

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт: Электронного обучения
Специальность: Технология машиностроения
Кафедра: ТАМП

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления крестовины

УДК 621.81-2:551.508

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302/36	Степура Егор Олегович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Институт: Электронного обучения
Специальность: Технология машиностроения
Кафедра: ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
З-4302/36	Степура Егор Олегович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления крестовины	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертёж детали, техническое задание.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Разработка технологического процесса изготовления детали, расчёт припусков на обработку, расчёт промежуточных технологических размеров, размерный анализ технологического процесса, выбор оборудования, инструмента, расчёт режимов резания, проектирование специального приспособления, расчёт затрат на проект, обзор вопросов безопасности жизнедеятельности.
Перечень графического материала	1. Рабочий чертёж – А1 2. Технологический процесс изготовления креставины - 3 формата – А1 3. Размерный анализ – 2 формата А1 4. Чертёж приспособления – А1
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант

Технологический	Галин Н.Е.
Конструкторский	Галин Н.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Петухов О.Н.
Социальная ответственность	Гуляев М.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302/36	Степура Егор Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3- 4302/36	Степура Егор Олегович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист(инженер)	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов научного исследования (НИ) включает в себя: 1. Расчет оплаты труда работников; 2. Расчет стоимости специального оборудования
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчет затрат на исследование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	При расчете заработной платы труда учитывать отчисления во внебюджетные страховые фонды, которые составляют 30%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	
2. Разработка устава научно – технического проекта	
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя результатов
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
6. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3- 4302/36	Степура Егор Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4302/36	Степура Егор Олегович

Институт	ИНЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Технология машиностроения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Рабочее место расположено в цеху металлообработки АО «Научно-производственная фирма Микран» (далее АО «НПФ Микран»). Завод расположен в черте города, вблизи жилого района.

Негативные факторы производственной среды:

Психофизиологические (СОЖ, Физические перегрузки: статические и динамические; Нервно-психические перегрузки: умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда эмоциональные перегрузки); Шумы; Острые кромки. Машиностроение оказывает негативное воздействие на состояние окружающей среды. Это связано с тем, что на различных этапах данного производства выделяется целый комплекс веществ, которые при попадании во внешнюю среду приводят к загрязнению атмосферного воздуха, водных объектов и почвы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность
1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке технологии изготовления крестовины.
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке технологии изготовления крестовины.

1.1. Вредные факторы АО «НПФ Микран»
1. недостаточная освещенность рабочей зоны;
2. повышенный уровень шума на рабочем месте;
3. повышенный уровень вибрации;
4. повышенный уровень электромагнитных излучений
1.2. Опасные факторы на АО «НПФ Микран»
1. движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования;
2. поражение электрическим током;

2. Экологическая безопасность

АО «НПФ Микран» расположен в черте города, вблизи от жилого района.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основные причины ЧС заключаются в следующем:

- возрастание сложности производств, часто это связано с применением новых технологий, требующих высоких концентраций энергии, опасных для жизни человека веществ и оказывающих сильное воздействие на компоненты окружающей среды;
- низкий уровень подготовки работников в области безопасности.

Возможные чрезвычайные ситуации на АО «НПФ Микран» могут возникнуть из-за низкой квалификации работающего персонала, невнимательности, физического и умственного перенапряжения.

	Для повышения уровня устойчивости объекта к данной ЧС рекомендуется направлять работников на повышение квалификации, проводить повторный, внеочередные и целевые инструктажи.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 14.004-83 Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» -Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" -Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" -Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" -ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» -ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения» ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302/36	Степура Егор Олегович		

Анотация

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Крестовина» для подтверждения квалификации «инженер» по направлению 151001 «Технология машиностроения».

В работе сделан анализ технологического процесса, выполнен размерный анализ технологических размеров, рассчитаны минимальные припуски, технологические размеры, рассчитаны режимы резания и нормы времени на обработку по каждой операции, спроектировано приспособление для сверлильной операции, рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности, ресурсосбережения и социальной ответственности.

Оглавление

Техническое задание.....	10
1. Технологическая часть	11
1.1 Определение типа производства	11
1.2 Анализ технологичности детали	14
1.3 Выбор исходной заготовки	14
1.4 Разработка маршрута технологии изготовления	15
1.5 Определение допусков на технологические размеры	21
1.6 Расчет минимальных припусков на обработку	22
1.7 Расчет технологических размеров.....	23
1.8 Расчет режимов резания	28
1.9 Выбор средств технологического оснащения.....	44
1.10 Определение норм времени	45
1.10.1 Расчет основного времени	48
1.10.2 Определение норм вспомогательного времени	59
1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени.....	60
2. Конструкторская часть	64
2.1 Анализ технологической операции.....	65
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	66
3.1 Организация и планирование работ.....	67
3.2 Продолжительность этапов работ	69
3.3 Расчет накопления готовности проекта.....	70
3.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	70
3.4.1 Расчет заработной платы.....	70
3.4.2 Расчет затрат на социальный налог	71
3.4.3 Расчет затрат на электроэнергию	71
3.4.4 Расчет амортизационных расходов	72
3.4.5 Расчет расходов.....	73
3.4.6 Расчет прочих расходов.....	73

3.4.7 Расчет общей себестоимости разработки	74
3.4.8 Расчет прибыли	74
3.4.9 Расчет НДС	74
3.4.10 Цена разработки НИР	74
4. Социальная ответственность	75
4.1 Вредные факторы при разработке технологии	75
4.2 Опасные факторы АО «НПФ Микран»	77
4.3 Экологическая безопасность.....	80
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
4.5 Организационные и правовые мероприятия безопасности	84

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали «Крестовина». Чертёж детали представлен на формате А1. Годовая программа выпуска: 500 шт.

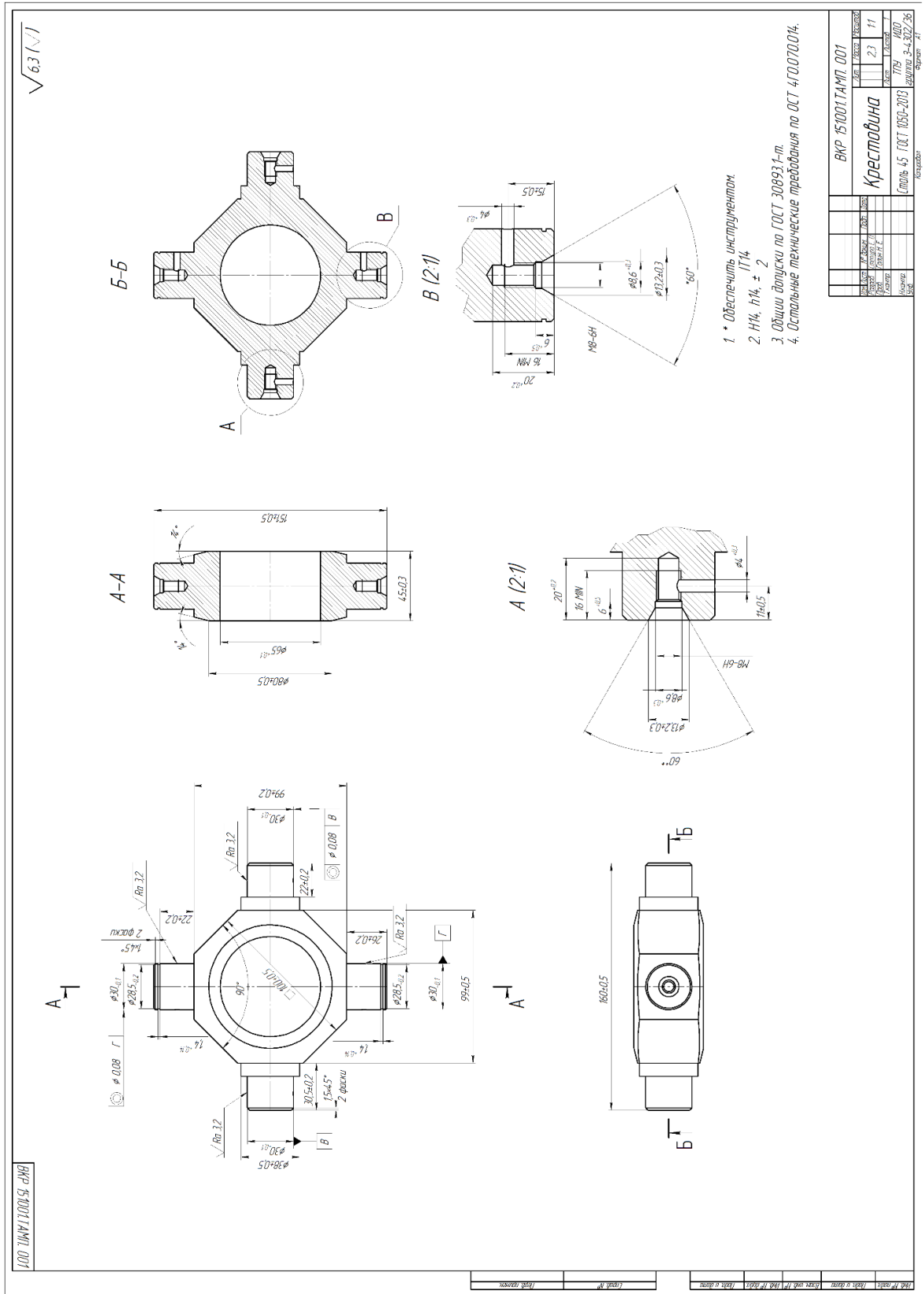


Рис. 1 Чертеж детали

1. Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}},$$

где t_d – такт выпуска деталей;

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

Такт выпуска деталей определяется по формуле

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

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 500$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования определяем по табл.3 (1, с. 23) при условии работы оборудования в две смены $\Phi_d = 4029$ ч

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N} = 60 * \frac{4029}{500} = 483,5 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{ши} / n,$$

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

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_k * T_0,$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

0. Заготовительная операция.

Отрезаем заготовку

$$\begin{aligned}\varphi_k &= 1,5 \\ T_0 &= 0,00019 * D^2 \\ t_{ш0} &= 1,5 * 0,00019 * 165^2 = 7,8\end{aligned}$$

1. Токарная

Подрезаем торец

$$\begin{aligned}\varphi_k &= 2,14 \\ T_0 &= 0,0000224 * D^2 \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,000224 * 165^2 = 13\end{aligned}$$

2. Токарная

Точим поверхность

$$\begin{aligned}\varphi_k &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000017 * D * l \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,00017 * 161 * 30 = 1,75\end{aligned}$$

3. Сверлильная
Сверлим отверстие

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,72 \\ T_0 &= 0,00052 * lD \\ t_{ш0} &= (1,72 * 0,00052 * 50 * 20) = 0,9\end{aligned}$$

4. Сверлильная
Рассверливаем отверстие

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,72 \\ T_0 &= 0,00031 * lD \\ t_{ш0} &= (1,72 * 0,00052 * 50 * 40) = 1,79\end{aligned}$$

5. Токарная
Растачиваем отверстие

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000018 * D * l \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,00018 * 64,8 * 48 = 1,2\end{aligned}$$

6. Токарная
Растачиваем отверстие (чистовое)

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000018 * D * l \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,00018 * 65 * 48 = 1,2\end{aligned}$$

7. Токарная
Подрезаем торец

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,0000224 * D^2 \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,000224 * 165^2 = 13\end{aligned}$$

8. Токарная
Точим поверхность

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000017 * D * l \\ t_{ш0} &= 2,14 * 0,00017 * 161 * 30 = 1,75\end{aligned}$$

9. Фрезерная
Фрезеруем две поверхности.

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,84 \\ T_0 &= 0,006 * l \\ t_{ш0} &= 2 * (1,84 * 0,006 * 65) = 1,43\end{aligned}$$

10. Фрезерная
Фрезеруем две поверхности.

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,84 \\ T_0 &= 0,006 * l \\ t_{ш0} &= 2 * (1,84 * 0,006 * 36) = 0,8\end{aligned}$$

11. Сверлильная
Сверлим 4 отверстия

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,72 \\ T_0 &= 0,00052 * lD \\ t_{ш0} &= 4 * (1,72 * 0,00052 * 20 * 8) = 0,6\end{aligned}$$

12. Токарная
Точим 2 поверхность

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000017 * D * l \\ t_{ш0} &= 2 * (2,14 * 0,00017 * 38 * 30,5) = 0,84\end{aligned}$$

13. Токарная
Точим 2 поверхность

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000017 * D * l \\ t_{ш0} &= 2 * (2,14 * 0,00017 * 30 * 22) = 0,49\end{aligned}$$

14. Токарная
Точим 2 поверхность

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 2,14 \\ T_0 &= 0,000017 * D * l \\ t_{ш0} &= 2 * (2,14 * 0,00017 * 30 * 26) = 0,57\end{aligned}$$

15. Фрезерная
Фрезеруем четыре поверхности.

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,84 \\ T_0 &= 0,006 * l \\ t_{ш0} &= 4 * (1,84 * 0,006 * 40) = 1,77\end{aligned}$$

16. Сверлильная
Сверлим 2 отверстия

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,72 \\ T_0 &= 0,00052 * lD \\ t_{ш0} &= 2 * (1,72 * 0,00052 * 15 * 4) = 0,1\end{aligned}$$

17. Сверлильная
Сверлим 2 отверстия

$$\begin{aligned}\varphi_K &= 1,72 \\ T_0 &= 0,00052 * lD \\ t_{ш0} &= 2 * (1,72 * 0,00052 * 12 * 4) = 0,1\end{aligned}$$

18. Слесарная
Снятие заусенцев
19. Контрольная
Контроль нужных размеров

Среднестатистическое время

$$t_{\text{шс}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{ш}i}/n,$$

$$t_{\text{шс}} = 2,9 \text{ мин.}$$

$$K_{30} = \frac{t_{\text{д}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{483,5}{2,9} = 166$$

$K_{30} \geq 40$, что соответствует еденичному производству.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Исходя из служебного назначения крестовины производим анализ технических условий указанных в чертеже. Служебное назначение детали, нормы точности и технические условия на неё является следствием служебного назначения и технических условий на сборочную единицу, в которую входит деталь.

Одним из важных технических условий, указанных на чертеже детали, является, отклонение от соосности. Численное значение данного ТУ задано таким образом, что для выполнения этого требования необходимо применять специальное оборудования.

Значения шероховатости на отдельных поверхностях детали, соответствуют тем видам обработки, которые применяются на заводе.

Химический состав Сталь 45

Химический элемент	%
Кремний (Si)	0.17-0.37
Медь (Cu), не более	0.25
Мышьяк (As), не более	0.08
Марганец (Mn)	0.50-0.80
Никель (Ni), не более	0.25
Фосфор (P), не более	0.035
Хром (Cr)	0.25
Сера (S), не более	0.04

1.3 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

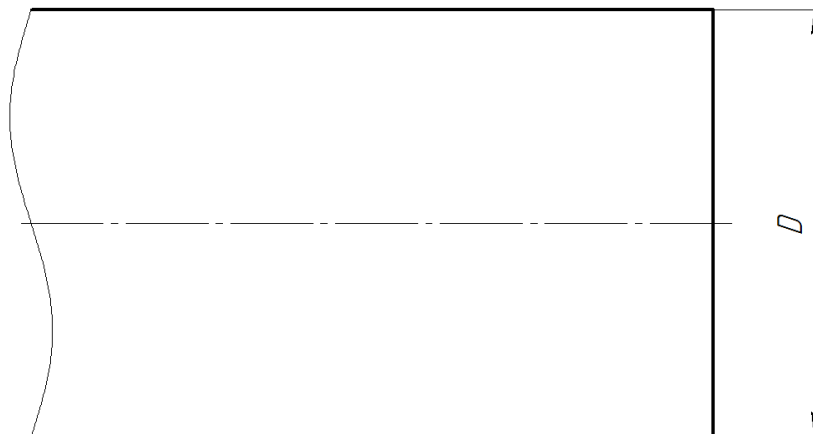
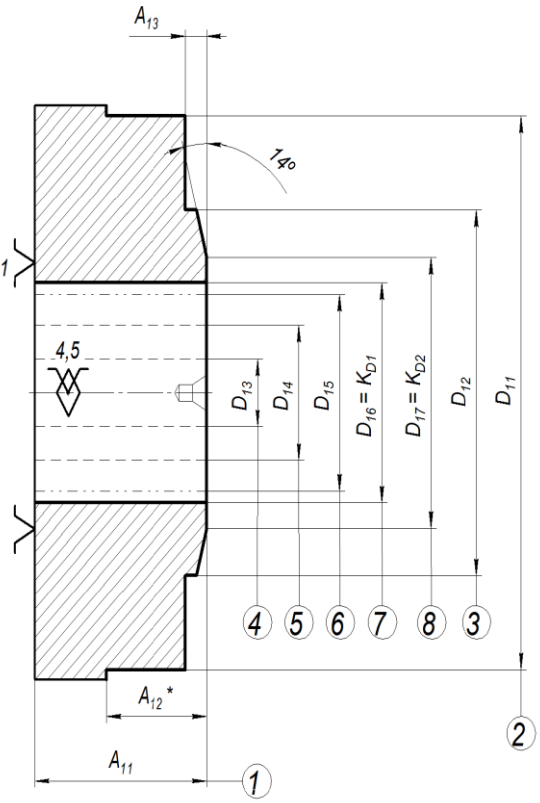
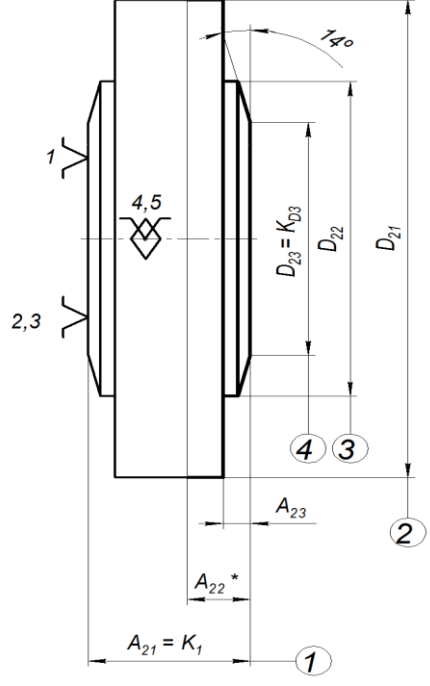
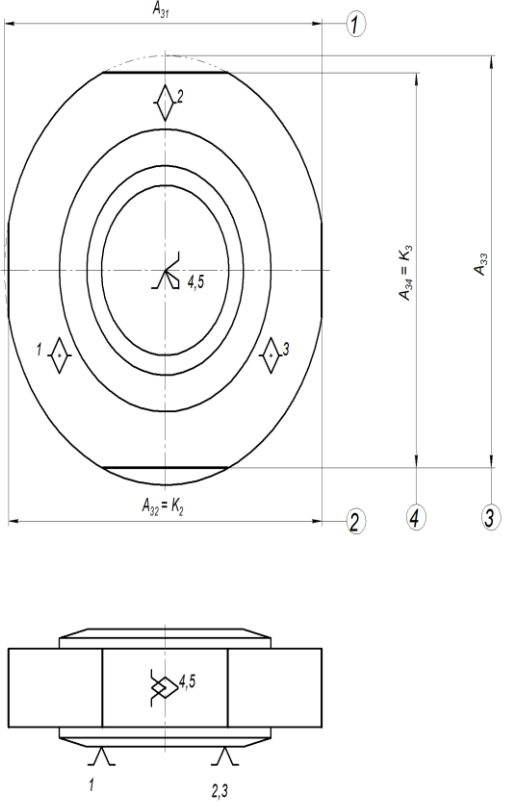
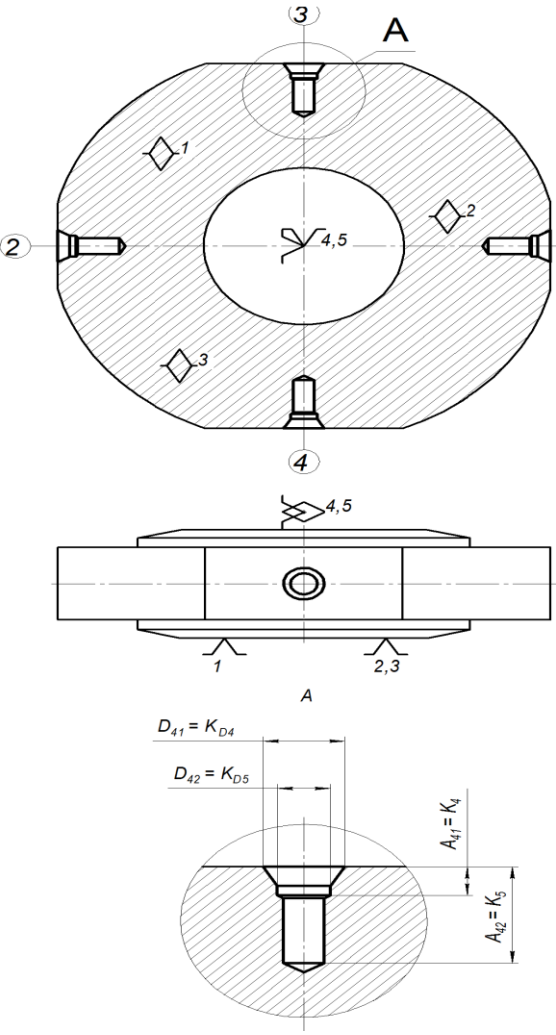


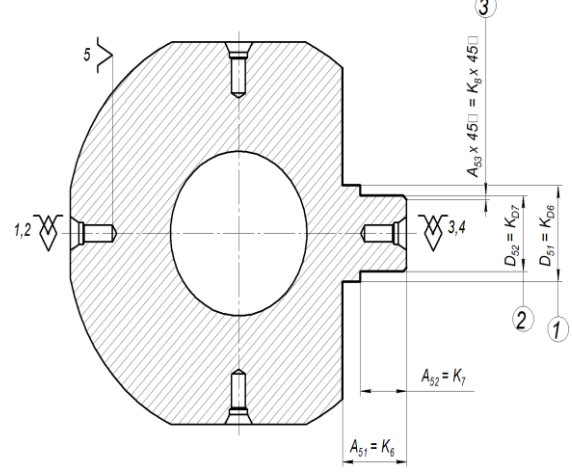
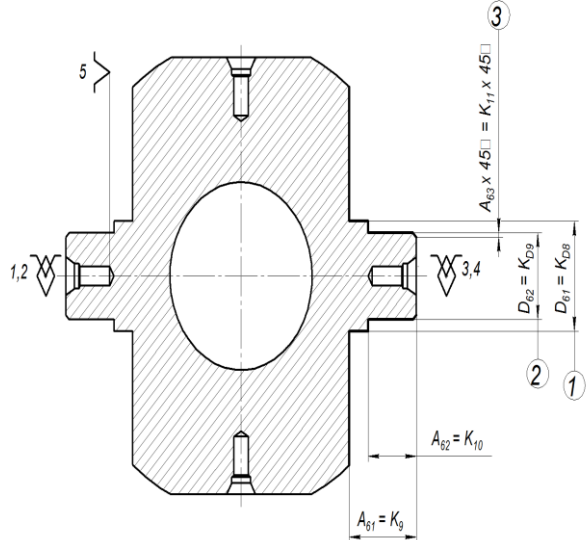
Рис. 2 Заготовка

1.4 Разработка технологии изготовления детали

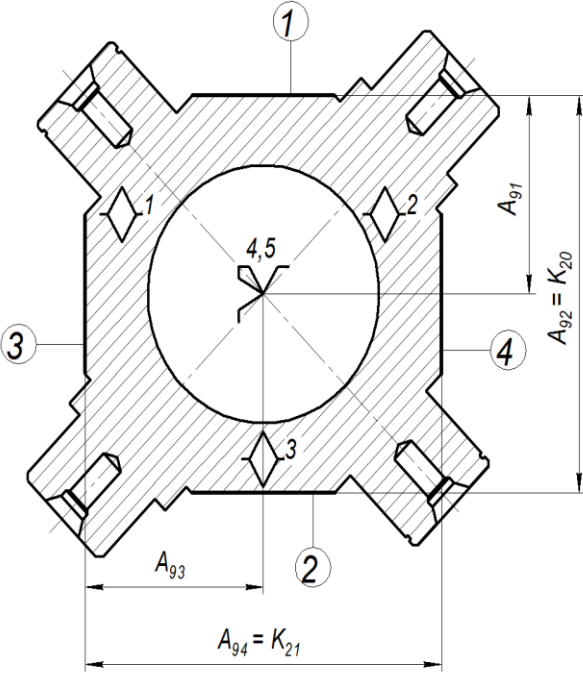
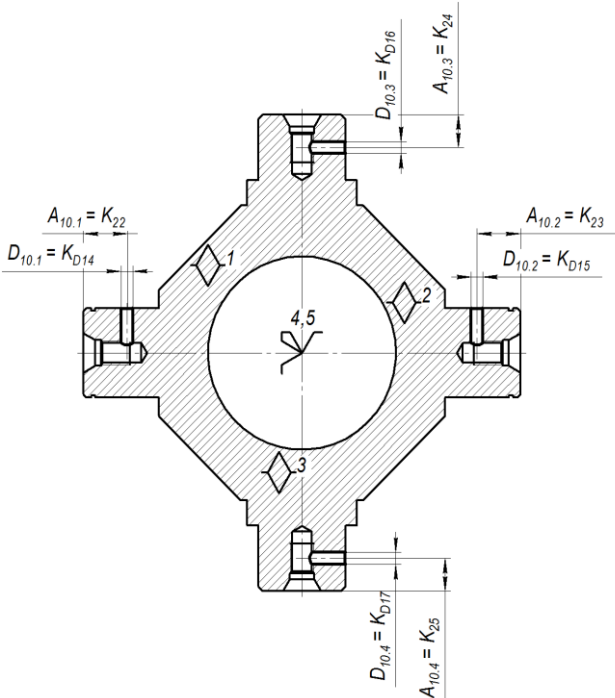
0		Заготовительная 1) Отрезать заготовку, выдержав размер $A_{0.1}$
---	--	---

1		Токарная 1)Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1.1}$ 2)Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{1.1}$ и $A_{1.2}^*$ 3)Точить поверхность 3, выдержав размеры $D_{1.2}$ и $A_{1.3}$ 4)Центровать торец 5)Сверлить отверстие 4, выдержав размер $D_{1.3}$ 6)Рассверлить отверстие 5, выдержав размер $D_{1.4}$ 7)Расточить поверхность 6, выдержав размер $D_{1.5}$ 8)Расточить поверхность 7, выдержав размер $D_{1.6} = K_{D1}$ 9)Снять фаску 7 выдержав размеры $D_{1.7} = K_{D2}$ и угол 14°
2		Токарная 1)Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{2.1} = K_1$ 2)Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{2.1}$ и $A_{2.2}^*$ 3)Точить поверхность 3, выдержав размеры $D_{2.2}$ и $A_{2.3}$ 4)Снять фаску 4, выдержав размеры $D_{2.3}$ и угол 14°

3		Фрезерная 1)Фрезеровать лыску 1, выдержав размер $A_{3.1}$ 2)Фрезеровать лыску 2, выдержав размер $A_{3.2} = K_2$ 3)Фрезеровать лыску 3, выдержав размер $A_{3.3}$ 4)Фрезеровать лыску 4, выдержав размер $A_{3.4} = K_3$
4		Сверлильная 1)Центровать 2)Сверлить отверстие 1, 2, 3, 4 выдержав размеры $A_{41} = K_4$, $A_{42} = K_5$, $D_{41}=K_{D4}$, $D_{42}=K_{D5}$

5		Токарная 1)Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{5.1} = K_{D6}$ и $A_{5.1} = K_6$ 2)Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{5.2} = K_{D7}$ и $A_{5.2} = K_7$ 3)Точить фаску 3, выдерживая размеры $A_{5.3} \times 45^\circ = K_8 \times 45^\circ$
6		Токарная 1)Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{6.1} = K_{D8}$ и $A_{6.1} = K_9$ 2)Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{6.2} = K_{D9}$ и $A_{6.2} = K_{10}$ 3)Точить фаску 3, выдерживая размеры $A_{6.3} \times 45^\circ = K_{11} \times 45^\circ$

7		Токарная 1)Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{7.1} = K_{D10}$ и $A_{7.1} = K_{12}$ 2)Точить канавку 2, выдержав размеры $D_{7.2} = K_{D11}$ $A_{7.2} = K_{13}$ и $A_{7.3} = K_{14}$ 3)Точить фаску 3, выдерживая размеры $A_{7.4} \times 45^\circ = K_{15} \times 45^\circ$
8		Токарная 1)Точить поверхность 1, выдержав размеры $D_{8.1} = K_{D12}$ и $A_{8.1} = K_{16}$ 2)Точить канавку 2, выдержав размеры $D_{8.2} = K_{D13}$ $A_{8.2} = K_{17}$ и $A_{8.3} = K_{18}$ 3)Точить фаску 3, выдерживая размеры $A_{8.4} \times 45^\circ = K_{19} \times 45^\circ$

9		Фрезерная 1)Фрезеровать лыску 1, выдержав размер $A_{9.1}$ 1)Фрезеровать лыску 2, выдержав размер $A_{9.2} = K_{20}$ 1)Фрезеровать лыску 3, выдержав размер $A_{9.3}$ 1)Фрезеровать лыску 4, выдержав размер $A_{9.4} = K_{21}$
10		Сверлильная 1)Сверлить 2 отверстия, выдержав размеры $A_{10.1} = K_{22}$ $D_{10.1} = K_{D14}$ и $A_{10.2} = K_{23}$ $D_{10.2} = K_{D15}$ 2)Сверлить 2 отверстия, выдержав размеры $A_{10.3} = K_{24}$ $D_{10.3} = K_{D16}$ и $A_{10.4} = K_{25}$ $D_{10.4} = K_{D17}$
11		Слесарная 1)Притупить острые кромки, снять фаски 2) Нарезать резьбу М8-6Н (4 отверстия)

12		Промывочная 1)Продуть деталь, избавившись от мелкой стружки и грязи 2)Протереть сухой тряпкой, избавившись от масляных подтеков
13		Контроль ОТК

1.5 Определение допусков на технологические размеры

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

Таблица допусков на осевые технологические размеры:

TA ₀₁ =2мм	TA ₅₁ =0,12мм	TA ₈₂ =0,12мм
TA ₁₁ =0,12мм	TA ₅₂ =0,14мм	TA ₈₃ =0,08мм
TA ₁₃ =0,15мм	TA ₅₃ =0,04мм	TA ₈₄ =0,04мм
TA ₂₁ =0,2мм	TA ₆₁ =0,12мм	TA ₉₁ =0,25мм
TA ₂₃ =0,15мм	TA ₆₂ =0,14мм	TA ₉₂ =0,25мм
TA ₃₁ =0,25мм	TA ₆₃ =0,04мм	TA ₉₃ =0,25мм
TA ₃₂ =0,25мм	TA ₇₁ =0,16мм	TA ₉₄ =0,25мм
TA ₃₃ =0,25мм	TA ₇₂ =0,12мм	TA _{10.1} =0,2мм
TA ₃₄ =0,25мм	TA ₇₃ =0,08мм	TA _{10.2} =0,2мм
TA ₄₁ =0,3мм	TA ₇₄ =0,04мм	TA _{10.3} =0,2мм
TA ₄₂ =0,15мм	TA ₈₁ =0,16мм	TA _{10.4} =0,2мм

Таблица допусков на диаметральные технологические размеры:

TD ₀₁ =0,25мм	TD ₄₁ =0,1мм	TD ₈₁ =0,04мм
TD ₁₁ =0,2мм	TD ₄₂ =0,08мм	TD ₈₂ =0,1мм

TD ₁₂ =0,2мм	TD ₅₁ =0,4мм	TA _{10.1} =0,2мм
TD ₁₆ =0,05мм	TD ₅₂ =0,04мм	TA _{10.2} =0,2мм
TD ₁₇ =0,4мм	TD ₆₁ =0,4мм	TA _{10.3} =0,2мм
TD ₂₁ =0,2мм	TD ₆₂ =0,04мм	TA _{10.4} =0,2мм
TD ₂₂ =0,2мм	TD ₇₁ =0,04мм	
TD ₂₃ =0,4мм	TD ₇₂ =0,1мм	

1.6 Расчет минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку плоскости:

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

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{p i-1},$$

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

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

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

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

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

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения:

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

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

$$Z_{11 min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,12\text{мм} \quad h=0,1\text{мм} \quad \rho=0,13\text{мм}$$

$$Z_{11 min} = 0,12 + 0,1 + 0,13 = 0,35\text{мм}$$

$$Z_{21 min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,12\text{мм} \quad h=0,1\text{мм} \quad \rho=0,13\text{мм}$$

$$Z_{21 \min} = 0,12 + 0,1 + 0,13 = 0,35\text{мм}$$

$$Z_{31 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,08\text{мм} \quad h=0,05\text{мм} \quad \rho=0,08\text{мм}$$

$$Z_{31 \min} = 0,08 + 0,05 + 0,08 = 0,21\text{мм}$$

$$Z_{32 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,08\text{мм} \quad h=0,05\text{мм} \quad \rho=0,08\text{мм}$$

$$Z_{32 \min} = 0,08 + 0,05 + 0,08 = 0,21\text{мм}$$

$$Z_{33 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,08\text{мм} \quad h=0,05\text{мм} \quad \rho=0,08\text{мм}$$

$$Z_{33 \min} = 0,08 + 0,05 + 0,08 = 0,21\text{мм}$$

$$Z_{34 \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

$$R=0,08\text{мм} \quad h=0,05\text{мм} \quad \rho=0,08\text{мм}$$

$$Z_{34 \min} = 0,08 + 0,05 + 0,08 = 0,21\text{мм}$$

1.7 Расчет технологических размеров

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i,$$

Для размера $TK_1 = 0,3\text{мм} \geq TA_{21} = 0,2\text{ мм}$, т. е. размер K_1 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_2 = 0,5\text{мм} \geq TA_{32} = 0,25\text{ мм}$, т. е. размер K_2 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_3 = 0,5\text{мм} \geq TA_{34} = 0,25\text{ мм}$, т. е. размер K_3 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_4 = 0,5\text{мм} \geq TA_{41} = 0,3\text{ мм}$, т. е. размер K_4 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_5 = 0,2\text{мм} \geq TA_{42} = 0,15\text{ мм}$, т. е. размер K_5 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_6 = 0,2\text{мм} \geq TA_{51} = 0,12\text{ мм}$, т. е. размер K_6 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_7 = 0,2\text{мм} \geq TA_{52} = 0,14\text{ мм}$, т. е. размер K_7 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_8 = 0,25\text{мм} \geq TA_{53} = 0,04\text{ мм}$, т. е. размер K_8 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_9 = 0,2\text{мм} \geq TA_{61} = 0,12\text{ мм}$, т. е. размер K_9 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{10} = 0,2\text{мм} \geq TA_{62} = 0,14\text{ мм}$, т. е. размер K_{10} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{11} = 0,25\text{мм} \geq TA_{63} = 0,04\text{ мм}$, т. е. размер K_{11} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{12} = 0,2\text{мм} \geq TA_{71} = 0,16\text{ мм}$, т. е. размер K_{12} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{13} = 0,2\text{мм} \geq TA_{72} = 0,12\text{ мм}$, т. е. размер K_{13} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{14} = 0,14\text{мм} \geq TA_{73} = 0,08\text{ мм}$, т. е. размер K_{14} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{15} = 0,18\text{мм} \geq TA_{74} = 0,04\text{ мм}$, т. е. размер K_{15} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{16} = 0,2\text{мм} \geq TA_{81} = 0,16\text{ мм}$, т. е. размер K_{16} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{17} = 0,2\text{мм} \geq TA_{82} = 0,12\text{ мм}$, т. е. размер K_{17} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{18} = 0,14\text{мм} \geq TA_{83} = 0,08\text{ мм}$, т. е. размер K_{18} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{19} = 0,18\text{мм} \geq TA_{84} = 0,04\text{ мм}$, т. е. размер K_{19} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{20} = 0,5\text{мм} \geq TA_{92} = 0,25\text{ мм}$, т. е. размер K_{20} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{21} = 0,5\text{мм} \geq TA_{94} = 0,25\text{ мм}$, т. е. размер K_{21} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{22}=0,5\text{мм} \geq TA_{10.1}=0,2\text{ мм}$, т. е. размер K_{22} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{23}=0,5\text{мм} \geq TA_{10.2}=0,2\text{ мм}$, т. е. размер K_{23} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{24}=0,5\text{мм} \geq TA_{10.3}=0,2\text{ мм}$, т. е. размер K_{24} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{25}=0,5\text{мм} \geq TA_{10.4}=0,2\text{ мм}$, т. е. размер K_{25} обеспечен с заданной точностью.

$$A_{21} = K_1 = 45 \pm 0,2\text{мм} \\ = 22 \pm 0,14\text{мм}$$

$$A_{52} = A_{62} = K_7 = K_{10}$$

$$A_{32} = K_2 = 160 \pm 0,25\text{мм} \\ = 1,5^{+0,04}\text{мм}$$

$$A_{53} = A_{63} = K_8 = K_{11}$$

$$A_{34} = K_3 = 151 \pm 0,25\text{мм} \\ K_{16} = 26 \pm 0,16\text{мм}$$

$$A_{71} = A_{81} = K_{12} =$$

$$A_{41} = K_4 = 6^{+0,3}\text{мм} \\ K_{17} = 22 \pm 0,12\text{мм}$$

$$A_{72} = A_{82} = K_{13} =$$

$$A_{42} = K_5 = 20^{+0,15}\text{мм} \\ K_{18} = 1,4^{+0,08}\text{мм}$$

$$A_{73} = A_{83} = K_{14} =$$

$$A_{51} = A_{61} = K_6 = K_9 = 30,5 \pm 0,12\text{мм} \\ K_{19} = 1^{+0,04}\text{мм}$$

$$A_{74} = A_{84} = K_{15} =$$

$$A_{92} = A_{94} = K_{20} = K_{21} = 100 \pm 0,25\text{мм}$$

$$A_{10.1} = A_{10.2} = K_{22} = K_{23} = 15 \pm 0,2\text{мм}$$

$$A_{10.3} = A_{10.4} = K_{24} = K_{25} = 11 \pm 0,2\text{мм}$$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_{Di} \geq \sum TD_i,$$

Для размера $TK_{D1} = 0,1\text{мм} \geq TD_{16}=0,05\text{мм}$, т. е. размер K_{D1} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D2} = 0,5\text{мм} \geq TD_{17}=0,4\text{мм}$, т. е. размер K_{D2} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D3} = 0,5\text{мм} \geq TD_{23}=0,4\text{мм}$, т. е. размер K_{D3} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D4} = 0,3\text{мм} \geq TD_{41}=0,1\text{мм}$, т. е. размер K_{D4} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D5} = 0,3\text{мм} \geq TD_{42}=0,08\text{мм}$, т. е. размер K_{D5} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D6} = 0,5\text{мм} \geq TD_{51}=0,1\text{мм}$, т. е. размер K_{D6} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D7} = 0,1\text{мм} \geq TD_{52}=0,04\text{мм}$, т. е. размер K_{D7} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D8} = 0,5\text{мм} \geq TD_{61}=0,4\text{мм}$, т. е. размер K_{D8} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D9} = 0,1\text{мм} \geq TD_{62}=0,04\text{мм}$, т. е. размер K_{D9} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D10} = 0,1\text{мм} \geq TD_{71}=0,04\text{мм}$ т. е. размер K_{D10} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D11} = 0,2\text{мм} \geq TD_{72}=0,1\text{мм}$ т. е. размер K_{D11} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D12} = 0,1\text{мм} \geq TD_{81}=0,04\text{мм}$ т. е. размер K_{D12} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D13} = 0,2\text{мм} \geq TD_{82}=0,1\text{мм}$ т. е. размер K_{D13} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{D14} = 0,3\text{мм} \geq TD_{10.1}=0,2\text{мм}$ т. е. размер K_{D14} обеспечен с заданной

точностью. ($TD_{10.1} = TD_{10.2} = TD_{10.3} = TD_{10.4}$)

$$D_{16} = K_{D1} = 65^{+0,5}\text{мм}$$

$$D_{17} = D_{23} = K_{D2} = K_{D3} = 80 \pm 0,4\text{мм}$$

$$D_{41} = K_{D4} = 13,2 \pm 0,1\text{мм}$$

$$D_{42} = K_{D5} = 8,6^{+0,08}\text{мм}$$

$$D_{51} = D_{61} = K_{D6} = K_{D8} = 38 \pm 0,4\text{мм}$$

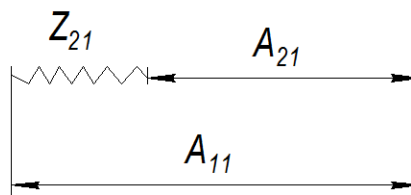
$$D_{52} = D_{62} = K_{D7} = K_{D9} = 30_{-0,04}\text{мм}$$

$$D_{71} = D_{81} = K_{D10} = K_{D12} = 30_{-0,04}\text{мм}$$

$$D_{72} = D_{82} = K_{D11} = K_{D13} = 28,5_{-0,1}\text{мм}$$

$$D_{10.1} = K_{D14} = 4^{+0,2}_{-0,2} \text{ мм} (D_{10.1} = D_{10.2} = D_{10.3} = D_{10.4})$$

Приступаем к расчету технологических размеров:



Найдём A_{11}

$$A_{21} = 45 \pm 0,2 \text{ мм}$$

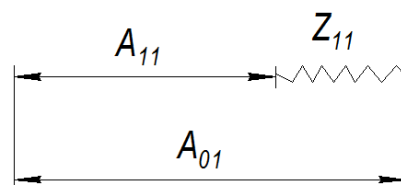
$$A_{21}^c = 45$$

$$Z_{21 \max} = Z_{21 \min} + TA_{11} + TA_{21} = 0,35 + 0,12 + 0,2 = 0,67 \text{ мм}$$

$$Z_{21}^c = (Z_{21 \max} - Z_{21 \min}) / 2 = (0,67 - 0,35) / 2 = 0,16 \text{ мм}$$

$$A_{11}^c = A_{21}^c + Z_{21}^c = 45 + 0,16 = 45,16$$

$$A_{11} = A_{21}^c = 45,16_{-0,12}$$



Найдём A_{01}

$$A_{11} = 45,16 \pm 0,06 \text{ мм}$$

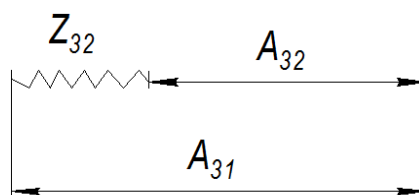
$$A_{11}^c = 45,16$$

$$Z_{11 \max} = Z_{11 \min} + TA_{01} + TA_{11} = 0,35 + 2 + 0,2 = 2,55 \text{ мм}$$

$$Z_{11}^c = (Z_{11 \max} - Z_{11 \min}) / 2 = (2,55 - 0,35) / 2 = 1,1 \text{ мм}$$

$$A_{01}^c = A_{11}^c + Z_{11}^c = 45,16 + 1,1 = 46,26 \text{ мм}$$

$$A_{01} = 46,26_{-1} \text{ мм}$$



Найдём A_{31}

$$A_{32} = 160 \pm 0,25 \text{ мм}$$

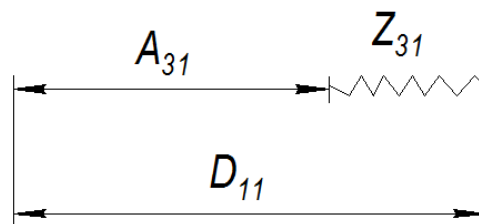
$$A_{32}^c = 160 \text{ мм}$$

$$Z_{32 \max} = Z_{32 \min} + TA_{32} + TA_{31} = 0,21 + 0,25 + 0,25 = 0,71 \text{ мм}$$

$$Z_{32}^c = (Z_{32 \max} - Z_{32 \min})/2 = (0,71 - 0,21)/2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$A_{31}^c = A_{32}^c + Z_{32}^c = 160 + 0,25 = 160,25 \text{ мм}$$

$$A_{31} = 160,25_{-0,12} \text{ мм}$$



Найдём D_{11}

$$A_{31} = 160,25 \pm 0,12 \text{ мм}$$

$$A_{31}^c = 160,25 \text{ мм}$$

$$Z_{31 \max} = Z_{31 \min} + TA_{31} + TD_{01} = 0,21 + 0,25 + 0,25 = 0,71 \text{ мм}$$

$$Z_{31}^c = (Z_{31 \max} - Z_{31 \min})/2 = (0,71 - 0,21)/2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$D_{11}^c = A_{31}^c + Z_{31}^c = 160,25 + 0,25 = 160,5 \text{ мм}$$

$$D_{11} = 160,5_{-0,12} \text{ мм}$$

1.8 Расчет режимов резания

Заготовительная (0)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями таблицы 3

[4, с. 180] – Т15К6.

Подача на зуб по таблице 108 [4, с425] 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 $S_m = 1500 \text{ мм/мин}$

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

Где D_{px} – длина рабочего хода

Ширина полотна $t=3...5=5 \text{ мм}$

Токарная (1)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – ВК8.

Подрезать торец

Глубина резания: $t = Z_{11}^c = 0,35 \text{ мм}$.

Подача по таблице 15 [4, с.366] для данной глубины резания:

$S = 0,36 \text{ мм/об}$

Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 215$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

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

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

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

$K_{ПВ} = 0,9$; $K_{ИВ} = 0,4$

$$K_{MV} = K_T * \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 * \left(\frac{750}{640} \right)^1 = 1,17;$$

$$K_{MV} = 1,17$$

$$K_v = 1,17 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 0,42$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{215}{30^{0,20} 0,35^{0,15} 0,36^{0,45}} 0,42 = 90,8 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 90,8}{3,14 \cdot 165} = 170 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{пр}} = 160 \leq n_{\text{расч}}$$

Расчет мощности:

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0,88$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_{pz} * t^x * s^y * v^n * K_p \\ &= 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} = \\ &= 10 * 300 * 0,35^{1.0} * 0,36^{0.75} * 90,8^{-0.15} * 0.88 * 1.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 218 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{218 * 90,8}{1020 * 60} = 0,32 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{ст} = 0,32 * 1,25 = 0,4 \text{ кВт};$$

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

Точить поверхность

Для расчета режимов резания при точении используем методику [4, с.393].

Глубина резания $t = 2,2$ мм;

Подача $s = 1$ мм/об;

Скорость резания v , м/мин;

Инструментальный материал ВК8;

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания;

Поправочный коэффициент K_{mv} учитывает группу обрабатываемого материала;

Поправочный коэффициент K_{iv} учитывает инструментальный материал;

Поправочный коэффициент K_{nv} учитывает состояние поверхности заготовки;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} * \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{640} \right)^1 = 1,17;$$

Поправочный коэффициент K_{Γ} характеризует группу стали по обрабатываемости;

$$K_{nv} = 0,9;$$

$$K_{iv} = 0,4;$$

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_{mv} * K_{nv} * K_{iv} =$$

$$= \frac{215}{30^{0.2} * 2,2^{0.15} * 1^{0.45}} * 0,42 = 40,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 * 40,5}{\pi * 160,5} = 85 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 80 \leq n_{\text{расч}}$$

Расчет мощности:

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0.9;$$

$$P_z = 10 * C_{pz} * t^x * S^y * v^n * K_p$$

$$= 10 * C_p * t^x * S^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} =$$

$$= 10 * 300 * 2,2^{1.0} * 1^{0.75} * 40,5^{-0.15} * 0.9 * 1.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 3409 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3409 * 40,5}{1020 * 60} = 2,25 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 2,25 * 1,25 = 2,81 \text{ кВт};$$

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

Сверление

Материал режущего инструмента: Р6М5

Диаметр инструмента: $D = 20 \text{ мм}$.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 20/2 = 10 \text{ мм}$.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,36 \text{ мм/об}$.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=9,8$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$.

Общий поправочный коэффициент:

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

$K_{MV}=1,17$; $K_{LV} = 1$; $K_{IV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 1,17 * 1 * 1 = 1,17$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 45 \text{ мин}$.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{9,8 * 20^{0,4}}{45^{0,20} * 0,36^{0,5}} 1,17 = 29,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 29,6}{3,14 \cdot 20} = 471 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{\text{пр}} = 400 \leq n_{\text{расч}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kp} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 20^2 * 0,36^{0,8} * 0,9 \approx 6 \text{ Н} * \text{м}$$

$$P_o = 10 * C_P * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 20^1 * 0,36^{0,7} * 0,9 \approx 5980 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,9$$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} * n}{9750} = 0,25 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{ст} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 0,25 * 1,5 = 0,37 \text{ кВт};$$

Расточить отверстие

Для расчета режимов резания при точении используем методику [4, с.393].

Глубина резания $t = 0,15 \text{ мм};$

Подача $s = 0,12 \text{ мм/об};$

Скорость резания v , м/мин;

Инструментальный материал Т30К4;

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания;

Поправочный коэффициент K_{mv} учитывает группу обрабатываемого материала;

Поправочный коэффициент K_{iv} учитывает инструментальный материал;

Поправочный коэффициент K_{pv} учитывает состояние поверхности заготовки;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{640}\right)^1 = 1,17;$$

Поправочный коэффициент K_{Γ} характеризует группу стали по обрабатываемости;

$$K_{\Pi v} = 0,9;$$

$$K_{iv} = 0,4;$$

$$v = 180 \frac{\text{м}}{\text{мин}} [4, \text{ глава 4, таблица 19}]$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 * 180}{\pi * 65} = 882 \text{ об/мин}$$

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

Расчет мощности:

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{640}{750}\right)^{0.75} = 0.9;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_{pz} * t^x * s^y * v^n * K_p \\ &= 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} = \end{aligned}$$

$$= 10 * 300 * 0,15^{1.0} * 0,12^{0.75} * 180^{-0.15} * 0.9 * 1.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 37,9 \text{ Н};$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{37,9 * 180}{1020 * 60} = 0,12 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 2,25 * 1,25 = 0,15 \text{ кВт};$$

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

Токарная (2)

Для подрезке торца и точения наружных поверхностей, используем режимы резания, рассчитанные в токарной операции (1). Точение проводим на том же оборудовании с использованием той же оснастки.

Фрезерная (3)

При назначении фрезы рекомендуются брать фрезы у которых диаметр должен быть больше ширины фрезерования в [1,25...1,5] раза. [4, с.402];

Назначаем торцовую фрезу с механическим креплением круглых пластин из твердого сплава (по ГОСТ 26595 – 85) [4, гл.3 табл. 105];

Материал пластинок принимаем Т15К6;

D=100 мм – диаметр фрезы;

Z=10 – число зубьев;

t=1,7 мм – глубина фрезерования;

B=65 мм – ширина фрезерования;

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

$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$;

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 1,352 * 0,9 * 1,0 = 1,17;$$

$$v = \frac{332 * 100^{0,2}}{180^{0,2} * 1,7^{0,1} * 0,15^{0,4} * 65^{0,2} * 10^0} * 1,17 = 392 \text{ м/мин}$$

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

Частота вращения шпинделя:

Расчетная: $n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot 390}{\pi \cdot 160} = 780 \text{ об/мин}$

Принятая: $n_{\text{пр}} = 630 \leq n_{\text{расч}}$

Сила резания:

Окружная сила – $P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{\text{мр}} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1,7^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 65^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot \left(\frac{640}{750}\right)^{0,3} \approx 2200 \text{ Н}$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2200 \cdot 392}{1020 \cdot 60} = 7,4 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 14,1 \cdot 1,25 = 9,25 \text{ кВт}.$$

Сверлильная (4)

Материал режущего инструмента: Р6М5

Диаметр инструмента: $D = 8 \text{ мм}$.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 8/2 = 4 \text{ мм}$.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,15 \text{ мм/об}$.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7; q=0,4; y=0,7; m=0,2$.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

$K_{MV}=1,17; K_{LV} = 1; K_{IV}=1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 1,17 * 1 * 1 = 1,17$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 45$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_{Sv}}} K_v = \frac{7 * 8^{0,4}}{25^{0,20} * 0,15^{0,7}} 1,17 = 2,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 8} = 103,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{\text{пр}} = 100 \leq n_{\text{расч}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kp} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 8^2 * 0,15^{0,8} * 0,9 \approx 4,3 \text{ Н} * \text{м}$$

$$P_o = 10 * C_P * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 8^1 * 0,15^{0,7} * 0,9 \approx 1073 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{Mp} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,9$$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} * n}{9750} = 0,044 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{\text{ст}} > K_N * N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1,5;$$

$$N_{\text{ст}} = 0,044 * 1,5 = 0,055 \text{ кВт};$$

Токарная (5)

Точить поверхность (черновое точение)

Для расчета режимов резания при точении используем методику [4, с.393].

Глубина резания $t = 2$ мм;

Подача $s = 0,3$ мм/об;

Скорость резания v , м/мин;

Инструментальный материал ВК8;

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания;

Поправочный коэффициент K_{mv} учитывает группу обрабатываемого материала;

Поправочный коэффициент K_{iv} учитывает инструментальный материал;

Поправочный коэффициент K_{pv} учитывает состояние поверхности заготовки;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{640}\right)^1 = 1,17;$$

Поправочный коэффициент K_{Γ} характеризует группу стали по обрабатываемости;

$$K_{pv} = 0,9;$$

$$K_{iv} = 0,4;$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = \\ &= \frac{317}{30^{0.2} * 2^{0.15} * 0,3^{0.45}} * 0,42 = 104,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}; \end{aligned}$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 * 104,5}{\pi * 38} = 875 \text{ об/мин}$$

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

Расчет мощности:

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0.9;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_{pz} * t^x * s^y * v^n * K_p \\ &= 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} = \\ &= 10 * 300 * 2^{1.0} * 0,3^{0.75} * 104,5^{-0.15} * 0.9 * 1.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 1090 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1090 * 104,5}{1020 * 60} = 1,85 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{ст} = 2,25 * 1,25 = 2,33 \text{ кВт};$$

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

Для чистового точения наружных поверхностей, используем режимы резания, рассчитанные в токарной операции (8).

Токарная (6-7)

Режимы резания для чернового и чистового точения наружных поверхностей, берем из уже рассчитанных токарных операций (5 и 8).

Токарная (8)

Предварительно протачиваем поверхности в черновую, используя режимы резания, рассчитанные в токарной обработке (5).

Точить поверхность (чистовое точение)

Для расчета режимов резания при точении используем методику [4, с.393].

Глубина резания $t = 0,2 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,246 \text{ мм/об}$;

Скорость резания v , м/мин;

Инструментальный материал ВК8;

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания;

Поправочный коэффициент K_{mv} учитывает группу обрабатываемого материала;

Поправочный коэффициент K_{iv} учитывает инструментальный материал;

Поправочный коэффициент K_{pv} учитывает состояние поверхности заготовки;

$$K_{mv} = K_{\Gamma} * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1.1 * \left(\frac{750}{640}\right)^1 = 1.17;$$

Поправочный коэффициент K_{Γ} характеризует группу стали по обрабатываемости;

$$K_{pv} = 0.9;$$

$$K_{iv} = 0.4;$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = \\ &= \frac{317}{45^{0.2} * 0.2^{0.15} * 0.246^{0.45}} * 0.42 = 150 \frac{\text{м}}{\text{мин}}; \end{aligned}$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 * 150}{\pi * 30} = 1592 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 1250 \leq n_{\text{расч}}$$

Расчет мощности:

Сила резания:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{640}{750} \right)^{0.75} = 0.9;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_{pz} * t^x * s^y * v^n * K_p \\ &= 10 * C_p * t^x * s^y * v^n * K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} = \\ &= 10 * 300 * 0,2^{1.0} * 0,246^{0.75} * 150^{-0.15} * 0.9 * 1.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 89 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{89 * 150}{1020 * 60} = 0,22 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{ст} = 2,25 * 1,25 = 0,27 \text{ кВт};$$

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

Фрезерная (9)

Назначаем концевую фрезу с коническим хвостовиком (по ГОСТ 17026 – 71); [4, гл.3 табл. 75];

Материал режущей части фрезы принимаем Р6М5

D=63 мм – диаметр фрезы;

Z=8 – число зубьев;

t=2 мм – глубина фрезерования;

B=88,3 мм – ширина фрезерования;

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

$$S_z = 0,2 \text{ мм/зуб};$$

Расчет скорости резания:

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

T – стойкость инструмента, мин;

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

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 1,352 * 0,9 * 1,0 = 1,217;$$

$$v = \frac{46,7 * 63^{0,45}}{180^{0,33} * 0,94^{0,5} * 0,2^{0,5} * 88,3^{0,1} * 8^{0,1}} * 1,217 \approx 79 \text{ м/мин}$$

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

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Расчетная: } n_{\text{расч}} = \frac{1000 * 79}{\pi * 127,28} = 198 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принятая: } n_{\text{пр}} = 190 \leq n_{\text{расч}}$$

Сила резания:

$$\text{Окружная сила} - P_z = \frac{10 * C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z^w}{D^q * n^w} K_{\text{пр}} = \frac{10 * 68,2 * 0,94^{0,86} * 0,2^{0,72} * 88,3^{1,8}}{63^{0,86} * 190^0} * \left(\frac{610}{750}\right)^{0,3} \approx 3820 \text{ Н}$$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3820 * 79}{1020 * 60} = 4,93 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

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

$$N_{\text{ст}} = 13,6 * 1,25 = 6,16 \text{ кВт}.$$

Сверлильная (10)

Материал режущего инструмента: Р6М5

Диаметр инструмента: $D = 4$ мм.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 4/2 = 2$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 381]: $S = 0,08$ мм/об.

Скорость резания, м/мин., формула:

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

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 38 [4, с.383]:

$C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

Общий поправочный коэффициент:

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

$K_{MV}=1,17$; $K_{IV} = 1$; $K_{LV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{IV} * K_{LV} = 1,17 * 1 * 1 = 1,17$$

Стойкость инструмента определяем по таблице 40 [4, с. 384]: $T = 45$ мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 * 4^{0,4}}{15^{0,20} * 0,08^{0,7}} 1,17 = 48,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 48,6}{3,14 \cdot 4} = 2250 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{\text{пр}} = 2000 \leq n_{\text{расч}}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу:

$$M_{kr} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 4^2 * 0,08^{0,8} * 0,9 \approx 0,65 \text{ Н} * \text{м}$$

$$P_o = 10 * C_P * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 4^1 * 0,08^{0,7} * 0,9 \approx 420 \text{ Н}$$

$$K_p = K_{Mp} = \left(\frac{640}{750} \right)^{0,75} = 0,9$$

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

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{kp} * n}{9750} = 0,25 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{ст} > K_N * N_E (K_N = 1 \dots 2); K_N = 1,5;$$

$$N_{ст} = 0,25 * 1,5 = 0,37 \text{ кВт};$$

1.9 Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок Века-Мак BMSY 440 DGH

Основные данные:

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточнопильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

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	9/13

включения 100%/40%)	
Крутящий момент, Нм (продолжительность включения 40%)	83
Ускоренный ход	
Ускоренный ход по X/Y/Z, м/мин	24
Усилие подачи (X/Y/Z), кН	4,8
Неподвижный стол	
Рабочая зона, мм	700x500
Максимальная нагрузка на стол, кг	500
Устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	16
Масса инструмента, кг	6
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Цепное устройство смены инструмента	
Количество мест в магазине	30/60
Максимальная длина инструмента, мм	300
Максимальный диаметр инструмента, мм	80/130
Масса инструмента, кг	6
Масса станка/ потребляемая мощность	
Масса, кг	4480
Мощность, кВт	21
Максимальный номинальный ток, А	31

Токарно-винторезный станок 16K20

Технические характеристики станка 16K20	Параметры
Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрами	1000 / 1500
Класс точности по ГОСТ 8-82	Н
Размер внутреннего конуса в шпинделе	Морзе 6 М80*
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	55
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	300
Максимальная масса детали, закрепленной в центрах, кг	1 300
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	23
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12

Технические характеристики станка 16K20	Параметры
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 - 2 000
Пределы частот обратного вращения шпинделя, мин-1	19 - 2 420
Число ступеней рабочих подач - продольных	42
Число ступеней рабочих подач - поперечных	42
Пределы рабочих подач - продольных, мм/об	0.7 - 4,16
Пределы рабочих подач - поперечных, мм/об	0,035-2,08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых питчевых резьб	37
Число нарезаемых резьб - архимедовой спирали	5
Наибольший крутящий момент, кНм	2
Наибольшее перемещение пиноли, мм	200
Поперечное смещение корпуса, мм	±15
Наибольшее сечение резца, мм	25
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода быстрых перемещений суппорта, кВт	0,75 или 1.1
Мощность насоса охлаждения, кВт	0,12
Габаритные размеры станка (Д х Ш х В), мм	2 812 / 3 200 х 1 166 х 1 324
Масса станка, кг	3 035

Вертикально-сверлильный станок 2Н150

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

Мощность электродвигателя, кВт	7,5
Габариты станка, мм:	
длина	1290
ширина	875
Категория ремонтной сложности	16

1.10 Определение норм времени

1.10.1 Расчет основного времени

Токарная операция 1

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

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

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

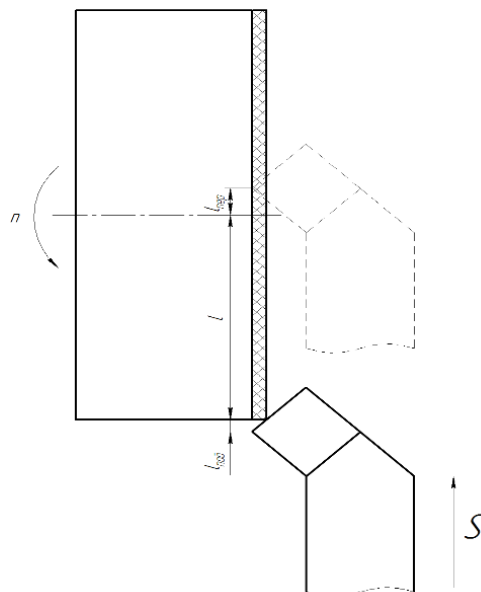
$l_{\text{пер}}$ - длина перебега инструмента, мм;

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

i - число рабочих ходов;

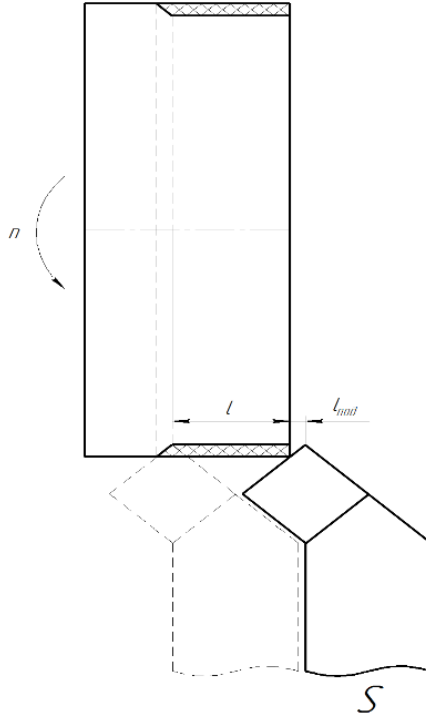
S_m - минутная подача, мм/мин.

Переход № 1:



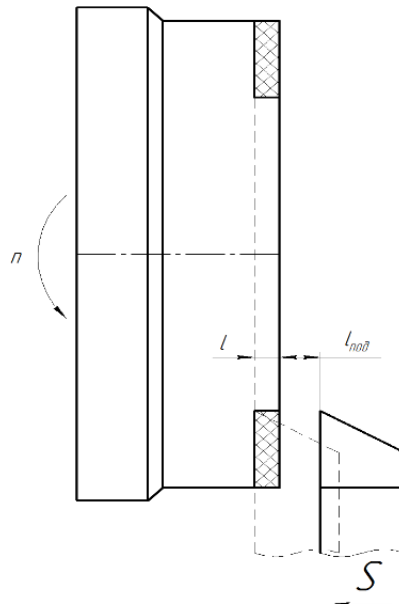
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(82,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,36 \times 160} = 1,5 \text{ мин.}$$

Переход № 2:



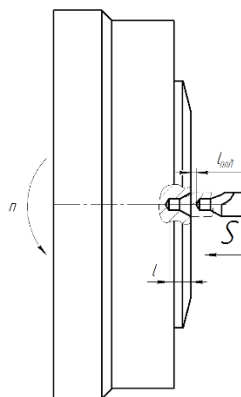
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(30 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{1 \times 80} = 0,43 \text{ мин.}$$

Переход № 3:



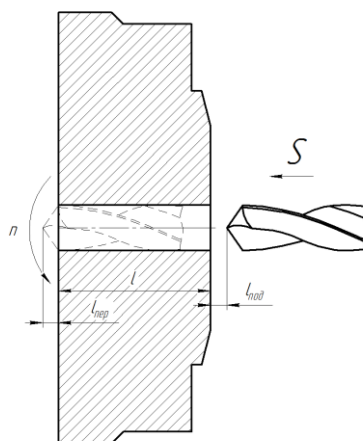
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(6 + 0 + 2 + 2) \cdot 3}{0,25 \times 80} = 1,5 \text{ мин.}$$

Переход № 4:



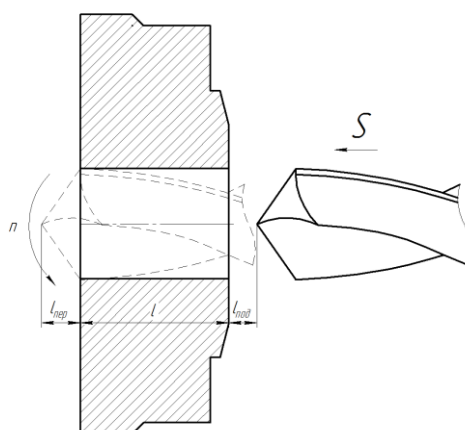
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(5 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,35 \times 200} = 0,1 \text{ мин.}$$

Переход № 5:



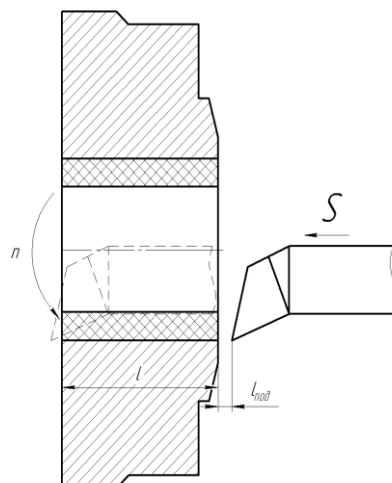
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(45 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,36 \times 400} = 0,34 \text{ мин.}$$

Переход № 6:



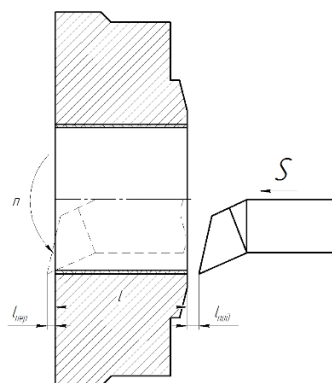
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(45 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,5 \times 200} = 0,5 \text{ мин.}$$

Переход № 7:



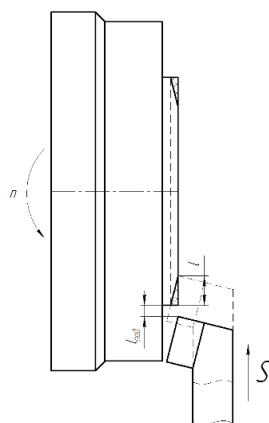
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(45 + 0 + 2 + 2) \cdot 3}{0,3 \times 80} = 6,1 \text{ мин.}$$

Переход № 8:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(45 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,12 \times 800} = 0,5 \text{ мин.}$$

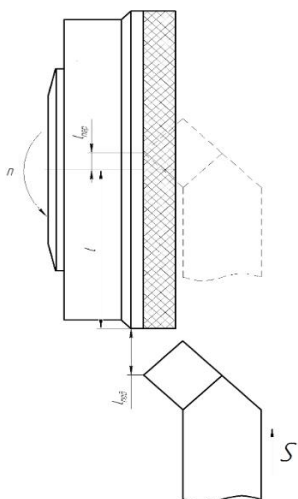
Переход № 9:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(14 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,2 \times 200} = 0,4 \text{ мин.}$$

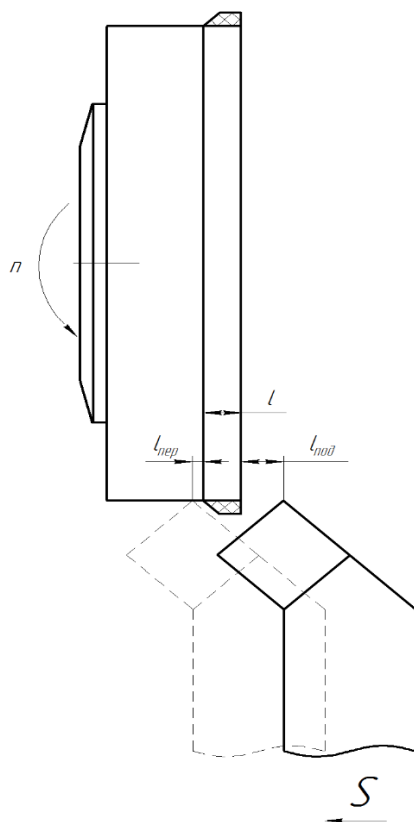
Токарная операция 2

Переход № 1:



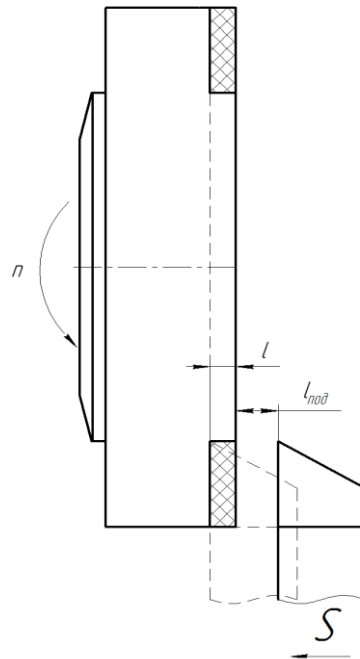
$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(82,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,36 \times 160} = 3 \text{ мин.}$$

Переход № 2:



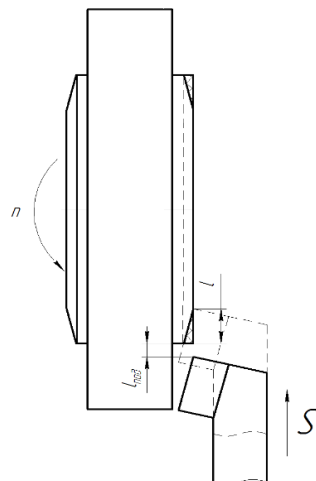
$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = \frac{(20 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{1 \times 80} = 0,3 \text{ мин.}$$

Переход № 3:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(6 + 0 + 2 + 2) \cdot 3}{0,25 \times 80} = 1,5 \text{ мин.}$$

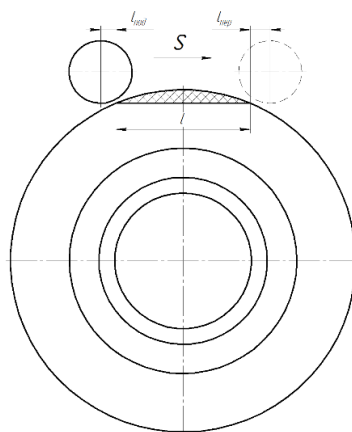
Переход № 4:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(14 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,2 \times 200} = 0,4 \text{ мин.}$$

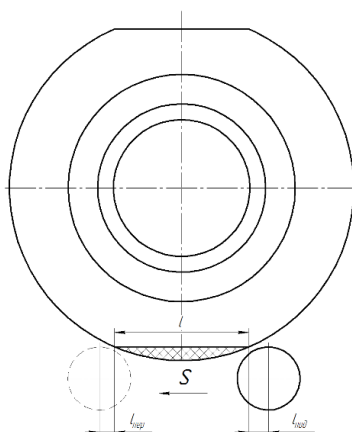
Фрезерная операция 3

Переход № 1:



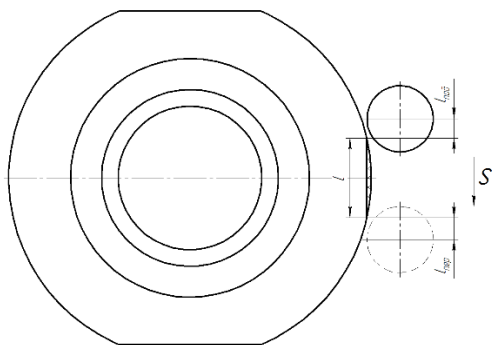
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(60 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,15 \times 630} = 1,35 \text{ мин.}$$

Переход № 2:



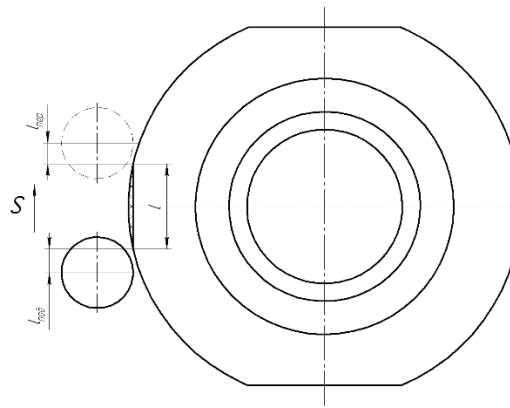
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(60 + 0 + 2 + 2) \cdot 2}{0,15 \times 630} = 1,35 \text{ мин.}$$

Переход № 3:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(36 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,15 \times 630} = 0,42 \text{ мин.}$$

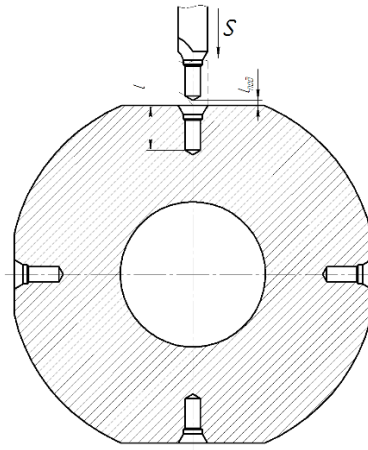
Переход № 4:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(36 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{0,15 \times 630} = 0,42 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция 4

Переходы № 1 и 2:

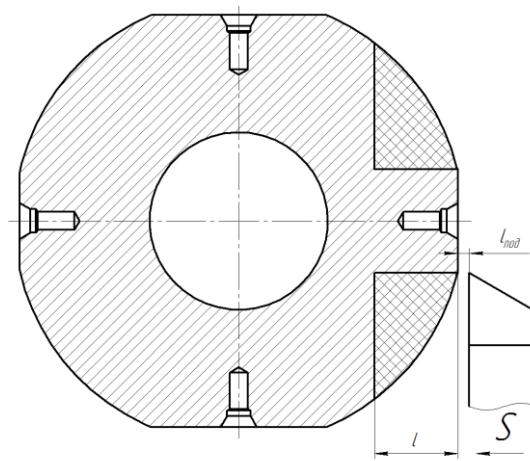


$$t_o = \frac{4 * (l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{4 * (5 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,35 \times 200} = 0,4 \text{ мин.}$$

$$t_o = \frac{4 * (l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = \frac{4 * (20 + 0 + 2 + 0) \cdot 4}{0,15 \times 630} = 4,04 \text{ мин.}$$

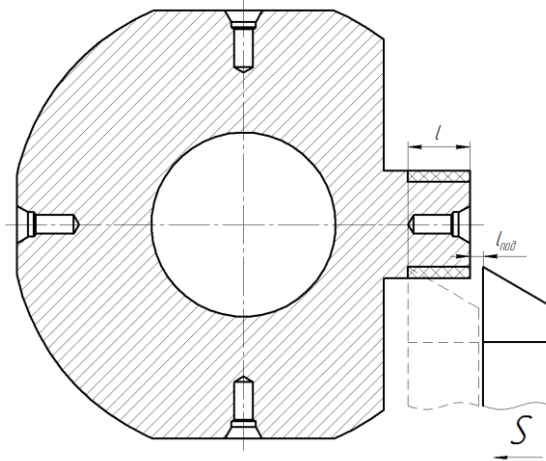
Токарная операция 5 и 6

Переход № 1:



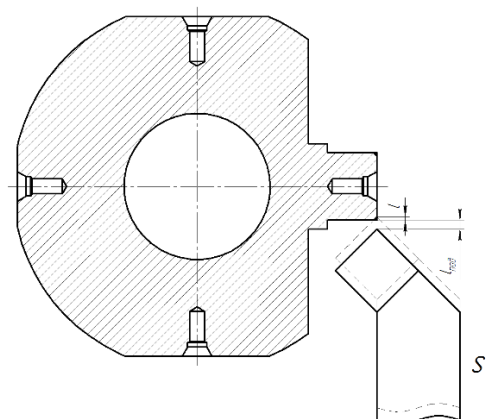
$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(30,5 + 0 + 2 + 0) \cdot 5}{0,3 \times 800} = 1,35 \text{ мин.}$$

Переход № 2:



$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(22 + 0 + 2 + 0) \cdot 2}{0,246 \times 1250} = 0,3 \text{ мин.}$$

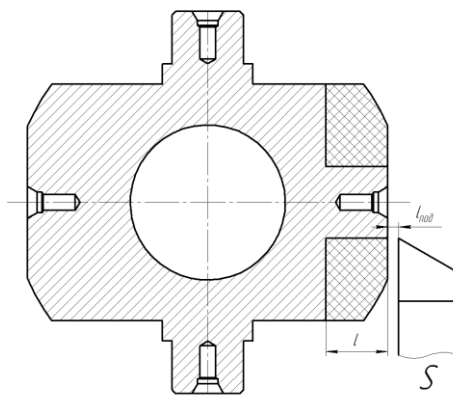
Переход № 3:



$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(1,5 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,2 \times 200} = 0,2 \text{ мин.}$$

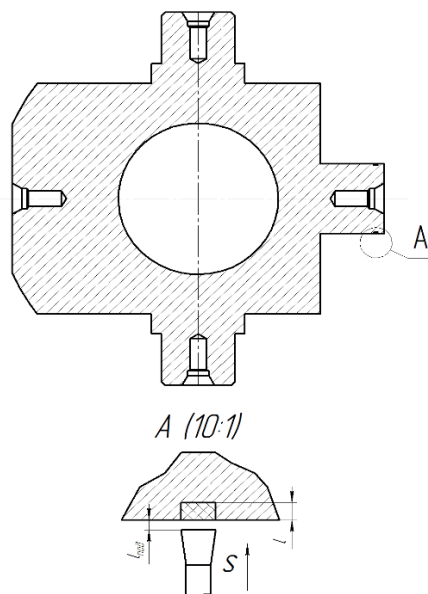
Токарная операция 7 и 8

Переход № 1:



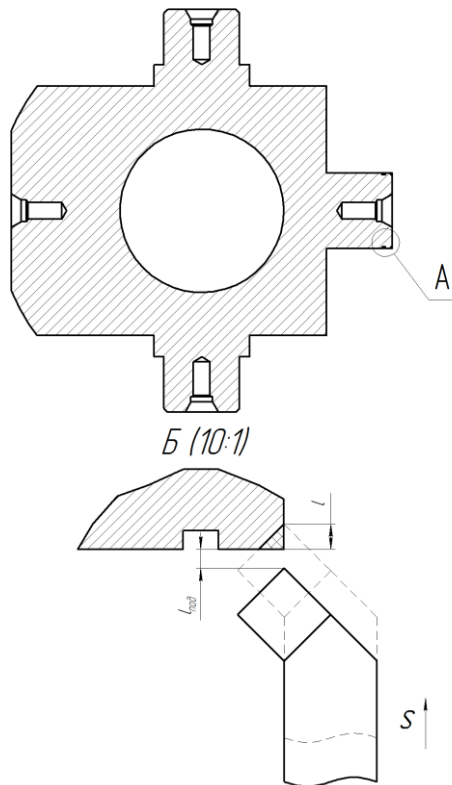
$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(22 + 0 + 2 + 0) \cdot 5}{0,246 \times 1250} = 0,78 \text{ мин.}$$

Переход № 2:



$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(1 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,08 \times 100} = 0,75 \text{ мин.}$$

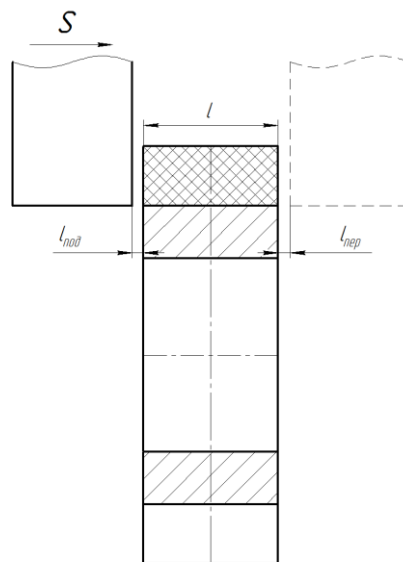
Переход № 3:



$$t_o = 2 * \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = 2 * \frac{(1,5 + 0 + 2 + 0) \cdot 1}{0,2 \times 200} = 0,2 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 9

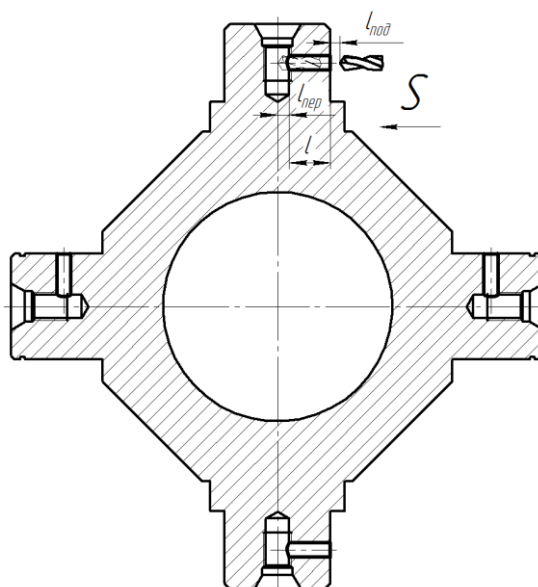
Переход № 1, 2, 3 и 4:



$$t_o = 4 * \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{S_M} = 4 * \frac{(45 + 0 + 2 + 2) \cdot 3}{0,2 \times 160} = 18,4 \text{ мин.}$$

Сверильная операция 10

Переход № 1 и 2:



$$t_o = 4 * \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = 4 * \frac{(7 + 0 + 2 + 1) \cdot 1}{0,08 \times 2000} = 0,23 \text{ мин.}$$

1.10.2 Определение норм вспомогательного времени для каждой операции

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

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

Вспомогательное время:

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

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

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:

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 3 = 1,63 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 3:

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

$$= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 1 = 2,63 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция 4:

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

Токарная операция 5:

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

Токарная операция 6:

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

Токарная операция 7:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 3 = 1,73 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Токарная операция 8:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,55 + 0,2 + 0,5 + 0,18 + 0,1 * 3 = 1,73 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Фрезерная операция 9:

$$\begin{aligned} t_{\text{всп}} &= t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и}} = \\ &= 0,37 + 0,6 + 1,34 + 0,22 + 0,1 * 1 = 2,63 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Сверлильная операция 10:

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

1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

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

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

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

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

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

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

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

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

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время считаем по формуле:

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

Оперативное время для каждой операции:

$$t_{\text{оп}}^1 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 11,37 + 2,03 = 13,4 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 05,2 + 1,63 = 6,83 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 3,54 + 2,63 = 6,17 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^4 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 4,44 + 1,2 = 5,67 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,92 + 1,63 = 2,55 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,92 + 1,63 = 2,55 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^7 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,86 + 1,73 = 2,49 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^8 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,86 + 1,73 = 2,49 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^9 = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 18,4 + 2,63 = 21,03 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{10} = \sum t_o + t_{\text{всп}} = 0,23 + 1,2 = 1,43 \text{ мин.}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания принимается в процентном отношении к оперативному времени. Значит формула расчета штучного времени принимает вид:

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

здесь α - это процент времени на техническое обслуживание;

β - это процент времени на организационное обслуживание;

γ - это процент времени перерывов.

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

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$\begin{aligned}t_{шт.}^1 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 13,4 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 13,4 = 15 \text{ мин}; \\t_{шт.}^2 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 6,83 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 6,83 = 7,64 \text{ мин}; \\t_{шт.}^3 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 6,17 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 6,17 = 6,9 \text{ мин}; \\t_{шт.}^4 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 5,67 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 5,67 = 6,35 \text{ мин.} \\t_{шт.}^5 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 2,55 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,55 = 2,85 \text{ мин}; \\t_{шт.}^6 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 2,55 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,55 = 2,85 \text{ мин}; \\t_{шт.}^7 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 2,49 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,49 = 2,79 \text{ мин}; \\t_{шт.}^8 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 2,49 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,49 = 2,79 \text{ мин}; \\t_{шт.}^9 &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 21,03 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 21,03 = 23,55 \text{ мин}; \\t_{шт.}^{10} &= t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 01,43 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,43 = 1,6 \text{ мин};\end{aligned}$$

Подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$\begin{aligned}t_{пз}^1 &= 23 \text{ мин}; \\t_{пз}^2 &= 23 \text{ мин}; \\t_{пз}^3 &= 14 \text{ мин}; \\t_{пз}^4 &= 20 \text{ мин.} \\t_{пз}^5 &= 23 \text{ мин.} \\t_{пз}^6 &= 23 \text{ мин.} \\t_{пз}^7 &= 23 \text{ мин.} \\t_{пз}^8 &= 23 \text{ мин.} \\t_{пз}^9 &= 14 \text{ мин.} \\t_{пз}^{10} &= 20 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$\begin{aligned}
t_{\text{шт.к.}}^1 &= t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{пз}}^1}{N} = 15 + \frac{23}{500} = 15,05 \text{ мин;} \\
t_{\text{шт.к.}}^2 &= t_{\text{шт.}}^2 + \frac{t_{\text{пз}}^2}{N} = 7,64 + \frac{23}{500} = 7,69 \text{ мин;} \\
t_{\text{шт.к.}}^3 &= t_{\text{шт.}}^3 + \frac{t_{\text{пз}}^3}{N} = 6,9 + \frac{14}{500} = 7 \text{ мин;} \\
t_{\text{шт.к.}}^4 &= t_{\text{шт.}}^4 + \frac{t_{\text{пз}}^4}{N} = 6,35 + \frac{20}{500} = 6,4 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^5 &= t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{пз}}^5}{N} = 2,85 + \frac{23}{500} = 2,9 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^6 &= t_{\text{шт.}}^6 + \frac{t_{\text{пз}}^6}{N} = 2,85 + \frac{23}{500} = 2,9 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^7 &= t_{\text{шт.}}^7 + \frac{t_{\text{пз}}^7}{N} = 2,79 + \frac{23}{500} = 2,83 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^8 &= t_{\text{шт.}}^8 + \frac{t_{\text{пз}}^8}{N} = 1,79 + \frac{23}{500} = 1,83 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^9 &= t_{\text{шт.}}^9 + \frac{t_{\text{пз}}^9}{N} = 23,55 + \frac{14}{500} = 23,6 \text{ мин.} \\
t_{\text{шт.к.}}^{10} &= t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{N} = 1,6 + \frac{20}{500} = 1,65 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

2. Конструкторский раздел

2.1 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана сверлильная операция(4)

Техническое задание на проектирование специального, приспособления приведено в таблице

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Крестовина» на универсальном вертикально-сверлильном станке модели 2Н150
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «крестовина».
Цель и назначение разработки	Приспособление должно обеспечить: установку и надежное закрепление детали «крестовина» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – единичный <u>Программа выпуска</u> - 500 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели 2Н150
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2 Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

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

Перед тем как разработать принципиальную схему и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация. Покажем принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

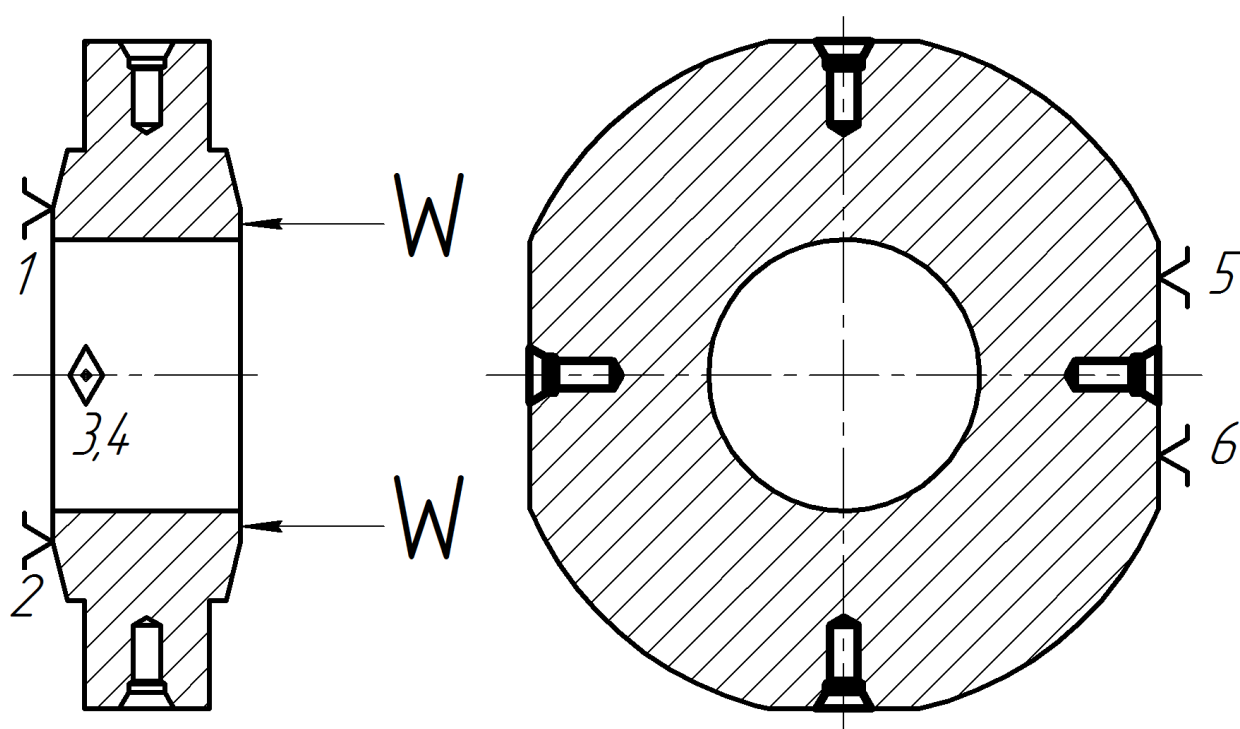


Рис. 2.1 Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

3.1 Организация и планирование работ

Цель раздела комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимость оценить какие денежные затраты на исследование (проект), а так же дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнитель и	Загрузка исполните лей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР, И	НР – 100% И – 10%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР – 100% ИП – 70%
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	НР – 100% И – 80%
Расчет принципиальной схемы устройства	И	И – 100%
Оформление расчетно- пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.2 Продолжительность этапов работ

Для определения вероятных значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5},$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, примем $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ, примем $K_{Д} = 1,2$.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле.

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205$$

Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка задачи	НР	1	4	2,5	3	–	3,6	–
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР, И	4	6	5	6	1	7,2	1,2
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	13,2	15,8 ₄	4,75	19,1 ₆	5,72
Разработка календарного плана	НР, И	1	3	2	0,72	2,4	0,86	2,9
Обсуждение литературы	НР, И	2	5	4,2	5,04	5,04	1,81	6,07
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	10	15	13,2	15,8 ₄	11,1	19	13,3
Выбор принципиальной схемы устройства	НР, И	5	15	10	12	9,6	14,4	11,5
Расчет принципиальной схемы устройства	И	9	15	12,4	–	12,8 ₈	–	15,5
Оформление расчетно- пояснительной записки	И	7	12	9,5	–	11,4	–	13,7
Оформление графического материала	И	3	8	5,5	–	6,6	–	7,9
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,5	4,68	7,8	5,6	9,36
Итого:				84	63,1	72,5	71,6	87,1

3.3 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (*i*-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TP_{общ.}$ – общая трудоемкость проекта;
- TP_i (TP_k) – трудоемкость *i*-го (*k*-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TP_i^H – накопленная трудоемкость *i*-го этапа проекта по его завершении;
- TP_{ij} (TP_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых *j*-м участником на *i*-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{общ.}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TP_{km}}.$$

Применительно к таблице (5.2) величины TP_{ij} (TP_{kj}) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TP_{общ.}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов.

Наращение технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	TP_i , %	CG_i , %
Постановка задачи	2,5	2,5
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	5,4	5,81
Подбор и изучение материалов по тематике	18.32	24.13
Разработка календарного плана	3.28	27.41
Обсуждение литературы	5.83	33.24
Разработка маршрута изготовления детали	17.78	51.02
Расчет технологической части	11.10	75.96
Оформление расчетно-пояснительной записки	7.69	83.65
Оформление графического материала	5.77	89.41
Подведение итогов	10.59	100.00

3.4 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.4.1 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{дн-т}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дн-т} = МО/24,83$$

учитывающей, что в году 298 рабочих дней и, следовательно, в месяце в среднем 24,83 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{пр} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе.

Затраты на заработную плату

Испол-ни	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Кэф- фициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	936,97	63	1,699	58625,28
И	15000	604,1	72	1,62	43200
Итого:					101825,28

3.4.2 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3$. Итак, в нашем случае

$$C_{\text{соц.}} = 101825,28 \cdot 0,3 = 30547,84 \text{ руб.}$$

3.4.3 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{Э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ $\text{Ц}_{\text{Э}} = 5,257 \text{ руб./кВт·час}$ (с НДС).

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t,$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{ОБ}} = P_{\text{НОМ.}} * K_C$$

где $P_{\text{НОМ.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{ОБ}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{ОБ}}$, кВт	Затраты $\Sigma_{\text{ОБ}}$, руб.
Персональный компьютер	493,8	0,3	778,7
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			794,47

3.4.4 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула

$$C_{\text{АМ}} = \frac{N_A * C_{\text{ОБ}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{Д}}},$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{\text{ОБ}}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. Для ПК (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) принимаем $F_{\text{Д}} = 298 * 8 = 2384$ часа;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Примем для ПК срок амортизации – 2,5 года, тогда $N_A = 1:2,5=0,4$. Стоимость ПК 27000 руб., время использования 493,8 часа, тогда:

$$C_{AM}(ПК) = (0,4 \cdot 27000 \cdot 794,47 \cdot 1) / 2384 = 3599,1 \text{ руб.}$$

Для принтера срок амортизации – 2 года, тогда $N_A = 1:2=0,5$. Стоимость принтера 6000 руб., $F_d = 500$ час, тогда

$$C_{AM}(Пр) = (0,5 \cdot 6000 \cdot 30 \cdot 1) / 500 = 180 \text{ руб.}$$

Итого начислено амортизации:

$$C_{AM} = C_{AM}(ПК) + C_{AM}(Пр) = 3599,1 + 180 = 3779,1 \text{ руб.}$$

3.4.5 Расчет расходов, учитываемых непосредственно на основе платежных (расчетных) документов (кроме суточных)

Сюда относятся:

- командировочные расходы, в т.ч. расходы по оплате суточных, транспортные расходы, компенсация стоимости жилья;
- арендная плата за пользование имуществом;
- оплата услуг связи;
- услуги сторонних организаций.

Норма оплаты суточных – 100 руб./день.

В нашем в случае данный вид расходов отсутствует.

3.4.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам} + C_{нп}) \cdot 0,1$$

$$\begin{aligned} C_{проч.} &= (101825,28 + 30547,84 + 794,47 + 3779,1) \cdot 0,1 \\ &= 13694,63 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.4.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта.

Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	$C_{зп}$	71277,696
Отчисления в социальные фонды	$C_{соц}$	30547,84
Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	794,47
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	3779,1
Прочие расходы	$C_{проч}$	13694,63
Итого:		120094,10

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 120094,10$ руб.

3.4.8 Расчет прибыли

Размер прибыли принимаем в размере 20% от полной себестоимости проекта. Прибыль составляет 24018,82 руб.

3.4.19 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли.

$$(120094,1 + 24018,82) * 0,18 = 25940,32 \text{ руб.}$$

3.4.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{НИР(КР)} 120094,1 + 24018,82 + 25940,32 = 170053,24 \text{ руб.}$$

4. Социальная ответственность

4.1 Вредные факторы при разработке технологии изготовления крестовины.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, играет правильная организация световой среды (обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света).

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м². Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Естественное освещение в помещениях, оборудованных ПЭВМ, должно осуществляться через окна, ориентированные на север и северо-восток, обеспечивая коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2 % в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1.5 % на остальной территории. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации ($K_{\text{п}}$), он не должен превышать 5 %, что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Если ВЧ ПРА отсутствуют, применяют лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

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

Нормальным уровнем шума при работе в помещении считается 60 дБА. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха.

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

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

Повышенный уровень вибрации

На станочника воздействуют технологическая вибрация, общая (локальная). Проявление воздействия вибрации на организм человека, отрицательно сказывающейся на его здоровье, работоспособности, комфорте и других условиях трудовой и социальной жизни, оценивается гигиеническими, психофизиологическими, социальными и иными критериями.

По ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84 нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены восемь часов составляют [ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84]:

- эквивалентное значение виброускорения 2 м./с²;
- эквивалентное значение виброскорости 200 м./с.

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению распространения вибрации:

1. Уравновешивание вращающихся масс.
2. Уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
3. Использование специальных виброизолирующих перчаток.
4. Исключение возможности охлаждения рук рабочего во время работы.
5. Уменьшение вибрации на пути её распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения (пористая резина, поролон, пенопласт, войлок и др.).

6. Ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

Измерение вибрации производят при помощи виброизмерительной аппаратуры ИШВ-1, ВЧП-2.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

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

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 1.

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

Таблица 1. Предельно допустимые значения энергетической экспозиции.

4.2 Опасные факторы АО «НПФ Микран»

Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;
- ходовые винты;
- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.). Защитные кожуха установлены вокруг рабочей зоны на станках SC-17CE, 4E724E. Местные ограждения установлены около шлифовальных станков МК163.

2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. При установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом.

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

Поражение электрическим током

Согласно (ПУЭ-15) данному категорированию производственное помещение участка относится к помещениям с повышенной опасностью, так как в помещении присутствуют токопроводящие полы. Проблема токопроводящих (железобетонных) полов разрешается оборудованием деревянных плиток на рабочих местах. Для снижения вероятности поражения работающих электрическим током необходимо принять целый комплекс мер, обеспечивающих достаточную безопасность, которая весьма редко может быть достигнута единственной мерой.

Многообразие действия электрического тока нередко приводит к различным электротравмам: местные электротравмы (электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения, электроофтальмия) и общие электротравмы (судорожные сокращения мышц, потеря сознания с нарушением сердечной деятельности или дыхания, клиническая смерть, биологическая смерть).

Основные непосредственные причины электротравматизма:

появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на технологическом оборудовании, на металлических конструкциях сооружений и т. д.). Чаще всего происходит это вследствие повреждения изоляции;

возможность прикосновения к неизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

прочие причины. К ним относятся: несогласованные и ошибочные действия персонала; подача напряжения на установку, где работают люди; оставление установки под напряжением без надзора; допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д.

К основным мерам защиты от поражения током относятся: обеспечение недоступности токоведущих частей (изоляция токоведущих частей, ограждения); электрическое разделение сети (разделяющие трансформаторы); применение малых напряжений; использование двойной изоляции; защитное заземление; защитное зануление; защитное отключение; применение специальных защитных средств; организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Электрооборудование, применяемое в помещении: электрощитовые от станков, станки, розетки, кабеля и пр.

4.3 Экологическая безопасность.

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасывается из помещений. В процессе шлифования и полирования выделяется большое количество мелкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30 - 40 % состоит из материала обрабатываемого круга, на 60 - 70 % из материала изделия. Вредные вещества выделяются и в период нанесения покрытия, а также при его высыхании.

Из производственных помещений пары растворителей, лакокрасочные туманы выбрасываются через высокие трубы без предварительной очистки.

Для восстановительных целей (охлаждение деталей и узлов технологического оборудования: промывка, обогащение и чистка исходных материалов или продукции) на машиностроительных предприятиях используется вода. На основе анализа систем водоснабжения определено количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, на промывке деталей, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обработке на металлорежущих станках. Вода используется также для приготовления растворов электролитов, промывочных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, наполнения ванн улавливания загрязненных веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в большей степени ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванических покрытий.

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе продукции в виде амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки, инструментов); стружки и опилок (древесных и металлических); шлаков и золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат:

технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

Наиболее активной формой защиты от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду является безотходная технология - комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до минимума количества вредных выбросов, что уменьшает воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят: создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием минимального количества отходов; разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод; разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы; создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

Существуют и множество других мероприятий по защите окружающей среды:

- Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

- Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.

- Защита работающих от источников тепловых излучений.

- Устройство и оборудование вентиляции и отопления.

- Применение средств воздухоочистки.

- Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.

- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

- Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожарная и взрывная безопасность.

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности. К ним относятся: высокие и низкие температуры, физическая нагрузка, поражающие токсичные дозы сильнодействующих ядовитых веществ, высокие дозы облучения, производственные шумы и вибрации и многое другое могут приводить к нарушению жизнедеятельности человека.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются, во-первых, внутренние, к которым относятся: физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина, проектно-конструкторские недоработки, сложность технологий, недостаточная квалификация персонала,. Во-вторых, внешние чрезвычайные ситуации, - это стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов, терроризм, войны. Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Категория помещения по взрыво – пожароопасности «Д» (обработка не горючих материалов в холодном состоянии) [ППБ 01-03, ФЗ – 123]. Большую опасность на машиностроительных предприятиях представляют пожары и взрывы, поэтому для эвакуации необходимо наличие эвакуационных выходов. Причиной возникновения на участке пожара может быть:

- образование искры, получившейся в результате короткого замыкания;
- образование искр при обработке абразивным инструментом;
- возгорание в результате контакта промасленной ветоши или спецодежды с горячими частями оборудования;
- неосторожное обращение с огнём;
- неосторожное обращение с легко воспламеняющимися горюче – смазочными материалами;
- загорание мусора из-за большого скопления и не соблюдения режима курения; - самовозгорание в воздухе;

- загорание масла в поддоне станка из-за разрыва шлангов.

На участке используются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОВП-10, ОУ-2.5-8; пожарные краны; пожарные щиты; участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

-ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».

-ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

-ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

-ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

-Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

-ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов.

Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

Повторный инструктаж на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

Внеплановый инструктаж на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

Текущий инструктаж проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.