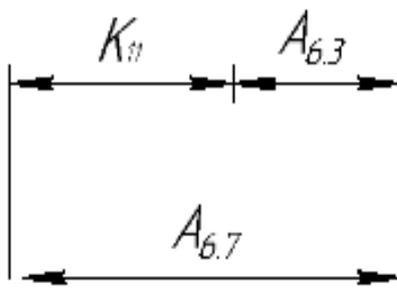


Рис. 6.18. Разм. цепь

$$A_{6.7}^{\text{cp}} = K_{11}^{\text{cp}} + A_{6.3}^{\text{cp}} = 9.5 + 57.5 = 67 \text{ мм}$$

$$TA_{6.7} = 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{6.7} = 67 \pm 0,06\text{мм}$$

6.19 Размерная цепочка с учетом размера $A_{1.2}$ (рис. 6.19).

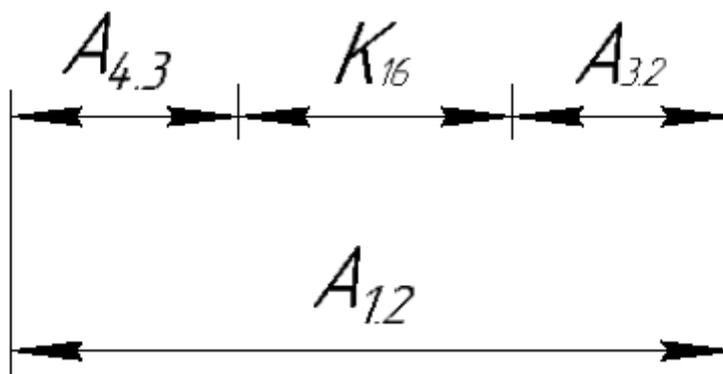


Рис. 6.19. Разм. цепь

$$A_{1.2}^{\text{cp}} = K_{16}^{\text{cp}} + A_{4.3}^{\text{cp}} + A_{3.2}^{\text{cp}} = 30 + 48 + 68 = 146\text{мм}$$

$$TA_{1.2} = 0.2 \text{ мм}$$

$$A_{1.2} = 146_{-0.2}\text{мм}$$

7. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

7.1 Размерная цепочка с учетом размера K_1^D (рис. 1).

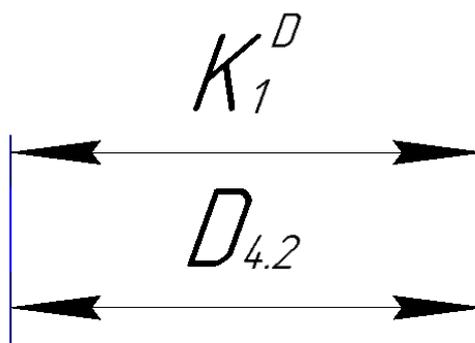


Рис. 1. Разм. цепь № 1

$$D_{4.2} = K_{D1} = 11^{+0.12} \text{ мм}$$

$$TK_1^D = 0,215 \text{ мм}; \quad TD_{4.2} = 0,12 \text{ мм}; \quad TK_1^D > TD_{4.2}$$

Размер K_1^D выдерживается.

7.2 Размерная цепочка с учетом размера K_2^D (рис. 2).

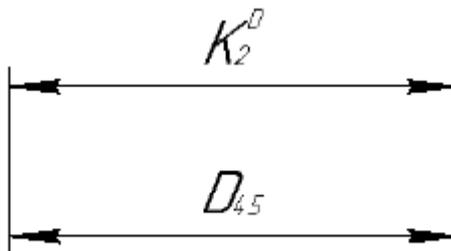


Рис. 2. Разм. цепь № 2

$$D_{4.5} = K_{D2} = 14.5^{+0.12} \text{ мм}$$

$$TK_2^D = 0,215\text{мм}; \quad TD_{4,5} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_2^D > TD_{5,2}$$

Размер K_2^D выдерживается.

7.3 Размерная цепочка с учетом размера K_3^D (рис.3).

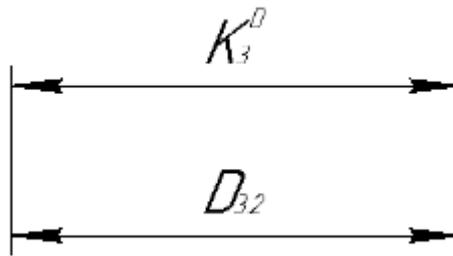


Рис. 3. Разм. цепь № 3

$$D_{3.2} = K_{D3} = 15^{+0.12} \text{ мм}$$

$$TK_3^D = 0,215\text{мм}; \quad TD_{3.2} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_3^D > TD_{2,6}$$

Размер K_3^D выдерживается.

7.4 Размерная цепочка с учетом размера K_4^D (рис. 4).

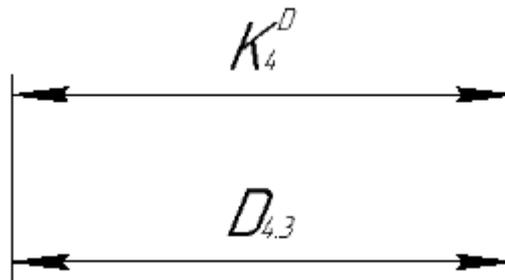


Рис.4. Разм. цепь № 4

$$D_{4.3} = K_{D4} = 15^{+0.027} \text{ мм}$$

$$TK_4^D = 0,027\text{мм}; \quad TD_{4,3} = 0,027 \text{ мм} \quad TK_4^D = TD_{4,1}$$

Размер K_4^D выдерживается.

7.5 Размерная цепочка с учетом размера K_5^D (рис. 5).

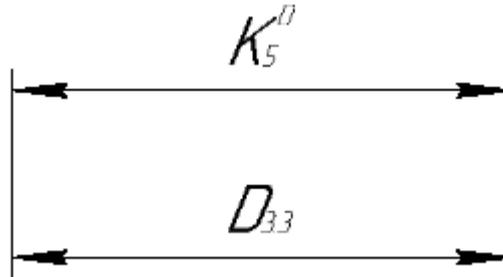


Рис.5. Разм. цепь № 5

$$D_{3,3} = K_{D5} = 17^{+0.043} \text{ мм}$$

$$TK_5^D = 0,043\text{мм}; \quad TD_{3,3} = 0,043 \text{ мм} \quad TK_5^D = TD_{2,7}$$

Размер K_5^D выдерживается.

7.6 Размерная цепочка с учетом размера K_6^D (рис. 6).

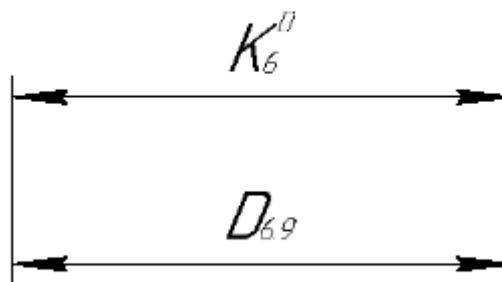


Рис.6. Разм. цепь № 6

$$D_{6,9} = K_{D6} = 18_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_6^D = 0,215\text{мм}; \quad TD_{6,9} = 0,12\text{мм} \quad TK_6^D > TD_{2,8}$$

Размер K_6^D выдерживается.

7.7 Размерная цепочка с учетом размера K_7^D (рис. 7).

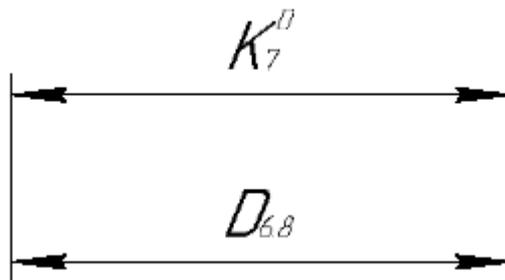


Рис.7. Разм. цепь № 7

$$D_{6,8} = K_{D7} = 21.7_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_7^D = 0,26\text{мм}; \quad TD_{2,2} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_7^D = TD_{2,2}$$

Размер K_7^D выдерживается.

7.8 Размерная цепочка с учетом размера K_8^D (рис. 8).

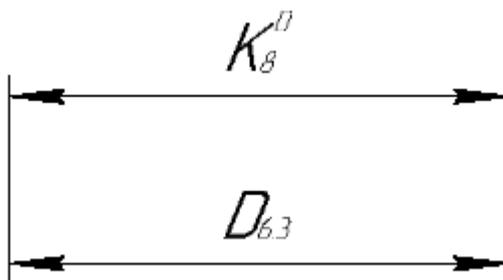


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{6,3} = K_{D8} = 24_{-0.13} \text{ мм}$$

$$TK_8^D = 0,13\text{мм}; \quad TD_{6,3} = 0,13 \text{ мм} \quad TK_8^D = TD_{5,1}$$

Размер K_8^D выдерживается.

7.9 Размерная цепочка с учетом размера K_9^D (рис. 9).

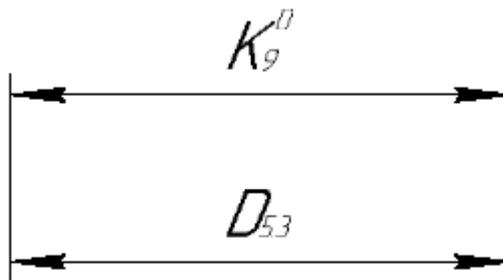


Рис.9. Разм. цепь № 9

$$D_{5.3} = K_{D9} = 23.8_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_9^D = 0,26\text{мм}; \quad TD_{5.3} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_8^D > TD_{5,1}$$

Размер K_9^D выдерживается.

7.10 Размерная цепочка с учетом размера K_{10}^D (рис. 10).

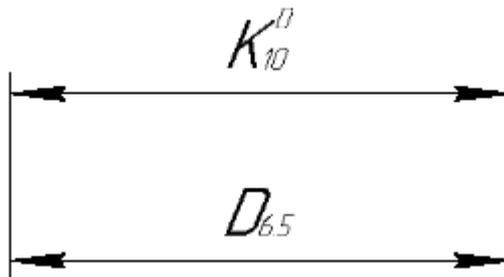


Рис.10. Разм. цепь № 10

$$D_{6.5} = K_{D10} = 24_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_{10}^D = 0,26\text{мм}; \quad TD_{5.3} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_8^D > TD_{5,1}$$

Размер K_{10}^D выдерживается.

7.11 Размерная цепочка с учетом размера K_{11}^D (рис. 11).

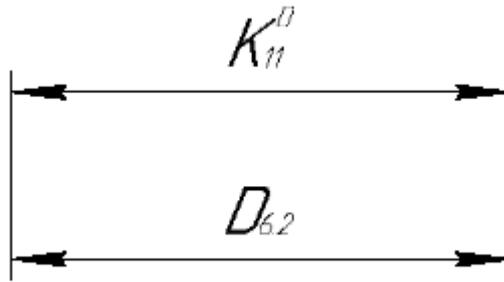


Рис.11. Разм. цепь № 11

$$D_{6.2} = K_{D11} = 25_{-0.033} \text{ мм}$$

$$TK_{11}^D = 0,033\text{мм}; \quad TD_{6.2} = 0,033\text{мм} \quad TK_8^D = TD_{5,1}$$

Размер K_{11}^D выдерживается.

7.12 Размерная цепочка с учетом размера K_{12}^D (рис. 12).

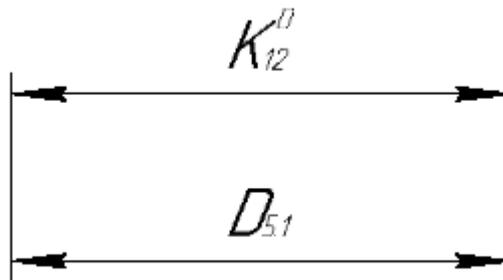


Рис.12. Разм. цепь № 12

$$D_{5.1} = K_{D12} = 25_{+0.002}^{+0.015} \text{ мм}$$

$$TK_{12}^D = 0,013\text{мм}; \quad TD_{5.1} = 0,013 \text{ мм} \quad TK_8^D = TD_{5,1}$$

Размер K_9^D выдерживается.

7.13 Размерная цепочка с учетом размера K_{13}^D (рис. 13).

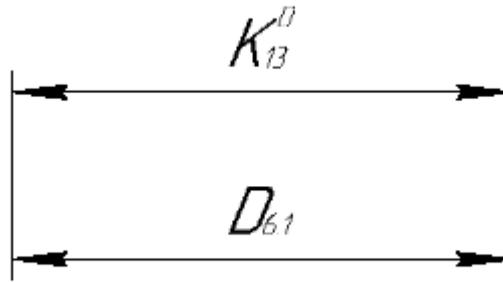


Рис.13. Разм. цепь № 13

$$D_{6.1} = K_{D13} = 26_{-0.13} \text{ мм}$$

$$TK_{13}^D = 0,13\text{мм}; \quad TD_{6.1} = 0,13 \text{ мм} \quad TK_8^D = TD_{5,1}$$

Размер K_{13}^D выдерживается.

7.14 Размерная цепочка с учетом размера K_{14}^D (рис. 8).

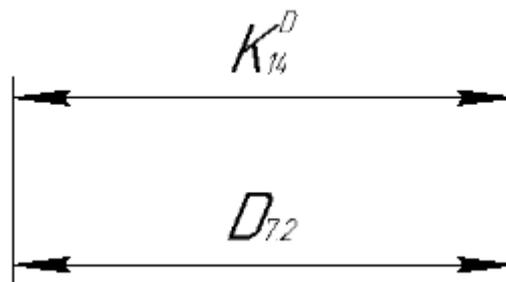


Рис.14. Разм. цепь № 14

$$D_{7.2} = K_{D14} = 33_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_{14}^D = 0,31\text{мм}; \quad TD_{7.2} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_8^D > TD_{5,1}$$

Размер K_{14}^D выдерживается.

7.15 Размерная цепочка с учетом размера K_{15}^D (рис. 8).

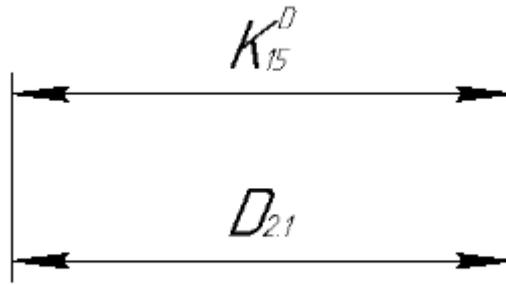


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{2.1} = K_{D15} = 38_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_{15}^D = 0,31\text{мм}; \quad TD_{2.1} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_8^D > TD_{5,1}$$

Размер K_{15}^D выдерживается.

7.16 Размерная цепочка с учетом размера K_8^D (рис. 8).

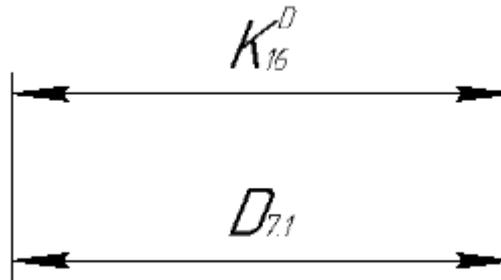


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{7.1} = K_{D16} = 0.16_{-0.12} \text{ мм}$$

$$TK_{16}^D = 0,125\text{мм}; \quad TD_{5.3} = 0,12 \text{ мм} \quad TK_8^D > TD_{5,1}$$

Размер K_{16}^D выдерживается.

8. Расчет припусков на диаметральные размеры

Минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (8)$$

где Z_i^{min} - Вращающийся обработка поверхности допустимого минимального количества, мкм;

$R_{Z_{i-1}}$ - До шероховатости перехода, мкм;

h_{i-1} - Толщина дефекта поверхностного слоя, образованная предыдущий переход, мкм;

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

ρ_i - закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

$$\rho = \sqrt{\rho_{p.c.}^2 + \rho_{ф.ц.}^2}$$

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы;

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

Таким образом, при вращении цилиндрической поверхности обрабатываемой детали, установленной в центре ошибки монтажа можно считать равной нулю. В этом случае диаметр баланса определяется по формуле

$$Z_i^{min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

8.1 Рассмотрим припуски: $2Z_{3,1}^D$

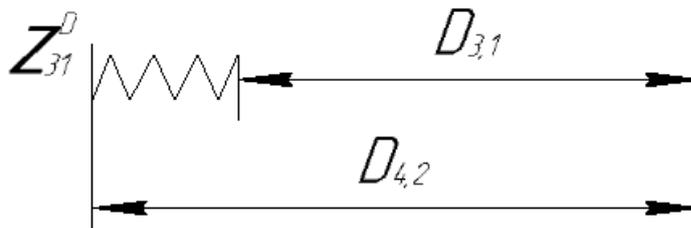


Рис.4.1.1. Разм. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{3,1}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 100 + \sqrt{40^2 + 30^2} \right) = 500 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{3,1}^{D \max} &= 2 \cdot Z_{3,1}^{D \min} + TD_{3,1} + TD_{4,2} \\ &= 500 + 120 + 120 = 740 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{3,1}^{D \text{ ср}} = \frac{2 \cdot Z_{3,1}^{D \max} + 2 \cdot Z_{3,1}^{D \min}}{2} = \frac{500 + 740}{2} = 620 \text{ мкм.}$$

8.2 Рассмотрим припуски: $2Z_{2,1}^D$

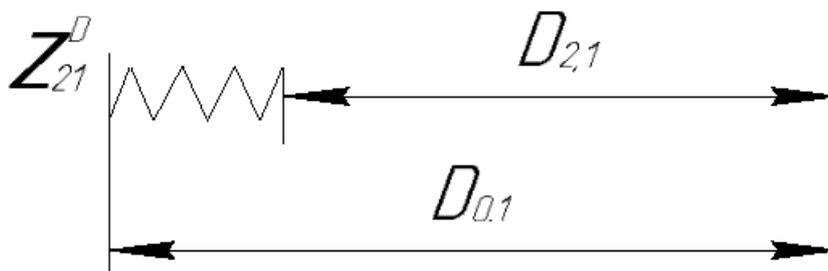


Рис.4.1.2. Разм. цепь

Расчетный минимальный припуск:

$$2 \cdot Z_{2.1}^{D \min} = 2 \cdot \left(100 + 100 + \sqrt{40^2 + 50^2} \right) = 528 \text{ мкм.}$$

Расчетный максимальный припуск:

$$\begin{aligned} 2 \cdot Z_{2.1}^{D \max} &= 2 \cdot Z_{2.1}^{D \min} + TD_{2.1} + TD_{0.1} = 528 + 120 + 120 \\ &= 768 \text{ мкм.} \end{aligned}$$

Расчетный средний припуск:

$$2 \cdot Z_{2.1}^{D \text{ ср}} = \frac{2 \cdot Z_{2.1}^{D \max} + 2 \cdot Z_{2.1}^{D \min}}{2} = \frac{768 + 528}{2} = 648 \text{ мкм.}$$

9. Расчёт технологических размеров

Вычислительная технология основана на размере размера процесса обработки анализируется с целью определения, для которых размер конфигурации цепи.

9.1 Размерная цепочка с учетом размера $D_{4.2}$ (рис. 5.1).

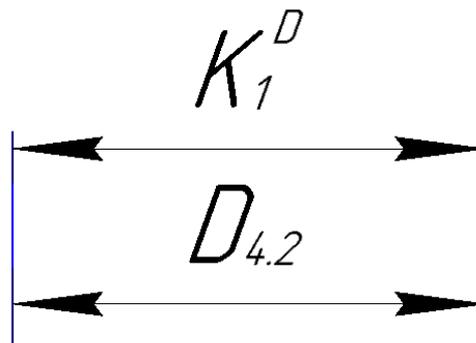


Рис. 1. Разм. цепь № 1

$$D_{4.2} = K_{D1} = 11^{+0.12} \text{ мм}$$

9.2 Размерная цепочка с учетом размера $D_{4.5}$ (рис. 2).

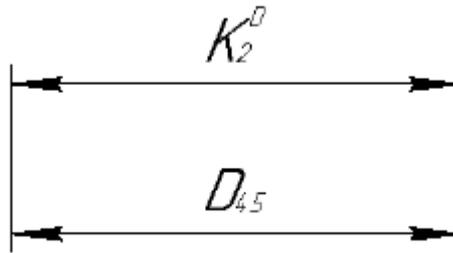


Рис. 2. Разм. цепь № 2

$$D_{4.5} = K_{D2} = 14.5^{+0.12} \text{ мм}$$

9.3 Размерная цепочка с учетом размера $D_{3.2}$ (рис.3).

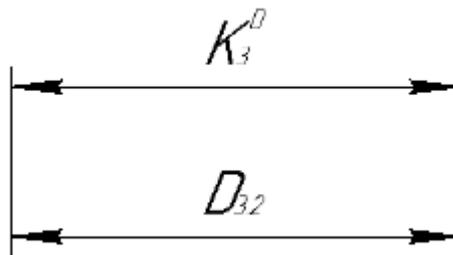


Рис. 3. Разм. цепь № 3

$$D_{3.2} = K_{D3} = 15^{+0.12} \text{ мм}$$

9.4 Размерная цепочка с учетом размера $D_{4.3}$ (рис. 4).

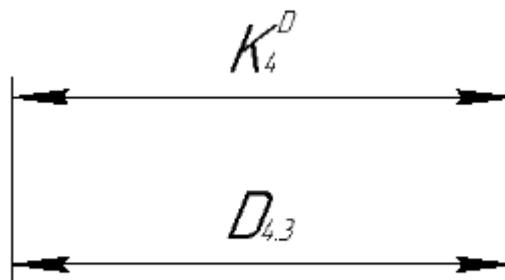


Рис.4. Разм. цепь № 4

$$D_{4.3} = K_{D4} = 15^{+0.027} \text{ мм}$$

9.5 Размерная цепочка с учетом размера $D_{3.3}$ (рис. 5).

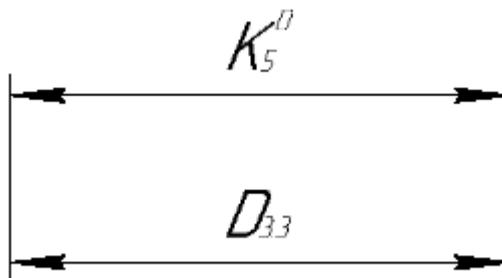


Рис.5. Разм. цепь № 5

$$D_{3.3} = K_{D5} = 17^{+0.043} \text{ мм}$$

9.6 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.9}$ (рис. 6).

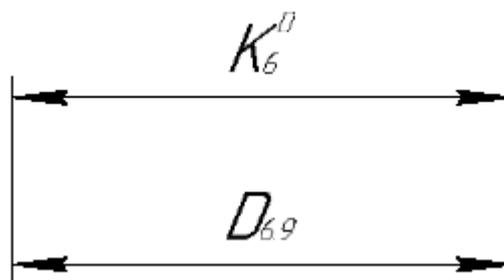


Рис.6. Разм. цепь № 6

$$D_{6.9} = K_{D6} = 18_{-0.12} \text{ мм}$$

9.7 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.8}$ (рис. 7).

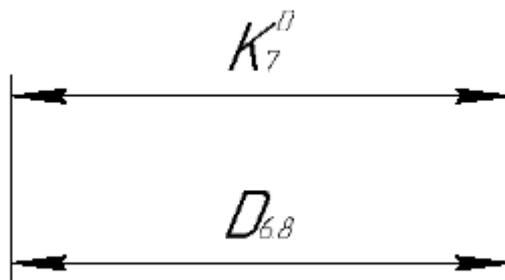


Рис.7. Разм. цепь № 7

$$D_{6.8} = K_{D7} = 21.7_{-0.12} \text{ мм}$$

9.8 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.3}$ (рис. 8).

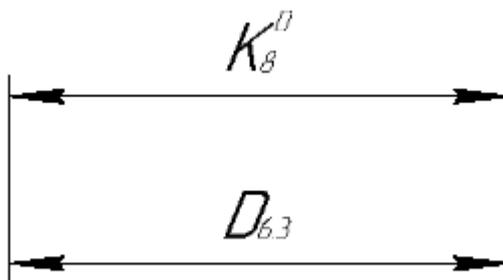


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{6.3} = K_{D8} = 24_{-0.13} \text{ мм}$$

9.9 Размерная цепочка с учетом размера $D_{5.3}$ (рис. 9).

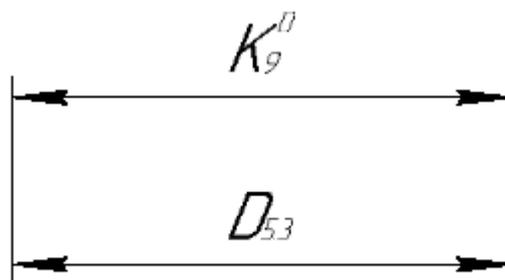


Рис.9. Разм. цепь № 9

$$D_{5.3} = K_{D9} = 23.8_{-0.12} \text{ мм}$$

9.10 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.5}$ (рис. 10).

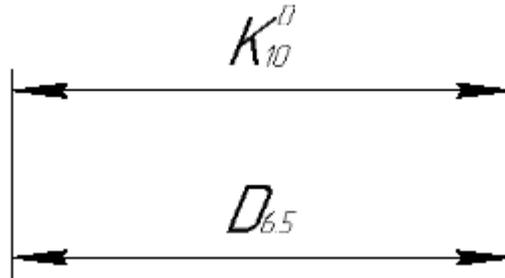


Рис.10. Разм. цепь № 10

$$D_{6.5} = K_{D10} = 24_{-0.12} \text{ мм}$$

9.11 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.2}$ (рис. 11).

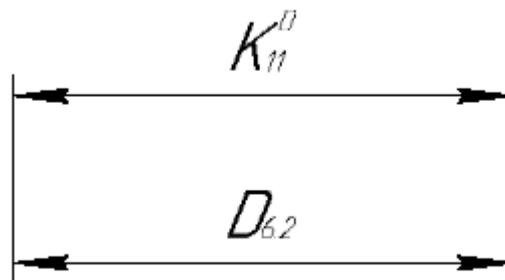


Рис.11. Разм. цепь № 11

$$D_{6.2} = K_{D11} = 25_{-0.033} \text{ мм}$$

9.12 Размерная цепочка с учетом размера $D_{5.1}$ (рис. 12).

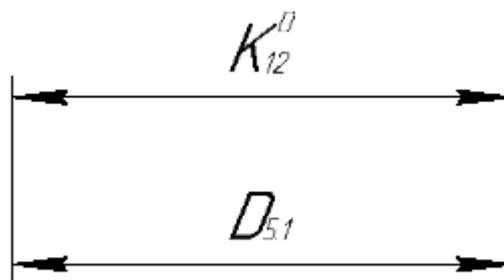


Рис.12. Разм. цепь № 12

$$D_{5.1} = K_{D12} = 25^{+0.015}_{+0.002} \text{ мм}$$

9.13 Размерная цепочка с учетом размера $D_{6.1}$ (рис. 13).

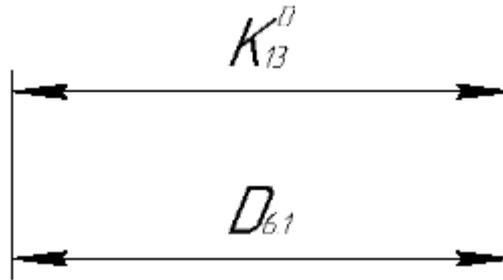


Рис.13. Разм. цепь № 13

$$D_{6.1} = K_{D13} = 26_{-0.13} \text{ мм}$$

9.14 Размерная цепочка с учетом размера $D_{7.2}$ (рис. 8).

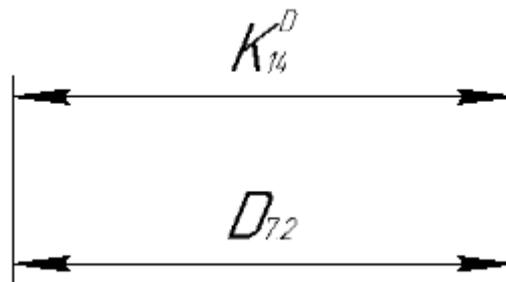


Рис.14. Разм. цепь № 14

$$D_{7.2} = K_{D14} = 33_{-0.12} \text{ мм}$$

9.15 Размерная цепочка с учетом размера $D_{2.1}$ (рис. 8).

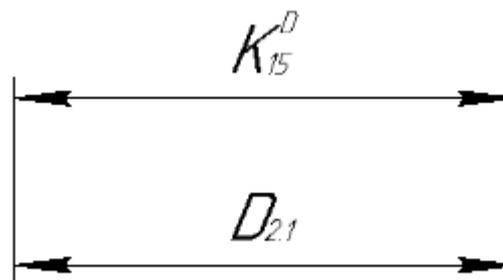


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{2.1} = K_{D15} = 38_{-0.12} \text{ мм}$$

9.16 Размерная цепочка с учетом размера $D_{7.1}$ (рис. 8).

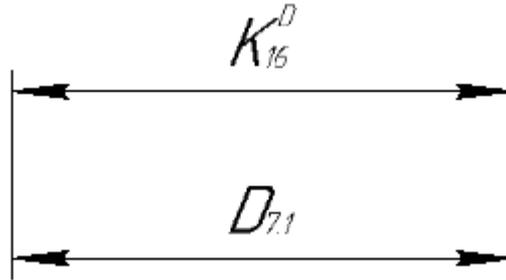
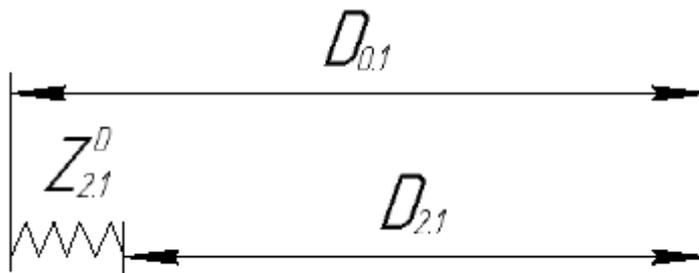


Рис.8. Разм. цепь № 8

$$D_{7.1} = K_{D16} = 0.16^{+0.12} \text{ мм}$$



Находим $D_{0.1}$.

$$D_{1.1}^c = D_{11} + (BOD_{1.1} + HOD_{1.1})/2 = 38 + 1/2 = 38,5 \text{ мм};$$

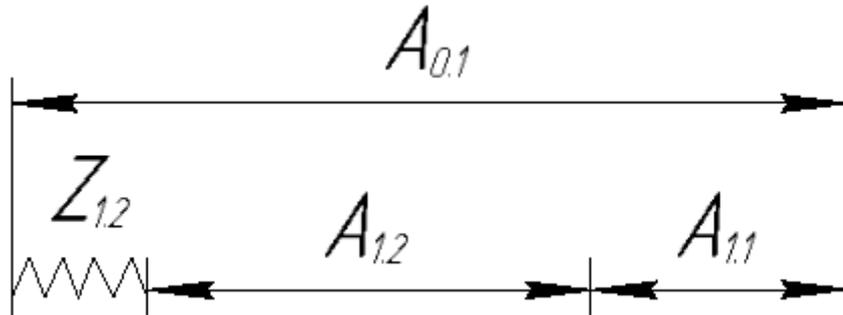
$$TD_{0.1} = 0,6 \text{ мм}$$

$$2ZD_{2.1}^c = ZD_{2.1 \text{ min}} + (TD_{2.1} + TD_{0.1})/2 = 0,888 \text{ мм};$$

$$D_{0.1}^c = D_{2.1}^c + 2ZD_{2.1}^c = 38,5 + 0,888 = 39,388 \text{ мм}$$

$$D_{0.1} = D_{0.1}^c - (BOD_{0.1} + HOD_{0.1})/2 = 39,388 \text{ мм}$$

$$\text{Следовательно } D_{0.1} = 40_{-0,3}^{+0,3}$$



Найдём $A_{0.1}$

$$A_{1.1} = Z_{1.1} = 1.091 \text{ мм}$$

$$Z_{1.2}^c = (Z_{1.2 \max} + Z_{1.2 \min}) / 2 = (1.926 + 0.926) / 2 = 1.426 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = A_{1.2}^c + A_{1.1}^c + Z_{1.2} = 146 + 1 + 1.426 = 148.426 \text{ мм}$$

$$A_{0.1} = 148.426_{-1}^{+1} \text{ выбираем прокат } A = 149 \text{ мм}$$

$$\text{Следовательно } A_{0.1} = 149_{-1}^{+1}$$

10. Расчет режимов резания

Отрезная операция 0

Выберите режущий инструмент по рекомендации материалов таблицы 3

[3, с. 178] – ВК8.

Подача на зуб по таблице 108 [4, с.425] при металл : $S = 0,05 \text{ мм/зуб}$, $Z = 30$

Скорость резания $V = 50 \text{ м/мин}$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 30 \text{ мин.}$

Минутная подача $S_m = 1500 \text{ мм}^3/\text{мин}$

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{230 \text{ мм}}{1500} = 0,15 \text{ мин}$$

Где D_{px} - длина рабочего хода

Ширина полотна $t = 3 \dots 5 = 5 \text{ мм}$

Токарная операция 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

Переход 1 точение торца

Глубины рез.: $t = 1 \text{ мм.}$

Найти подача резания по таблице[4, с.366] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$, $T=30$ мин.

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

$$K_{MV} = 0,8; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 30^{0,12} 1^{0,3}} 0,72 = 103,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 103,4}{3,14 \cdot 39} = 844,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 обтачивание поверхности

Глубины рез.: $t = 1$ мм

Найти подача резания по таблице[4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 1^{0,3}} 0,72 = 103,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 103,7}{3,14 \cdot 39} = 926,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 сверление отверстий.

Глубины рез.: $t = 5$ мм.

Подача для данной глубины резания:

$$S = 1 \text{ мм/об}$$

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17

[4, с. 368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 5^{0,12} 1^{0,3}} 0,72 = 58,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 58.4}{3,14 \cdot 38} = 762.4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 сверление отверстий.

Глубины рез.: $t = 2,5$ мм.

Найти подача резания по таблице [4, с.369] для удельной глубина:

$S = 1$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 25^{0,12} 1^{0,3}} 0.72 = 79. \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 79.}{3,14 \cdot 38} = 860.8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 5 сверление отверстий.

Глубины рез.: $t = 1$ мм.

Найти подача резания по таблице [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0.4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0.4^{0,3}} 0.72 = 93 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 38} = 935.4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход №6: выточка фаски

При сверлении глубина резания будет равна $t = 2$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0.5$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV} = 0,8$; $K_{IV} = 1$; $K_{LV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 1 * 1 = 0.8$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 2^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,8 = 87 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87}{3,14 \cdot 32} = 887 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Токарная операция 2

Переход 1 сверление отверстий.

Глубины рез.: $t = 5$ мм.

Найти подача резания по таблице [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 1$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 5^{0,12} 1^{0,3}} 0,72 = 58,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 58,4}{3,14 \cdot 38} = 762,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 расточка отверстия

Глубины рез.: $t = 0,5$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,72 = 98,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,4}{3,14 \cdot 38} = 915,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 расточка отверстия

Глубины рез.: $t = 2$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,5$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,5^{0,3}} 0,72 = 105 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 38} = 937 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 выточка фаски

При сверлении Глубины рез. будет равна $t = 2$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,5$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV} = 0,8$; $K_{LV} = 1$; $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 1 * 1 = 0,8$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 2^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,8 = 87 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87}{3,14 \cdot 38} = 887 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 5 нарезание резьбы.

Глубины рез.: $t = 2,25$ мм.

Найти подачу резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,5$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 2^{0,12} 0,5^{0,3}} 0,72 = 83 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 83}{3,14 \cdot 38} = 866 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Токарная операция 3

Переход 1 точение поверхности

Глубины рез.: $t = 7.5$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 1$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 7,5^{0,12} 1^{0,3}} 0,72 = 72,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 72,8}{3,14 \cdot 38} = 788 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 выточка фаски

При сверлении Глубины рез. будет равна $t = 1$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,4$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV} = 0,8$; $K_{LV} = 1$; $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 0,8 * 1 * 1 = 0,8$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,8 = 98,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 98,8}{3,14 \cdot 38} = 956,6 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 точение поверхности

Глубины рез.: $t=0.6$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0.4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 0.6^{0,12} 0.4^{0,3}} 0.72 = 84.8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 84.8}{3,14 \cdot 38} = 894 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Токарная операция 4

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК8.

Переход 1 обтачивание поверхности

Глубины рез.: $t=6$ мм.

Найти подача резания по таблице для данной глубины резания:

$S = 1$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания и расчётное число оборотов:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 6^{0,12} 1^{0,3}} 0.72 = 68.3 \text{ м/мин}$$
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 68.3}{3,14 \cdot 38} = 823 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 2 обтачивание поверхности

Глубины рез.: $t = 0.5$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,72 = 98,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,4}{3,14 \cdot 26} = 1124 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 3 обтачивание поверхности

лубина резания: $t = 0,5$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ — определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,72 = 98,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,4}{3,14 \cdot 25} = 1186 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 4 тачивание поверхности

лубина резания: $t = 0,5$ мм.

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$S = 0,4$ мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ — определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,72 = 98,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 98,4}{3,14 \cdot 25} = 1186 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 5 выточка фаски

При сверлении Глубины рез. будет равна $t = 2$

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,5$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV};$$

$K_{MV}=0,8$; $K_{IV}=1$; $K_{IV}=1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 0,8 * 1 * 1 = 0,8$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 90$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 20^{0,12} 0,4^{0,3}} 0,8 = 87 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87}{3,14 \cdot 24} = 1098 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 6 обтачивание поверхности

глубина резания: $t = 1,65$ мм

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ —
определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 1,65^{0,12} 0,5^{0,3}} 0,72 = 94,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 94,5}{3,14 \cdot 25} = 1200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Переход 6 обтачивание поверхности

глубина резания: $t = 3$ мм

Найти подача резания по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания:

$$S = 0,5 \text{ мм/об}$$

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ —
определены по таблице 17 [4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 3^{0,12} 0,5^{0,3}} 0,72 = 86,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 86,5}{3,14 \cdot 25} = 1147,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

сверление отверстий.

Глубина резания: $t = 7$ мм.

Найти подача резания по таблице для данной глубины резания:

S = 1 мм/об

Найти значения коэффициентов: $C_v = 182$; $m = 0,23$; $x = 0,12$; $y = 0,3$ – определены по таблице 17

[4, с.368].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_s} S^y} K_v = \frac{182}{30^{0,23} 70^{0,12} 1^{0,3}} 0.72 = 54 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 54}{3,14 \cdot 38} = 452 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

11. Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Основные данные:	
Максимальный диаметр поперечного сечения круглого поперечного сечения заготовки (угол 90 градусов резки), мм	440
Параметры инструмента	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Максимальный диаметр круглого поперечного сечения заготовки нарезают (угол резки 45 градусов), мм:	410
Максимальный размер заготовки нарезают (угол режущей 90 градусов), мм	440
Максимальный размер поперечного сечения прямоугольного сечения (угол режущей 45 градусов), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

Токарный станок с ЧПУ Модель:DMC DL 6G

Основные данные:

Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной, мм	Ø490
Макс. диаметр точения, мм	Ø170
Макс. длина точения, мм	240
Макс. диаметр обрабатываемого прутка, мм	Ø44
Частота вращения шпинделя, об/мин	6000
Диаметр подшипников шпинделя (передний/задний), мм	Ø80/Ø80
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	Ø55
Макс. крутящий момент, кгс×м	11.3
Размер патрона, мм	Ø150 (6'')
Перемещение по оси X, мм	420
Ускоренное перемещение по оси X, м/мин	30
Ускоренное перемещение по оси Z, м/мин	36
Тип направляющих	ласточкин хвост
Длина × ширина, мм	2050x1420
Высота, мм	1535
Вес, кг	2500

Универсальный фрезерный станок Модель: DMU 50

Основные данные:

Рабочая зона, ход по X/Y/Z, мм	500/450/400
Главный шпиндель	
Скорость вращения, об/мин	20-10000
Мощность привода, кВт (продолжительность включения 100%/40%)	9/13
Крутящий момент, Нм (продолжительность включения 40%)	83
Ускоренный ход по X/Y/Z, м/мин	24
Усилие подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Количество мест в магазине	16
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Количество мест в магазине	30/60
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Масса инструмента, кг	6
Масса, кг	4480
Мощность, кВт	21

**Универсальный вертикально-сверлильный станок
Модель: 2С50**

✚ Основные данные:

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	М3-М33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500x500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18Н12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колоны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000
Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500

12. Определение норм времени

12.1 Расчет основного времени

Токарная операция 1

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M},$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ - длина врезания инструмента в заготовку, мм;

$l_{пер}$ - длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$ - длина подвода инструмента к заготовке, мм (1 ÷ 3 мм);

i - число рабочих ходов;

S_M - минутная подача, мм/мин.

Токарная операция 1

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(3 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0.4 \times 844} = 0.024 \text{ мин.}$$

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(146 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0.5 \times 926} = 0.31 \text{ мин.}$$

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(75 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{1 \times 726} = 0.106 \text{ мин.}$$

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(68 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0.5 \times 860} = 0.163 \text{ мин.}$$

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(13 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0.5 \times 935} = 0.035 \text{ мин.}$$

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0.5 \times 887} = 0.0135 \text{ мин.}$$

Токарная операция 2

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{пер} + l_{вр} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(71 + 1 + 0 + 2) \cdot 1}{0.4 \times 926} = 0.202 \text{ мин.}$$

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{подв} + l_{пер}) \cdot i}{S_M} = \frac{(78 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0.4 \times 915} = 0.219 \text{ мин.}$$

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(48 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 937} = 0,103 \text{ мин.}$$

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 887} = 0,0135 \text{ мин.}$$

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(30 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 866} = 0,07 \text{ мин.}$$

Токарная операция 3

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(46 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 788} = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 956} = 0,008 \text{ мин.}$$

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2,1 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 894} = 0,11 \text{ мин.}$$

Токарная операция 4

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(93 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 823} = 0,24 \text{ мин.}$$

Переход №2:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(85 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 1124} = 0,2 \text{ мин.}$$

Переход №3:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(57,6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 1136} = 0,126 \text{ мин.}$$

Переход №4:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,4 \times 1136} = 0,0201 \text{ мин.}$$

Переход №5:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 1147} = 0,0118 \text{ мин.}$$

Переход №6:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(3,6 + 0 + 0 + 2) \cdot 1}{0,3 \times 1098} = 0,017 \text{ мин.}$$

Переход №7:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(8.1 + 0 + 2 + 2)}{0,5 \times 1147} = 0.02 \text{ мин.}$$

Переход №8:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(7 + 0 + 2 + 2)}{0,3 \times 452} = 0.088 \text{ мин.}$$

12.2 Определение норм вспомогательного времени

для каждой операции

Чтобы определить спецификацию вспомогательного времени, мы будем использовать имеющиеся рекомендации [Общие технические стандарты].

Вспомогательное время для операций инвентаризации включает время на установку и разборку деталей, управление машиной, время работы движущихся частей машины и время для измерения деталей.

Вспомогательное время:

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

Токарная операция 005:

$$t_{всп} = (t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм})K = (0,55 + 0,2 + 0 + 0,18) * 1,15 = 1,07 \text{ мин.}$$

При установке отливки с необработанный установочной поверхностью мы умножаем время на коэффициент $K = 1,15$.

В дополнение к компонентам, рассмотренным в первой операции, следующие значения будут включены в значение стандарта времени в качестве замены инструмента во время работы.

Токарная операция 1:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 6 = 2,03 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 2:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 2 = 1,63 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 3:

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

$$= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 4 = 2,93 \text{ мин.}$$

Токарная операция 4:

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

$$= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 3 = 2,83 \text{ мин.}$$

Токарная операция 5:

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

$$= 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,1 = 1,2 \text{ мин.}$$

Токарная операция 9:

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

$$= 0,55 + 0,1 + 0,5 + 0,2 + 0,1 = 1,45 \text{ мин.}$$

12.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Время операции подсчета штук определяется как:

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

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

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

N – число деталей в партии, шт.

В свою очередь, время фрагмента будет решено:

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

где $t_{\text{оо}}$ - Время организовать услуги, мин;

$t_{\text{то}}$ - Время ремонта, мин;

$t_{\text{пер}}$ – время перерывов, мин.

Время обслуживания организации используется для запуска и проверки машины в начале смены, а также для очистки и смазки машины в конце смены.

Время обслуживания в основном понимается как подстройка машины, а также замена пассивирующего инструмента и очистка чипа. Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

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

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 2,992 + 2,03 = 5,022 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,448 + 1,63 = 5,2 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,62 + 2,93 = 3,55 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,52 + 2,83 = 3,5 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,21 + 1,2 = 1,41 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,31 + 1,65 = 1,96 \text{ мин.}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

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

здесь α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

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

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 5,022 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,022 = 5,62 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^2 = t_{\text{оп}}^{10} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{10} = 2,078 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,078 = 2,32 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^3 = t_{\text{оп}}^{15} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{15} = 3,55 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,55 = 3,97 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^4 = t_{\text{оп}}^{20} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{20} = 3,35 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 3,35 = 3,97 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.}}^5 = t_{\text{оп}}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 1,41 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,41 = 1,57 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.}}^6 = t_{\text{оп}}^{05} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^{05} = 1,96 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,96 = 2,19 \text{ мин};$$

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

$$t_{\text{пз}}^1 = 8 \text{ мин};$$

$$t_{\text{пз}}^2 = 10 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^3 = 12 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^4 = 12 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^5 = 15 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^6 = 12 \text{ мин.}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$t_{шт.к.}^1 = t_{шт.}^{05} + \frac{t_{пз}^{05}}{N} = 2,62 + \frac{23}{1000} = 5,64 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^2 = t_{шт.}^{10} + \frac{t_{пз}^{10}}{N} = 5,32 + \frac{23}{1000} = 2,34 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^3 = t_{шт.}^{15} + \frac{t_{пз}^{15}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^4 = t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 3,97 + \frac{14}{1000} = 3,98 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.к.}^5 = t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 1,57 + \frac{20}{1000} = 1,59 \text{ мин.}$$

$$t_{шт.к.}^6 = t_{шт.}^{20} + \frac{t_{пз}^{20}}{N} = 2,19 + \frac{15}{1000} = 2,20 \text{ мин.}$$

13. Конструкторский раздел

13.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

таблице 1.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Устройство для крепления и крепления «корпусной» части универсального вертикального сверлильного станка типа 2С50
Основание для разработки	Схема технологического процесса «тела» обрабатываемой детали.
Цель и назначение разработки	Конструкция устройства должна предусматривать: точный монтаж и надежное крепление «заготовки» заготовки для достижения необходимой точности размеров, простота установки, закрепления и разборки заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства - Средняя серия</u> <u>План выпуска - 1000. Каждый год.</u> <u>Монтажные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать модели машины 2С50.</u>
Документация, подлежащая разработке	Пояснительные записки (часть - конструкторский раздел), общие чертежи технического проекта специальных устройств, технические характеристики, монтажные схемы специальных устройств.

13.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Мы будем продолжать использовать технологию для решения технических характеристик исходных данных и разработка устройства программы, указанной. Целью данного раздела является создание жизнеспособной, для того, чтобы отвечать всем требованиям, экономически эффективной разработки и проектирования оборудования.

До разработки концепции и первоначального сборочного оборудования, необходимо определить, какая обработка должна быть прикреплена к поверхности заготовки. Мы будем работать инвертирующей цепь Держатель кондуктор, зажимной сила прикладывается к положению отображения.

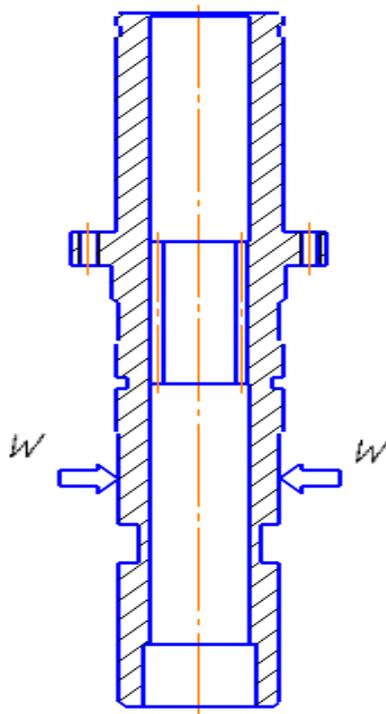


Рис. 2.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

13.3 Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки при обработке на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2С50.

Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А2.

Приспособление состоит из гайки(1), на котором смонтированы все узлы приспособления.. направляющей (2), фланца (9), ручки (8), Треугольный патрон(3), шайбы (5). Для лишения заготовки вращения в корпусе установлен палец (6), который закреплён гайкой (10,7). Для направления режущего инструмента в верхней части корпуса установлена быстросменная кондукторная втулка (4).

13.4 Расчет силы закрепления

Деталь, установленная в трехкулачковом патроне, находится под воздействием момента $M_{св}$ и осевой силы P_0 (рис. 13.4).

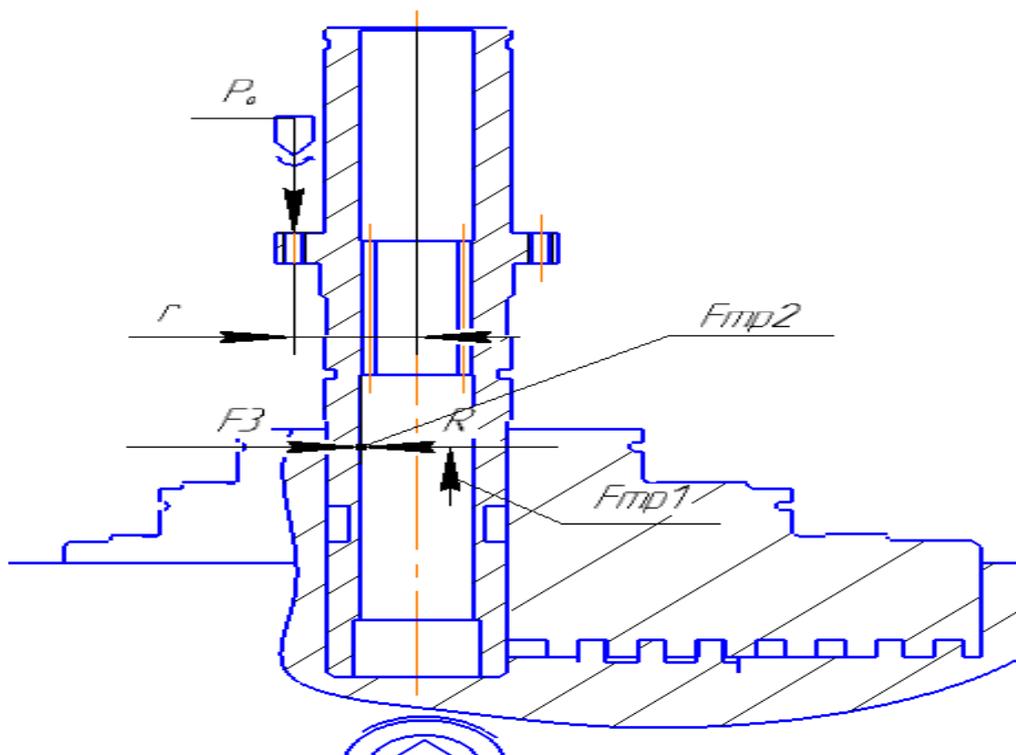


рис.13.4 Расчетная схема приспособления

Мы рассчитаем усилие фиксации в соответствии с условием, что заготовка не вращается в приспособлении под действием момента.:

$$k \cdot M_{св} \leq 3M_{мп},$$

где $M_{св}$ - момент, Пытаясь повернуть заготовку;

k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5,$$

Указанные коэффициенты принимаем из [6, стр 117]:

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – Коэффициент учитывает увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности: при черновой обработке $K_1 = 1$;

K_2 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки: $K_2 = 1,15$;

K_3 -Учитывая коэффициент увеличения силы резания при прерывистой резке: непрерывная резка $K_3 = 1$;

K_4 -коэффициент, характеризующий постоянство силы, создаваемой зажимным механизмом: для механизированного привода $K_4 = 1,3$;

K_5 -Характеристика эргономики немеханического зажимного механизма (удобство зажима органа): $K_5 = 1$ Коэффициент K_6 входит в расчет только при попытке вращения заготовки, установленной на постоянной опоре. Таким образом $k = 2,2$.

Если $k < 2,5$, то принимаем $k = 2,5$.

M_{mp} – момент силы трения при провертывание заготовки.

Определяется как сила трения F_{mp2} умноженная на соответствующее плечо.

$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot F_{mp2} \cdot r,$$

где r -Расстояние от оси отверстия до оси детали.

После подстановки выражения для силы трения $F_{mp2} = F_3 \cdot f$,

где f – коэффициент трения на поверхностях кулачков; $f=0,3$

Окончательно получим формулу для расчета силы закрепления:

$$F_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M_{св}}{3 \cdot f \cdot r} = \frac{2 \cdot 2,5}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,0775}$$

$$F_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M_{св}}{3 \cdot f \cdot r} = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 64,4}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,0775} = 4515,6 \text{ Н}$$

$F_3 = 4515,6 \text{ Н}$ - для одного кулачка.

При заданной силе зажима на кулачке сила на рукоятке ключа зависит от передаточного отношения и КПД патрона.

Для трехкулачкового патрона потребную силу на рукоятке ключа можно найти по формуле:

$$Q = F_3 \cdot k$$

где Q – сила на рукоятке ключа.

k – коэффициент учитывающий передаточное отношение и КПД механизма патрона, а так же длину рукоятки ключа . Значение коэффициента k берется из таб. 1, [3]; $k=0,017$

Определяем силу на рукоятке ключа:

$$Q = F_3 \cdot k = 4616,5 \cdot 0,017 = 77,6 \text{ Н}$$

14.«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Введение

Данная выпускная квалификационная работа выполнялась в семинаре Томского Политехнического Университета. Работа представляет собою научно-исследовательскую работу и выполняется с целью расширения, углубления, систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела. Работа посвящена исследованию заготовки <<Ходовая гайка серво-привода серии ST 5112>>. Длительная работа в помещении при плохой вентиляции, повышенной или пониженной температуре и влажности воздуха, плохом освещении неблагоприятно сказывается на здоровье работающего, что неизбежно влечет за собой снижение производительности труда. Научно-исследовательская работа выполнялась в лабораториях отделения экспериментальной семинаре при НИ ТПУ.

В данном разделе рассмотрены вредные и опасные факторы, действующие на сотрудника лаборатории, разработаны требования безопасности и комплекс защитных мероприятий на рабочем месте. Также этот раздел включает подразделы охраны окружающей среды и чрезвычайных ситуаций.

14.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

14.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.

Ученический договор должен содержать: наименование сторон; указание на конкретную квалификацию, приобретаемую учеником; обязанность работодателя обеспечить работнику возможность обучения в соответствии с ученическим договором; обязанность работника пройти обучение и в соответствии с полученной квалификацией проработать по трудовому договору с работодателем в течение срока, установленного в ученическом договоре; срок ученичества; размер оплаты в период ученичества.

Ученикам в период ученичества выплачивается стипендия, размер которой определяется ученическим договором и зависит от получаемой квалификации, но не может быть ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда.

Работа, выполняемая учеником на практических занятиях, оплачивается по установленным расценкам.

Лица моложе 18 лет и беременные женщины не должны допускаться к работам, связанным с воздействием вибрации, ядохимикатов и связанным с радиоактивными, асбестосодержащими и другими опасными и вредными веществами.

Для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, на основании письменного согласия работника, оформленного путем заключения дополнительного соглашения к трудовому договору, продолжительность ежедневной работы (смены) при условии соблюдения предельной еженедельной продолжительности рабочего времени, может быть увеличена:

при 36-часовой рабочей неделе - до 12 часов;

при 30-часовой и менее рабочей неделе - до 8 часов.

При суммированном учете рабочего времени у Работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, продолжительность рабочего времени не должна превышать нормальное число рабочих часов за учетный период (месяц, квартал). [1]

14.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ. Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию.

14.2. Профессиональная социальная безопасность.

14.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Таблица 1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разр абота	Изго	Экс	
1.Отклонение показателей	+			Приводятся нормативные документы, которые

микроклимата				<p>регламентируют действие каждого выявленного фактора с указанием ссылки на список литературы.</p> <p>Например, требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[59].</p>
2. Превышение уровня шума				
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+			
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны				
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+			

При работе в лаборатории используется едкий натр – представляет собой едкое вещество. При попадании на кожу вызывает химические ожоги, а при длительном воздействии может вызывать язвы и экземы. Сильно действует на слизистые оболочки. Предельно допустимая концентрация аэрозоля едкого натра в воздухе рабочей зоны производственных помещений (ПДК) – 0,5 мг/м³ [25].

В лаборатории используется соляная кислота. По степени воздействия на организм человека соляная кислота относится ко второму классу опасности (высоко опасное вещество), ПДК – 2 мг/м³, раздражает дыхательные пути, вызывает ожоги кожи [4].

Метеоусловия тоже важно для создания образцов. Метеоусловия производственной среды регламентируются [6].

Температура воздуха в лаборатории поддерживается:

- 1) в холодный и переходный периоды 16 – 22 °С;
- 2) в теплый период 18 – 25 °С.

Влажность воздуха не должна превышать 30 – 60 %, скорость движения воздуха 0,2 – 0,5 м/с.

В лаборатории создание микроклимата обеспечивается работой форточек, дверей, приточной вытяжной вентиляцией. Кратность воздухообмена – отношение объема воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него за 1 час, к объему помещения, – при сохранении комнатной температуры должна быть в пределах 4 – 6 час-1 .

Летом помещения проветриваются с помощью вентиляторов. В зимнее время помещения нагревают центральным отоплением [6].

14.2.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

- Производственное освещение

Рациональное освещение помещений и рабочих мест – один из главнейших элементов благоприятных условий труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций. Наилучшие условия для полного зрительного восприятия создает солнечный свет.

Основной величиной для расчета и нормирования освещения внутри помещения принят коэффициент естественной освещенности (КЕО) – отношение (в процентах освещенности) в данной точке

помещения к наблюдаемой одновременно освещенности под открытым небом.

$$KEO = \frac{E_{BH}}{E_{НАР}} \cdot 100$$

Где E_{BH} - освещенность в данной точке помещения

$E_{НАР}$ – освещенности под открытым небом

Нормирование естественного освещения сводится к нормированию коэффициента естественного освещения (КЕО) в соответствие с санитарными нормами и правилами. Согласно [7] КЕО должен составлять 1,5%.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно естественного света, или для освещения помещения в часы суток, когда естественная освещенность отсутствует.

По функциональному назначению искусственное освещение подразделяется на:

- 1) рабочее освещение;
- 2) дежурное освещение;
- 3) аварийное освещение.
- 4) охранное освещение.

Для общего искусственного освещения помещений следует использовать, как правило, разрядные источники света, отдавая предпочтение при равной мощности источникам света с наибольшей световой отдачей и сроком службы.

Искусственное освещение может быть двух систем - общее освещение и комбинированное освещение.

Рабочее освещение следует предусматривать для всех помещений зданий, а также участков открытых пространств, предназначенных для работы, прохода людей и движения

транспорта. Согласно [7], для помещений, имеющих зоны с разными условиями естественного освещения и различными режимами работы, необходимо раздельное управление освещением таких зон.

В лаборатории, где проводилось исследование, используется комбинированная система освещения, то есть общее искусственное и местное освещение [7].

- шумы

Производственные процессы в химической лаборатории сопровождаются значительным шумом. Под влиянием интенсивного шума и вибрации наступают повышенная утомляемость и раздражительность, плохой сон, головная боль, ослабление памяти, внимания и остроты зрения, что ведет к снижению производительности труда и часто является причиной травматизма [8].

Для химической лаборатории характерны следующие виды шумов:

- механический шум (при трении, биении узлов и деталей машин делительных воронок, механической мешалки);

- аэрогидродинамический шум (возникает в аппаратах при больших скоростях движения газа или жидкости и при резких направлениях их движения и давления).

В лаборатории уровень шума находится в пределах допустимых норм [9].

- Электробезопасность

Все помещения лаборатории должны соответствовать требованиям электробезопасности при работе с электроустановками по [10].

1. Все электрооборудование с напряжением свыше 42В, а также оборудование и механизмы, которые могут оказаться под напряжением, должны быть надежно заземлены.

2. Для отключения электросетей на вводах должны быть рубильники или другие доступные выключающие устройства. Отключение всей сети, за исключением дежурного освещения, производится общим рубильником.

3. В целях предотвращения электротравматизма запрещается:

- работать на неисправных электрических приборах и установках;

- перегружать электросеть;

- переносить и оставлять без надзора включенные электроприборы;

- работать вблизи открытых частей электроустановок, прикасаться к ним;

- загромождать подходы к электрическим устройствам.

4. Обо всех обнаруженных дефектах в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепсельных вилок, розеток, а также заземления и ограждений следует немедленно сообщить электрику.

5. В случае перерыва в подаче электроэнергии все электроприборы должны быть немедленно выключены.

6. Запрещается использование в пределах одного рабочего места электроприборов класса «0» и заземленного электрооборудования [10].

14.2.3. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Средства коллективной и индивидуальной защиты работников в лаборатории должны соответствовать требованиям [5]. При работе в лаборатории должна использоваться следующая спецодежда и

средства индивидуальной защиты: халат хлопчатобумажный, фартук прорезиненный, резиновые сапоги и перчатки, очки защитные, респиратор или противогаз.

- Пожаровзрывобезопасность

Лаборатория кафедры топлива относится к невзрывоопасным по степени пожароопасности – к категориям «А» – производства, связанные с обращением с легковоспламеняющимися жидкостями, а также обработкой несгораемого материала согласно [11].

При возникновении пожара необходимо принять все меры по его локализации и тушению. Для этого должен быть обеспечен проход между лабораторными столами, выходы недопустимо загромождать различными предметами. При возникновении возгорания все сотрудники должны действовать четко, в соответствии с заранее разработанной программой согласно инструкции.

Для тушения возможного загорания и пожаров лаборатория оснащена специально оборудованным щитом, на котором установлены:

а) огнетушитель углекислотный газовый типа ОУ – 2 для тушения всех видов горючих веществ и электроустановок, кроме веществ, горящих без доступа воздуха;

б) порошковый огнетушитель ОПС – Ю, предназначенный для тушения небольших очагов возгорания щелочных металлов;

в) ручной пенный огнетушитель ОХП, применяемый для тушения установок, находящихся под напряжением;

г) асбестовое одеяло, которое используется при тушении обесточенных электропроводов, горячей одежды;

д) ящик с песком для тушения обесточенных горящих на горизонтальной поверхности проводов.

Таким образом, лаборатория, где была выполнена данная дипломная работа, оснащена всеми противопожарными устройствами и соответствует требованиям пожарной безопасности [11].

14.3. Экологическая безопасность.

14.3.1. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.

Так как в условиях лаборатории выбросы в атмосферу характеризуются незначительным содержанием вредных газов и паров, то можно ограничиться только адсорбцией. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента. В качестве адсорбента наиболее часто используют активированный уголь. Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента, очищается от вредных газов и паров [13].

Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. Для этих целей все отработанные кислотные и щелочные сливы собираются в отдельную для каждого вида тару, затем подвергаются нейтрализации и только после этого они могут быть слиты в канализацию с их предварительным 10-кратным разбавлением водопроводной водой. Отработанные органические сливы собираются в специальную герметически закрытую тару, которую по мере заполнения отправляют на обезвреживание и утилизацию [13].

Твердые отходы собираются в специальные сборники и увозятся для уничтожения. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов имеет огромное экономическое и социальное значение.

Соблюдение всех правил безопасного ведения процесса в лаборатории позволяет избежать несчастных случаев и тяжелых последствий [13].

14.3.2. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

В настоящее время очень актуальным вопросом является вопрос обезвреживания отходов отработанных веществ. Увеличивающееся влияние деятельности человека на окружающую среду стало одной из важнейших проблем.

Существует два подхода к проблеме защиты окружающей среды:

-создать замкнутую безотходную технологическую систему.

Для лаборатории наиболее применим первый путь. Для таких выбросов, как пары органических растворителей существуют следующие методы очистки:

- для первой группы перечисленных веществ – адсорбционные и электрохимические методы. В условиях лаборатории наиболее применим адсорбционный метод;

- для второй группы – адсорбционные методы с последующей десорбцией и сжиганием паров (каталитическое сжигание в печах) [12].

14.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

14.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Чрезвычайная ситуация	Источники ЧС	Последствия ЧС
1	2	3
Пожар	Пожар,	

	разрушение машин, ожоги, отравления продуктами горения, опасность взрывов, летальные исходы	
Ураганный ветер	Природный фактор	Разрушение машин, зданий, травмирование и раздавливание людей летающими предметами и их осколками, опасность взрыва, летальные исходы, обрыв линии электропередач
Ливневые дожди	Природный фактор	Затопление территории предприятия, разрушение зданий, летальные исходы

14.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

В любой лаборатории всегда существует вероятность возникновения аварийной ситуации. Для ликвидации аварии разрабатываются планы, в которых предусматриваются мероприятия, направленные на спасение людей, ликвидации аварий.

В аварийных ситуациях, когда атмосфера лаборатории внезапно оказывается зараженной ядовитыми парами или газами, оставаться в помещении для ликвидации последствий аварии только в противогазе, при отключенных нагревательных приборах.

После дезактивации помещение необходимо проветрить. При возникновении пожара необходимо отключить электронагревательные приборы, вентиляцию, убрать огнеопасные вещества в безопасное место, одновременно, по возможности ликвидировать очаг.

При стихийном бедствии необходимо оповестить всех работников лаборатории об угрозе возникновения бедствия.

При поступлении сигнала о возможном инциденте все работники лаборатории должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты, после чего в лаборатории отключается электроэнергия, водоснабжение. При необходимости персонал эвакуируется в безопасное место [11].

14.4.3. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ. Все эксплуатируемые электроустановки должны соответствовать требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», и др. нормативных документов. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается.

Помещения опытно-производственной лаборатории обеспечиваются первичными средствами пожаротушения согласно действующим нормам. Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию. [13].

Выводы

В этом разделе рассматриваются вопросы безопасности труда. Следующие опасные и вредные производственные факторы, которые могут повлиять на персонал: увеличение уровня шума на рабочем месте; неадекватное рабочее пространство освещения; показатели отклонения микроклимата в помещении; нейropsychологическую перегрузке; ток. Все эти опасные и вредные факторы, отрицательно влияют на людей, а также для того, чтобы устранить или уменьшить этот эффект, необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. В случае соблюдения всех необходимых мер безопасности, в том числе с соблюдением требований организации рабочего места, эксплуатация оборудования для минимизации рисков для здоровья человека. Также были рассмотрены вопросы экологической безопасности окружающей среды.

15. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

15.1 Анализ конкурентных технических решений

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 8.1.1).

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 8.1.1)

✓ 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 8.1.1)

Таблица 8.1.1 – Оценка конкурентоспособности

/п	Товары конкуренты	Факторы конкурентоспособности товаров						Итоговая оценка
		Масса	Время срабатывания	Дизайн	Обслуживание	Цена	Частотный диапазон	
	«ТЭМЗ»	10/1,6	7/1,4	4/0,32	8/1,6	9/1,44	4/0,8	7
	«ЭДИС-Титан»	6/0,96	5/1	8/0,64	6/1,2	6/0,96	6/1,2	6,16
	Проект	8/1,28	9/1,8	6/0,48	6/1,2	5/0,8	10/2	7,33

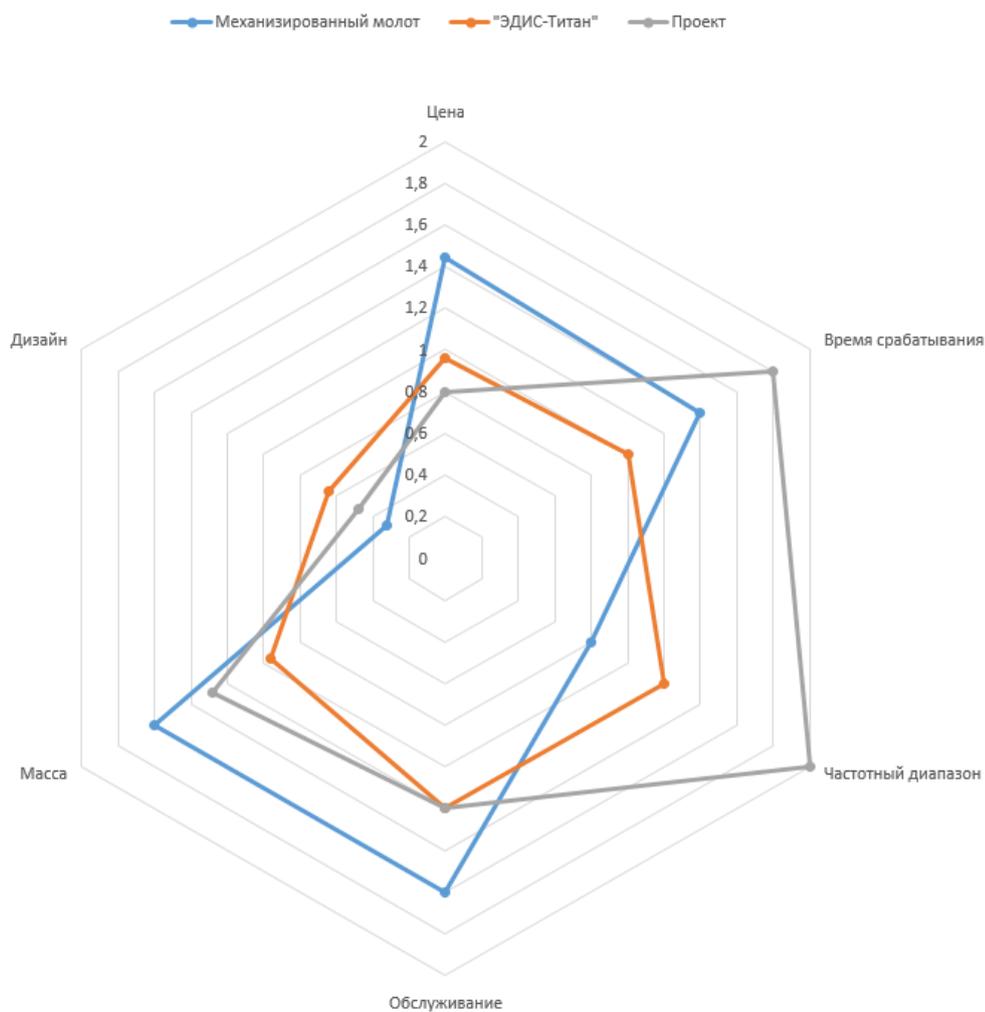


Рисунок 8.1.1 – Многоугольник конкурентоспособности

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

15.2 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 8.2.1).

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 8.2.1 – SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы	
	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	1. Малые габариты 2. Низкое потребление человеческих ресурсов 3. Получение высокой прибыли	1. Сложность изготовления комплектующих деталей 2. Затраты на изготовление

	<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие аналогов 2. Малые габариты 	<p>Обработка еталей с помощью полностью автоматизированных станков</p>	<p>Полностью автоматические станки стоят дорого</p>
	<p>Угрозы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Малый спрос 2. Узкоспециализированное направление 	<p>Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами устройства</p>	<p>Ввиду трудозатратности в обслуживании проекта может наблюдаться низкий спрос</p>

15.3 Планирование проекта Обработка еталей с помощью полностью автоматизированных станков

На основании дерева целей проекта составим табличную модель, определим основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения (таблица 8.3.1).

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

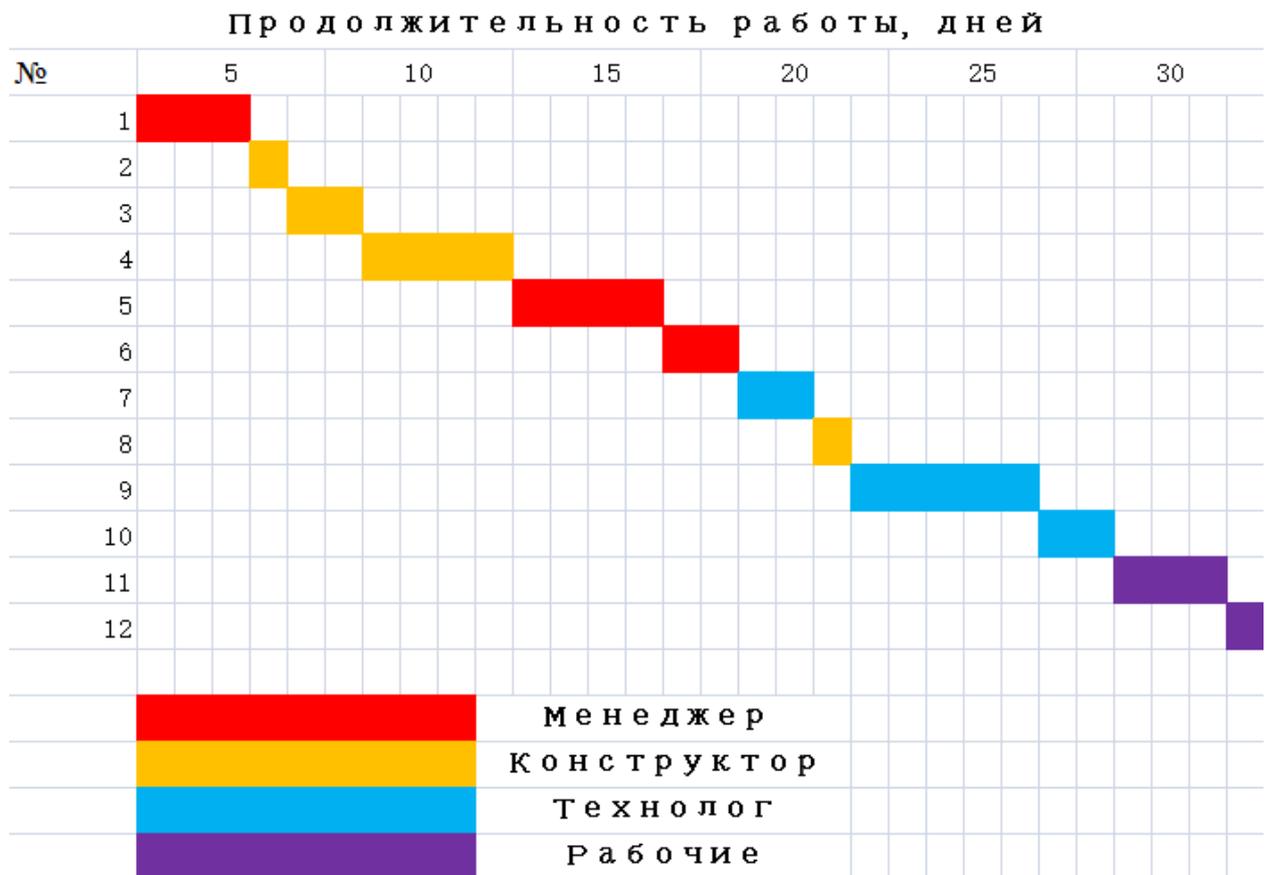
Таблица 8.3.1 – Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность, дней	Ресурсы
1	Составление и утверждение технического задания	3	Менеджер
2	Разработка эскиза	1	Конструктор
3	Разработка технологии изготовления детали	2	Конструктор
4	Произведение технических расчетов	4	Конструктор
5	Приспособление дизайна	4	Менеджер
6	Экономическая часть	2	Менеджер
7	БЖД	2	Технолог
8	Исправить ошибку	1	Конструктор
9	Составление тех. процесса	5	Технолог
1	Составление тех.	2	Технолог

0	паспорта		ог
1	Изготовление	3	Рабочи
1	деталей		е
1	Сборка	1	Рабочи
2			е

На основании составленной табличной модели построим график Ганта (таблица 8.3.2).

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



По итогам планирования с помощью графика Ганта был

установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 32 дня.

15.4 Бюджет затрат на реализацию проекта

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.

15.4.1 Расчет материальных затрат проекта

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

Таблица 8.4.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Z_M , руб
Краска для принтера	2шт.	2	550	1100
Бумага для принтера А4 (300листов)	1пачка	2	250	250
Ручка шариковая	5шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	4шт.	4	20	80
к о м п ь ю т е р	1шт.	1	45000	45000
Б р у т т о кусок	2шт.	2	3000	6000

п р и н т е р	1шт.	1	6500	6500
Итого, руб				58650

В сумме материальные затраты составили 152375 рублей.
Цены взяты средние по городу Томску.

15.4.2 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 8.3.1);

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

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d},$$

где Z_M – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p,$$

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

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

$k_{д}$ — коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

$k_{р}$ — 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:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ — коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя):

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{р} = 1755 \cdot 13 = 22815 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 22815 = 3080 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя):

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{р} = 1852,5 \cdot 17 = 31495,5 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 31495,5 = 4251,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 20000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 39000 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{39000 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1950 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1950 \cdot 10 = 19500 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 19500 = 2632,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 15000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 29250 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{29250 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1523,44 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1523,44 \cdot 10 = 15234,4 \text{ руб.};$$

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

Таблица 8.4.2.1 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	Z_M руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M руб.	$Z_{дн}$ руб.	T_p раб. дн.	$Z_{осн}$ руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$ руб.	Итого, руб.
Конструктор	18000	,3	,2	,3	35100	1755	3	22815	,135	3080	25895
Технолог	19000				37050	1852,5	7	31495,5		4251,5	35747
Менеджер	20000				39000	1950	0	19500		2632,5	22132,5
Рабочий	15000				29250	1523,44	0	15234,4		2056,6	17291

15.4.3 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 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 8.4.3.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Конструктор	22815	3080
Технолог	31495,5	4251,5
Менеджер	19500	2632,5
Рабочий	15234,4	2056,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Конструктор	7768,5	
Технолог	10724,1	
Менеджер	6639,8	
Рабочий	5187,3	

15.4.4 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

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак}} = (152375 + 101065,5 + 30319,7) \cdot 0,16 = 45401,63 \text{ руб.}$$

15.5 Формирование затрат на реализацию проекта

Определение бюджета на проект приведено в таблице 8.5.1.

Таблица 8.5.1 – Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	152375	46,29
2. Затраты по основной зарплате	89044,9	27,05
3. Затраты по дополнительной зарплате	12020,6	3,65
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30319,7	9,21
5. Накладные расходы	45401,63	13,79
Бюджет затрат на проектирование	329161,83	100

Бюджет всех затрат проекта равен 329161,83 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют материальные затраты проекта (46,29 %).

15.6 Ресурсоэффективность

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 8.6.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Удобство эксплуатации	0,3	5
2. Легкость обслуживания	0,2	4
3. Долговечность	0,2	4
4. Энергоэкономичность	0,15	4
5. Материалоемкость	0,15	5
Итого	1	4,45

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 = 4,45.$$

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 $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Охрана труда/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.topone.ru/articles/>
9. Работа за компьютером/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.jurgid.ru/stati/trudovoe-pravo/>
10. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному

составу воздуха производственных и общественных помещений. М.: Минздрав России, 2003.

11. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.

12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной среды» М.: Минздрав России, 2003

13. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988.

14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.