

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



Институт Электронного обучения
Специальность 151001 Технология машиностроения
Кафедра Технологии автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса червячного редуктора

УДК 621.833.38-214.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна		

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 ИнЭО
 Специальность 151001 Технология машиностроения
 Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса червячного редуктора

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска детали</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Разработать технологический процесс изготовления корпуса червячного редуктора, произвести расчеты режимов резания, норм времени операций техпроцесса, спроектировать приспособление, рассчитать себестоимость корпуса червячного редуктора</p>

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали 1 лист формата А1 Карта технологического процесса 6 листов формата А1 Размерный анализ 1 лист формата А1 Чертеж приспособления 1 лист формата А1
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

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

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
3-4301		Курматова Эркелей Айдаровна	
Институт	ИНЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	специалист	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 применяемого оборудования для изготовления корпуса червячного редуктора, тарифные ставки рабочих, стоимость электроэнергии.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Привести затраты на приобретение оборудования и материалов, указать тарифные ставки рабочих.
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Рассчитать трудозатраты, энергозатраты, затраты на материалы, эксплуатацию оборудования, себестоимость продукции .

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Модель Кано
5. ФСА диаграмма
6. Оценка перспективности нового продукта
7. График разработки и внедрения ИР
8. Инвестиционный план. Бюджет ИП
9. Основные показатели эффективности ИП
10. Риски ИП

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
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Рабочее место расположено в производственном помещении 16А корпуса кафедры ТАМП НИ ТПУ. На участке, где происходит основная обработка корпуса червячного редуктора, могут возникнуть опасные и вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - поражения электрическим током; - СОЖ; - стружка; - вращающиеся части станков; - слабое и ненадежное крепление инструмента; - повышенный уровень шума и вибраций; - повышенная или пониженная температура поверхности оборудования и материалов; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -пожар; - другие факторы возникающие при аварийной ситуации.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке технологии изготовления корпуса червячного редуктора. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке технологии изготовления корпуса червячного редуктора.</p>	<p>1.1. Работа непосредственно связана с воздействием целой группы вредных факторов, что существенно снижает производительность труда. К таким факторам можно отнести:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенная запыленность и загазованность воздуха; - высокий уровень шума и вибрации; - недостаточная освещенность рабочей зоны; <p>1.2. Могут возникнуть опасные ситуации для обслуживающего персонала, к ним относятся:</p>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> - движущиеся части производственного оборудования - механические травмы; - поражение электрическим током
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p>16 А корпус НИ ТПУ расположен в черте города, вблизи жилого района.</p> <p>Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.</p> <p>Опасность представляет неправильная утилизация отработанной СОЖ.</p> <p>ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<p>Основные причины ЧС заключаются в следующем:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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. -безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера. -пожароопасность
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<p>ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».</p> <p>ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».</p> <p>ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по</p> <p>Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"</p>

	<p>ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»</p> <p>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"</p> <p>Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"</p> <p>Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»</p> <p>ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»</p> <p>ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»</p>
--	---

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
3-4301	Курматова Эркелей Айдаровна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа составила 101 стр., 8 листов графической части.

Ключевые слова: технология изготовления, размерный анализ, корпус червячного редуктора, конструирование приспособления.

Объектом исследования является технология изготовления корпуса червячного редуктора.

Цель работы – разработать технологический процесса изготовления корпуса червячного редуктора.

В процессе исследования проводились расчеты технологических размеров, припусков, режимов резания, норм времени, себестоимости корпуса.

В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления корпуса червячного редуктора.

Содержание

Введение.....	14
1. Технологическая часть.....	15
1.1. Определение типа производства	15
1.2. Назначение и конструкция детали.....	18
1.3. Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.....	20
1.4. Выбор получения заготовки.....	21
1.5. Разработка технологии изготовления детали.....	22
1.6. Размерный анализ проектируемого технологического процесса изготовления корпуса.....	25
1.6.1. Определение допусков на технологические размеры.....	26
1.6.2. Расчет минимальных припусков.....	28
1.6.3. Расчет диаметральных технологических размеров.....	30
1.6.4. Расчет продольных технологических размеров.....	30
1.7. Расчет режимов резания.....	35
1.8. Выбор средств технологической оснастки.....	50
1.9. Нормирование технологического процесса.....	53
1.9.1. Расчет основного времени	53
1.9.2. Определение норм вспомогательного времени.....	59
1.9.3. Определение штучно-калькуляционного времени.....	61
2. Конструкторская часть.....	62
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	69
3.1. Расчет стоимости материала.....	70
3.2. Расчет заработной платы.....	71
3.3. Отчисления на социальные цели.....	73
3.4. Общепроизводственные расходы.....	73

3.5. Затраты на электроэнергию и амортизационные отчисления.....	73
3.6. Общепроизводственная стоимость.....	75
4. Социальная ответственность.....	76
4.1. Производственная безопасность.....	76
4.1.1. Анализ выявленных факторов при разработке технологии изготовления корпуса червячного редуктора.....	76
4.1.1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	76
4.1.1.2. Повышенный уровень шума и вибрации.....	78
4.1.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	81
4.1.2. Опасные факторы	83
4.1.2.1. Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования.....	83
4.1.2.2. Механические травмы.....	84
4.1.2.3. Поражение электрическим током.....	86
4.2. Экологическая безопасность.....	88
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	90
4.3.1. Пожарная и взрывная безопасность.....	92
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	94
Заключение.....	99
Литература.....	100

Введение

Машиностроение - ведущая отрасль, которая определяет уровень и темпы развития многих отраслей промышленности. В современном машиностроении обработка резанием является одним из главных технологических методов, обеспечивающим высокое качество и точность обрабатываемых поверхностей.

Эффективность производства, точность и качество выпускаемой продукции во многом зависят от развития производства нового оборудования – станков и современных роботизированных обрабатывающих центров. Совмещение технических возможностей и цифрового метода контроля и управления процессом позволило совершить резкий качественный скачок и открыть в этой отрасли новые возможности, недостижимые старыми методами. Современные многокоординатные обрабатывающие центры заменяют целые участки производства. В наши дни промышленность активно использует автоматизированное оборудование для сверления, фрезерования, резания, сварки, шлифовки, токарных и прочих работ.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса червячного редуктора. В ходе данной работы необходимо произвести расчеты режимов резания, норм времени операций техпроцесса, спроектировать приспособление, рассчитать себестоимость корпуса червячного редуктора.

1. Технологическая часть

1.1. Определение типа производства

Тип производства определяется по значению коэффициент закрепления операций, который находится по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{ср}},$$

где $t_{в}$ - такт выпуска детали, мин.;

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

Формула для определения такта выпуска детали:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}},$$

где $F_{г}$ - годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{г}$ - годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы [1, стр.22]: $F_{г} = 4154$ ч

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4015 \cdot 60}{1000} = 249 \text{ мин.};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.ки}}{n},$$

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

n - количество основных операций.

В качестве основных операций выбираем 2 операции ($n=2$): одна токарно-фрезерная с ЧПУ, одна фрезерная с ЧПУ и одна резьбонарезная (см. карту технологического процесса).

Штучно-калькуляционное время i -ой основной операции определяется:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i},$$

где $\varphi_{к.i}$ - коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$ - основное технологическое время i -ой основной операции, мин.

Для первой токарно-фрезерной операции: $\varphi_{к.1} = 2,14$; для фрезерной операции $\varphi_{к.3} = 1,84$; для резьбонарезной $\varphi_{к.6} = 2,14$.

Основное технологическое время токарно-фрезерной операции:

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l \\ &\quad + 4 \cdot 6 \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,21 \cdot d \cdot l + 4 \\ &\quad \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,21 \cdot d \cdot l + 2 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 2 \cdot 0,21 \cdot d \cdot l = \\ &= 0,037 \cdot (68^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 66 \cdot 50 + 0,17 \cdot 50 \cdot 15 + 0,52 \\ &\quad \cdot 10 \cdot 13,9 + 0,18 \cdot 40 \cdot 14 + 4 \cdot 6 \cdot 50 + 0,52 \cdot 15 \cdot 50 + 4 \cdot 0,52 \\ &\quad \cdot 5,5 \cdot 5 + 4 \cdot 0,21 \cdot 9,5 \cdot 1 + 4 \cdot 0,52 \cdot 3,35 \cdot 6 + 4 \cdot 0,21 \cdot 4,35 \\ &\quad \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,52 \cdot 9,5 \cdot 11 + 2 \cdot 0,21 \cdot 10,5 \cdot 1 = 2,84 \text{ мин;} \end{aligned}$$

Определяем штучно-калькуляционное время для данной операции:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 2,14 \cdot 2,84 = 7 \text{ мин;}$$

Основное технологическое время фрезерной операции:

$$\begin{aligned}
T_{o.2} &= 5 \cdot 6 \cdot l + 2 \cdot 6 \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l + 2 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,21 \cdot d \cdot l + 3 \\
&\quad \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 7 \cdot l \\
&= 5 \cdot 6 \cdot 3.14 \cdot 50 + 12 \cdot 43 + 0,52 \cdot 18 \cdot 30 + 2 \cdot 0,52 \cdot 4.2 \cdot 30 \\
&\quad + 4 \cdot 0,21 \cdot 7.6 \cdot 1 + 3 \cdot 0,52 \cdot 3.35 \cdot 30 + 7 \cdot 60 = 6,21 \text{ мин.}
\end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время для данной операции :

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.2} = 1,84 \cdot 6,21 = 11,42 \text{ мин;}$$

Основное технологическое время резьбонарезной операции:

$$\begin{aligned}
T_{o.3} &= 2 \cdot 0,4 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,4 \cdot d \cdot l + 6 \cdot 0,4 \cdot d \cdot l \\
&= 2 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 10 + 4 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 6 + 6 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 7 = 0,12 \text{ мин;}
\end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время для данной операции:

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{o.3} = 2,14 \cdot 0,12 = 0,26 \text{ мин;}$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{7 + 11,42 + 0,26}{3} = \frac{17,68}{3} = 6,3 \text{ мин;}$$

Определяем тип производства:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{249}{6,3} = 39,52$$

Так как $K_{з.о.} = 20 < 39,52 < 40$, то тип производства – мелкосерийное производство.

1.2. Назначение и конструкция детали

Назначение:

Данная деталь относится к классу корпусных деталей. Предназначена для установки червячного вала и зубчатого колеса. Поэтому не требует особой точности и шероховатости, кроме посадочных отверстий.

Конструкция:

Деталь представляет из себя сложную геометрическую форму с внутренним вырезом и отверстиями. В отверстия устанавливаются подшипники, в которые запрессовываются концы вращающихся валов.

Габаритные размеры детали: наибольший наружный диаметр – 66 мм, длина детали – 77,5 мм.

Деталь изготовлена из материала Сплав В95оч ГОСТ 4784-97

Характеристика материала. Сплав В95оч

Марка	Сплав В95
Заменитель	Сплав В96ЦЗ
Классификация	Алюминиевый деформируемый сплав
Применение	Для изготовления катаных и прессованных длинномерных (до 30 м) полуфабрикатов для обшивок верха крыла (плит, листов), балок, стоек и других элементов фюзеляжа и крыла современных самолетов (ТУ-204, Ил-96, Бе-200) и других высоконагруженных конструкций, работающих в основном на сжатие; профилей с площадью сечения до 200 см ² и диаметром описанной окружности до 350 мм, предназначенных для применения в авиационной промышленности и специальных отраслях машиностроения; прессованных панелей постоянного сечения с продольным оребрением для авиастроения, изготовленных методом развертки прессованных

	оробренных труб в плоскость шириной полотна до 2100 мм.
--	---

Химический состав в % материала В95оч

ГОСТ 4784 - 97

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей
до 0.15	до 0.1	0.2 - 0.6	0.1 - 0.25	до 0.05	87.55 - 91.5	1.4 - 2	1.8 - 2.8	5 - 6.5	прочие, каждая 0.05; всего 0.1

Примечание: Al - основа; процентное содержание Al дано приблизительно

Примечание: По Изменению №1 замена: Ti до 0.07

Физические свойства материала В95оч .

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20				2850		

1.3. Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Анализ технологичности конструкции детали

Правила обеспечения технологичности конструкции изделий регламентируются ГОСТ 14.201 – 83 и методическими рекомендациями МР186 – 85 .

Анализ технологичности конструкции детали выполняется для того, чтобы повысить производительность труда, снизить затраты и сократить время на проектирование, технологическую подготовку производства, изготовление при обеспечении необходимого качества.

Анализируя технологичность данной детали, можно сделать следующие выводы:

- конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов - отверстия, фаски;
- физические, химические и механические свойства материала, жесткость детали, её размеры и формы соответствуют требованиям технологии;
- показатели базовой поверхности – точность и шероховатость - детали обеспечивают точность установки, обработки и контроля;
- конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления;
- деталь предполагается обрабатывать на станках токарной и фрезерной группы с ЧПУ;
- предусмотрен удобный подвод режущего инструмента к каждой из обрабатываемых поверхностей;
- габаритные размеры детали и точность их обработки соотнесены с возможностями станков с ЧПУ.

К параметрам, что ухудшает технологичность детали, следует отнести внутренний ступенчатый вырез, что в свою очередь усложняет обработку,

так как имеет внутренние наклонные поверхности. А также посадочные поверхности под подшипники, требующие высокую точность обработки и соосность.

В результате анализа можно сделать вывод, что конструкция детали в достаточной мере технологична, за исключением некоторых элементов.

Технологический контроль чертежа

Технологический контроль чертежей проводится с целью исключения ошибок в них, улучшения технологичности конструкций (упрощения) деталей, особенно для сложных и для деталей ответственного назначения, увязки деталей с намечаемыми процессами обработки. При этом обычно выявляются конструктивные недостатки, затрудняющие механическую обработку, ее последовательность, возможность применения высокопроизводительных методов, излишне высокие требования к чистоте поверхности и точности обработки.

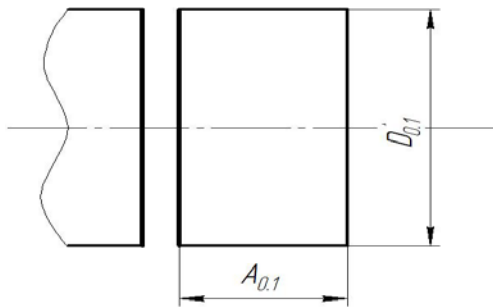
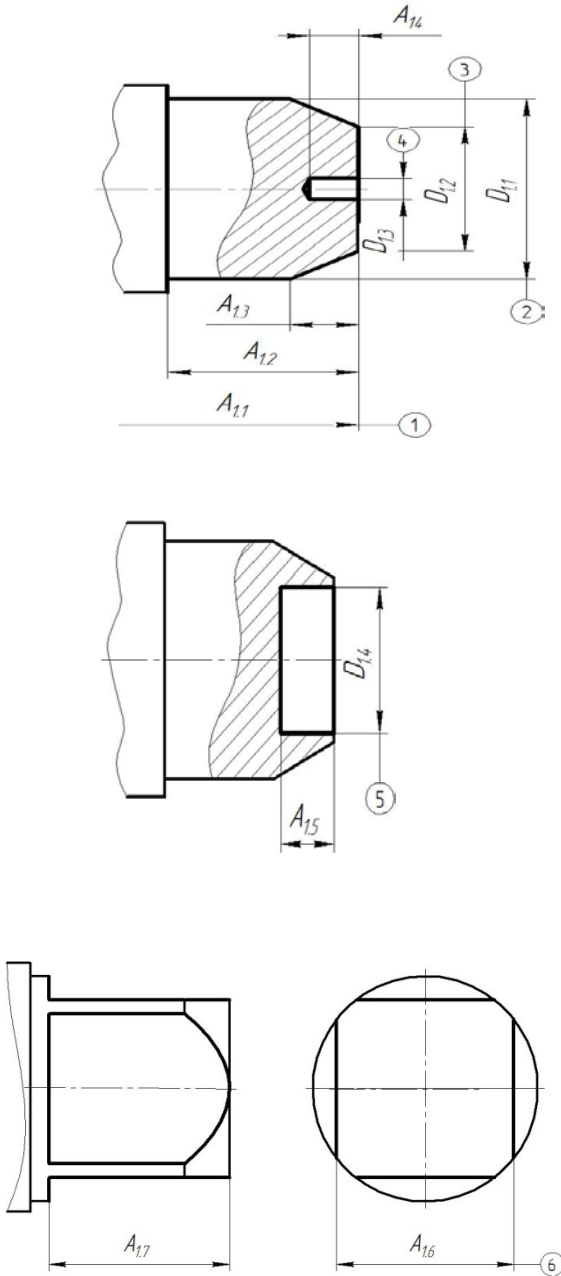
В ходе проведения технологического контроля чертежа детали «Корпус» были выявлены следующие недостатки:

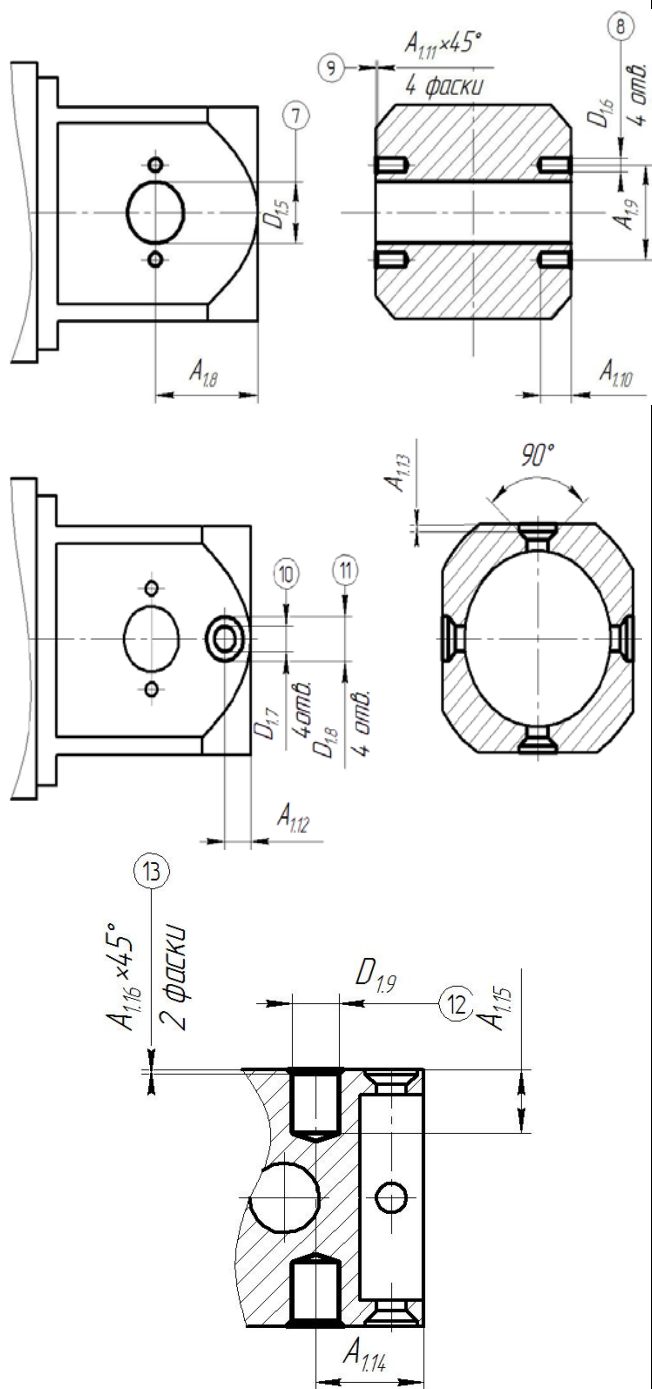
1. Не обозначены минимальные внутренние радиусы скруглений.
2. Не указана глубина глухого отверстия $\varnothing 40\text{мм}$.
3. Не указано расстояние от поверхности детали до наружного диаметра фаски.
4. Не указаны позиционные отклонения отверстий.
5. Не указаны значения соосности для посадочных отверстий.

1.4. Выбор получения заготовки

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

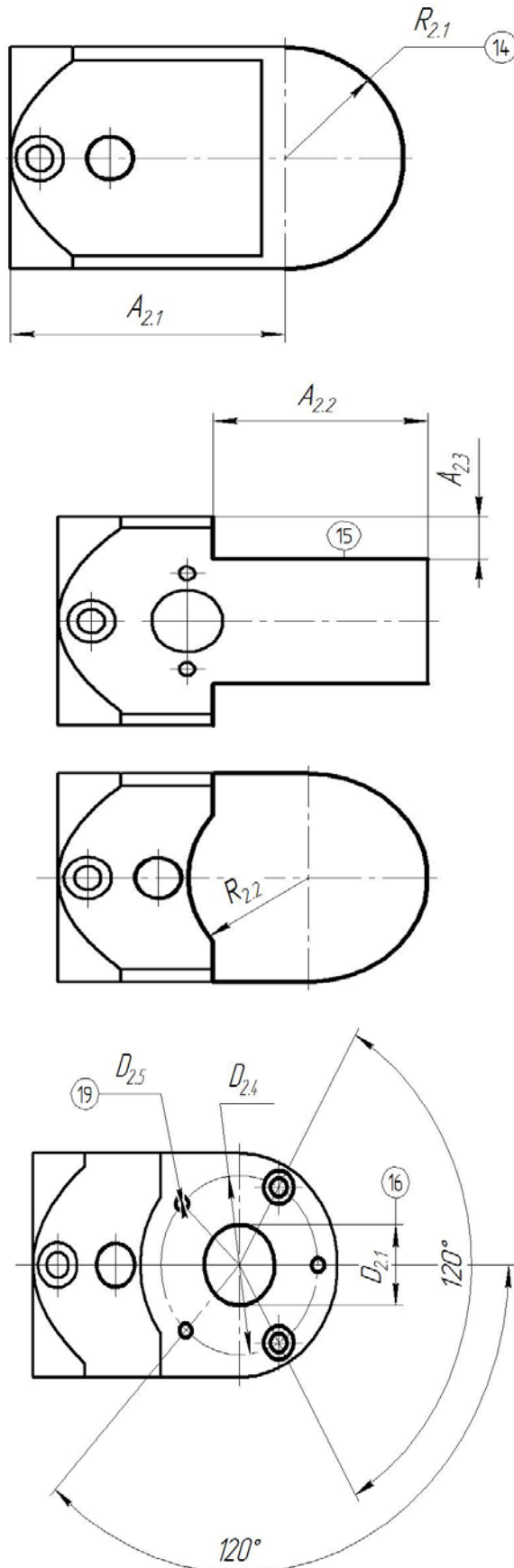
1.5. Разработка технологии изготовления детали

№	Операционный эскиз	Наименование операции и содержание перехода
1		<p>Заготовительная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отрезать заготовку, выдержав размер $A_{0.1}$
2		<p>Токарно-фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1.1}$ 2. Точить поверхность 2, выдержав размеры $A_{1.2}$ и $D_{1.1}$ 3. Точить поверхность 3, выдержав размеры $A_{1.3}$ и $D_{1.2}$ 4. Центровать торец 5. Сверлить отверстие 4, выдержав размеры $A_{1.4}$ и $D_{1.3}$ 6. Расточить отверстие 5, выдержав размеры $A_{1.5}$ и $D_{1.4}$ 7. Фрезеровать лыски 6, выдержав размеры $A_{1.6}$ и $A_{1.7}$ 8. Сверлить отверстие 7, выдержав размеры $D_{1.5}$ и $A_{1.8}$ 9. Сверлить 4 отверстия 8, выдержав размеры $D_{1.6}$, $A_{1.9}$, $A_{1.10}$ 10. Снять 4 фаски 9, выдержав размер $A_{1.11} \times 45^\circ$



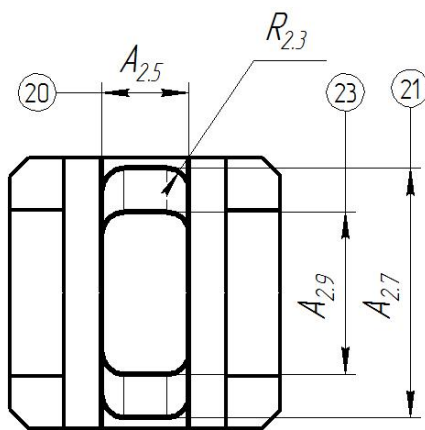
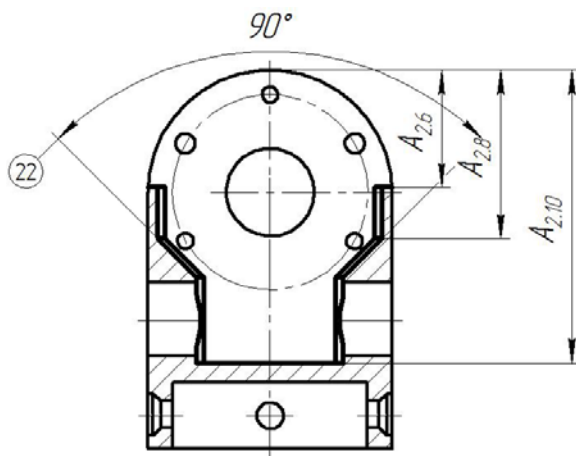
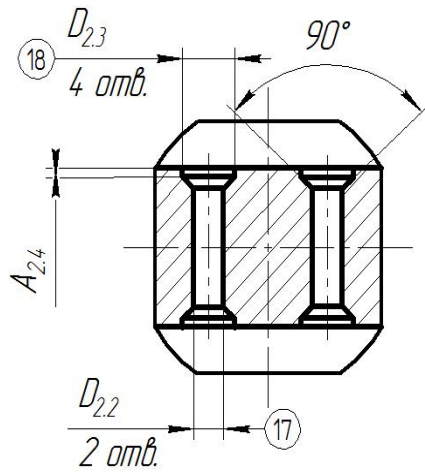
11. Сверлить 4 отверстия 10, выдержав размеры $D_{1.7}$, $A_{1.12}$
12. Зенковать 4 отверстия 11, выдержав размеры $D_{1.8}$, $A_{1.12}$, $A_{1.13}$ и угол 90°
13. Сверлить 2 отверстия 12, выдержав размеры $D_{1.9}$, $A_{1.14}$, $A_{1.15}$
14. Снять 2 фаски 13, выдержав размеры $A_{1.14}$, $A_{1.16} \times 45^\circ$

3

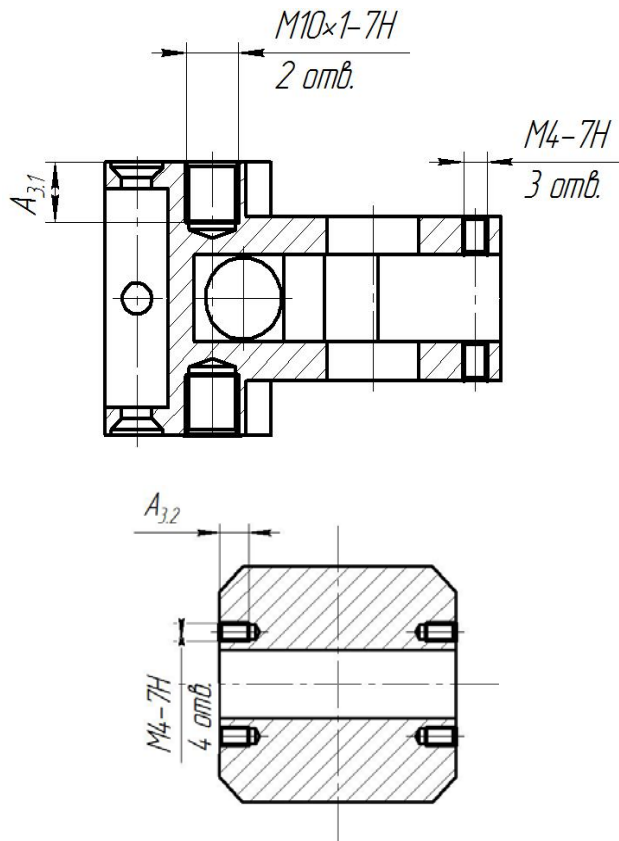


Фрезерная с ЧПУ

1. Фрезеровать поверхность 14, выдержав размеры $R_{2.1}$ и $A_{2.1}$
2. Фрезеровать поверхность 15, выдержав размеры $A_{2.2}$, $A_{2.3}$, $R_{2.2}$
3. Сверлить отверстие 16, выдержав размеры $D_{2.1}$
4. Сверлить 2 отверстия 17, выдержав размеры $D_{2.2}$, $D_{2.4}$ и угол 120°
5. Зенковать 4 отверстия 18, выдержав размеры $D_{2.3}$, $A_{2.4}$ и угол 90°
6. Сверлить 3 отверстия 19, выдержав размеры $D_{2.4}$, $D_{2.5}$ и угол 120°
7. Фрезеровать поверхность 20, выдержав размеры $A_{2.5}$, $A_{2.6}$
8. Фрезеровать поверхность 21, выдержав размеры $A_{2.7}$, $A_{2.8}$, $R_{2.3}^*$
9. Фрезеровать поверхность 22, выдержав размеры $A_{2.9}$, угол 90° и $R_{2.3}^*$
10. Фрезеровать поверхность 23, выдержав размеры $A_{2.9}$, $A_{2.10}$ и $R_{2.3}^*$



4



Резьбонарезная

1. Нарезать резьбу $M10 \times 1-7H$, выдержав размер $A_{3.1}$
2. Нарезать резьбу $M4-7H$, выдержав размер $A_{3.2}$

Установить и снять деталь

3. Нарезать резьбу $M4-7H$

1.6. Размерный анализ проектируемого технологического процесса изготовления корпуса

1.6.1. Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам.

Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Берем их равными средней статистической погрешности механической обработки из приложения 1 [9, с. 73].

Ниже представлены значения допусков на технологические размеры по операциям:

Заготовительная:

$$TA_{0,1}=1,00$$

$$TD_{0,1}=1,20$$

Токарно-фрезерная с ЧПУ:

$$TA_{1,1}=0,20$$

$$TA_{1,3}=0,20$$

$$TA_{1,5}=0,20$$

$$TD_{1,1}=0,20$$

$$TD_{1,3}=0,10$$

$$TD_{1,4}=0,15$$

Фрезерная с ЧПУ:

$$TA_{2,1}=0,20$$

$$TA_{2,2}=0,20$$

$$TA_{2,6}=0,20$$

$$TA_{2,8}=0,20$$

$$TA_{2,10}=0,20$$

1.6.2. Расчет минимальных припусков

Расчет минимальных припусков производится, чтобы обеспечить требуемую точность и эксплуатационные качества детали, которые обеспечиваются удалением дефектов обработки произведенных на предшествующем переходе. При расчете минимальных припусков используются данные из справочников, такие как параметры шероховатости, величина дефектного слоя, погрешности закрепления и кривизна заготовки.

Кривизна профиля сортового проката $\Delta_k = 0,5$ мкм. на 1 мм.[3, стр.327], при длине заготовки 80 мм. получаем $\Delta_k \cdot l_3 = 0,5 \cdot 80 = 40$ мкм.

Погрешности при установке в трехкулачковый патрон [3, стр.49] в осевом направлении принимаем 120 мкм.

в радиальном направлении - 30 мкм.

Для торцевой поверхности при обтачивании получаем:

$$Rz = 150 \text{ мкм.}$$

$$h = 120 \text{ мкм.}$$

$$\Delta = 40 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon = 120 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \rho_{\text{ф.п}} + \rho_{\text{р.п.}} = 30 + 100 = 130 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\min} = Rz + h + \Delta + \varepsilon + \rho = 150 + 120 + 40 + 120 + 130 = 560 \text{ мкм.},$$

принимаем $Z_{11\min} = 560$ мкм.;

Минимальный симметричный припуск на обработку цилиндрической поверхности определяем по следующей формуле:

$$2 \cdot Z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right),$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе, мкм;
 h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе, мкм;
 ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе, мкм;
 ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

$$Rz = 200 \text{ мкм.}$$

$$h = 300 \text{ мкм.}$$

$$\Delta = 40 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon = 30 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{ф.ц.}}^2 + \rho_{\text{р.ц.}}^2} = \sqrt{30^2 + 80^2} = 85 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (200 + 300 + \sqrt{85^2 + 30^2}) = 2 \cdot 590 \text{ мкм.}$$

Принимаем $Z_{D11\min} = 590 \text{ мкм.};$

Для торцевой поверхности при фрезеровании получаем:

$$Rz = 150 \text{ мкм.}$$

$$h = 120 \text{ мкм.}$$

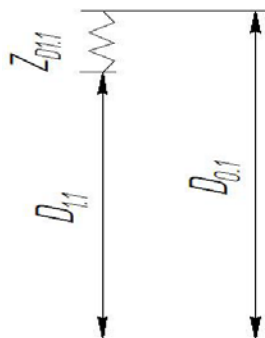
$$\varepsilon = 120 \text{ мкм.}$$

$$\rho = \rho_{\text{ф.п.}} + \rho_{\text{р.п.}} = 40 + 130 = 170 \text{ мкм.}$$

$$Z_{\min} = Rz + h + \varepsilon + \rho = 150 + 120 + 120 + 170 = 560 \text{ мкм.},$$

принимаем $Z_{21\min} = 560 \text{ мкм.};$

1.6.3. Расчет диаметральных технологических размеров



$$Z_{D1.1}^{min} = 0,590 \text{ мм.}$$

$$D_{1.1} = K_{D1} = 66_{-0,2}$$

$$D_{0.1} = X \pm 0,5$$

$$Z_{1.1}^{cp} = Z_{D1.1}^{min} + \frac{TD_{1.1} + TD_{0.1}}{2} = 0,590 + \frac{0,2 + 1,0}{2} = 1,19 \text{ мм.}$$

$$D_{1.1}^{cp} = D_{1.1} + \frac{BOD_{1.1} + HOD_{1.1}}{2} = 66 + \frac{0 - 0,2}{2} = 65,9 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1}^{cp} = D_{1.1}^{cp} + Z_{1.1}^{cp} = 65,9 + 1,19 = 67,09 \text{ мм.}$$

$$D_{0.1} = 67,09 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Принимаем $D_{0.1} = 68 \pm 0,5 \text{ мм.}$

Находим фактическое значение $Z_{1.1} = D_{0.1} - D_{1.1} = 68 \pm 0,5 - 66_{-0,2} = 2_{-0,5}^{+0,7} \text{ мм.}$

1.6.4. Расчет продольных технологических размеров

Расчёт начинаем с проверки условия:

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

Для размера $TK_4 = 0,74 \geq TA_{2.1} = 0,20 \text{ мм}$, т. е. размер K_4 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_1 = 0,43 \geq TA_{1.3} = 0,20 \text{ мм}$, т. е. размер K_1 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_2 = 0,43 \geq TA_{1,5} = 0,20$ мм, т. е. размер K_2 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_7 = 0,48 \geq TA_{2,6} = 0,20$ мм, т. е. размер K_7 обеспечен с заданной точностью.

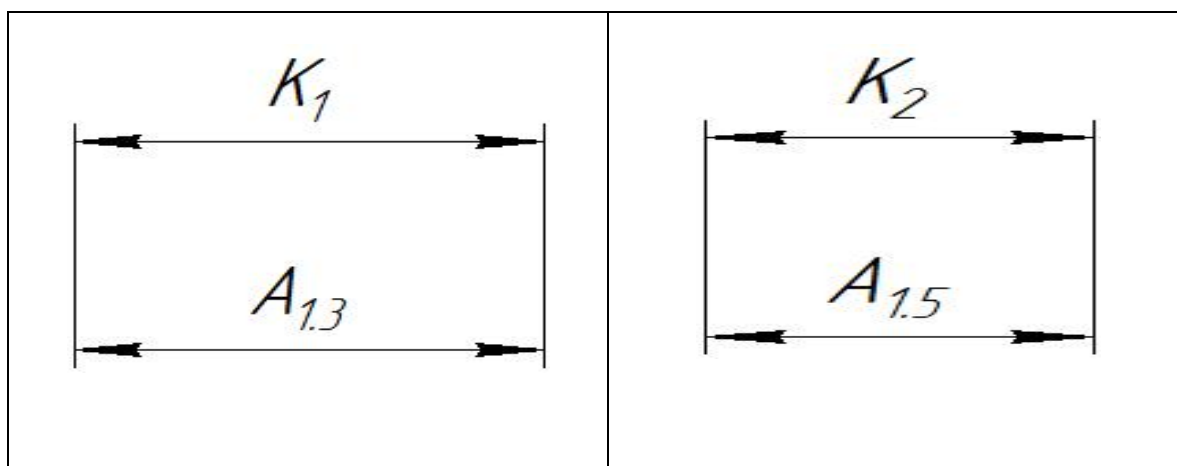
Для размера $TK_9 = 0,62 \geq TA_{2,8} = 0,20$ мм, т. е. размер K_9 обеспечен с заданной точностью.

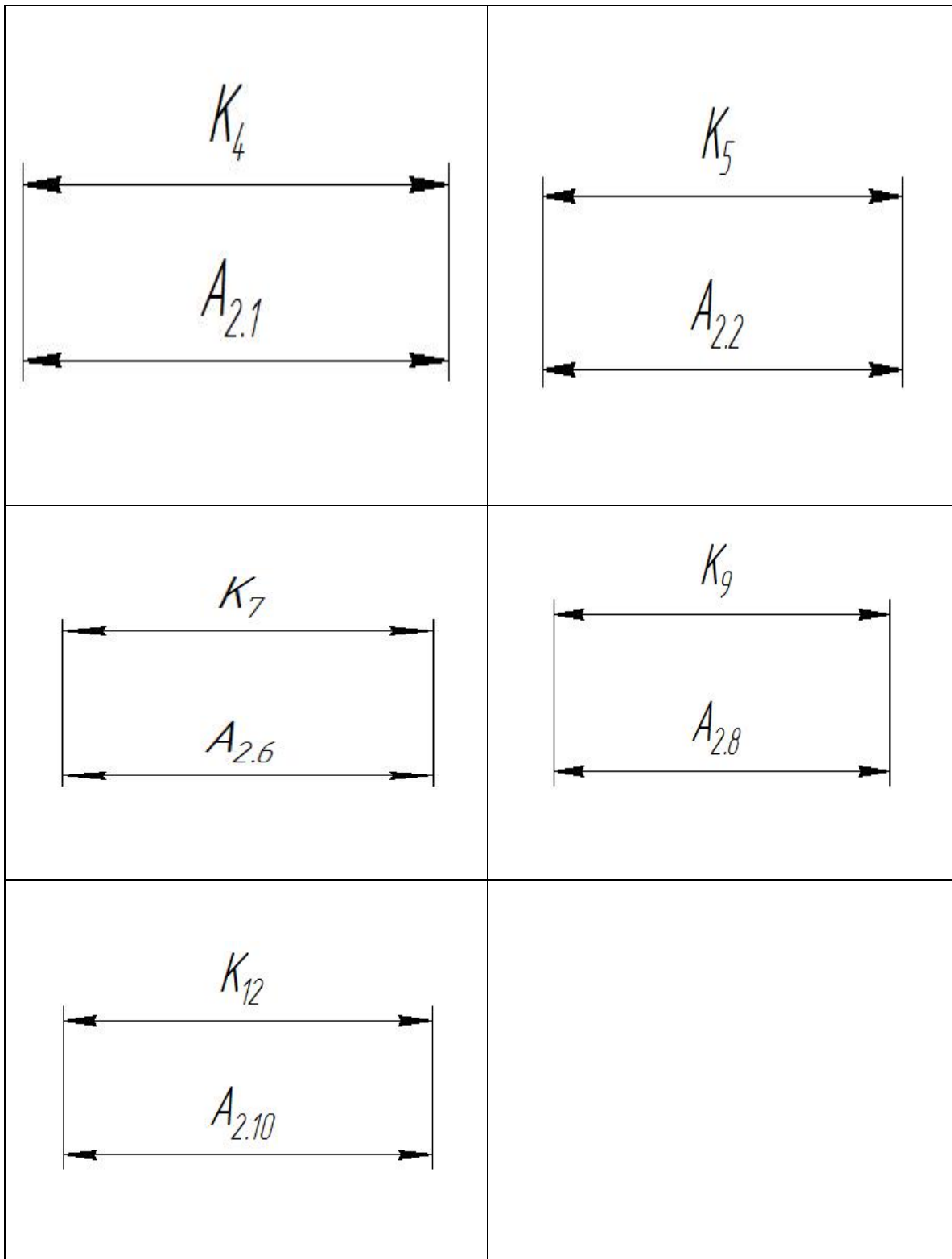
Для размера $TK_5 = 0,62 \geq TA_{2,2} = 0,20$ мм, т. е. размер K_5 обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{12} = 0,62 \geq TA_{2,10} = 0,20$ мм, т. е. размер K_{12} обеспечен с заданной точностью.

Для размера $TK_{12} = 0,74 \geq TA_{2,11} = 0,20$ мм, т. е. размер K_{12} обеспечен с заданной точностью.

Далее рассмотрим двухзвенные цепи. Из этих цепей имеем:





$$A_{1.3} = K_1 = 15^{+0.20} \text{MM}$$

$$A_{1.5} = K_2 = 14^{+0.2} \text{MM}$$

$$A_{2.1} = K_4 = 77,5^{+0.2} \text{MM}$$

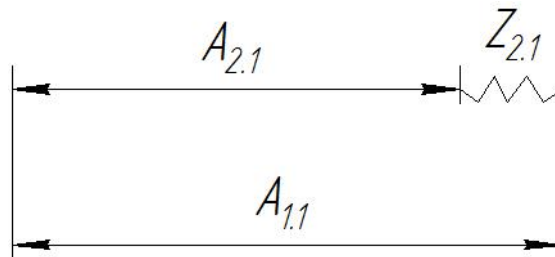
$$A_{2.2} = K_5 = 43^{+0.2} \text{MM}$$

$$A_{2.6} = K_7 = 24^{+0.2}_{\text{мм}}$$

$$A_{2.8} = K_9 = 34,5^{+0.2}_{\text{мм}}$$

$$A_{2.10} = K_{12} = 60^{+0.2}_{\text{мм}}$$

Размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и, используя способ средних значений, в итоге определяем его номинальное значение и предельные отклонения.



$$Z_{2.1}^{\min} = 0,560$$

$$A_{2.1} = 77_{-0,2}$$

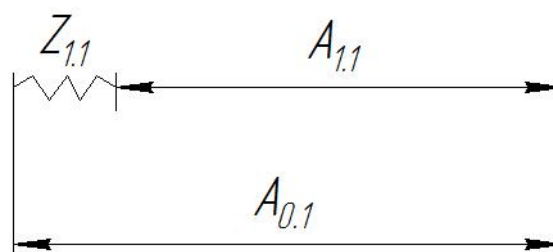
$$TA_{1.1} = 0,20$$

$$Z_{2.1}^{\text{cp}} = Z_{2.1}^{\min} + \frac{TA_{2.1} + TA_{1.1}}{2} = 0,560 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,76 \text{ мм.}$$

$$A_{1.1}^{\text{cp}} = A_{2.1}^{\text{cp}} + Z_{2.1}^{\text{cp}} = 77,4 + 0,76 = 78,16 \text{ мм.}$$

$$\text{Запишем } A_{1.1} = 78,16 \pm 0,1$$

$$\text{Принимаем } A_{1.1} = \mathbf{78,26}_{-0,2} \text{ мм.}$$



$$Z_{1.1}^{\min} = 0,560$$

$$A_{1.1} = 78,26_{-0,2}$$

$$TA_{0,1}=1,20$$

$$A_{1,1}^{cp}=78,16$$

$$Z_{1,1}^{cp} = Z_{1,1}^{min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 0,560 + \frac{0,2 + 1,2}{2} = 1,36 \text{ мм.}$$

$$A_{1,1}^{cp}=78,16+1,36=79,52 \text{ мм.}$$

Запишем $A_{0,1}=79,52\pm 0,6 \text{ мм}$

Принимаем $A_{0,1} = \mathbf{80,12}_{-1,2} \text{ мм.}$

1.7. Расчет режимов резания

Отрезная операция

Принятие режимов резания для отрезания производится исходя из справочных данных для данного материала. Отрезание заготовки производится ленточной пилой со ступенчатым переключением скорости резания 22, 47, 70 м/мин.

Скорость резания $V = 15 - 40$ м/мин. [4, стр.425];

По паспорту оборудования выбираем скорость резания 22 м/мин.

Подача $S \leq 140$ мм/мин. [4, стр.425];

Принимаем $S=100$ мм/мин.

Токарно-фрезерная операция

1) Точение торца

Расчет режимов резания для точения цилиндрических поверхностей производится исходя из диаметра заготовки, так же вводятся поправочные коэффициенты. Рассчитаны режимы для максимальных и минимальных диаметров. Рассчитанные значения скорости резания и оборотов шпинделя преобразованы в приближенные значения из рядов предпочтительных чисел ГОСТ 8032-84.

Скорость резания м/мин:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} K_v \quad [4, \text{стр.363}]$$

где K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv} \quad [4, \text{стр.369}]$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий качество материала = 1,0

K_{nv} – коэффициент учитывающий материал режущей части = 1,0

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности = 0,9

T- значение стойкости 30-60 мин. [4, стр.363], принимаем $T= 40$ мин.

Глубина резания: $t = Z_{1,1} = 1.36$ мм

$S = 0,1$ мм/об

$$x = 0,12$$

$$m = 0,28$$

при $S \leq 0,2$

$$C_v = 485$$

$$y = 0,25$$

Фактическая скорость резания м/мин:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t_x \cdot S_y} K_v = \frac{485}{40^{0,28} \cdot 1,36^{0,12} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,9 = 473,6 \text{ м/мин.};$$

$$\varnothing \min n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 473}{3,14 \cdot 2} = 75409 \text{ об/мин.};$$

принимаем 4200 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 6000}{1000} = 37,7 \text{ м/мин.}$$

$$\varnothing \max n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 473,6}{3,14 \cdot 68} = 2218 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 2000}{1000} = 427 \text{ м/мин.}$$

2) Точение наружной цилиндрической поверхности

Глубина резания: $t = Z_{D1,1/2} = 1 \text{ мм}$

$$S = 0,1 \text{ мм}$$

$$x = 0,12$$

$$m = 0,28$$

$$C_v = 485$$

$$y = 0,25$$

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t_x \cdot S_y} K_v = \frac{485}{40^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,9 = 491,4 \text{ м/мин.};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 491,4}{3,14 \cdot 66} = 2371,2 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 66 \cdot 2000}{1000} = 414,5 \text{ м/мин.}$$

3) Точение наружной конической поверхности

Глубина резания $t_{\max}=7$ мм.

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

$$x = 0,12$$

$$m = 0,28$$

$$C_v = 485$$

$$y = 0,25$$

$$V = \frac{C_v}{T_m \cdot t_x \cdot S_y} K_v = \frac{485}{40^{0,28} \cdot 7^{0,12} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 0,9 = 389 \text{ м/мин.};$$

$$\varnothing \min n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 389}{3,14 \cdot 50} = 2478 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 2000}{1000} = 314 \text{ м/мин.}$$

$$\varnothing \max n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 389}{3,14 \cdot 66} = 1877 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1600 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 66 \cdot 1600}{1000} = 331,6 \text{ м/мин.}$$

4) Центрование торца

Расчет режимов резания для сверления осуществляется исходя из диаметра инструмента, глубины сверления. Ориентировочные данные скорости резания и подачи взяты из литературы. Полученные значения оборотов шпинделя преобразованы в приближенные значения из рядов предпочтительных чисел ГОСТ 8032-84.

Подача $S = 0,05 - 0,2$ мм/об. [6, стр.386]

Скорость резания V [6, стр.386] при $\varnothing < 4 = 25$ м/мин.;

при $\varnothing \geq 4 = 38$ м/мин.

Частота вращения шпинделя об/мин.:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} [5, \text{стр.33}]$$

где D – диаметр детали или инструмента.

Фактическая скорость резания м/мин.:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

Минутная подача шпинделя мм/мин: $V_f = S \cdot n$

$S = 0,05$ мм/об.

$D = 1,5$ мм.

$V = 25$ м/мин.

$h = 0,5$ мм.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 1,5} = 5308 \text{ об/мин.};$$

принимаем 4200 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 1,5 \cdot 5300}{1000} = 25 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,05 \cdot 5300 = 265 \text{ мм/мин.}$$

5) Сверление отверстия

$S = 0,22$ мм/об.

$D = 10$ мм.

$V = 38$ м/мин

$h = 13,9$ мм.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 10} = 1210,2 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1180 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1180}{1000} = 37 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,22 \cdot 1180 = 259,6 \text{ мм/мин.}$$

б) Растачивание глухого отверстия

$$S = 0,05 \text{ мм/об}$$

$$t = 15 \text{ мм}$$

$$x = 0,12$$

$$m = 0,28$$

$$C_v = 485$$

$$y = 0,25$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v = \frac{485}{40^{0,28} \cdot 15^{0,12} \cdot 0,05^{0,25}} \cdot 0,9 = 506,3 \text{ м/мин.};$$

$$\varnothing \min n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 506,3}{3,14 \cdot 2} = 80617 \text{ об/мин.};$$

принимаем 4200 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 6000}{1000} = 37,7 \text{ м/мин.}$$

$$\varnothing \max n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 506,3}{3,14 \cdot 40} = 4031 \text{ об/мин.};$$

принимаем 4000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 4000}{1000} = 502,4 \text{ м/мин.}$$

7) Фрезерование лысок

Материал режущей части фрезы берем Р6М5.

Характеристики фрезы: $D_{\text{фр}} = 50 \text{ мм.}$, $z = 6$, $V = 33 \text{ мм.}$

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 403]:

$$t = 8 \text{ мм, } S_z = 0,3 \text{ мм.}$$

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$$C_v=155;$$

$$q=0,25;$$

$$x=0,1;$$

$$y=0,4;$$

$$u=0,15;$$

$$p=0,1;$$

$$m=0,2.$$

K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{пв} [4, \text{стр.369}]$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий качество материала = 1,0

K_{iv} – коэффициент учитывающий материал режущей части = 1,0

$K_{пв}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности = 0,9

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 120$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{155 * 50^{0,25}}{120^{0,2} * 8^{0,1} * 0,3^{0,4} * 33^{0,15} * 6^{0,1}} * 0,9 = 102 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102}{3,14 \cdot 50} = 637 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

8) Сверление отверстия

$$S = 0,34 \text{ мм/об}$$

$$D = 15 \text{ мм}$$

$$V = 38 \text{ м/мин}$$

$$h = 50 \text{ мм.} = 3D$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 15} = 806,8 \text{ об/мин.};$$

принимаем 800 об/мин

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 800}{1000} = 37,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,34 \cdot 800 = 272 \text{ мм/мин.}$$

9) Сверление 4-х отверстий

$$S = 0,06$$

$$D = 3,5$$

$$V = 25$$

$$h = 6$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 3,5} = 2274 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2250 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 2250}{1000} = 24,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,06 \cdot 2250 = 135 \text{ мм/мин.}$$

10) Снятие фасок

$$S = 0,06$$

$$D = 4,5$$

$$V = 25$$

$$h = 0,5$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 4,5} = 1830,3 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1750 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 1750}{1000} = 24,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,06 \cdot 1750 = 105 \text{ мм/мин.}$$

11) Сверление 4-х отверстий

$$S = 0,1$$

$$D = 5,5$$

$$V = 38$$

$$h = 5$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 5,5} = 2200 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5,5 \cdot 2000}{1000} = 34,5 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,06 \cdot 2000 = 120 \text{ мм/мин.}$$

12) Зенкование 4-х отверстий

$$S = 0,22$$

$$D = 9,5$$

$$V = 38$$

$$h = 1$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 9,5} = 1273,9 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1250 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,5 \cdot 1250}{1000} = 37,3 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,22 \cdot 1250 = 275 \text{ мм/мин.}$$

13) Сверление 2-х отверстий

$$S = 0,22$$

$$D = 8,5$$

$$V = 38$$

$$h = 11$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 8,5} = 1423,9 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1250 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,5 \cdot 1250}{1000} = 37,3 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,22 \cdot 1250 = 275 \text{ мм/мин.}$$

14) Снятие фасок

$$S = 0,22$$

$$D = 10,5$$

$$V = 38$$

$$h = 1$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 10,5} = 1152,6 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1000 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,5 \cdot 1000}{1000} = 32,97 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,22 \cdot 1000 = 220 \text{ мм/мин.}$$

Фрезерная с ЧПУ

1) Фрезерование поверхности по контуру

Материал режущей части фрезы берем Р6М5.

Характеристики фрезы: $D_{\text{фр}} = 20 \text{ мм.}$, $z = 6$, $B = 16 \text{ мм.}$

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 403]:

$$t = 0,76 \text{ мм, } S_z = 0,3 \text{ мм.}$$

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$$C_v = 155;$$

$$q = 0,25;$$

$$x = 0,1;$$

$$y = 0,4;$$

$u=0,15;$

$p=0,1;$

$m=0,2.$

K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv} \quad [4, \text{стр.369}]$$

где

K_{mv} – коэффициент учитывающий качество материала = 1,0

K_{nv} – коэффициент учитывающий материал режущей части = 1,0

K_{pv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности = 0,9

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 120$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{155 \cdot 20^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 0,76^{0,1} \cdot 0,3^{0,4} \cdot 16^{0,15} \cdot 6^{0,1}} \cdot 0,9 = 115 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 115}{3,14 \cdot 20} = 1831 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n=1800$ об/мин.

2) Фрезерование поверхности

Характеристики фрезы: $D_{\text{фр}} = 50$ мм., $z = 6$, $B=33$ мм.

Глубину фрезерования и подачу на зуб выбираем из таблицы 77 [4, с. 404]:

$t = 10$ мм, $S_z = 0,3$ мм.

Скорость резания, м/мин., формула:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v;$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 81 [4, с.410]:

$C_v=155;$

$q=0,25;$

$x=0,1;$

$$y=0,4;$$

$$u=0,15;$$

$$p=0,1;$$

$$m=0,2.$$

K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{pv} \text{ [4, стр.369]}$$

где

K_{mv} – коэффициент учитывающий качество материала = 1,0

K_{mv} – коэффициент учитывающий материал режущей части = 1,0

K_{pv} - коэффициент учитывающий состояние поверхности = 0,9

Стойкость фрезы определяем по таблице 82 [4, с. 411]: $T = 120$ мин.

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B u z^p} K_v = \frac{155 * 50^{0,25}}{120^{0,2} * 10^{0,1} * 0,3^{0,4} * 33^{0,15} * 6^{0,1}} * 0,9 = 100 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 50} = 637 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем 630 об/мин.

3) Сверление отверстия

$$S = 0,34$$

$$D = 18$$

$$V = 38$$

$$h = 30$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 18} = 672,3 \text{ об/мин.};$$

принимаем 650 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 650}{1000} = 36,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,34 \cdot 650 = 221 \text{ мм/мин.}$$

4) Сверление 2-х отверстий

$$S = 0,1$$

$$D = 4,2$$

$$V = 38$$

$$h = 30$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 4,2} = 2881 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2750 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,2 \cdot 2750}{1000} = 36,3 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,1 \cdot 2750 = 275 \text{ мм/мин.}$$

5) Снятие фасок

$$S = 0,15$$

$$D = 7,6$$

$$V = 38$$

$$h = 1$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 38}{3,14 \cdot 7,6} = 1592 \text{ об/мин.};$$

принимаем 1500 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,6 \cdot 1500}{1000} = 35,8 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,15 \cdot 1500 = 225 \text{ мм/мин.}$$

6) Сверление 3-х отверстий

$$S = 0,06$$

$$D = 3,35$$

$$V = 25$$

$$h = 30$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 3,35} = 2376,7 \text{ об/мин.};$$

принимаем 2250 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3,35 \cdot 2250}{1000} = 23,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_f = S \cdot n = 0,06 \cdot 2250 = 135 \text{ мм/мин.}$$

7) Фрезерование внутреннего выреза

Данные коэффициентов и степеней при обработке алюминиевого сплава концевой фрезой [4, стр.410]

$$C_v = 185$$

$$q = 0,45$$

$$y = 0,2$$

$$m = 0,33$$

$$p = 0,1$$

$$u = 0,1$$

$$x = 0,3$$

T – стойкость инструмента принимаем 60 мин.

Подача на зуб:

$$S_z = \frac{S}{z \cdot n}$$

где

S – минутная подача мм/мин.;

z = количество зубьев;

n = обороты шпинделя.

S=960 мм/мин [10, стр 54]

n=9500 об/мин

z=3

$$S_z = \frac{S}{z \cdot n} = \frac{960}{3 \cdot 9500} = 0,03 \text{ мм/зуб.};$$

$$S_{об} = S_z \cdot z = 0,03 \cdot 3 = 0,09 \text{ мм/об.};$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T_m \cdot t_x \cdot S_z^y \cdot B_u \cdot Z^p} K_v = \frac{185 \cdot 8^{0,45}}{60^{0,33} \cdot 8^{0,3} \cdot 0,09^{0,2} \cdot 5,3^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 0,9 = 80,2 \text{ м/мин.};$$

принимаем 80 м/мин.;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 8} = 3184 \text{ об/мин.};$$

принимаем 3000 об/мин.;

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 9500}{1000} = 238,6 \text{ м/мин.};$$

Резьбонарезная операция

1) Нарезание резьбы М10×1-7Н

Расчет режимов резания для резьбонарезания осуществляется исходя из диаметра и шага нарезаемой резьбы, а так же учитываются необходимые поправочные коэффициенты.

Скорость резания м/мин:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T_m \cdot S_y} K_v \text{ [4, стр.432]}$$

где K_v – общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{cv} \text{ [4, стр.431]}$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий качество материала = 1,0

K_{nv} – коэффициент учитывающий материал режущей части = 1,0

K_{cv} - коэффициент учитывающий способ нарезания резьбы = 0,75

Данные коэффициентов и степеней при обработке алюминиевого сплава [4, стр.431]

$$C_v = 20$$

$$q = 1,2$$

$$y = 0,5$$

$$m = 0,9$$

$$s = 0,75 \text{ (M10)}$$

$$0,7 \text{ (M4)}$$

T – стойкость инструмента = 90 [4, стр.431]

$$\text{Фактическая скорость резания м/мин: } V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$D=10$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{25 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,75^{0,5}} \cdot 0,75 = 5,9 \text{ м/мин.};$$

принимаем 5 м/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5}{3,14 \cdot 10} = 159 \text{ об/мин.};$$

принимаем 150 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 150}{1000} = 4,71 \text{ м/мин.}$$

2) Нарезание резьбы М4-7Н

$$D=4$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v = \frac{25 \cdot 4^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,75^{0,5}} \cdot 0,75 = 2,06 \text{ м/мин.};$$

принимаем 2 м/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 2}{3,14 \cdot 4} = 159 \text{ об/мин.};$$

принимаем 150 об/мин.

Тогда фактическая скорость резания составит:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 150}{1000} = 1,9 \text{ м/мин.}$$

1.8. Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок колонного типа BSM 300/400

Технические характеристики

Мощность двигателя	3 кВт
Максимальный диаметр заготовки	300 мм
Прямоугольный профиль	300-500 мм
Скорость резания	22, 47, 70 м/мин
Размеры ленточного полотна	4020×34×1,1 мм
Мощность гидравлического привода	0,76 кВт
Масса	1200 кг

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vturn-X200

Технические характеристики

Рабочие параметры	Максимальный диаметр над станиной	960 мм
	Максимальный диаметр над суппортом	610 мм
	Расстояние между центрами	1123
	Максимальная длина точения	1000 мм
	Максимальный диаметр обрабатываемой детали	540 мм
	Максимальный диаметр обрабатываемой детали (нижняя револьверная головка)	230 мм

Перемещение	По оси X1 (верхний инструментальный шпиндель)	600 мм
	По оси Z1 (верхний инструментальный шпиндель)	1100 мм
	По оси Y (верхний шпиндель)	160 (±80) мм
	По оси B	225 (+125/-100) град.
	По оси X2 (нижняя рев. головка)	150 мм
	По оси Z2 (нижняя рев. головка)	782 мм
	По оси E (противошпиндель)	1050 мм
Подачи	Подачи по осям X1/Z1/Y (верхний инструментальный шпиндель)	36/36/18 м/мин
	Мощность привода по осям X1/Z1/Y/B	5,5/7/4/3 кВт
	Ходовой винт (Диаметр x Шаг)	X1: 36xP10, Z1: 40xP12, Y: 36 x P10 мм
	Подачи по осям X2/Z2/E (нижняя рев.головка и противошпиндель)	18/20/20 м/мин
	Мощность привода по осям X2/Z2/E	03.03.2004 кВт
	Ходовой винт (Диаметр x Шаг)	X2: 32xP10, Z2: 32xP12, E: 36 x P10 мм
Главный шпиндель	Максимальная частота вращения	4200 об/мин
	Мощность двигателя	15/22 кВт
	Конец шпинделя (размер патрона)	A2-6 (8")
	Диаметр отверстия шпинделя	62
	Внутренний диаметр подшипника	100 мм
	Максимальный диаметр прутка	52 мм
Противо	Максимальная частота вращения	4200 об/мин

шпиндель (ось E)	Мощность двигателя	15/22 кВт
	Конец шпинделя (размер патрона)	A2-6 (8")
	Диаметр отверстия шпинделя	62
	Внутренний диаметр подшипника	100 мм
	Максимальный диаметр прутка	52 мм
Верхний инструментальный шпиндель (ось В - фрезерная головка)	Дискретность углового позиционирования (при жесткой фиксации через муфту)	5 град
	Дискретность непрерывной индексации	0,001 град
	Максимальная частота вращения	12000 об/мин
	Мощность двигателя (пост./30%/25%)	11/15/22 кВт
	Конус	KM-63U (Kennametal) HSK-A63 - опция
Магазин инструментов	Емкость магазина	40 шт
	Способ выбора инструмента	произвольный
	Максимальный диаметр инструмента	90 мм
	Максимальная длина инструмента	280 мм
	Максимальный вес инструмента	8 кг
	Время смены инструмента	5 (и-и) 20 (с-с) сек
Нижняя револьверная головка (опция)	Количество инструментов	9 шт
	Размер державки призматического инструмента	25×25
	Максимальный диаметр осевого инструмента	40 мм
	Время смены инструмента (и-и)	1,3 сек

Характеристики станка	Система ЧПУ	Fanuc 31i-A
	Ёмкость бака	560 л
	Потребляемая мощность	90 кВт
	Длина x Ширина x Высота	5500x3400x2600мм
	Масса	12000 кг

1.9. Нормирование технологического процесса

1.9.1. Расчет основного времени

Основное время для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M},$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов в данном переходе;

S_M – подача инструмента, мм/мин.

Расчетная длина обработки определяется по формуле:

$$L = l + l_{вр} + l_{сх} + l_{пд},$$

где l – длина обрабатываемой поверхности;

$l_{вр}$ – длина врезания инструмента;

$l_{сх}$ – длина схода инструмента;

$l_{пд}$ – длина подвода инструмента.

Найдем основное время для каждой операции:

1. Заготовительная

$$L = 68 \text{ мм};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{68 \cdot 1}{100} = 0,68 \text{ мин};$$

2. Токарно-фрезерная с ЧПУ

1) Подрезание торца

$$L = l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} = 68 + 1 + 1 = 70 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{70 \cdot 1}{200} = 0,35 \text{ мин};$$

2) Точение наружной цилиндрической поверхности

$$L = l + l_{\text{пд}} = 50 + 1 = 51 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{51 \cdot 1}{200} = 0,255 \text{ мин};$$

3) Точение конической поверхности

$$L = l + l_{\text{пд}} = 15 + 1 = 16 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,1 \cdot 1600 = 160 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{16 \cdot 1}{160} = 0,16 \text{ мин};$$

4) Центрование отверстия

$$L = l + l_{\text{вр}} = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,05 \cdot 4200 = 210 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{1,5 \cdot 1}{210} = 0,007 \text{ мин};$$

5) Сверление отверстия

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 10 = 3 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 13,9 + 3 + 1 = 17,9 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,22 \cdot 1180 = 259,6 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{17,9 \cdot 1}{259,6} = 0,06 \text{ мин};$$

6) Растачивание отверстия

$$L = l + l_{\text{сх}} + l_{\text{пд}} = 14 + 1 + 1 = 16 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,05 \cdot 4000 = 200 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{16 \cdot 1}{200} = 0,08 \text{ мин};$$

7) Фрезерование лысок

$$L = 50 \text{ мм};$$

$$S_M = s_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 6 \cdot 630 = 1134 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{50 \cdot 1}{1134} = 0,18 \text{ мин};$$

8) Сверление отверстия

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 15 = 4,5 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 50 + 4,5 + 1 = 55,5 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,34 \cdot 800 = 272 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{55,5 \cdot 1}{272} = 0,2 \text{ мин};$$

9) Сверление 4-х отверстий

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 3,3 = 0,99 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 6 + 0,99 + 1 = 7,99 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,06 \cdot 2250 = 135 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{7,99 \cdot 1}{135} = 0,24 \text{ мин};$$

10) Зенкование 4-х фасок

$$L = l + l_{\text{пд}} = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,06 \cdot 1750 = 105 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{1,5 \cdot 1}{105} = 0,05 \text{ мин};$$

11) Сверление 4-х отверстий

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 5,5 = 1,65 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 5 + 1,65 + 1 = 7,65 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{7,65 \cdot 1}{200} = 0,153 \text{ мин};$$

12) Зенкование 4-х отверстий

$$L = l + l_{\text{пд}} = 2 + 1 = 3 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,22 \cdot 1250 = 275 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{3 \cdot 1}{275} = 0,04 \text{ мин};$$

13) Сверление 2-х отверстий

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 8,5 = 2,55 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 11 + 2,55 + 1 = 14,55 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,22 \cdot 1250 = 275 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = 2 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 2 \cdot \frac{14,55 \cdot 1}{275} = 0,11 \text{ мин};$$

14) Зенкование 2-х отверстий

$$L = l + l_{\text{пд}} = 1 + 1 = 2 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,22 \cdot 1000 = 220 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 2 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 1}{220} = 0,02 \text{ мин};$$

2. Фрезерная с ЧПУ

1) Фрезерование поверхности

$$L = 3,14 \cdot 68 = 213,52 \text{ мм};$$

$$S_M = s_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 6 \cdot 1800 = 3240 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{213,52 \cdot 1}{3240} = 0,07 \text{ мин};$$

2) Фрезерование поверхности

$$L = 43 \text{ мм};$$

$$S_M = s_z \cdot z \cdot n = 0,3 \cdot 6 \cdot 630 = 1134 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{43 \cdot 1}{1134} = 0,04 \text{ мин};$$

3) Сверление отверстия

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 18 = 5,4 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 30 + 5,4 + 1 = 36,4 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,34 \cdot 650 = 221 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{36,4 \cdot 1}{221} = 0,2 \text{ мин};$$

4) Сверление 2-х отверстий

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 4,2 = 1,26 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 30 + 1,26 + 1 = 32,26 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,1 \cdot 2750 = 275 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = 2 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 2 \cdot \frac{32,26 \cdot 1}{275} = 0,24 \text{ мин};$$

5) Зенкование 4-х отверстий

$$L = l + l_{\text{пд}} = 1 + 1 = 2 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,15 \cdot 1500 = 225 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{2 \cdot 1}{225} = 0,02 \text{ мин};$$

6) Сверление 3-х отверстий

$$l_{\text{вр}} = 0,3 \cdot d_c = 0,3 \cdot 3,3 = 0,99 \text{ мм};$$

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пд}} = 30 + 0,99 + 1 = 31,99 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,06 \cdot 2250 = 135 \text{ мм/мин.}$$

$$t_o = 3 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 3 \cdot \frac{31,99 \cdot 1}{275} = 0,35 \text{ мин};$$

7) Фрезерование внутреннего кармана

Находим расчетную длину обработки внутреннего кармана:

$$L = \sum(P_i + h_i) = 2 \cdot 3,14 \cdot 25 + 16 + 2 \cdot (46 + 16) + 10,5 + 2 \cdot 15 / \sin 45^\circ + 2 \cdot (30 + 16) + 23,645 = 465,6 \text{ мм.}$$

$$S_M = s_z \cdot z \cdot n = 0,09 \cdot 3 \cdot 3000 = 810 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{465,6 \cdot 1}{810} = 0,57 \text{ мин};$$

3. Резьбонарезная

1) Нарезание резьбы

$$L = l + l_{\text{пд}} = 10 + 1 = 11 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,75 \cdot 150 = 112,5 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 2 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 2 \cdot \frac{11 \cdot 1}{112,5} = 0,19 \text{ мин};$$

2) Нарезание резьбы

$$L = l + l_{\text{пд}} = 6 + 1 = 7 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,7 \cdot 150 = 105 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 4 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 4 \cdot \frac{7 \cdot 1}{105} = 0,26 \text{ мин};$$

3) Нарезание резьбы

$$L = l + l_{\text{пд}} = 7 + 1 = 8 \text{ мм};$$

$$S_M = s \cdot n = 0,7 \cdot 150 = 105 \text{ мм/мин};$$

$$t_o = 3 \cdot \frac{L \cdot i}{S_M} = 3 \cdot \frac{8 \cdot 1}{105} = 0,23 \text{ мин};$$

1.9.2. Определение норм вспомогательного времени

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

Вспомогательное время:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{з.о.}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм.}}$$

где $t_{\text{уст}}$ – время на установку и снятие детали;

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

$t_{\text{упр}}$ – время на приемы управления;

$t_{\text{изм.}}$ – время на измерение детали.

Найдем вспомогательное время для каждой операции:

Заготовительная:

$$1) t_{\text{в.1}} = 0,35 + 0,1 + 0,2 + 0,17 = 0,82 \text{ мин}$$

$t_{\text{уст}} = 0,35$ мин – время на установку и снятие детали, (до 12 кг.) [8, стр.64];

$t_{\text{з.о.}} = 0,1$ – время на закрепление и открепление детали

$t_{\text{упр}} = 0,2$ – время на приемы управления станком

$t_{\text{из.}} = 0,17$ мин – время на измерение детали штангенциркулем [8, стр.81];

Токарно-фрезерная с ЧПУ

$$1) t_{\text{в.1}} = 0,32 + 0,1 + 0,03 + 0,17 + 0,07 = 0,72 \text{ мин};$$

Помимо рассмотренных в первой операции составляющих, в следующие операции в величину норм времени войдет так же время на смену инструмента во время операции $t_{\text{с.и.}} = 0,07$

$$t_{уст} = 0,32 \text{ мин (до 3-х кг.) [8, стр.64];}$$

$$t_{з.о} = 0,1 \text{ – время на закрепление и открепление детали}$$

$$t_{упр} = 0,003 \text{ (подвод инструмента)}$$

$$t_{из} = 0,17 \text{ мин – время на измерение детали [8, стр.81];}$$

$$2) t_{в.2} = 0,003 + 0,17 + 0,07 = 0,243 \text{ мин;}$$

$$t_{упр} = 0,003 \text{ (подвод инструмента)}$$

$$t_{из} = 0,17 \text{ мин}$$

$$3) t_{в.3} = 0,003 + 0,17 = 0,173 \text{ мин;}$$

$$4) t_{в.4} = 0,05 + 0,07 = 0,12 \text{ мин;}$$

$$t_{упр} = 0,05 \text{ (подвод инструмента)}$$

$$5) t_{в.5} = 0,05 + 0,07 = 0,12 \text{ мин;}$$

$$6) t_{в.6} = 0,003 + 0,07 + 0,17 = 0,243 \text{ мин;}$$

$$7) t_{в.7} = 0,05 + 0,07 + 0,17 * 4 = 0,8 \text{ мин;}$$

$$8) t_{в.8} = 0,05 + 0,07 + 0,035 + 0,17 = 0,325 \text{ мин;}$$

$$9) t_{в.9} = 0,05 + 0,04 + 0,07 + 0,38 = 0,54 \text{ мин;}$$

$$t_{упр} = 0,05 \text{ (подвод инструмента)} + 0,04 \text{ (ход между отверстиями)}$$

$$t_{с.и.} = 0,07$$

$$t_{изм} = 0,035 * 4 + 0,17 * 2 = 0,14 + 0,34 = 0,38$$

$$10) t_{в.10} = 0,09 + 0,07 + 0,38 = 0,54 \text{ мин;}$$

$$11) t_{в.11} = 0,09 + 0,07 + 0,38 = 0,54 \text{ мин;}$$

$$12) t_{в.12} = 0,09 + 0,07 + 0,38 = 0,54 \text{ мин;}$$

$$13) t_{в.13} = 0,07 + 0,07 + 0,34 = 0,48 \text{ мин;}$$

$$14) t_{в.14} = 0,07 + 0,07 + 0,34 = 0,48 \text{ мин;}$$

Фрезерная операция с ЧПУ

$$1) t_{в.1} = 0,32 + 0,1 + 0,12 + 0,17 = 0,71 \text{ мин;}$$

$$t_{уст} = 0,32 \text{ мин}$$

$$t_{з.о} = 0,1$$

$$t_{упр} = 0,05 \text{ (подвод инструмента)} + 0,07 \text{ (смена инструмента)}$$

$$t_{из} = 0,17 \text{ мин}$$

$$2) t_{в.2} = 0,05 + 0,07 + 0,34 = 0,46 \text{ мин};$$

$$3) t_{в.3} = 0,05 + 0,07 + 0,17 = 0,29 \text{ мин};$$

$$4) t_{в.2} = 0,05 + 0,02 + 0,07 + 0,035 * 2 + 0,17 = 0,38 \text{ мин};$$

$$5) t_{в.2} = 0,05 + 0,02 + 0,07 + 0,035 * 2 = 0,21 \text{ мин};$$

$$6) t_{в.2} = 0,05 + 0,03 + 0,07 + 0,035 * 3 = 0,255 \text{ мин};$$

$$7) t_{в.2} = 0,05 + 0,07 + 0,17 * 5 = 0,97 \text{ мин};$$

Резьбонарезная операция

$$1) t_{в.2} = 0,32 + 0,1 + 0,07 + 0,003 + 0,02 + 1 = 1,6 \text{ мин};$$

$$2) t_{в.2} = 0,003 + 0,07 + 0,04 + 2 = 2,2 \text{ мин};$$

$$3) t_{в.2} = 0,32 + 0,1 + 0,003 + 0,03 + 1,5 = 2 \text{ мин};$$

1.9.3. Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

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

где $t_{шт}$ - штучное время, мин;

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

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

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

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

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

$t_{пер}$ - время перерывов, мин.

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

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь

на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а также на уборку стружки.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

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

Найдем оперативное время для каждой операции:

Заготовительная

$$t_{\text{оп}}^1 = 0,68 + 0,82 = 1,5 \text{ мин};$$

Токарно-фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}}^1 = 0,35 + 0,72 = 1,07 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^2 = 0,255 + 0,243 = 0,498 \text{ мин};$$

$$t_{\text{оп}}^3 = 0,16 + 0,173 = 0,333 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^4 = 0,007 + 0,12 = 0,127 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = 0,06 + 0,12 = 0,18 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = 0,08 + 0,243 = 0,323 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^7 = 0,18 + 0,8 = 0,98 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^8 = 0,2 + 0,325 = 0,525 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^9 = 0,24 + 0,54 = 0,78 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{10} = 0,05 + 0,54 = 0,59 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{11} = 0,153 + 0,54 = 0,207 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{12} = 0,04 + 0,54 = 0,59 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{13} = 0,11 + 0,48 = 0,59 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^{14} = 0,02 + 0,48 = 0,5 \text{ мин.}$$

Фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{оп}}^1 = 0,07 + 0,71 = 0,78 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^2 = 0,04 + 0,46 = 0,5 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^3 = 0,2 + 0,29 = 0,49 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^4 = 0,24 + 0,38 = 0,62 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^5 = 0,02 + 0,21 = 0,23 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^6 = 0,35 + 0,255 = 0,605 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^7 = 0,057 + 0,97 = 1,027 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная

$$t_{\text{оп}}^1 = 0,19 + 1,6 = 1,79 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^2 = 0,26 + 2,2 = 2,46 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{оп}}^3 = 0,26 + 2 = 2,26 \text{ мин.}$$

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

В этом случае формула расчета штучного времени определяется как:

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

где α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

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

Определяем штучное время для каждой операции:

Заготовительная

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^1 = 1,5 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,5 = 1,68 \text{ мин;}$$

Токарно-фрезерная с ЧПУ

$$t_{\text{шт.}}^1 = t_{\text{оп}}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^1 = 1,07 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,07 = 1,2 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{шт.}}^2 = t_{\text{оп}}^2 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^2 = 0,498 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,498 = 0,56 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{шт.}}^3 = t_{\text{оп}}^3 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^3 = 0,333 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,333 = 0,37 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.}}^4 = t_{\text{оп}}^4 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^4 = 0,125 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,125 = 0,14 \text{ мин;}$$

$$t_{\text{шт.}}^5 = t_{\text{оп}}^5 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{\text{оп}}^5 = 0,18 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,18 = 0,2 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^6 = t_{оп}^6 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^6 = 0,323 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,323 = 0,36 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^7 = t_{оп}^7 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^7 = 0,98 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,98 = 1,1 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^8 = t_{оп}^8 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^8 = 0,525 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,525 = 0,6 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^9 = t_{оп}^9 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^9 = 0,78 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,78 = 0,87 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{10} = t_{оп}^{10} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{10} = 0,59 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,59 = 0,66 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{11} = t_{оп}^{11} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{11} = 0,207 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,207 = 0,23 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{12} = t_{оп}^{12} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{12} = 0,59 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,59 = 0,66 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{13} = t_{оп}^{13} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{13} = 0,59 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,59 = 0,66 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^{14} = t_{оп}^{14} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^{14} = 0,5 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,5 = 0,56 \text{ мин};$$

Фрезерная с ЧПУ

$$t_{шт.}^1 = t_{оп}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^1 = 0,79 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,79 = 0,88 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^2 = t_{оп}^2 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^2 = 0,5 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,5 = 0,56 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^3 = t_{оп}^3 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^3 = 0,49 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,49 = 0,55 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^4 = t_{оп}^4 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^4 = 0,62 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,62 = 0,69 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^5 = t_{оп}^5 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^5 = 0,23 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,23 = 0,26 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^6 = t_{оп}^6 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^6 = 0,6 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,6 = 0,67 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^7 = t_{оп}^7 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^7 = 1,027 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,027 = 1,15 \text{ мин};$$

Резьбонарезная

$$t_{шт.}^1 = t_{оп}^1 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^1 = 1,75 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 1,75 = 1,96 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^2 = t_{оп}^2 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^2 = 2,44 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,44 = 2,73 \text{ мин};$$

$$t_{шт.}^3 = t_{оп}^3 * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}^3 = 2,2 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,2 = 2,46 \text{ мин};$$

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

Заготовительная: $t_{пз}^1=8$ мин. [8, стр.96]

Токарно-фрезерная с ЧПУ: $t_{пз}^T=11,7$ мин; $t_{пз}^\Phi=41,4$ мин [8, стр.96]

$$1) t_{пз}^1 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$2) t_{пз}^2 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$3) t_{пз}^3 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$4) t_{пз}^4 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$5) t_{пз}^5 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$6) t_{пз}^6 = \frac{11,7}{6} = 1,95 \text{ мин.}$$

$$7) t_{пз}^7 = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$8) t_{пз}^8 = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$9) t_{пз}^9 = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$10) t_{пз}^{10} = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$11) t_{пз}^{11} = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$12) t_{пз}^{12} = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$13) t_{пз}^{13} = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

$$14) t_{пз}^{14} = \frac{41,4}{8} = 5,175 \text{ мин}$$

Фрезерная с ЧПУ:

$$1) t_{пз}^1 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$2) t_{пз}^2 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$3) t_{пз}^3 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$4) t_{\text{ПЗ}}^4 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$5) t_{\text{ПЗ}}^5 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$6) t_{\text{ПЗ}}^6 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

$$7) t_{\text{ПЗ}}^7 = \frac{41,4}{7} = 5,9 \text{ мин}$$

Резьбонарезная:

$$t_{\text{ПЗ}}^1 = t_{\text{ПЗ}}^2 = t_{\text{ПЗ}}^3 = \frac{11,7}{3} = 3,9 \text{ мин}$$

Определяем величину штучно-калькуляционного времени для каждой операции:

$$\text{Заготовительная: } t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^1}{N} = 1,68 + \frac{8}{84} = 1,77 \text{ мин}$$

Токарно-фрезерная с ЧПУ:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^1}{n} = 1,12 + \frac{6}{84} = 1,19 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^2 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^2}{n} = 0,56 + \frac{6}{84} = 0,63 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^3 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^3}{n} = 0,37 + \frac{6}{84} = 0,44 \text{ мин};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^4 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^4}{n} = 0,14 + \frac{6}{84} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^5 = t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^5}{n} = 0,2 + \frac{6}{84} = 0,27 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^6 = t_{\text{шт.}}^6 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^6}{n} = 0,36 + \frac{6}{84} = 0,43 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^7 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^7}{n} = 1,1 + \frac{5,175}{84} = 2,17 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^8 = t_{\text{шт.}}^8 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^8}{n} = 0,6 + \frac{5,175}{84} = 1,16 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^9 = t_{\text{шт.}}^9 + \frac{t_{\text{ПЗ}}^9}{n} = 0,87 + \frac{5,175}{84} = 0,93 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{10} = t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{n} = 0,66 + \frac{5,175}{84} = 0,72 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{11} = t_{\text{шт.}}^{11} + \frac{t_{\text{пз}}^{11}}{n} = 0,23 + \frac{5,175}{84} = 0,29 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{12} = t_{\text{шт.}}^{12} + \frac{t_{\text{пз}}^{12}}{n} = 0,66 + \frac{5,175}{84} = 0,72 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{13} = t_{\text{шт.}}^{13} + \frac{t_{\text{пз}}^{13}}{n} = 0,66 + \frac{5,175}{1000} = 0,72 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^{14} = t_{\text{шт.}}^{14} + \frac{t_{\text{пз}}^{14}}{n} = 0,56 + \frac{5,175}{1000} = 0,62 \text{ мин.}$$

Фрезерная с ЧПУ:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{пз}}^1}{n} = 0,88 + \frac{5,9}{84} = 0,95 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^2 + \frac{t_{\text{пз}}^2}{n} = 0,56 + \frac{5,9}{84} = 0,63 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^3 + \frac{t_{\text{пз}}^3}{n} = 0,55 + \frac{5,9}{84} = 0,62 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^4 = t_{\text{шт.}}^4 + \frac{t_{\text{пз}}^4}{n} = 0,69 + \frac{5,9}{84} = 0,76 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^5 = t_{\text{шт.}}^5 + \frac{t_{\text{пз}}^5}{n} = 0,26 + \frac{5,9}{84} = 0,33 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^6 = t_{\text{шт.}}^6 + \frac{t_{\text{пз}}^6}{n} = 0,67 + \frac{5,9}{84} = 0,74 \text{ мин.}$$

$$t_{\text{шт.к.}}^7 = t_{\text{шт.}}^7 + \frac{t_{\text{пз}}^7}{n} = 1,15 + \frac{5,9}{84} = 1,22 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная:

$$t_{\text{шт.к.}}^1 = t_{\text{шт.}}^{05} + \frac{t_{\text{пз}}^{05}}{n} = 1,96 + \frac{3,9}{84} = 2 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^2 = t_{\text{шт.}}^{10} + \frac{t_{\text{пз}}^{10}}{n} = 2,73 + \frac{3,9}{84} = 2,77 \text{ мин.};$$

$$t_{\text{шт.к.}}^3 = t_{\text{шт.}}^{15} + \frac{t_{\text{пз}}^{15}}{n} = 2,46 + \frac{3,9}{84} = 2,5 \text{ мин.};$$

2. Конструкторская часть

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела - комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимость оценить полные 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.

Исходные данные:

Программа выпуска, шт/год	1000
Период оборота, час	8
Режим работы (смен), S	2
Продолжительность смены, $T_{см}$	8
Регламентированные перерывы, $T_{рег}$	60
Технологически неизбежные потери продукции $\alpha_{пт}$, %	3
Вес детали, кг	0,21
Цена материала за кг, руб	100
Средний коэффициент использования материала, %	34
Цена отходов от стоимости материала	2500
Тип производства	Мелкосерийное
Стоимость электроэнергии за 1 кВт/ч, руб	4

Калькуляция данных для технологического процесса

Определяем номинальный фонд времени работы оборудования:

$$T_{\text{ном}} = (D_{\text{г}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) \cdot S \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{сокр}}, \text{ час/год};$$

где, $D_{\text{г}}$ – число рабочих дней в планируемом периоде;

$D_{\text{вых}}$ – число выходных дней;

$D_{\text{пр}}$ – число праздничных дней;

S – число рабочих смен в сутки;

$T_{\text{см}}$ – длительность рабочей смены, час;

$D_{\text{пред}}$ – число предпраздничных дней;

$T_{\text{сокр}}$ – продолжительность нерабочего времени в предпраздничные дни;

$$\begin{aligned} T_{\text{ном}} &= (D_{\text{г}} - D_{\text{вых}} - D_{\text{пр}}) \cdot S \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{пред}} \cdot T_{\text{сокр}} = \\ &= (365 - 113 - 12) \cdot 2 \cdot 8 - 12 \cdot 2 = 3816 \text{ час/год} \end{aligned}$$

Определяем программу запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \cdot 100}{100 - \alpha_{\text{пп}}}, \text{ шт/год}$$

где $\alpha_{\text{пп}}$ - технологически неизбежные потери,

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \cdot 100}{100 - \alpha_{\text{пп}}} = \frac{3600 \cdot 100}{100 - 3} = 3711 \text{ шт/год}$$

3.1. Расчёт стоимости материала:

Цена материала одного изделия составляет:

$$C_{\text{м}} = \frac{m}{K_{\text{и}}} \cdot C_{\text{и}};$$

где, m – масса одного изделия;

$K_{\text{и}}$ – средний коэффициент использования материала;

C_M – стоимость материала, руб/кг;

Тогда цена материала:

$$C_M = \frac{0,21}{0,34} \cdot 30 = 18,53 \text{ руб.}$$

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отх} = \left(\frac{m}{K_u} - m \right) \cdot C_{отх};$$

где, $C_{отх}$ – цена отходов;

Цена отходов на одно изделие: $C_{отх} = \left(\frac{0,21}{0,34} - 0,21 \right) \cdot \frac{2500}{1000} = 1 \text{ руб.}$

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят: $C_{м.осн} = C_M - C_{отх} = 18,53 - 1 = 17,53 \text{ руб.}$

3.2. Расчет заработной платы

Операции технологического процесса изготовления корпуса червячного редуктора, с указанием штучно-калькуляционного времени, стоимости работы (в соответствии с тарифной сеткой):

№ опер.	Наименование операции	Разряд работы	$T_{шт-к}$, мин.	Основная заработная плата ($Z_{осн}$), руб
1	Заготовительная	3	1,77	3,65
2	Токарно-фрезерная с ЧПУ	5	10,5	19,8
3	Фрезерная с ЧПУ	5	5,25	19,8
4	Резьбонарезная	4	12,52	11,2
Всего			30,04	54,45

Затраты на основную заработную плату посчитаем приближённым методом по следующей формуле:

$$З_{осн} = \frac{C_{мз} \cdot t_{штк}}{F_{мп} \cdot 60} \text{ руб./изд.},$$

где $C_{мз}$ = – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

3й разряд – 25000 руб.

4й разряд – 30000 руб.;

5й разряд – 35000 руб.;

$F_{мп}$ = 240 часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

$$З_{1осн.} = \frac{25000 \cdot 1,77}{240 \cdot 60} = 3,07 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

$$З_{2осн.} = \frac{35000 \cdot 10,5}{240 \cdot 60} = 25,52 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

$$З_{3осн.} = \frac{35000 \cdot 5,25}{240 \cdot 60} = 12,76 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

$$З_{4осн.} = \frac{30000 \cdot 12,52}{240 \cdot 60} = 26,08 \frac{\text{руб}}{\text{изд.}}$$

Дополнительная заработная плата:

Дополнительная заработная плата, не связанная с производством – оплата труда, полагающаяся по закону за не проработанное время, составляет 9% от основной заработной платы.

Дополнительная заработная плата на единицу изделия:

$$З_{доп} = З_{осн} \cdot K_{доп} = 67,43 \cdot 0,09 = 6,06 \text{ руб.}$$

3.3. Отчисления на социальные цели:

Отчисления на социальные цели на одно изделие определяются следующей зависимостью:

$$C_{\text{соц}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \cdot K_{\text{соц}},$$

где, $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, включает в себя: отчисления в пенсионный фонд 26 % ; на социальное страхование 2,9% ; на медицинское страхование 5,1% ; $K_{\text{соц}} = 34\%$ от затрат на заработную плату.

Отчисления на социальные цели на одно изделие составят:

$$C_{\text{соц}} = (67,43 + 6,06) \cdot 0,34 = 25 \text{руб.}$$

Прямые затраты:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{м.осн}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} = 17,53 + 67,43 + 6,06 + 25 = 116,02$$

3.4. Общепроизводственные расходы

Общепроизводственные расходы составляют 130 % от основной заработной платы для серийного производства:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{осн}} \cdot 130\% = 67,43 \cdot 1,3 = 87,7 \text{руб.}$$

3.5. Затраты на электроэнергию и амортизационные отчисления

Электроэнергия, потраченная на работу оборудования при изготовлении детали.

$$Э_{\text{об}} = N_{\text{об}} \cdot C_{\text{э}} \cdot t_0;$$

где, $Э_{\text{об}}$ – Затраты на электроэнергию потребляемую оборудованием, руб. ;

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

$C_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт/час ;

t_0 – время работы оборудования, час ;

Амортизационные отчисления:

Рассчитывается за время выполнения работы на оборудовании, которое имеется в наличии.

$$A = C_{об} \cdot H_{a.от} \cdot t_o / T_{ном};$$

где A - Амортизационные отчисления, руб. ;

$C_{об}$ – стоимость оборудования, руб. ;

$H_{a.от}$ – норма амортизационных отчислений, % ;

t_o – время работы оборудования, час. ;

$T_{ном}$ – номинальный фонд времени работы оборудования, час/год.

Норма амортизационных отчислений берём $H_{a.от} = 7\%$.

$$A_{BSM\ 300/400} = C_{об.} \cdot H_{a.от.} \cdot t_o / T_{ном.} = \frac{872430 \cdot 0,07 \cdot \frac{0,68}{60}}{3816} = 0,18 \text{ руб.}$$

$$A_{VturnX\ 200} = C_{об.} \cdot H_{a.от.} \cdot t_o / T_{ном.} = \frac{3074850 \cdot 0,07 \cdot \frac{4,075}{60}}{3816} = 3,83 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию и амортизацию оборудования на одну деталь занесём в таблицу:

Наименование оборудования	Время использования, час.	Мощность, кВт/час.	Расходы на Эл.энергию, руб.	Амортизационные отчисления
BSM 300/400	0,68	11	0,498	0.18

Vturn-X200	4,075	15	4,075	3,83
Итого:	4,755	26	4,573	4,01

3.6. Общая производственная себестоимость:

$$C_{o.пр} = C_{п} + C_{пр} + A + Э_{об} = 116,02 + 87,7 + 4,01 + 4,573 = 212,3 \text{ руб}$$

Калькуляционная стоимость корпуса червячного редуктора

Наименование	Руб.
Материалы	17,53
Основная заработная плата	41,91
Отчисления на социальное страхование	25
Затраты на электроэнергию	4,01
Амортизационные отчисления	4,573
Общие производственные затраты	87,7
Дополнительная заработная плата	6,06
Производственная себестоимость	212,3

4. Социальная ответственность

4.1. Производственная безопасность.

4.1.1. Анализ выявленных факторов при разработке технологии изготовления корпуса червячного редуктора.

4.1.1.1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Повышенная запыленность и загазованность воздуха.

Пылью (аэрозолем) называются измельченные или полученные иным путем мелкие частицы твердых веществ, витающие (находящиеся в движении) некоторое время в воздухе.

При работе в участке металлообработки неизбежно возникает запыленность воздуха. Станки, использующие СОЖ, не полностью герметичны, поэтому в воздухе возникает некоторая концентрация аэрозолей СОЖ. Испаряемость СОЖ на горячих обрабатываемых изделиях, режущем инструменте и стружке, а также на крупных площадях поверхности капелек масляного тумана приводит к загрязнению рабочих помещений парами и даже к конденсированным туманам.

Воздушная среда производственных помещений, в которой содержатся вредные вещества в виде пыли и газов, оказывает непосредственное влияние на безопасность труда. Воздействие пыли и газов на организм человека зависит от их ядовитости (токсичности) и концентрации в воздухе производственных помещений, а также продолжительности пребывания человека в этих помещениях. Самое важное значение имеют такие свойства пыли, как ее химический состав, дисперсность, взрывоопасность, радиоактивность, электростатическая зарядность и растворимость.

Пыль, являясь вредным фактором, оказывает на организм человека такие действия как: фиброгенное, токсическое, раздражающее, аллергенное и канцерогенное. Чем меньше частицы пыли, тем глубже они проникают в

дыхательные пути, тем легче попадают в легкие. Так, в легкие проникает пыль размером до 5 мкм, а более крупные частицы задерживаются в верхних дыхательных путях. Пылевые профессиональные заболевания - одни из самых тяжелых и распространенных во всем мире. К основным из них относятся: пневмокониозы, хронический бронхит и заболевания верхних дыхательных путей. Наиболее часто встречаются следующие виды пневмокониозов: силикоз - наиболее тяжелая форма пневмокониоза, развивающаяся при вдыхании пыли, содержащей свободный кремнезем (SiO₂), и сопровождающаяся изменениями легочной ткани.

Фактическая концентрация пыли в воздухе рабочей зоны не должна превышать ПДК, которые приведены в ГОСТе 12.1.005-88 и СанПиН № 11-19-94.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Масла минеральные нефтяные	5	а	III	
Алюминий и его сплавы (в пересчете на алюминий)	2	а	III	Ф

Условные обозначения:

а - аэрозоль;

Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

Пыли по степени воздействия на человека делятся на 4 класса опасности. Для кремнеземсодержащих пылей ПДК - от 1 до 4 мг/м³, для остальных видов пылей - от 1 до 10 мг/м³ с учетом их опасности для человека. СанПиН № 9-72 РБ 98 определяет перечень промышленных аэрозолей, оказывающих фиброгенное действие на организм человека. В этот перечень включены 11 наименований пыли, в том числе кремнезем, асбесты природные и синтетические, цемент, шамот каолиновый, огнеупоры, пыль стекла, искусственные минеральные волокна (стекловата, вата минеральная и др.), угольная пыль, сварочный аэрозоль и т.д.

Для коллективной защиты от пыли и аэрозолей предусматривается вытяжная вентиляционная система. Проводится ежедневная влажная уборка участка. Для индивидуальной защиты возможно использование респираторов, марлевых повязок, специальной одежды из пыленепроницаемой ткани.

4.1.1.2. Повышенный уровень шума и вибрации

При работе металлообрабатывающего оборудования, как правило, возникает высокий уровень шума, особенно при наличии большого количества работающих станков. Шум возникает при работе движущихся частей станка, таких как электродвигатели, пневмоприводы, при взаимодействии режущего инструмента с заготовкой (особенно при фрезерной обработке). Так же источником шума является вспомогательное оборудование, такое как компрессоры, клапаны сброса избыточного давления.

Шум высоких уровней отрицательно влияет на ЦНС, желудок, двигательные функции, умственную работу, зрительный анализатор. Изменяются частота и наполнение пульса, кровяное давление, замедляются реакции, ослабляется внимание, ухудшается разборчивость речи. Снижается чувствительность органа слуха, что приводит к временному повышению порога слышимости. При длительном воздействии шума высокого уровня возникают необратимые потери слуха и развивается профессиональное заболевание - тугоухость.

Критерием риска потери слуха считается уровень 90 дБ при ежедневном воздействии более 10 лет.

Согласно санитарной нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория тяжести трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-

Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-
-------------------------------	----	----	---	---	---

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. акустическая обработка помещений;
4. уменьшение шума на пути его распространения.

Так же при работе оборудования возникают вибрации из-за дисбаланса вращающихся частей и при ускоренных перемещении стола станка с ЧПУ. 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.

4.1.1.3. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны может возникнуть в результате неправильного расчета количества светильников, мощности ламп, из за неправильного их расположения, при использовании общего локализованного освещения. Так же в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость, которая возникает на поверхности детали при отражении света.

Равномерное распределение яркости в поле зрения имеет большое значение для поддержания работоспособности человека. Если в поле зрения постоянно находятся поверхности, значительно отличающиеся по яркости (освещенности), то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден адаптироваться. Частая переадаптация приводит к развитию утомления зрения и затрудняет выполнение производственных операций.

Эти факторы вызывают ослепленность и приводят к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Необходимо соблюдать меры защиты от прямой и отраженной блескости. Кроме того, должны быть приняты меры по ограничению слепимости, что достигается установлением минимально допустимых значений высоты подвеса светильников.

При освещении производственных помещений используют естественное освещение, искусственное, осуществляемое электрическими лампами, и совмещенное, при котором в светлое время суток недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным.

В производственном помещении металлообработки кафедры ТАМП НИ ТПУ используется комбинированное освещение. Металлообрабатывающее оборудование так же имеет собственное освещение рабочей зоны.

Для освещения применим люминесцентные лампы. Выбор типа светильника производится с учетом следующих основных факторов:

- требуемое количество освещения;
- безопасность эксплуатации;
- удобство;
- экономичность.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещение, 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/м^2 . 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_p), он не должен превышать 5 % [9], 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.

4.1.2. Опасные факторы

4.1.2.1. Движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования

К движущимся частям производственного оборудования участка металлообработки можно отнести перемещения суппортов, шпинделей, подвижных столов и стоек станков, ходовые винты, открытых частей ленточнопильного станка.

На участке так же перемещаются заготовки и готовые изделия на подъемниках- тележках, крупногабаритные грузы перевозятся электрокаром.

Скорость перемещения подвижных частей оборудования является основной величиной, которая характеризует опасность. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования 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.

Мероприятия, производимые для безопасности труда человека:

1. Установка защитных устройств (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).
2. Окрашивание чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов крупногабаритных перемещающихся частей оборудования и транспортных устройств.
3. Нанесение предупреждающего знака опасности по ГОСТ 12.4.026-76 на наружной стороне ограждений.
4. Установка предохранительных и блокирующих устройств, предотвращающих поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.
5. Установка тормозных устройств, обеспечивающих остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.
6. Применение автоматических устройств (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом при установке заготовок и их снятии.

4.1.2.2. Механические травмы

Под механическим травмированием человека понимают повреждения кожных покровов, мышц, костей, сухожилий, позвоночника, глаз, головы и других частей тела. Причиной такого рода травм являются прежде всего

шероховатость поверхности, острые кромки и грани инструмента и оборудования, движущиеся механизмы и машины, незащищенные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, материалы, заготовки, разрушающиеся конструкции. Механические травмы могут быть следствием падения с высоты. Возможны травмы глаз твердыми частицами, образующимися при обработке материалов.

Производственная травма - внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванные несчастным случаем на производстве. Производственным травматизмом называется повторение несчастных случаев, связанных с производством.

Травмы может нанести металлическая стружка. При работе без защитных средств она может попасть в глаза. Более опасна сливная стружка, она же ленточная, которая наносит большее количество травм, таких как порезы рук и ног. Отлетающая стружка и пыль таких металлов как бронза, латунь, чугун, различные сплавы, сталь при фрезеровании наносят травмы глазам, возможны ожоги лица и рук.

При неправильном использовании металлорежущего оборудования и оснастки может произойти поломка инструмента, что может нанести серьезные травмы. Современные станки имеют защитное прочное стекло, тем не менее это не всегда может защитить от крупных осколков.

При металлообработке на металлорежущих станках можно получить термические ожоги .

Наиболее распространенные травмы на металлообрабатывающем участке это порезы, так как заготовки имеют острые необработанные кромки. Для избежания порезов рекомендуется производить смену заготовок в специальных перчатках.

Для предупреждения несчастных случаев на предприятиях оборудуются кабинеты или уголки по технике безопасности, где размещаются плакаты, схемы, инструктивные материалы по технике

безопасности, индивидуальные средства защиты, приборы для измерения шума, света, вибрации и так далее. Регулярное проведение лекций, инструктажей с использованием наглядных пособий является действенным способом пропаганды техники безопасности на производстве.

Каждый работник должен работать в спецодежде, используя защитные очки.

4.1.2.3. Поражение электрическим током

Воздействие электрического тока на организм человека может иметь серьезные последствия для здоровья. И хотя электротравмы (травмы, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги) составляют лишь незначительную часть общего производственного травматизма, количество смертельных электропоражений в общем, смертельном травматизме, чрезвычайно велико. Действие на организм человека электрического тока одних и тех же параметров зависит от обстановки: ток, не вызвавший заметного воздействия на человека в одних условиях, может привести к трагическим последствиям в других. Опасность поражения электрическим током усугубляется тем, что он не может быть обнаружен при помощи органов чувств.

Основными факторами, определяющими опасность поражения электрическим током и исход поражения, являются:

- а) сила тока;
- б) продолжительность воздействия тока;
- в) частота тока;
- г) пути прохождения тока через организм;
- д) состояние организма.

Сила тока при его прохождении через тело человека, как известно, прямо пропорциональна его напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению. Исключительно большим сопротивлением в отношении электрической проводимости тела отличается кожа, главным образом ее

поверхностный роговой слой — эпидермис. Сопротивление сухой кожи на 40—60% больше, чем влажной. Говоря об электрическом сопротивлении человеческого организма, обычно различают внешнее сопротивление (сопротивление кожи) и внутреннее сопротивление (сопротивление внутренних тканей: мышц, нервов и т.д.). Исследованиями установлено, что сопротивление внутренних органов не зависит от величины приложенного напряжения и зависит только от изменения температуры тела и в среднем может быть принято 500 – 1000 Ом.

При увеличении тока, проходящего через кожу, сопротивление ее уменьшается, что объясняется ее нагревом, увеличивающим все большее и большее потоотделение. По данным наблюдений сопротивление тела человека, составляющее при токе 0,1 мА около 500 кОм, снижается при токе 10 мА до 8 кОм. Снижение сопротивления кожи от длительности протекания тока объясняется нагревом и электролитическим изменением кожи. Токи силой 0,1 А и выше смертельны. При силе тока 10—15 мА или 0,01—0,015 А человек с трудом может оторваться от проводника тока. Усиливает опасность поражения переменным электрическим током его частота. Особенно опасна частота в пределах 150 Гц. Частота переменного тока в 500 000 Гц и выше опасна только в отношении ожогов.

Общие требования к электробезопасности изложены в ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы:

- защитное заземление;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное экранирование;

- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляцию нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей (см. ГОСТ Р МЭК 61140);
- малое напряжение;
- контроль изоляции;
- компенсацию токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства;
- средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты делятся на изолирующие, вспомогательные и ограждающие.

Изолирующие защитные средства обеспечивают электрическую изоляцию человека от токоведущих частей и земли. Они подразделяются на основные (диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными рукоятками) и дополнительные (диэлектрические галоши, коврики, подставки)

К вспомогательным можно отнести очки, противогазы, маски, предназначенные для защиты от световых, тепловых и механических воздействий.

К ограждающим относятся переносные щиты, клетки, изолирующие подкладки, переносные заземления и плакаты. Они предназначены в основном для временного ограждения токоведущих частей, к которым возможно прикосновение работающих.

Статическое электричество (согласно ГОСТ 12.1.018) — это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности (или в объеме) диэлектриков или на изолированных проводниках.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены в ГОСТ 12.1.045-84. “Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”. Допустимые уровни напряженности полей зависят от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей равен 60 кВ/м в 1 ч.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м.

При выборе средств защиты от статического электричества должны учитываться особенности технологических процессов, физико-химические свойства обрабатываемого материала, микроклимат помещений и др., что определяет дифференцированный подход при разработке защитных мероприятий.

Защита от статического электричества осуществляется двумя путями:

1. уменьшением интенсивности образования электрических зарядов;
2. устранением образовавшихся зарядов статического электричества.

Уменьшение интенсивности образования электрических зарядов достигается за счет снижения скорости и силы трения, различия в диэлектрических свойствах материалов и повышения их электропроводимости. Уменьшение силы трения достигается смазкой, снижением шероховатости и площади контакта взаимодействующих поверхностей. Скорости трения ограничивают за счет снижения скоростей обработки и транспортировки материалов.

Устранение зарядов статического электричества достигается прежде всего заземлением корпусов оборудования. Заземление для отвода статического электричества можно объединять с защитным заземлением электрооборудования. Если заземление используется только для снятия статического электричества, то его электрическое сопротивление может быть

существенно больше, чем для защитного сопротивления электрооборудования (до 100 Ом). Достаточно даже тонкого провода, чтобы электрические заряды постоянно стекали в землю.

4.2. Экологическая безопасность.

Защита окружающей среды является одной из важных задач в наши дни. Выбросы, осуществляемые промышленными предприятиями, энергетическими системами и транспортом в атмосферу, водоемы и недра земли, достигли таких размеров, что уровень загрязнений существенно превышает допустимые санитарные нормы.

Любая механическая обработка металлов, производимых на станках, сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые выбрасывается наружу через вентиляционную систему. В процессе таких операций, как шлифование и полирование, 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. При нанесении покрытий и их высыхании также выделяются вредные вещества.

Для охлаждения деталей и узлов технологического оборудования машиностроительных предприятиях используется вода. На основе анализа систем водоснабжения количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, при промывке деталей, в результате чего сточные воды загрязняются маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят СОЖ, которые применяются при обработке на металлорежущих станках. Воду также используют 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 организаций стоки гальванических цехов в большей степени загрязнены 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.

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.

4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.3.1. 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 и пожароопасности относится к категории «Д» - предназначается для производств, в которых используются, в холодном состоянии, негорючие вещества и материалы.

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 такие средства пожаротушения, как огнетушители ОВП-10, ОУ-2.5-8, пожарные краны, щиты.

Механообрабатывающий участок оборудован средствами связи и пожарными извещателями.

Пожарная профилактика: контроль за производством огневых и покрасочных работ; контроль за режимом курения.

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Правовые нормы и гарантии

Так как участок металлообработки имеет вредные и опасные факторы производства, рассмотрим правовые нормы и гарантии для вредного производства.

Трудовое право – это совокупность правовых норм, регламентирующих общественные отношения, которые складываются в процессе реализации гражданами права на труд, в процессе функционирования рынка наемного труда, организации и применения наемного труда на основе трудового договора с юридическим или физическим лицом.

Цели трудового права состоят в том, чтобы установить государственные гарантии трудовых прав и свобод граждан, создать благоприятные условия труда, защитить права и интересы работников и работодателей.

Социальный аспект правовых норм отражен в ряде федеральных программ (“Здоровье”, “Образование” и др.). Эти программы влияют на совершенствование трудовых отношений.

Вредные условия труда - условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство (Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 31 августа 2007 г. N 569).

Виды компенсаций, предусмотренные российским законодательством работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда:

1. Сокращенная продолжительность рабочего времени, устанавливаемая для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (ст.92, 94 ТК).

2. Ежегодные дополнительные отпуска, которые устанавливаются работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (ст.117 ТК).

3. Оплата труда работников в повышенном размере, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда (ст.147 ТК).

4. Молоко или другие равноценные пищевые продукты, выдаваемые работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда бесплатно по установленным нормам (ст. 222 ТК).

5. Лечебно-профилактическое питание для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда бесплатно по установленным нормам (ст. 222 ТК).

6. Досрочное назначение трудовой пенсии для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, на работах в особых условиях труда (ст.27 и 28 Федерального закона “О трудовых пенсиях в Российской Федерации”).

Трудовой коллектив - это социальная общность работников организации. Он состоит из коллективов подразделений в организации (филиалов, отделений, цехов и др.).

Все работающие в организации образуют трудовой коллектив. В него входят:

а) работники, заключившие трудовые договоры на неопределенный срок; б) те, кто работает по срочным трудовым договорам (в частности, временные работники), нештатные работники (при условии заключения трудового договора), совместители (все они вправе участвовать в общих

собраниях (конференциях), быть представленными в органах, формируемых трудовым коллективом, в течение срока их трудового договора)

в) должностные лица администрации, поскольку с ними организацией заключен трудовой договор. Сама администрация как совокупность должностных лиц, управляющих производством и его подразделениями, является органом не трудового коллектива, а организации (работодателя).

Права трудового коллектива:

- 1) на собрании формирует свои органы;
- 2) избирает членов комиссии по трудовым спорам (они могут избираться и в подразделениях коллективами подразделений);
- 3) проявляет через своих полномочных представителей инициативу о заключении коллективного договора;
- 4) избирает своих представителей и уполномочивает их на ведение коллективных переговоров и подписание коллективного договора от их имени;
- 5) ведет коллективные переговоры по поводу коллективного договора через своих представителей;
- 6) заключает коллективный договор с работодателем;
- 7) контролирует выполнение коллективного договора;
- 8) утверждает по представлению администрации правила внутреннего трудового распорядка организации;
- 9) применяет за успехи в труде меры общественного поощрения, выдвигает работников для морального и материального поощрения, а за нарушения трудовой дисциплины - меры общественного взыскания;
- 10) устанавливает с помощью коллективного договора условия труда в организации;
- 11) объявляет забастовки.

Юридические гарантии прав трудового коллектива:

- 1) решения общего собрания, конференции, принятые в пределах полномочий и в соответствии с законодательством, обязательны для работодателя. Разногласия между ними решаются в порядке, предусмотренном ТК РФ и другими нормативными актами;
- 2) требования работников при конфликтах должны быть рассмотрены работодателем в течение 3 рабочих дней;
- 3) лица, виновные в невыполнении решений собрания, конференций, привлекаются к ответственности;
- 4) представители коллектива работников защищаются от возможных преследований со стороны работодателя: устанавливаются дополнительные гарантии при переводе на другую работу, увольнении, наложении дисциплинарного взыскания.

Понятие гарантий в сфере труда:

В ч. 1 ст. 164 ТК РФ гарантии определены как средства, способы и условия, с помощью которых обеспечивается осуществление предоставленных работникам прав в области социально-трудовых отношений. Таким образом, в качестве цели применения установленных законодательством гарантий указано осуществление имеющихся у работников прав. Следовательно, гарантии выполняют обеспечительную функцию по отношению к установленным работникам правам.

Трудовой кодекс РФ разделяет гарантии и компенсации на общие (при приеме на работу, переводах, оплате труда, расторжении трудового договора и др.) и специальные.

Источником финансирования гарантий и компенсаций могут быть как средства работодателя, так и средства органов и организаций, в интересах которых работник исполняет государственные или общественные обязанности (присяжные заседатели, доноры и др.).

Правовое регулирование условий предоставления гарантий и компенсаций не является прерогативой трудового законодательства и осуществляется с помощью федеральных законов и других нормативных правовых актов.

Заключение

В результате проделанной работы поставленные цели были достигнуты в полном объеме. Был разработан технологический процесс изготовления детали “Корпус”. Для этого были проведены расчеты припусков, технологических размеров, рассчитаны оптимальные режимы резания, нормы времени технологических операций.

Было спроектировано приспособление, которое позволило увеличить точность изготовления, а значит и долговечность детали “Корпус”. Также был проведен анализ вопросов по финансовому менеджменту, рассчитана себестоимость продукции, с учетом данных, актуальных на 2016 год. В разделе “Социальная ответственность” рассмотрены вопросы безопасности для данного вида производства, проанализированы вредные и опасные факторы и средства защиты.

Литература

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского, А.Г. Сулова – М.: Машиностроение, 2003. – 944 с., ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.М. Дальского, А.Г. Сулова – М.: Машиностроение, 2003. – 912 с., ил.
5. Михаевич Е.П. Технология машиностроения: учебно-методическое пособие НИ ТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010.-100с.
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с., ил.
7. Единая система допусков и посадок СЭВ в машиностроении и приборостроении: справочник в 2 –х т. Т.2/ Под ред. М.А. Палей, Т.В. Пантелеевой – М.: Издательство стандартов, 1989. – 208с.
8. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания: нормативно-производственное издание. В 2-х частях. Часть 1 / Под ред. С.Ю. Романова – М.: Машиностроение, 1990. – 207 с., ил.
9. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие -2-е издание. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 90 с.

10. Фрезы концевые. Каталог. URL:
http://static.tverdysplav.ru/docs/Korloy/Korloy_frezi_koncevie_2013.pdf
(Дата обращения: 18.05.2016).
11. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. М.: Минздрав России, 2003.
12. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
13. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной среды» М.: Минздрав России, 2003
14. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988.
15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.