

**в Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

<b>Институт</b>	ИК
<b>Направление подготовки</b>	15.03.01 «Машиностроение»
<b>Кафедра</b>	Технология машиностроения и промышленная робототехника

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

<b>Тема работы</b>
<b>Разработка технологии изготовления сердечника</b>

УДК 621.81.-2.2.002:621.67

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Петренко Кирилл Ильич		

Руководитель:

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

<b>И.о. зав. кафедрой</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

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

---

<b>Институт</b>	ИК
<b>Направление подготовки</b>	15.03.01 «Машиностроение»
<b>Кафедра</b>	Технология машиностроения и промышленная робототехника

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. зав. кафедрой ТМСПр

\_\_\_\_\_ Вильнин А.Д.  
(подпись)      (дата)      (ФИО)

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8Л31	Петренко Кирилл Ильич

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Сердечник»	
Утверждена приказом директора ИК	«__» ____, 2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

**Техническое задание:**

<b>Исходные данные к работе:</b>	Чертеж детали; годовая программа выпуска $N_2=50 \text{ шт}$
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:</b>	
<b>1. Технологическая часть:</b>	Выполнить анализ технологичности детали; обосновать выбор заготовки; спроектировать технологический процесс; рассчитать припуски на обработку всех поверхностей; выполнить размерный анализ технологического процесса и рассчитать технологические размеры; рассчитать режимы резания и требуемую мощность станков, рассчитать время выполнения каждой операции и всего технологического процесса
<b>2. Конструкторская часть:</b>	Спроектировать специальное приспособление для одной из операций; определить необходимую силу зажима; сделать описание конструкции.
<b>Перечень графического материала:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чертёж детали – формат А2;</li> <li>2. Операционные карты технологического процесса – формат А1;</li> <li>3. Комплексная схема размерного анализа – формат А1;</li> <li>4. Сборочный чертёж приспособления – формат А1;</li> <li>5. Спецификация приспособления – формат А4;</li> <li>6. Расчёт технологической себестоимости изготовления детали – формат А1;</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ассистент каф. ТМСПР Галин Н.Е.
Конструкторская часть	Ассистент каф. ТМСПР Галин Н.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старший преподаватель каф. менеджмента Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Профессор каф. экологии и БЖД Федорчук Ю.М.
Аннотация на английском языке	Ассистент каф. ТМСПР Галин Н.Е.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и и иностранном (английском) языках**

Аннотация

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент каф.ТМСРР	Галин Н.Е.			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8Л31	Петренко Кирилл Ильич		

Томск – 2017 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 115 страниц, 8 рисунков, 5 таблиц, 11 источников, 7 приложений.

Ключевые слова: технологический процесс, специальное приспособление, режимы резания, припуски, нормы времени, базирование, технология, сталь 10, изделие, сердечник.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления изделия «Сердечник».

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления изделия «Сердечник».

В процессе разработки проводились: разработка технологии изготовления изделия «Сердечник», назначение и определение припусков на обработку, расчет и проверка технологических размеров, проверка обеспечения конструкторских размеров, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование специального приспособления, анализ полученных результатов.

В результате проектирования: были определены припуски, рассчитаны технологические размеры, проверены конструкторские размеры, назначены режимы резания, назначены нормы времени, было спроектировано специальное приспособление для фрезерования поверхностей.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: «Сердечник» используется в топливном насосе бензобака машин.

Степень внедрения: данная работа выполнена в рамках выпускной квалификационной работы «разработка технологического процесса изделия «Сердечник»» и ведущим предприятием по данной теме является ТЭТЗ.

Область применения: машиностроительная отрасль.

Экономическая эффективность/значимость работы: экономическая часть данной работы удовлетворяет поставленным условиям.

В будущем планируется: усовершенствование технологического процесса изготовления изделия «Сердечник» и запуск в производство.

## Определения и обозначения

Технологический процесс - Часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Напуск - это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для приближения формы заготовки к форме готовой детали.

Припуск – это слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств (размеры, форма, твердость, шероховатость и т. д. ) обрабатываемой поверхности.

Базирование - это придаваемое заготовке (сборочной единице) положение, определяемое базами, относительно выбранной системы координат (ГОСТ 21495-76).

База – это поверхность заготовки или сборочной единицы, с помощью которой ее ориентируют при установке для обработки на станке.

## Оглавление

Введение.....	10
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
Техническое задание.....	12
1.1 Определение типа производства.....	13
1.2 Разработка маршрута изготовления детали.....	16
1.3 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	23
1.3.1 Определение допусков на технологические размеры.....	23
1.3.2 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	24
1.3.3 Обеспечение конструкторских размеров.....	26
1.3.4 Расчет технологических размеров.....	30
1.3.5 Расчет диаметральных размеров.....	34
1.4 Расчет режимов резания.....	38
1.5 Нормирование технологических операций.....	72
1.5.1 Расчет основного времени.....	72
1.5.2 Расчет вспомогательного времени.....	81
1.5.3 Расчет оперативного времени.....	82
1.5.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	83
1.5.5 Расчет времени на отдых.....	84
1.5.6 Определение оперативно-заключительного времени.....	84
1.5.7 Расчет штучного времени.....	85
1.5.8 Расчет штучно-калькуляционного времени.....	85
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	87
2.1 Расчет силы закрепления.....	89
2.2 Описание работы приспособления.....	91
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	92
3.1 Общие положения.....	94
3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	96
3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты».....	96
3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты».....	97
3.5 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели».....	97
3.6 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....	97
3.7 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....	99
3.8 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....	99
3.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения».....	100
3.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования».....	100

3.11 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	107
3.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери» .....	107
3.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы» .....	108
3.14 Расчет затрат по статье «Потери брака» .....	108
3.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы» .....	109
3.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию» .....	109
3.17 Расчет прибыли .....	109
3.18 Расчет НДС .....	110
3.19 Цена изделия .....	110
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	111
Описание рабочего места .....	114
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды .....	114
1.1 Метеоусловия .....	115
1.2 Вредные вещества .....	116
1.3. Производственный шум .....	117
1.4 Освещенность .....	119
1.5 Электромагнитные поля .....	122
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды .....	124
2.2 Факторы пожарной и взрывной природы .....	126
3. Охрана окружающей среды .....	129
4. Защита в ЧС .....	131
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	132
Графические материалы .....	133
Список литературы .....	134

## Введение

В ускорении научно-технического прогресса машиностроение играет одну из основополагающих ролей, так же и в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создание условий, определяющих развитие различных видов производства и отраслей промышленности.

На сегодняшний день основными задачами машиностроительной отрасли являются усовершенствование технологических процессов, интенсивная автоматизация производства. Существует необходимость использовать новые достижения науки, совершенные методы управления персоналом, усиленные меры для контроля за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Сердечник». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка.

# **1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## Техническое задание

Разобрать технологический процесс изготовления детали «Сердечник». Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 50 шт.

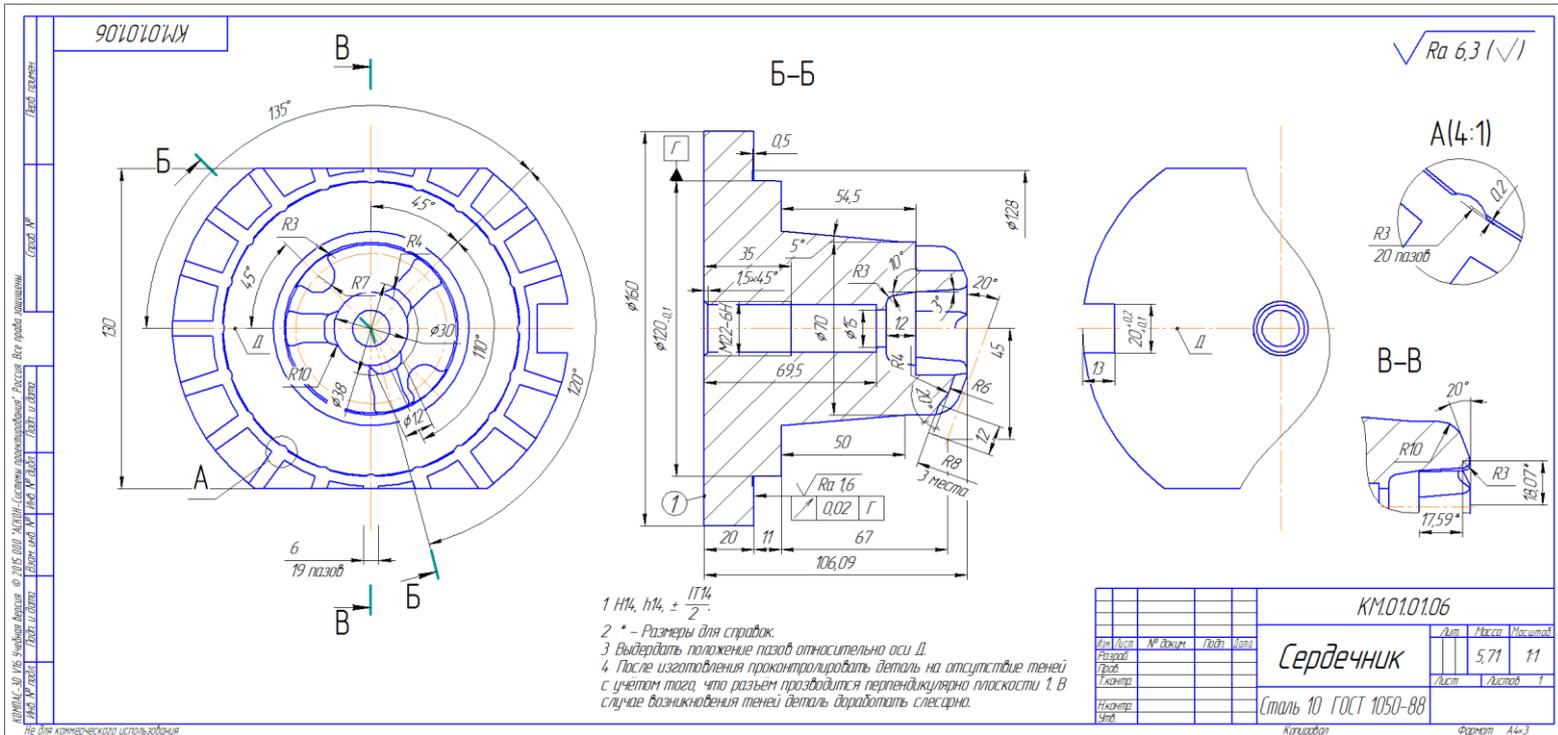


Рис. 1.1 Чертёж детали

## 1.1 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_6}{T_{cp}}, (1)$$

где  $t_6$  – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_6 = \frac{F_r}{N_r}, (2)$$

где  $F_r$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_r$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5, стр.22] при односменном режиме работы:  $F_r = 1976$  ч.

$$t_6 = \frac{1976 \cdot 60}{50} = 2371,2 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, (3)$$

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

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 5 операции ( $n=5$ ).

Штучно – калькуляционное время  $i$ - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i}, (4)$$

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 операции, мин.

Для нулевой операции (заготовительная):  $\varphi_{к.0} = 1$ ;

Для первой операции (токарная):  $\varphi_{к.1} = 2,14$ ;

Для второй операции (токарная с ЧПУ):  $\varphi_{к.2} = 2,14$ ;

Для третьей операции (фрезерование):  $\varphi_{к.3} = 1,84$ ;

Для четвертой операции (фрезерование с ЧПУ):  $\varphi_{к.4} = 1,84$ ;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время заготовительной операции определяем:

$$T_{o0} = (0,19 \cdot D^2) \cdot 10^{-3}, (5)$$

где  $D$  – наружный диаметр, мм;

Тогда:

$$T_{o,0} = (0,19 \cdot 170^2) \cdot 10^{-3} = 6,04 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по

формуле:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.0} \cdot T_{o,0} = 6,04 \text{ мин} (6)$$

Основное технологическое время первой, токарной операции:

$$\begin{aligned} T_{o,1} &= (0,037 \cdot (D^2 - d^2)) + 0,17dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,31dl + 0,17dl + 0,4dl) \cdot 10^{-3} = \\ &= (0,037 \cdot (170^2 - 0^2)) + 0,17 \cdot 160 \cdot 25 + 0,52 \cdot 14 \cdot 22,5 + 0,52 \cdot 15 \cdot 110 + 0,31 \cdot 19,4 \cdot 69,5 + \\ &+ 0,17 \cdot 22 \cdot 1,5 + 0,4 \cdot 22 \cdot 35) \cdot 10^{-3} = 2,9 \text{ мин} \end{aligned}$$

где  $D$  – наружный диаметр, мм;

$d$  – диаметр отверстия, мм;

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{o.1} = 6,2 \text{ мин (7)}$$

Основное технологическое время второй, токарной операции с ЧПУ:

$$\begin{aligned} T_{o.2} &= (0,037 \cdot (D^2 - d^2)) + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl) \cdot 10^{-3} = \\ &= 0,037 \cdot (170^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 128 \cdot 89 + 0,17 \cdot 126,6 \cdot 78,1 + 0,17 \cdot 126 \cdot 5 + 0,17 \cdot 70 \cdot 75,09 + \\ &+ 0,17 \cdot 128 \cdot 0,5 + 0,17 \cdot 38 \cdot 30,59) \cdot 10^{-3} = 7,8 \text{ мин} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле:

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.2} = 16,7 \text{ мин (8)}$$

Основное технологическое время третьей, фрезерной операции:

$$T_{o.3} = 0,7l + 0,7l = 0,7 \cdot 160 + 0,7 \cdot 13 = 121,1 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле:

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{o.3} = 222,8 \text{ мин (9)}$$

Основное технологическое время четвертой, фрезерной операции с ЧПУ:

$$T_{o.4} = 0,7l + 0,7l = 0,7 \cdot 18,07 + 0,7 \cdot 15 = 23,15 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле:

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{o.4} = 42,5 \text{ мин (10)}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле 3:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{6,04 + 6,2 + 16,7 + 222,8 + 42,5}{5} = 58_{мин}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле:

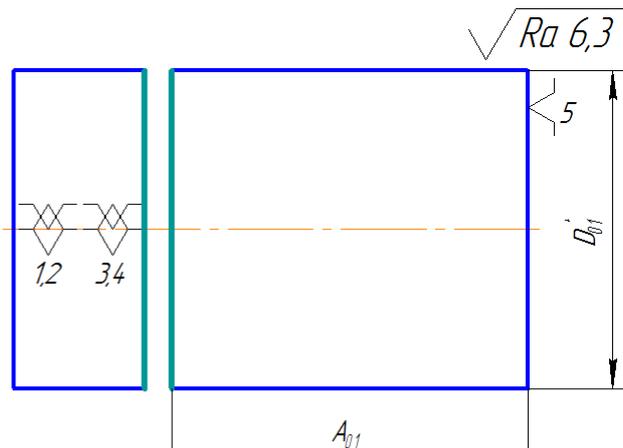
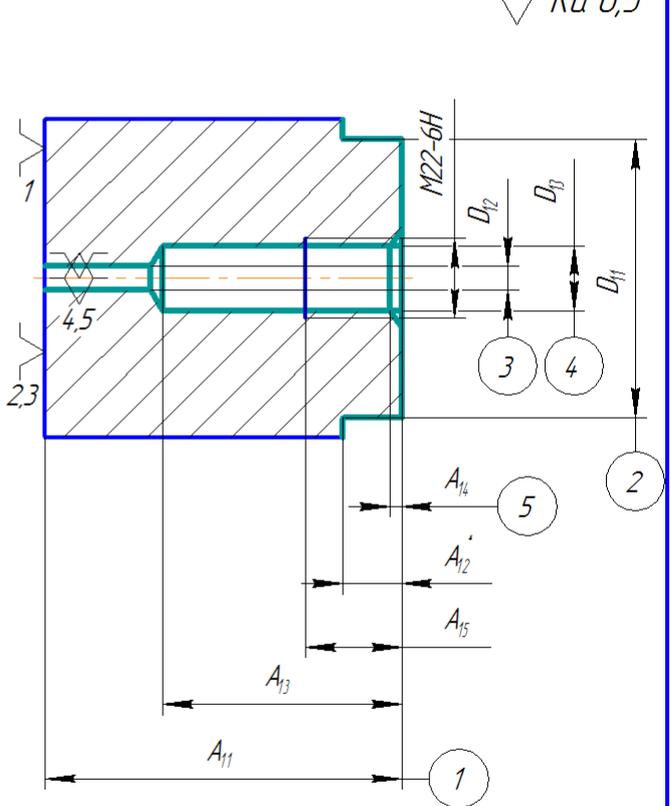
$$K_{з.о} = \frac{t_o}{T_{cp}} = \frac{2371,2}{58} = 40,8_{мин} \quad (11)$$

Так как  $K_{з.о} > 40$ , то тип производства единичный.

## 1.2 Разработка маршрута изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали «Сердечник» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а также тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1 - Маршрут обработки.

<p>КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.</p> <p>Инв. № подл. Подп. и дата</p> <p>Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата</p>	<p><i>0. Заготовительная</i></p> <p>1. Отрезать заготовку, выдержав размер <math>A_{01}</math>.</p>													
	<p><i>1. Токарная</i></p> <p>1. Подрезать торец 1, выдержав размер <math>A_{11}</math>.</p> <p>2. Точить поверхность 2, выдержав размеры <math>D_{11}</math> и <math>A_{12}</math>.</p> <p>3. Центровать торец 1.</p> <p>4. Сверлить отверстие 3, выдержав размер <math>D_{12}</math>.</p> <p>5. Рассверлить отверстие 4, выдержав размеры <math>D_{13}</math> и <math>A_{13}</math>.</p> <p>6. Точить фаску 5, выдержав размер <math>A_{14}</math> <math>\times 45^\circ</math>.</p> <p>7. Нарезать резьбу M22-6H, выдержав размер <math>A_{15}</math>.</p>													
<p>Инв. № подл. Подп. и дата</p>	<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						<table border="1"> <tr> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> </table>	Лист	2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата										
Лист														
2														

Не для коммерческого использования

Копировал

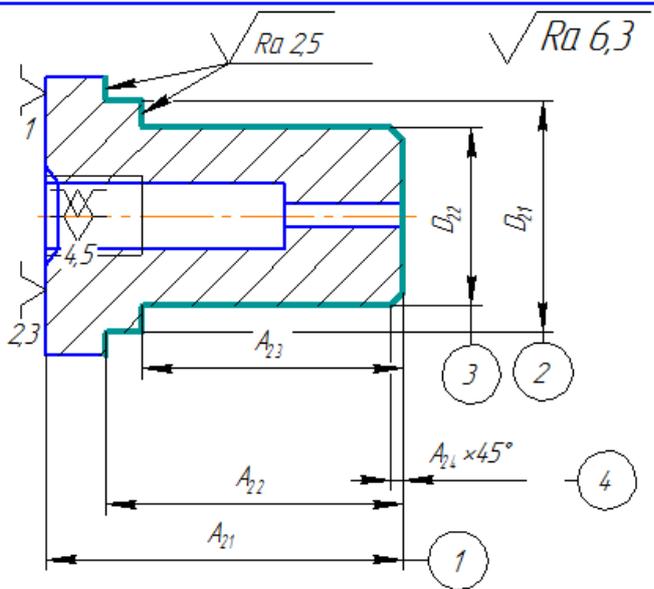
Формат A4

КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл. Подл. и дата. Изм. № подл. Подл. и дата.

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата

Не для коммерческого использования



## 2 Токарная с ЧПУ

1. Подрезать торец 1, выдержав размер  $A_{21}$ .

2. Точить поверхность 2, выдержав размеры  $D_{21}$  и  $A_{22}$ .

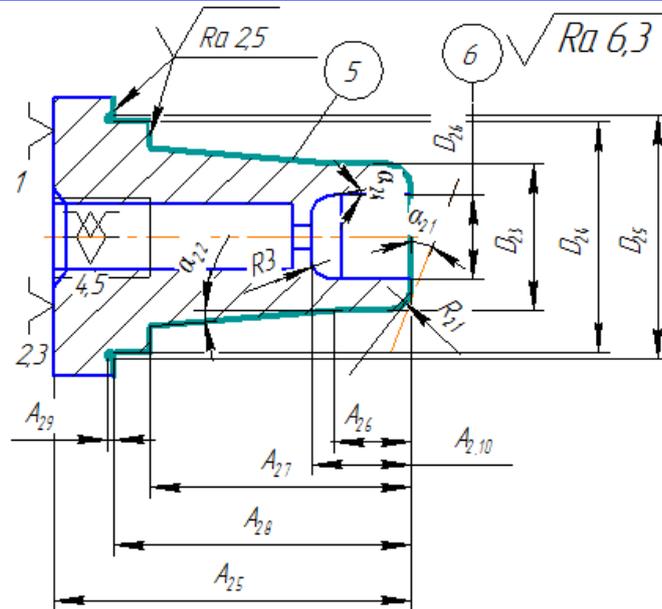
3. Точить поверхность 3, выдержав размеры  $D_{22}$  и  $A_{23}$ .

4. Точить фаску 4, выдержав размер  $A_{24} \times 45^\circ$ .

5. Точить контур 5, выдержав размеры  $A_{25}, A_{26}, A_{27}, A_{28}, R_{21}, \alpha_{21}, \alpha_{22}, D_{23}, D_{24}$ .

7. Точить канавку, выдержав размеры  $A_{29}, D_{25}$ .

8. Точить внутренний контур 6, выдержав размеры  $D_{26}, A_{210}, R_3, \alpha_{24}$ .



Лист  
3

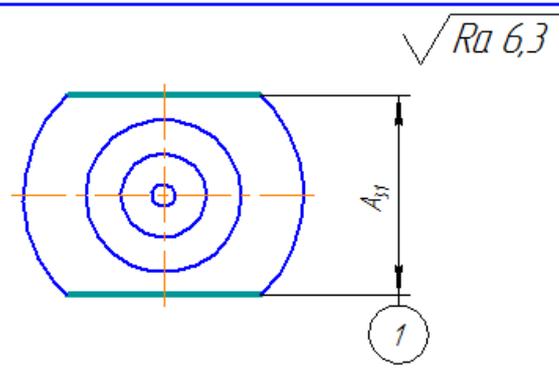
Копировал

Формат A4

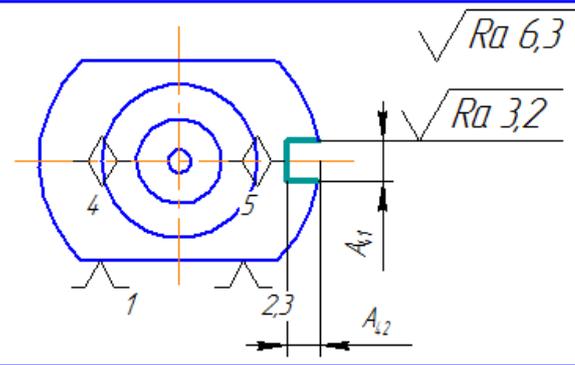
КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Изм. № подл. Подп. и дата  
 Изм. № подл. Подп. и дата  
 Изм. № подл. Подп. и дата

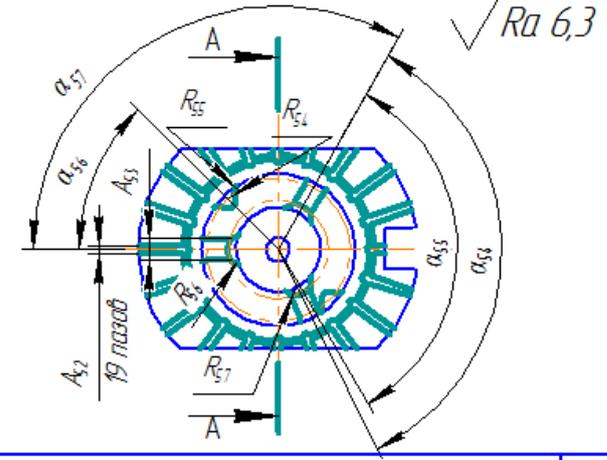
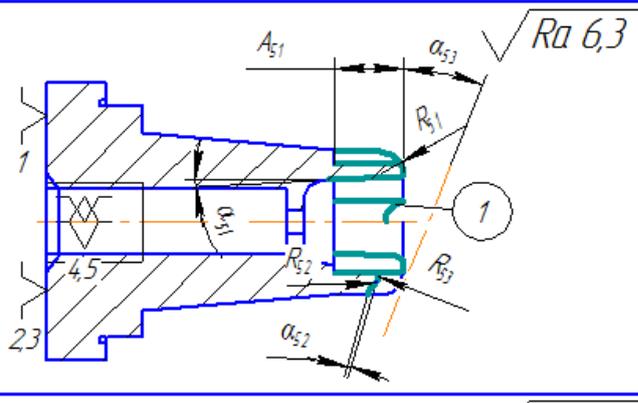
**3. Фрезерная**  
 1. Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размеры  $A_{31}$ .



**4. Фрезерная**  
 1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры  $A_{11}$  и  $A_{12}$ .



**5. Фрезерная с ЧПУ**  
 1. Фрезеровать поверхности 1, выдерживая размеры  $A_{51}, R_{51}, R_{52}, R_{53}, \alpha_{51}, \alpha_{52}, \alpha_{53}$ .  
 2. Фрезеровать поверхности 2, выдерживая размеры  $A_{54}, A_{55}, R_{54}, R_{55}, R_{56}, R_{57}, R_{58}, \alpha_{54}, \alpha_{55}, \alpha_{56}, \alpha_{57}, \alpha_{58}$ .  
 3. Фрезеровать 19 пазов, выдерживая размер  $A_{52}$ .



Изм.	Лист	№ док-м	Подп.	Дата	Лист
					5

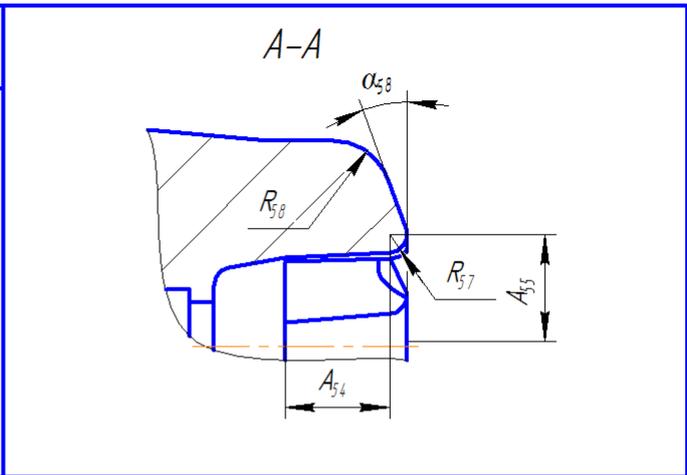
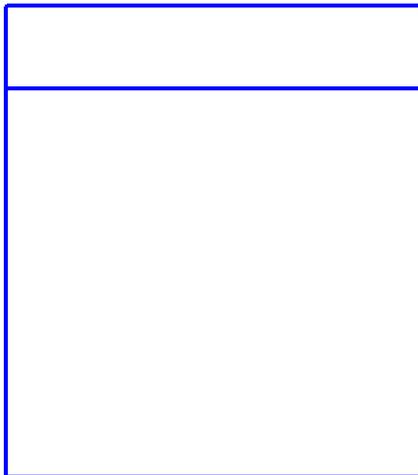
Не для коммерческого использования

Копировал

Формат A4

КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

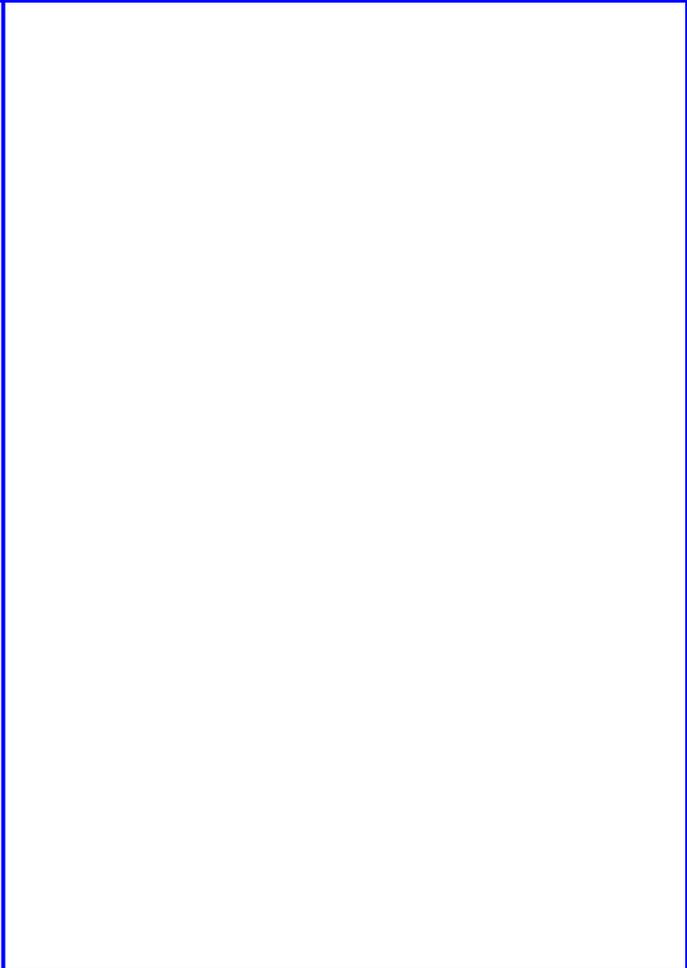
Инв. № подл. Подл. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подл. и дата.



**6. Слесарная**  
 1. Старые кромки притупить фаской 0,25x45°.



**7. Контрольная**  
 1. После изготовления протролировать деталь на отсутствие теней с учетом того, что разъем производится перпендикулярно плоскости 1.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Лист	6
------	---

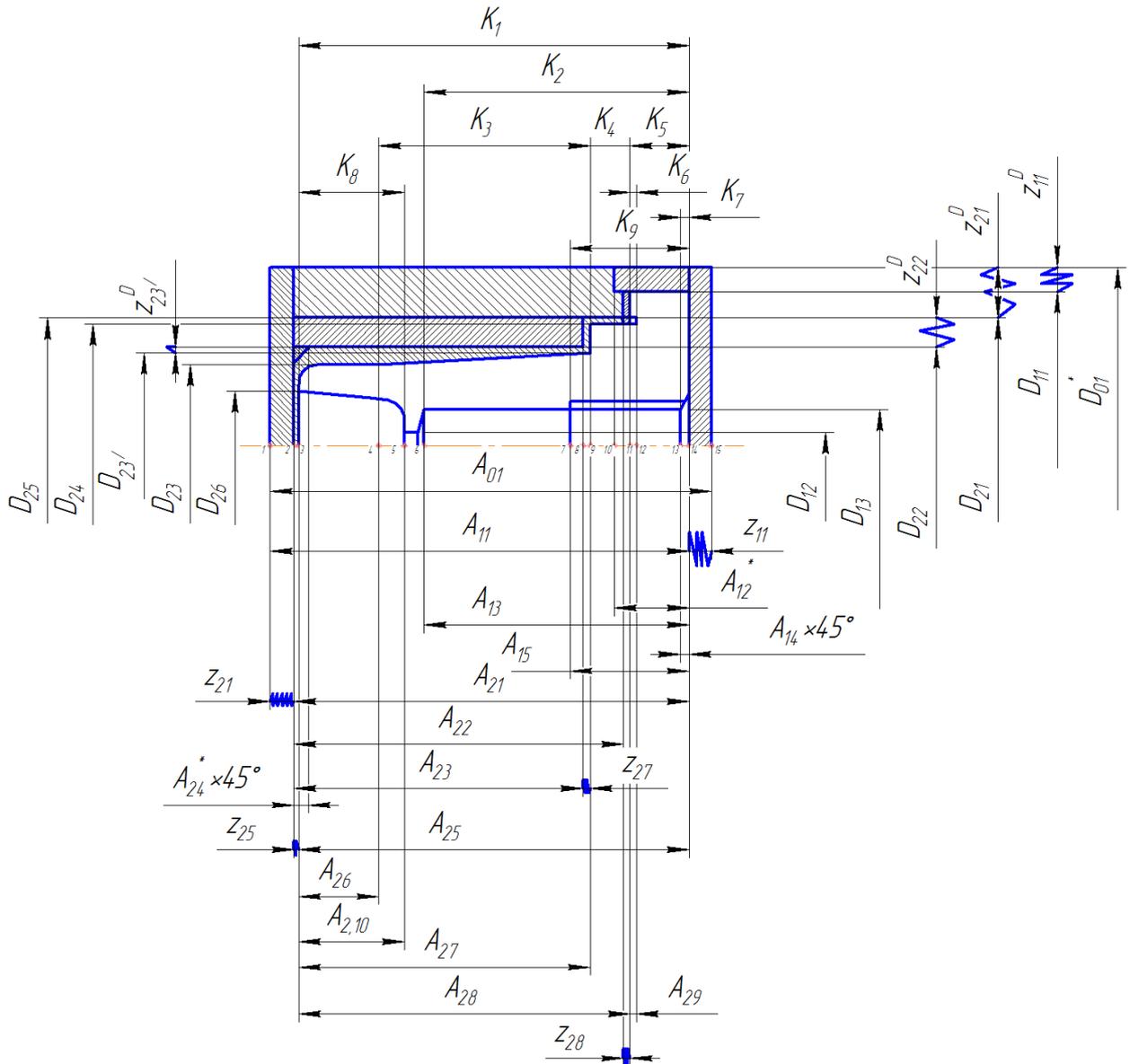


Рис. 1.2 Размерная схема

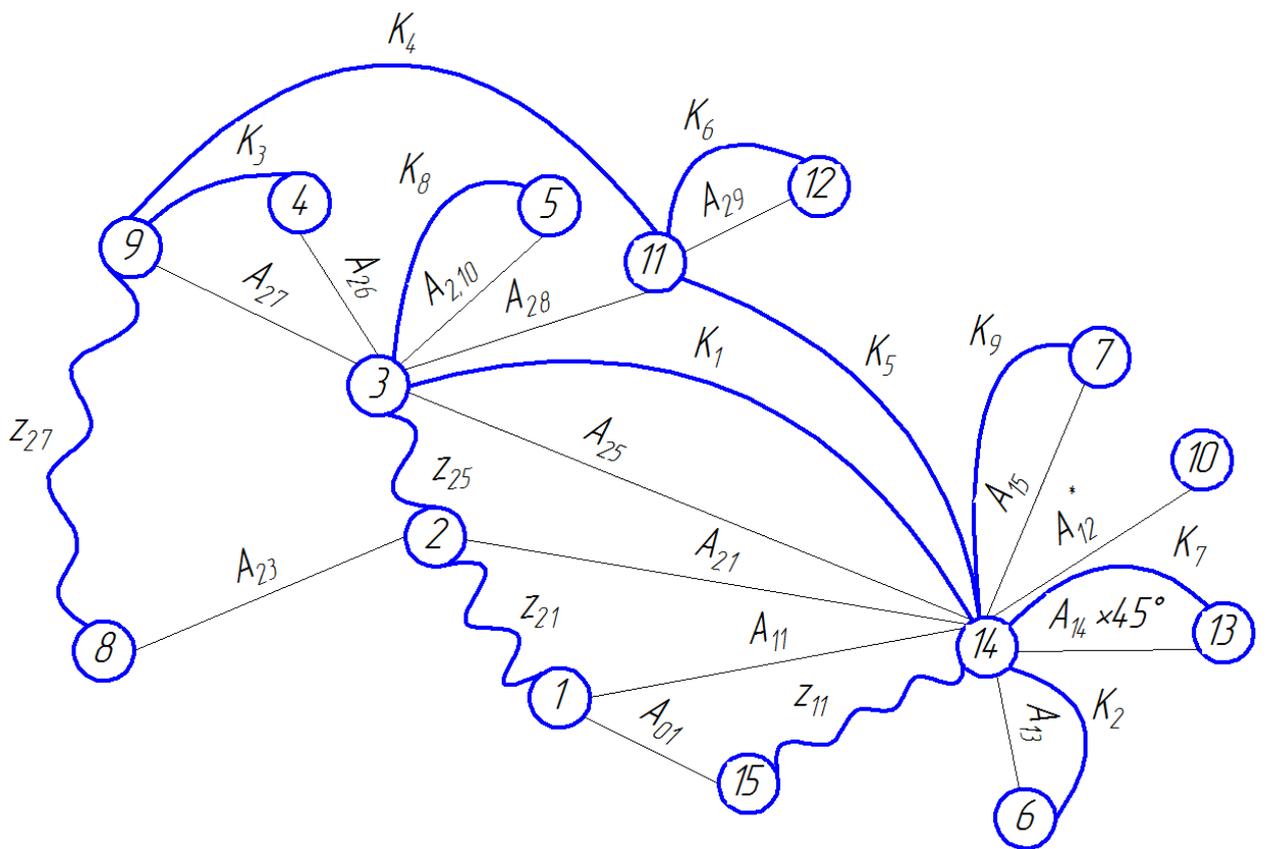


Рис. 1.3 Граф технологических размеров

### 1.3 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

#### 1.3.1 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. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

$TA_{01} = 3$  мм – отрезать заготовку; ленточная пила

$TA_{11} = \omega_{11} + \rho_{i-1} = 0,2 + 1,5 = 1,7$  мм – подрезать торец 1; токарно-винторезный станок.

$TA_{12} = \omega_{12} = 0,12$  мм – точить пов.2; токарно-винторезный станок.

$TD_{11} = \omega_{11} = 0,12$  мм – точить пов.2; токарно-винторезный станок.

$TD_{12} = \omega_{12} = 0,15$  мм – сверлить отв.3; вертикально-сверлильный станок.

$TA_{13} = \omega_{13} = 0,15$  мм – рассверлить отв.4; вертикально-сверлильный станок.

$TD_{13} = \omega_{13} = 0,15$  мм – рассверлить отв.4; вертикально-сверлильный станок.

$TA_{14} = \omega_{14} = 0,12$  мм – точить фаску 5; токарно-винторезный станок.

$TA_{15} = \omega_{15} = 0,15$  мм – нарезать резьбу М22-6Н;

$TA_{21} = \omega_{21} + \rho_{i-1} = 0,12 + 1,5 = 1,62$  мм – подрезать торец 1; токарный станок с ЧПУ.

$TA_{22} = \omega_{22} = 0,17$  мм – точить пов.2; токарный станок с ЧПУ.

$TD_{21} = \omega_{21} = 0,17$  мм – точить пов.2; токарный станок с ЧПУ.

$TA_{23} = \omega_{23} = 0,12$  мм – точить пов.3; токарный станок с ЧПУ.

$TD_{22} = \omega_{22} = 0,12$  мм – точить пов.3; токарный станок с ЧПУ.

$TA_{24} = \omega_{24} = 0,12$  мм – точить фаску 4; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{25} = \omega_{25} = 0,17$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{26} = \omega_{26} = 0,12$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{27} = \omega_{27} = 0,17$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{28} = \omega_{28} = 0,17$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TD_{23} = \omega_{23} = 0,12$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TD_{24} = \omega_{24} = 0,17$  мм – точить контур 5; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{29} = \omega_{29} = 0,12$  мм – точить канавку; токарный станок с ЧПУ.  
 $TD_{25} = \omega_{25} = 0,17$  мм – точить канавку; токарный станок с ЧПУ.  
 $TA_{2,10} = \omega_{2,10} = 0,12$  мм – точить внутренний контур 6; токарный станок с ЧПУ.  
 $TD_{26} = \omega_{26} = 0,12$  мм – точить внутренний контур 6; токарный станок с ЧПУ.  
 $T(D_{23} + 2(50tg5^\circ)) = \omega_{23} = 0,17$  мм  
 $TA_{31} = \omega_{31} = 0,25$  мм – фрезеровать поверхность 1; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{41} = \omega_{41} = 0,2$  мм – фрезеровать поверхность 1; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{42} = \omega_{42} = 0,2$  мм – фрезеровать паз; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{51} = \omega_{51} = 0,2$  мм – фрезеровать поверхности 1; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{52} = \omega_{52} = 0,2$  мм – фрезеровать пазы; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{53} = \omega_{53} = 0,2$  мм – фрезеровать поверхности 2; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{54} = \omega_{54} = 0,2$  мм – фрезеровать поверхности 2; фрезерный станок с ЧПУ.  
 $TA_{55} = \omega_{55} = 0,2$  мм – фрезеровать поверхности 2; фрезерный станок с ЧПУ.

### 1.3.2 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При нормативном методе значения  $z_i \min$  находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе  $z_i \min$  находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков:

$z_{11\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 1,5 = 1,7$  мм – подрезать торец 1; точение черновое.

$z_{21\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,1 + 0,1 + 1,5 = 1,7$  мм – подрезать торец 1; точение черновое.

$z_{27\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,15 + 0,1 + 0,13 = 0,38$  мм – точить контур 5; точение черновое.

$z_{25\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,08 + 0,05 + 0,14 = 0,27$  мм – точить контур 5; точение чистовое.

$z_{28\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,08 + 0,05 + 0,14 = 0,27$  мм – точить контур 5; точение чистовое.

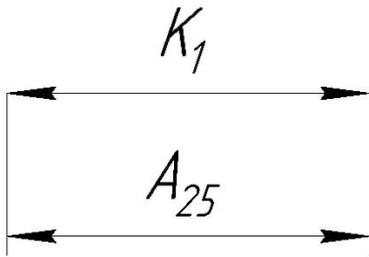
$z_{11}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,1 + 0,1 + \sqrt{0,085^2 + 0,42^2}) = 1,26$  мм – точить пов.2.

$z_{21}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,1 + 0,1 + \sqrt{0,085^2 + 0,42^2}) = 1,26$  мм – точить пов.2.

$z_{22}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,1 + 0,1 + \sqrt{0,085^2 + 0,42^2}) = 1,26$  мм – точить пов.2.

$z_{23}^{D'} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,05 + 0,06 + \sqrt{0,11^2 + 0,42^2}) = 1,09$  мм – точить пов.3.

### 1.3.3 Обеспечение конструкторских размеров

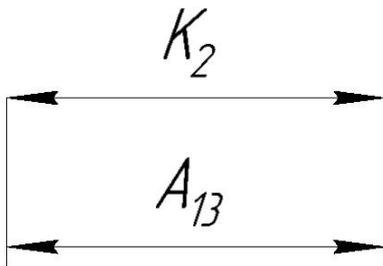


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_1 = 0,87$$

$$\sum TA_i = TA_{25} = 0,17$$

$$0,87 \geq 0,17$$

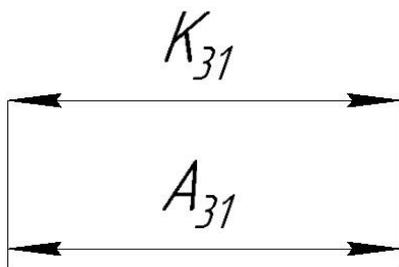


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_2 = 0,74$$

$$\sum TA_i = TA_{13} = 0,15$$

$$0,74 \geq 0,15$$

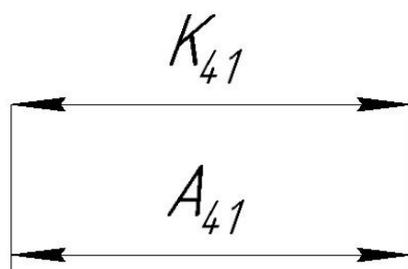


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{31} = 1$$

$$\sum TA_i = TA_{31} = 0,25$$

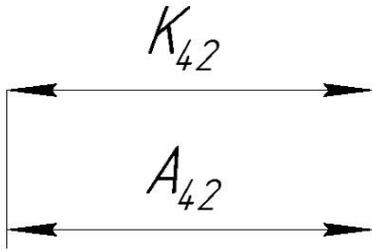
$$1 \geq 0,25$$



$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{41} = 0,3$$

$$\sum TA_i = TA_{41} = 0,2$$



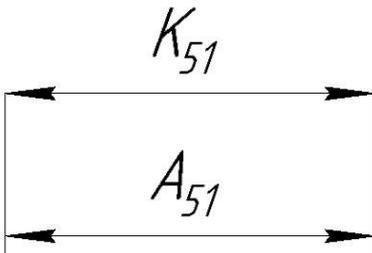
$$0,3 \geq 0,2$$

$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{42} = 0,43$$

$$\sum TA_i = TA_{42} = 0,2$$

$$0,43 \geq 0,2$$

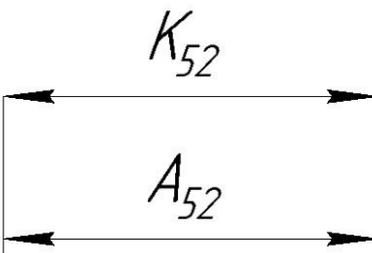


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{51} = 0,52$$

$$\sum TA_i = TA_{51} = 0,2$$

$$0,52 \geq 0,2$$

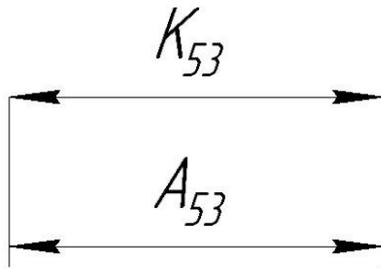


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{52} = 0,3$$

$$\sum TA_i = TA_{52} = 0,2$$

$$0,3 \geq 0,2$$

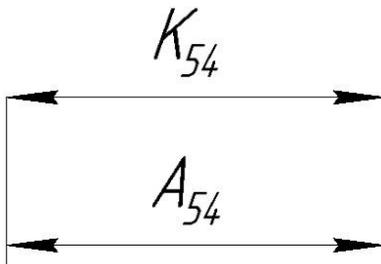


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{53} = 0,43$$

$$\sum TA_i = TA_{53} = 0,2$$

$$0,43 \geq 0,2$$

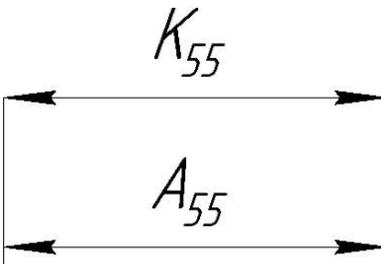


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{54} = 0,43$$

$$\sum TA_i = TA_{54} = 0,2$$

$$0,43 \geq 0,2$$

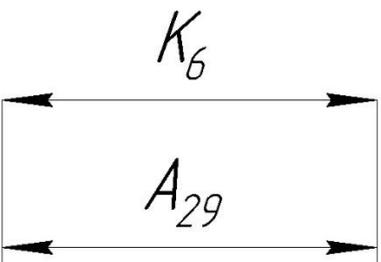


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_{55} = 0,52$$

$$\sum TA_i = TA_{55} = 0,2$$

$$0,52 \geq 0,2$$

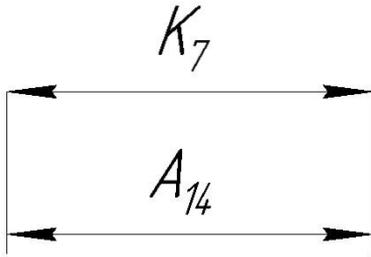


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_6 = 0,25$$

$$\sum TA_i = TA_{25} = 0,12$$

$$0,25 \geq 0,12$$

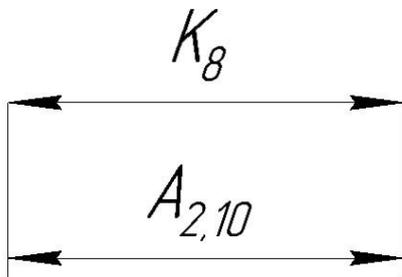


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_7 = 0,25$$

$$\sum TA_i = TA_{14} = 0,12$$

$$0,25 \geq 0,12$$

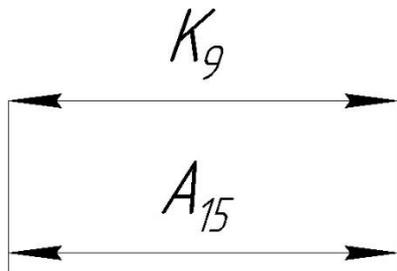


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_8 = 0,62$$

$$\sum TA_i = TA_{2,10} = 0,12$$

$$0,62 \geq 0,12$$

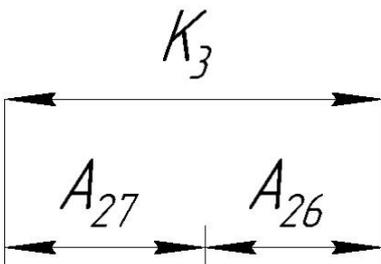


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_9 = 0,62$$

$$\sum TA_i = TA_{15} = 0,15$$

$$0,62 \geq 0,15$$

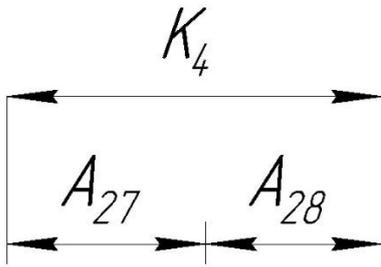


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_3 = 0,62$$

$$\sum TA_i = TA_{27} + TA_{26} = 0,17 + 0,12 = 0,29$$

$$0,62 \geq 0,29$$

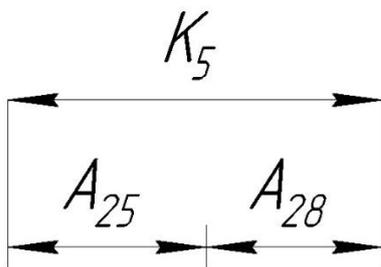


$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_4 = 0,43$$

$$\sum TA_i = TA_{27} + TA_{28} = 0,17 + 0,17 = 0,34$$

$$0,43 \geq 0,34$$



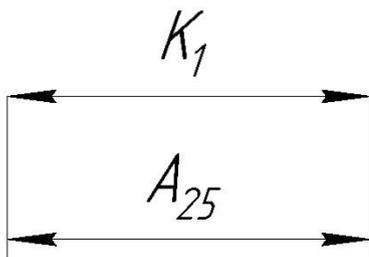
$$TK \geq \sum TA_i$$

$$TK_5 = 0,52$$

$$\sum TA_i = TA_{25} + TA_{28} = 0,17 + 0,17 = 0,34$$

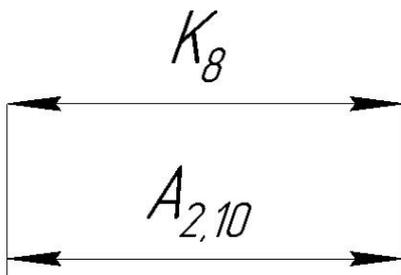
$$0,52 \geq 0,34$$

#### 1.3.4 Расчет технологических размеров



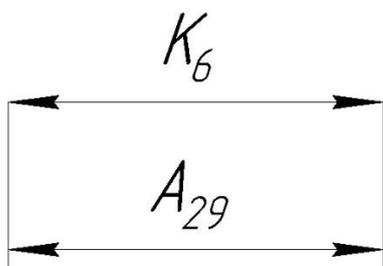
$$A_{25} = K_5$$

$$A_{25} = 106,09_{-0,87} \text{ мм}$$



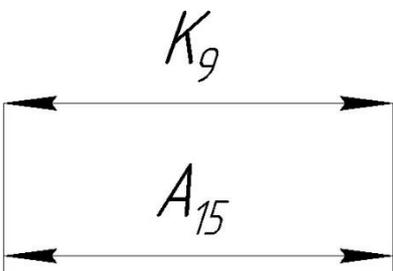
$$A_{2,10} = K_8$$

$$A_{2,10} = 30,59 \pm 0,31 \text{ мм}$$



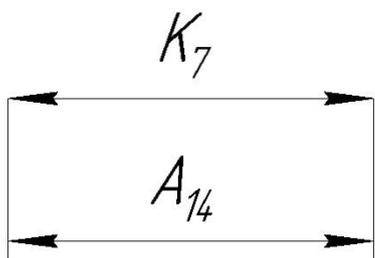
$$A_{29} = K_6$$

$$A_{29} = 0,5 \pm 0,125 \text{ мм}$$



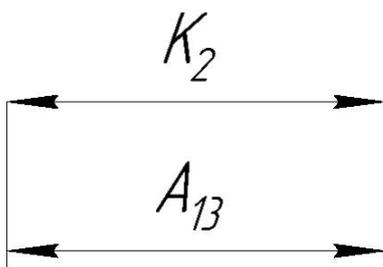
$$A_{15} = K_9$$

$$A_{15} = 35 \pm 0,31 \text{ мм}$$



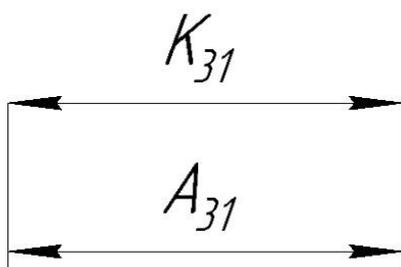
$$A_{14} = K_7$$

$$A_{14} = 1,5^{+0,25} \text{ мм}$$



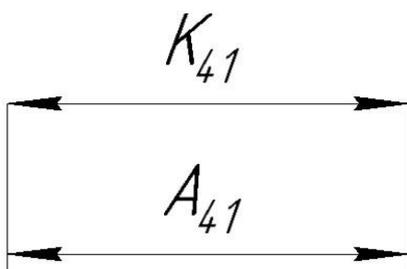
$$A_{13} = K_2$$

$$A_{13} = 69,5 \pm 0,37 \text{ мм}$$



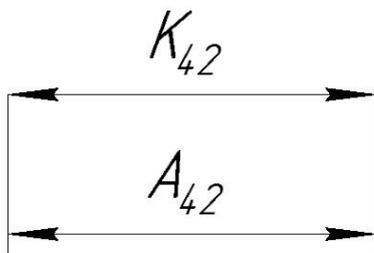
$$A_{31} = K_{31}$$

$$A_{31} = 130 \pm 0,5 \text{ мм}$$



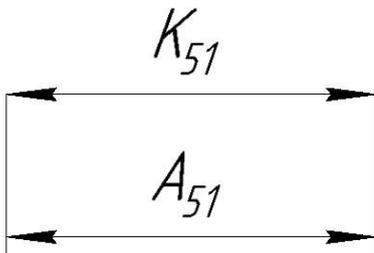
$$A_{41} = K_{41}$$

$$A_{41} = 20^{+0,2}_{+0,1} \text{ мм}$$



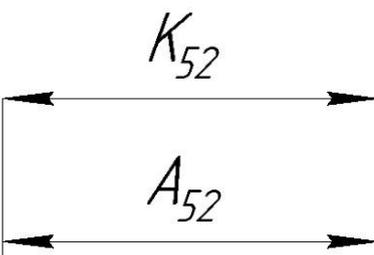
$$A_{42} = K_{42}$$

$$A_{42} = 13 \pm 0,215 \text{ мм}$$



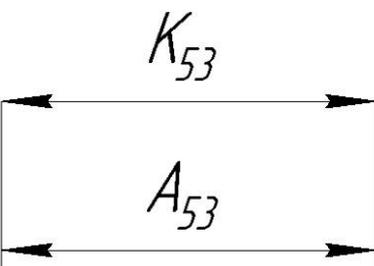
$$A_{51} = K_{51}$$

$$A_{51} = 18,59 \pm 0,26 \text{ мм}$$



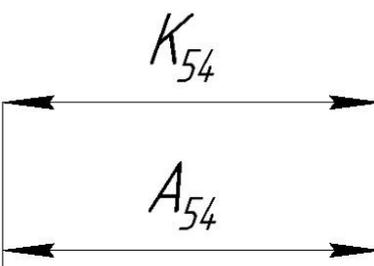
$$A_{52} = K_{52}$$

$$A_{52} = 6 \pm 0,15 \text{ мм}$$



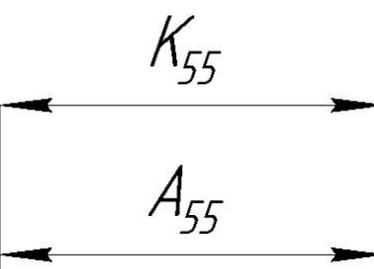
$$A_{53} = K_{53}$$

$$A_{53} = 12 \pm 0,215 \text{ мм}$$



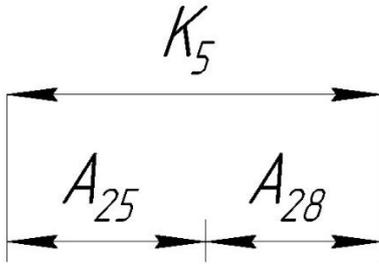
$$A_{54} = K_{54}$$

$$A_{54} = 17,59 \pm 0,215 \text{ мм}$$



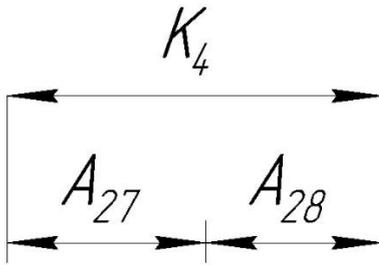
$$A_{55} = K_{55}$$

$$A_{55} = 18,07 \pm 0,26 \text{ мм}$$



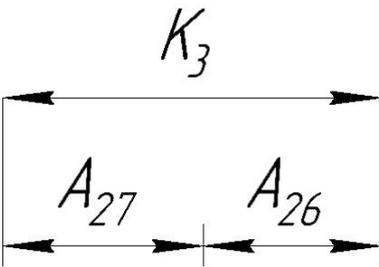
$$K_5 = A_{25} + A_{28}$$

$$A_{28} = A_{25} - K_5 = 106,09_{-0,87} - 20_{-0,52} = 86,09_{-0,87}^{+0,52} \text{ мм}$$



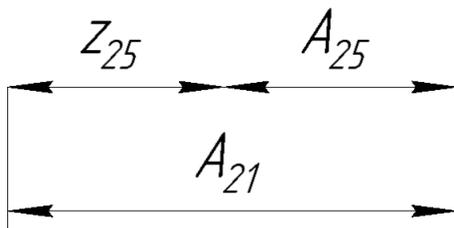
$$K_4 = A_{27} + A_{28}$$

$$A_{27} = A_{28} - K_5 = 86,09_{-0,87}^{+0,52} - 11 \pm 0,215 = 75,09_{-1,085}^{+0,735} \text{ мм}$$



$$K_3 = A_{27} + A_{26}$$

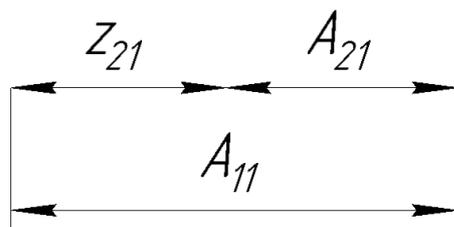
$$A_{26} = A_{27} - K_3 = 75,09_{-1,085}^{+0,735} - 50 \pm 0,31 = 25,09_{-1,395}^{+1,045} \text{ мм}$$



$$A_{21\min} = z_{25\min} + A_{25\max} = 0,27 + 106,09 = 106,36 \text{ мм}$$

$$A_{21} = 107,98_{-1,62} \text{ мм}$$

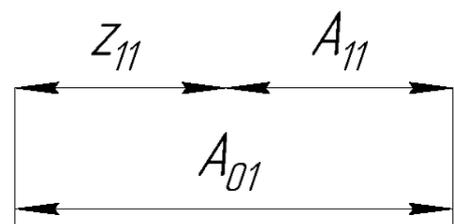
$$z_{25}^c = z_{25\min} + \frac{TA_{21} + TA_{25}}{2} = 0,27 + \frac{1,62 + 0,87}{2} = 1,515 \text{ мм}$$



$$A_{11\min} = z_{21\min} + A_{21\max} = 1,7 + 107,98 = 109,455 \text{ мм}$$

$$A_{11} = 111,155_{-1,7} \text{ мм}$$

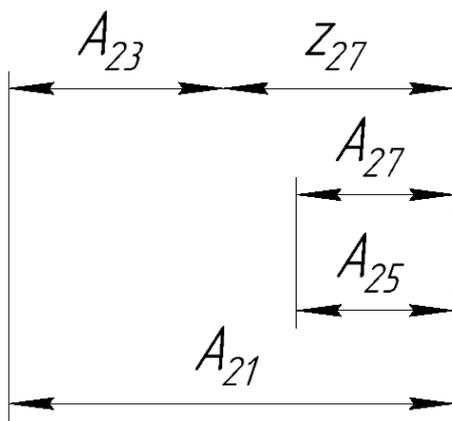
$$z_{21}^c = z_{21\min} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 1,7 + \frac{1,7 + 1,62}{2} = 3,36 \text{ мм}$$



$$A_{01\min} = z_{11\min} + A_{11\max} = 1,7 + 111,155 = 112,855 \text{ мм}$$

$$A_{01} = 115_{-1,7} \text{ мм}$$

$$z_{11}^c = z_{11\min} + \frac{TA_{01} + TA_{11}}{2} = 1,7 + \frac{1,7 + 1,7}{2} = 3,4 \text{ мм}$$



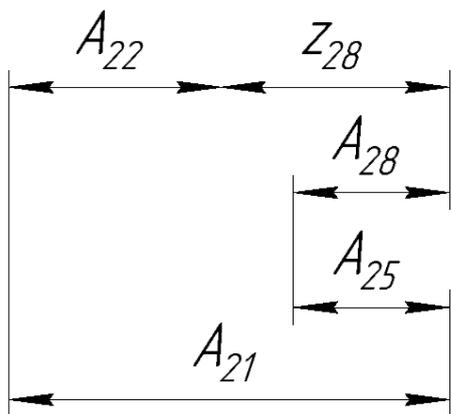
$$A_{23\min} = A_{27\max} + A_{21\max} - z_{27\min} + A_{25\min} =$$

$$= 75,825 + 107,98 - 0,38 + 105,22 = 77,98\text{ мм}$$

$$A_{23} = 78,1_{-0,12}\text{ мм}$$

$$z_{27\min}^c = \frac{z_{27\min} + z_{27\max}}{2} = \frac{z_{27\min} + (z_{27\min} + \sum TA_i)}{2} =$$

$$= \frac{0,38 + (0,38 + 0,12 + 0,17 + 1,62 + 0,17)}{2} = 1,42\text{ мм}$$



$$A_{22\min} = A_{28\max} + A_{21\max} - z_{28\min} + A_{25\min} =$$

$$= 86,61 + 107,98 - 0,27 + 105,22 = 88,875\text{ мм}$$

$$A_{22} = 89,045_{-0,17}\text{ мм}$$

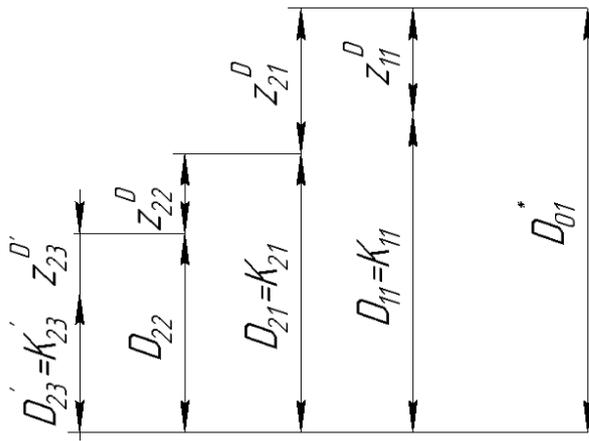
$$z_{28\min}^c = \frac{z_{28\min} + z_{28\max}}{2} = \frac{z_{28\min} + (z_{28\min} + \sum TA_i)}{2} =$$

$$= \frac{0,27 + (0,27 + 0,17 + 1,39 + 0,87 + 1,62)}{2} = 2,295\text{ мм}$$

$$A_{12}^* = 25 \pm 0,26\text{ мм}$$

Назначаем:  $A_{24}^* = 5 \pm 0,18\text{ мм}$

### 1.3.5 Расчет диаметральных размеров



$$1) z_{11}^{Dcp} = D_{01}^{*cp} - D_{11}^{cp}$$

$$z_{11}^{Dcp} = \frac{z_{11min}^D + z_{11max}^D}{2} = \frac{z_{11min}^D + (z_{11min}^D + \sum TD_i)}{2} =$$

$$= \frac{1,26 + (1,26 + 1 + 1,4)}{2} = 2,46 \text{ мм}$$

$$D_{01}^{*cp} = D_{11}^{cp} + z_{11}^{Dcp} = 159,5 + 2,46 = 161,96 \text{ мм}$$

$$D_{01}^* = 162,66_{-1,4} \text{ мм}$$

Значение  $D_{01}^* = 170_{-2,5}^{+0,9}$  мм принимаем по таблице 1 [1, стр. 82].

$$z_{11\phi}^D = D_{01}^* - D_{11} = 170_{-2,5}^{+0,9} - 160_{-1} = 10_{-2,5}^{+1,9} \text{ мм}$$

$$2) z_{21}^{Dcp} = D_{01}^{*cp} - D_{21}^{cp}$$

$$z_{21}^{Dcp} = \frac{z_{21min}^D + z_{21max}^D}{2} = \frac{z_{21min}^D + (z_{21min}^D + \sum TD_i)}{2} =$$

$$= \frac{1,26 + (1,26 + 3,4 + 0,17)}{2} = 3,045 \text{ мм}$$

$$D_{21} = K_{21} = 128_{-0,1} \text{ мм}$$

$$z_{21\phi}^D = D_{01}^* - D_{21} = 170_{-2,5}^{+0,9} - 128_{-0,1} = 42_{-2,5}^{+1} \text{ мм}$$

$$3) z_{22}^{Dcp} = D_{21}^{cp} - D_{22}^{cp}$$

$$z_{22}^{Dcp} = \frac{z_{22min}^D + z_{22max}^D}{2} = \frac{z_{22min}^D + (z_{22min}^D + \sum TD_i)}{2} =$$

$$= \frac{1,26 + (1,26 + 0,17 + 0,12)}{2} = 1,405 \text{ мм}$$

$$D_{22}^{cp} = D_{21}^{cp} - z_{22}^{Dcp} = 127,95 - 1,405 = 126,545 \text{ мм}$$

$$D_{22} = 126,605_{-0,12} \text{ мм}$$

$$z_{22\phi}^D = D_{21} - D_{22} = 128_{-0,1} - 126_{-0,12} = 1,395_{-0,1}^{+0,12} \text{ мм}$$

$$4) z_{23'}^{Dcp} = D_{22}^{cp} - D_{23'}^{cp}$$

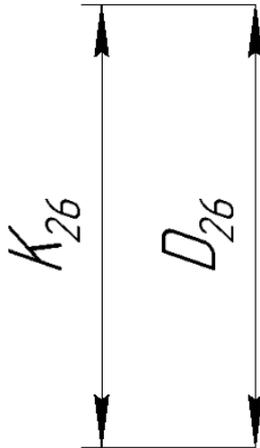
$$z_{23'}^{Dcp} = \frac{z_{23'}^D \min + z_{23'}^D \max}{2} = \frac{z_{23'}^D \min + (z_{23'}^D \min + \sum TD_i)}{2} =$$

$$= \frac{1,09 + (1,09 + 0,12 + 0,12)}{2} = 1,21 \text{ мм}$$

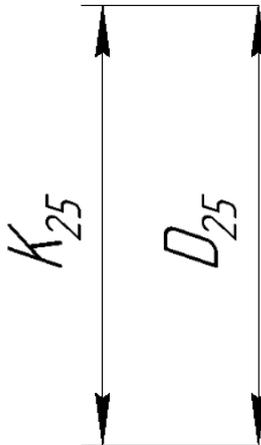
$$D_{23'} = K_{23'} = 79,5_{-0,12} \text{ мм}$$

$$z_{23'\phi}^D = D_{22} - D_{23'} = 126,605_{-0,12} - 79,5_{-0,12} =$$

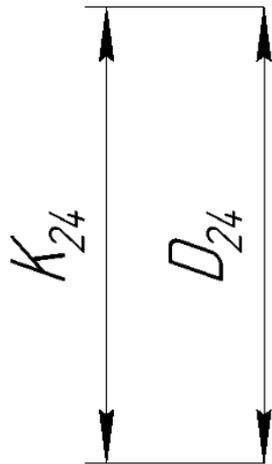
$$= 47,105 \pm 0,12 \text{ мм}$$



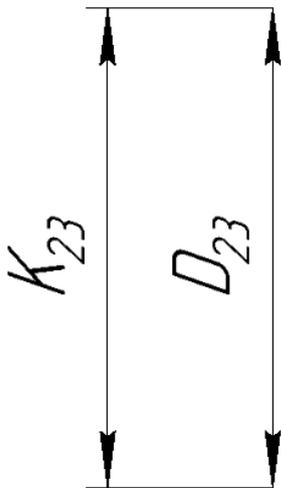
$$D_{26} = K_{26} = 38^{+0,62} \text{ мм}$$



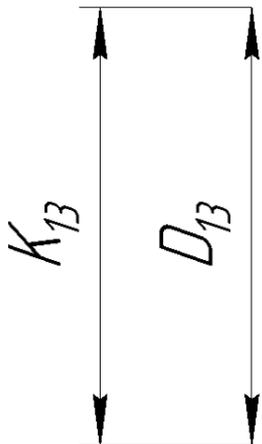
$$D_{25} = K_{25} = 128_{-0,1} \text{ мм}$$



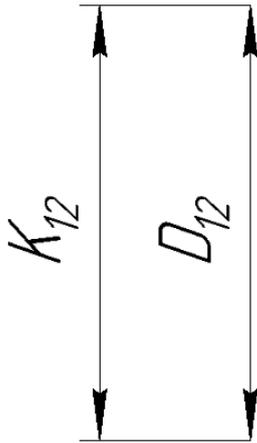
$$D_{24} = K_{24} = 120_{-0,87} \text{ мм}$$



$$D_{23} = K_{23} = 70_{-0,74} \text{ мм}$$



$$D_{13} = K_{13} = 19,4 \pm 0,26 \text{ мм}$$



$$D_{12} = K_{12} = 15 \pm 0,215 \text{ мм}$$

#### 1.4 Расчет режимов резания

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

##### Ленточнопильный станок JET HBS-916W

Максимальный диаметр заготовки \_\_\_\_\_ 225 мм

Длина отрезаемой заготовки максимальная \_\_\_\_\_ 335 мм

Потребляемая мощность \_\_\_\_\_ 1,1 кВт

##### Токарный станок SPF-1000PHS

Макс. диаметр точения \_\_\_\_\_ 510 мм

Макс. длина точения \_\_\_\_\_ 1000 мм

Диаметр патрона \_\_\_\_\_ 315 мм

Характеристика шпинделя \_\_\_\_\_ 7,5 кВт; 25-1500  
об/мин

Размер инструментов \_\_\_\_\_ 25x25 мм

### Токарный станок с ЧПУ UL-15

Макс. диаметр точения \_\_\_\_\_ 330 мм  
Макс. длина точения \_\_\_\_\_ 300 мм  
Диаметр патрона \_\_\_\_\_ 210 мм  
Характеристика шпинделя \_\_\_\_\_ 11 кВт; до 6000 об/минц  
Размер инструментов \_\_\_\_\_ 25x25мм

### Универсальный фрезерный станок 6ДМ80Ш

Размер рабочей поверхности стола \_\_\_\_\_ 320 x 800мм  
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола \_\_\_\_\_ 1130мм  
Пределы частот вращения шпинделя \_\_\_\_\_ 0...4000 об/минуту  
Номинальный крутящий момент на шпинделе \_\_\_\_\_ 95,5 Нм  
Мощность двигателя главного привода \_\_\_\_\_ 4кВт

### 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-750 с ЧПУ

Размер рабочей поверхности стола \_\_\_\_\_ 630 x 500мм  
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола \_\_\_\_\_ 610мм  
Пределы частот вращения шпинделя \_\_\_\_\_ 0...8100 об/минуту  
Номинальный крутящий момент на шпинделе \_\_\_\_\_ 122 Нм  
Мощность двигателя главного привода \_\_\_\_\_ 22,4 кВт

**0.** Заготовительная - разрезание (Ленточнопильный станок JET HBS-916W).

Назначаем подачу и скорость резания в соответствии с данными таблиц 108,109 [2, стр.425].

Подача:  $S_m = 50 \text{ мм} / \text{мин}$

Скорость резания:  $V = 20 \text{ м} / \text{мин}$

**1. Токарная (Токарный станок SPF-1000PHS).**

**1.1. Точение поверхности 1 - подрезка торца.**

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 14 [2, стр.366].

Глубина резания:  $t = 3,4 \text{ мм}$

Подача:  $S = 0,49 \text{ мм} / \text{об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (12)$$

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9 \quad (13)$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IIV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:  $V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3,4^{0,15} \cdot 0,49^{0,45}} \cdot 0,9 = 127,5 \text{ м} / \text{мин}$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 127,5}{3,14 \cdot 170,9} = 237 \text{ об} / \text{мин}, \quad (14)$$

где  $d_{\text{max}}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{\max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170,9 \cdot 237}{1000} \approx 127 \text{ м / мин} \quad (15)$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (16)$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6 \quad (17)$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,4^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 127^{-0,15} \cdot 0,6 = 1733 \text{ Н} \quad (18)$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,4^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 127^{-0,3} \cdot 0,6 = 668 \text{ Н} \quad (19)$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3,4^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 127^{-0,4} \cdot 0,6 = 697 \text{ Н} \quad (20)$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (21)$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1733 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

$$3,6 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

## 1.2. Точение поверхности 2.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Максимальную глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 14 [2, стр.366].

Глубина резания:  $t_{\max} = 11,9 \text{ мм}$

Количество проходов  $i=4$ , тогда глубина резания  $t_1=3 \text{ мм}$ ,  $t_2=3 \text{ мм}$ ,  $t_3=3 \text{ мм}$ ,  $t_4=2,9 \text{ мм}$ .

Подача:  $S = 0,6 \text{ мм / об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 12:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_V$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IIV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,9 = 118,5 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\max}} = \frac{1000 \cdot 118,5}{3,14 \cdot 160} = 236 \text{ об / мин},$$

где  $d_{\max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:  $V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot d_{\max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 236}{1000} \approx 118,5 \text{ м / мин}$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 118,5^{-0,15} \cdot 0,6 = 1799H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 118,5^{-0,3} \cdot 0,6 = 688H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 118,5^{-0,4} \cdot 0,6 = 700H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1799 \cdot 118,5}{1020 \cdot 60} = 3,5кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75кВт$$

$$3,5 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 1.3. Центрирование торца 1.

Инструмент: спиральное сверло Р6М5 (ГОСТ 10902-77).

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле:

$$t = 0,5D$$

Глубина резания:  $t = 0,5 \cdot 14 = 7мм$

Подачу принимают максимально допустимую по прочности сверла по таблице 35 [2, стр.381].

Подача:  $S = 0,14мм / об$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (22)$$

Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$ ,  $n$  приведены в таблице 38 [2, стр.383], а значение периода стойкости  $T$  в таблице 40 [2, стр.38].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,54$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,6,41 [2, стр.358-385].

Скорость резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 14^{0,4}}{5^{0,2} \cdot 0,14^{0,5}} \cdot 0,54 = 29,5 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента  $n$  определяется по формуле 14:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 29,5}{3,14 \cdot 14} = 671 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 671}{1000} \approx 29,5 \text{ м / мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (23)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (24)$$

Значение коэффициентов  $C_M$  и  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 42 [2, стр.385]. Коэффициент  $K_p$  в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{MP}$ . Значение коэффициента  $K_{MP}$  приведены в таблице 9 [2, стр.362].

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 14^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1 = 14 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 14^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1 = 2404H$$

Мощность резания определяют по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (25)$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{14 \cdot 671}{9750} = 0,9кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75кВт$$

$$0,9 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 1.3.1. Сверлить отверстие 3.

Инструмент: спиральное сверло Р6М5 (ГОСТ 10902-77).

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле:

$$t = 0,5D$$

Глубина резания:  $t = 0,5 \cdot 15 = 7,5мм$

Подачу принимают максимально допустимую по прочности сверла по таблице 35 [2, стр.381].

Подача:  $S = 0,2мм / об$

Скорость резания рассчитывается по формуле 22:

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

Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$ ,  $n$  приведены в таблице 38 [2, стр.383], а значение периода стойкости  $T$  в таблице 40 [2, стр.38].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,54$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,6,41 [2, стр.358-385].

Скорость резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 15^{0,4}}{5^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 0,54 = 25 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента  $n$  определяется по формуле 14:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 15} = 530 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 530}{1000} \approx 25 \text{ м / мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам 23, 24:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p$$

Значение коэффициентов  $C_M$  и  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 42 [2, стр.385]. Коэффициент  $K_p$  в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{mp}$ . Значение коэффициента  $K_{mp}$  приведены в таблице 9 [2, стр.362].

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 21,4 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 15^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 3306 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле 25:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{21,4 \cdot 530}{9750} = 1,2 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{дв} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

$$1,2 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

#### 1.4. Рассверливание отверстия 4.

Инструмент: спиральное сверло Р6М5 (ГОСТ 10902-77).

При рассверливании глубина резания рассчитывается по формуле:

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

Глубина резания:  $t = 0,5 \cdot (19 - 15) = 2 \text{ мм}$

При рассверливании подачу принимают максимально допустимую по прочности сверла по таблице 35 [2, стр.381] и увеличивают в 2 раза.

Подача:  $S = 0,3 \text{ мм / об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 22:

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

Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени приведены в таблице 39 [2, стр.383], а значение периода стойкости  $T$  в таблице 40 [2, стр.38].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,54$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,6,41 [2, стр.358-385].

Скорость резания:

$$V = \frac{16,2 \cdot 19^{0,4}}{5^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,54 = 37,6 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента  $n$  определяется по формуле 14:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 37,6}{3,14 \cdot 19} = 419 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 19 \cdot 419}{1000} \approx 25 \text{ м / мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам 23, 24:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p$$

Значение коэффициентов  $C_M$  и  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 42 [2, стр.385]. Коэффициент  $K_p$  в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{MP}$ . Значение коэффициента  $K_{MP}$  приведены в таблице 9 [2, стр.362].

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 19^1 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 1 = 26 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 19 \cdot 2^{1,2} \cdot 0,3^{0,65} \cdot 1 = 13372 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле 25:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{26 \cdot 419}{9750} = 1,2 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

$$1,2 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 1.5. Нарезание резьбы М22-6Н.

Инструмент: резьбовой резец тип 2 с пластиной из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18885-73).

При нарезании резьбы резцами различают продольную подачу  $s$ , равную шагу резьбы  $P$ , и поперечную, определяющую глубину резания  $t$ , равную высоте резьбового профиля.

Подача:  $s = P = 1,5 \text{ мм / об}$

Глубина резания:  $t = H = 1,353 \text{ мм}$

Скорость резания при нарезании резьбы резцом рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V \quad (26)$$

Значение коэффициента  $C_V$ , показателей степени приведены в таблице 118 [2, стр.430].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,675$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,6 [2, стр.358-361].

Коэффициент  $K_{CV} = 0,75$ , так как резьба нарезается одним чистовым резцом.

Скорость резания:

$$V = \frac{41,8}{80^{0,13} \cdot 1,353^{0,45} \cdot 1,5^{0,2}} \cdot 0,675 = 11,5 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента  $n$  определяется по формуле 14:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 11,5}{3,14 \cdot 22} = 166 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 166}{1000} \approx 11,5 \text{ м / мин}$$

Тангенциальная составляющая силы резания при нарезании резьбы резцами рассчитывается по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_p \quad (27)$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени приведены в таблице 120 [2, стр.433]. Коэффициент  $K_p = K_{\text{мр}}$ . Значение коэффициента  $K_{\text{мр}}$  приведены в таблице 9 [2, стр.362].  $i$  - число рабочих ходов.

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{6^1} \cdot 1 = 1171 \text{ Н}$$

Мощность при нарезании резьбы резцами рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность при нарезании резьбы:

$$N = \frac{1171 \cdot 11,5}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

$$0,2 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

**2. Токарная с ЧПУ (Токарный станок с ЧПУ UL-15).**

**2.1. Точение поверхности 1 - подрезка торца.**

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 14 [2, стр.366].

Глубина резания:  $t = 3,4 \text{ мм}$

Подача:  $S = 0,49 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 12:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3,4^{0,15} \cdot 0,49^{0,45}} \cdot 0,9 = 127,5 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 127,5}{3,14 \cdot 170,9} = 237 \text{ об/мин},$$

где  $d_{\text{max}}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170,9 \cdot 237}{1000} \approx 127 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,4^1 \cdot 0,49^{0,75} \cdot 127^{-0,15} \cdot 0,6 = 1733H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3,4^{0,9} \cdot 0,49^{0,6} \cdot 127^{-0,3} \cdot 0,6 = 668H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3,4^1 \cdot 0,49^{0,5} \cdot 127^{-0,4} \cdot 0,6 = 697H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1733 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 3,6кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75кВт$$

$$3,6 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 2.2.1. Черновое точение поверхности 2.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Максимальную глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 11 [2, стр.365].

Глубина резания:  $t_{max} = 43мм$

Количество проходов примем с учетом требуемой шероховатости  $i=15$ , тогда глубина резания  $t_{1-14}=3$  мм,  $t_{15}=1$  мм.

Подача:  $S = 0,6 \text{ мм / об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 12:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IIV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,9 = 118,5 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 118,5}{3,14 \cdot 128} = 295 \text{ об / мин},$$

где  $d_{max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 295}{1000} \approx 118,5 \text{ м / мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 118,5^{-0,15} \cdot 0,6 = 1799H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 118,5^{-0,3} \cdot 0,6 = 688H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 3^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 118,5^{-0,4} \cdot 0,6 = 700H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1799 \cdot 118,5}{1020 \cdot 60} = 3,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

$$3,5 \leq 6,75$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 2.2.2. Чистовое точение поверхности 2.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубина резания:  $t = 1 \text{ мм}$

Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 11 [2, стр.365].

Подача:  $S = 0,35 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,9 = 166 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\max}} = \frac{1000 \cdot 166}{3,14 \cdot 128} = 413 \text{ об / мин},$$

где  $d_{\max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 413}{1000} \approx 166 \text{ м / мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 166^{-0,15} \cdot 0,6 = 380 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 166^{-0,3} \cdot 0,6 = 168 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0,35^{0,5} \cdot 166^{-0,4} \cdot 0,6 = 156 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{380 \cdot 124}{1020 \cdot 60} = 1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{дв} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт}$$

$$1 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 2.3.1. Точение поверхности 3.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 11 [2, стр.364].

Глубина резания:  $t = 1,5 \text{ мм}$

Подача:  $S = 0,35 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_V$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{HV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,35^{0,45}} \cdot 0,9 = 186 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 186}{3,14 \cdot 126,605} = 468 \text{ об / мин},$$

где  $d_{\text{max}}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 126,605 \cdot 468}{1000} \approx 186 \text{ м / мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 93^{-0,15} \cdot 0,6 = 561 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 93^{-0,3} \cdot 0,6 = 233 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,5^1 \cdot 1,3^{0,5} \cdot 0,35^{-0,4} \cdot 0,6 = 223 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{561 \cdot 186}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт}$$

$$1,7 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

## 2.4. Точение контура 5.

### 2.4.1. Точение поверхности $D_{23}=70$ мм.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубина резания:  $t = 2$  мм

Подача:  $S = 0,6$  мм / об

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x, y, m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{HV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{HV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,9 = 126 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 70} = 573 \text{ об / мин},$$

где  $d_{max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{\max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 573}{1000} \approx 126 \text{ м / мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 126^{-0,15} \cdot 0,6 = 1188 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 126^{-0,3} \cdot 0,6 = 469 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 0,35^{0,5} \cdot 126^{-0,4} \cdot 0,6 = 455 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1188 \cdot 126}{1020 \cdot 60} = 2,5 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{дв} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт}$$

$$2,5 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

**2.4.2.** Точение поверхности  $D_{24}=120$  мм.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубина резания:  $t = 2 \text{ мм}$

Подача:  $S = 0,6 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{IIV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,6^{0,45}} \cdot 0,9 = 126 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\max}} = \frac{1000 \cdot 126}{3,14 \cdot 120} = 334 \text{ об/мин},$$

где  $d_{\max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{\max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 334}{1000} \approx 126 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 126^{-0,15} \cdot 0,6 = 1188H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,35^{0,6} \cdot 126^{-0,3} \cdot 0,6 = 469H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 0,35^{0,5} \cdot 126^{-0,4} \cdot 0,6 = 455H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1188 \cdot 126}{1020 \cdot 60} = 2,5кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9кВт$$

$$2,5 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

## 2.5. Точение канавки.

Инструмент: канавочный резец тип 2 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18885-73).

Глубина резания:  $t = 0,5мм$

Подача:  $S = 0,33мм/об$

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x, y, m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,33^{0,45}} \cdot 0,9 = 203 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 128} = 505 \text{ об / мин},$$

где  $d_{max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 128 \cdot 505}{1000} \approx 203 \text{ м / мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,33^{0,75} \cdot 203^{-0,15} \cdot 0,6 = 177 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,33^{0,6} \cdot 203^{-0,3} \cdot 0,6 = 82 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,5^1 \cdot 0,33^{0,5} \cdot 203^{-0,4} \cdot 0,6 = 70 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{177 \cdot 203}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9 \text{ кВт}$$

$$0,6 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

## 2.6. Точение контура 6.

### 2.6.1. Точение поверхности $D_{26} = 38,62$ мм.

Инструмент: проходной резец тип 1 с пластинами из твердого сплава Т15К6 (ГОСТ 18879-73).

Глубина резания:  $t = 2$  мм

Подача:  $S = 0,33$  мм/об

Скорость резания рассчитывается по формуле 14:

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

Значение стойкости  $T$  принимают 30-60 мин. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ ,  $m$  приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}$ ,  $K_{IV}$ ,  $K_{IIV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,33^{0,45}} \cdot 0,9 = 183 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 183}{3,14 \cdot 38,62} = 1509 об / мин ,$$

где  $d_{max}$  – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{max} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38,62 \cdot 1509}{1000} \approx 183 м / мин$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы  $P_z, P_y, P_x$ .

Сила резания рассчитывается по формуле 16:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени  $x, y, n$  приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6$$

Назначаем  $K_{Mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,33^{0,75} \cdot 183^{-0,15} \cdot 0,6 = 717 Н$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0,9} \cdot 0,33^{0,6} \cdot 183^{-0,3} \cdot 0,6 = 293 Н$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 0,33^{0,5} \cdot 183^{-0,4} \cdot 0,6 = 291 Н$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{717 \cdot 183}{1020 \cdot 60} = 2,1 кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{\delta\epsilon} \cdot \eta = 11 \cdot 0,9 = 9,9 кВт$$

$$2,1 \leq 9,9$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

### 3. Фрезерная (Универсальный фрезерный станок 6ДМ80Ш).

#### 3.1. Фрезерование поверхности 1.

Инструмент: фреза концевая (ГОСТ 18375-73).

Глубина фрезерования:  $t = B = 20\text{мм}$

Подача рассчитывается по формуле:

$$s = s_z \cdot z \quad (28)$$

Величина подачи на один зуб  $s_z$  приведена в таблице 76 [2, стр.403]. Число зубьев фрезы  $z=4$ .

Подача:

$$s = 0,2 \cdot 4 = 0,8\text{мм} / \text{мин}$$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (29)$$

Значение периода стойкости  $T$  приведено в таблице 82 [2, стр.411]. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени приведены в таблице 81 [2, стр.407].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{243 \cdot 130^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 20^{0,24} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 20^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,9 = 118\text{м} / \text{мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 130} = 289\text{об} / \text{мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 289}{1000} \approx 118\text{м} / \text{мин}$$

Сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_y^x \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} \quad (30)$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 83 [2, стр.412]. Коэффициент  $K_{Mp}$  приведен в таблице 9 [2, стр.362].  $n$  – частота вращения фрезы.

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 20^{0,86} \cdot 0,8^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 4}{160^{0,86} \cdot 1000^0} \cdot 1 = 1424 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (31)$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{1424 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 1139 \text{ Нм}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1424 \cdot 118}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$\begin{aligned} N_{рез} &\leq N_{см} \\ N_{см} &= N_{об} \cdot \eta = 4 \cdot 0,9 = 3,6 \text{ кВт} \\ 2,7 &\leq 3,6 \end{aligned}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

**4. Фрезерная (Универсальный фрезерный станок 6ДМ80Ш).**

**4.1. Фрезерование паза.**

Инструмент: фреза концевая (ГОСТ 18375-73).

Глубина фрезерования:  $t = B = 20\text{мм}$

Подача рассчитывается по формуле 28:

$$s = s_z \cdot z$$

Величина подачи на один зуб  $s_z$  приведена в таблице 76 [2, стр.403]. Число зубьев фрезы  $z=4$ .

Подача:

$$s = 0,2 \cdot 4 = 0,8\text{мм} / \text{мин}$$

Скорость резания рассчитывается по формуле 29:

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

Значение периода стойкости  $T$  приведено в таблице 82 [2, стр.411]. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени приведены в таблице 81 [2, стр.407].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{243 \cdot 160^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 20^{0,24} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 20^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,9 = 129\text{м} / \text{мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 129}{3,14 \cdot 160} = 257\text{об} / \text{мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 257}{1000} \approx 129\text{м} / \text{мин}$$

Сила резания рассчитывается по формуле 30:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 83 [2, стр.412]. Коэффициент  $K_{Mр}$  приведен в таблице 9 [2, стр.362].  $n$  – частота вращения фрезы.

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 20^{0,86} \cdot 0,8^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 4}{160^{0,86} \cdot 1000^0} \cdot 1 = 1424H$$

Крутящий момент на шпинделе рассчитывается по формуле 31:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{1424 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 1139Hm$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1424 \cdot 129}{1020 \cdot 60} = 3кВт$$

Проверка по мощности:

$$\begin{aligned} N_{рез} &\leq N_{см} \\ N_{см} &= N_{об} \cdot \eta = 4 \cdot 0,9 = 3,6кВт \\ 3 &\leq 3,6 \end{aligned}$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

**5. Фрезерная (5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-750 с ЧПУ).**

**5.1. Фрезерование поверхностей 1.**

Инструмент: фреза концевая (ГОСТ 18375-73).

Глубина фрезерования:  $t = B = 20мм$

Подача рассчитывается по формуле 28:

$$s = s_z \cdot z$$

Величина подачи на один зуб  $s_z$  приведена в таблице 76 [2, стр.403]. Число зубьев фрезы  $z=4$ .

Подача:

$$s = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ мм / мин}$$

Скорость резания рассчитывается по формуле 29:

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

Значение периода стойкости  $T$  приведено в таблице 82 [2, стр.411]. Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени приведены в таблице 81 [2, стр.407].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{243 \cdot 70^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 20^{0,24} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 20^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,9 = 99,5 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 99,5}{3,14 \cdot 70} = 453 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 453}{1000} \approx 99,5 \text{ м / мин}$$

Сила резания рассчитывается по формуле 30:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_y^x \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 83 [2, стр.412]. Коэффициент  $K_{Mp}$  приведен в таблице 9 [2, стр.362].  $n$  – частота вращения фрезы.

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 20^{0,86} \cdot 0,8^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 4}{70^{0,86} \cdot 453^0} \cdot 1 = 2184H$$

Крутящий момент на шпинделе рассчитывается по формуле 31:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{2184 \cdot 70}{2 \cdot 100} = 764,4Hм$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1284 \cdot 70}{1020 \cdot 60} = 1,4кВт$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{дв} \cdot \eta = 22,4 \cdot 0,9 = 20,16кВт$$

$$1,4 \leq 20,16$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

**5.2. Фрезерование пазов (5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-750 с ЧПУ).**

Инструмент: фреза концевая (ГОСТ 18372-73).

Глубина фрезерования:  $t = B = 0,5мм$

Подача рассчитывается по формуле 28:

$$s = s_z \cdot z$$

Величина подачи на один зуб  $s_z$  приведена в таблице 76 [2, стр.403]. Число зубьев фрезы  $z=4$ .

Подача:

$$s = 0,2 \cdot 4 = 0,8мм / мин$$

Скорость резания рассчитывается по формуле 29:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости  $T$  приведено в таблице 82 [2, стр.411]. Значение коэффициента  $C_V$ , показателей степени приведены в таблице 81 [2, стр.407].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{HV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Назначаем  $K_{MV}, K_{IV}, K_{HV}$  в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{243 \cdot 160^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 0,5^{0,24} \cdot 0,8^{0,2} \cdot 0,5^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 0,9 = 452 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 452}{3,14 \cdot 160} = 900 \text{ об / мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 900}{1000} \approx 452 \text{ м / мин}$$

Сила резания рассчитывается по формуле 30:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

Значение коэффициента  $C_p$ , показателей степени приведены в таблице 83 [2, стр.412]. Коэффициент  $K_{Mp}$  приведен в таблице 9 [2, стр.362].  $n$  – частота вращения фрезы.

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,5^{0,86} \cdot 0,8^{0,72} \cdot 0,5^1 \cdot 4}{160^{0,86} \cdot 900^0} \cdot 1 = 8 \text{ Н}$$

Крутящий момент на шпинделе рассчитывается по формуле 31:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{452 \cdot 160}{2 \cdot 100} = 22,4 \text{ Нм}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 21:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{8 \cdot 452}{1020 \cdot 60} = 0,06 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{см}$$

$$N_{см} = N_{об} \cdot \eta = 22 \cdot 0,9 = 19,5 \text{ кВт}$$

$$0,06 \leq 19,5$$

Примем минимальное значение КПД станка  $\eta = 0,9$ .

## 1.5 Нормирование технологических операций

### 1.5.1 Расчет основного времени

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t_0 = \frac{(L \cdot i)}{(S \cdot n)}, \text{ мин}; \quad (32)$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 \text{ мм}; \quad (33)$$

$l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_1$  - величина подвода инструмента, мм;

$l_2$  - величина врезания инструмента, мм.

$l_3$  - величина перебега инструмента, мм.

Величины подвода и перебега для токарной, сверлильной и фрезерной принимаем равной 1мм, для заготовительной и слесарной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

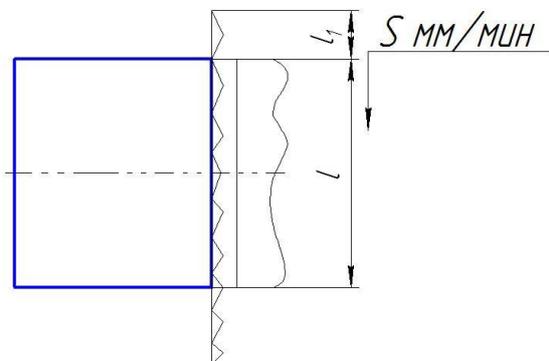
$$l_2 = \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}; \quad (34)$$

где  $t$  - глубина резания, мм;

$\varphi$  - угол в плане.

## 0. Заготовительная.

Отрезать заготовку.

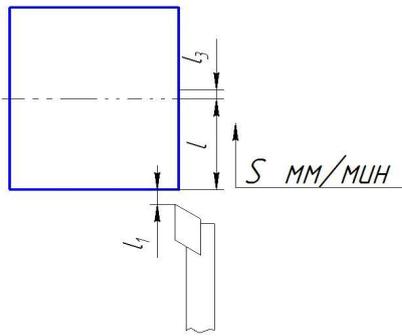


$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l + l_2) \cdot i}{S} = \frac{(170 + \frac{5}{\operatorname{tg}45^\circ}) \cdot 1}{50} = 3,5 \text{ мин}$$

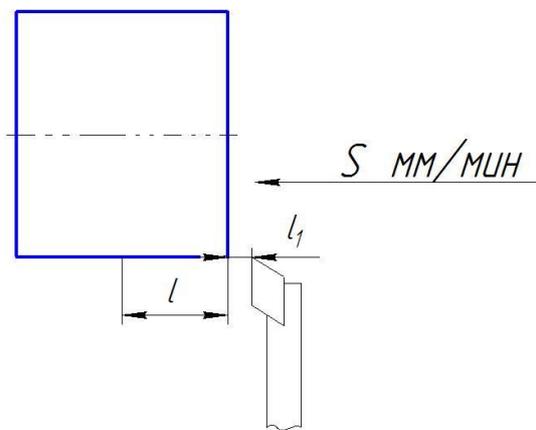
## 1. Токарная.

1.1. Подрезать торец 1.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(85,45 + 1 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 237} = 0,75 \text{ мин}$$



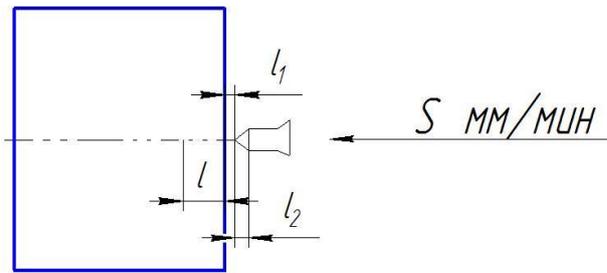
### 1.2. Точить поверхность 2.



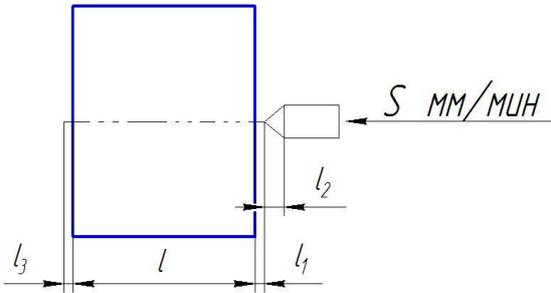
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(25 + 1) \cdot 4}{0,6 \cdot 236} = 0,7 \text{ мин}$$

### 1.3. Центровать торец.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(20 + 1 + \frac{8}{\operatorname{tg} 60^\circ})}{0,14 \cdot 671} = 0,2 \text{ мин}$$



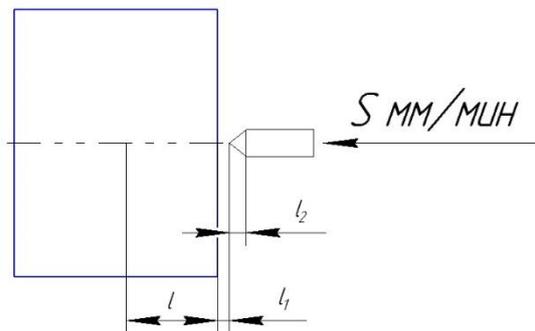
1.4. Сверлить отверстие 3.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(114,55 + 1 + 1 + \frac{7,5}{\operatorname{tg} 60^\circ}) \cdot 1}{0,2 \cdot 530} = 1,1 \text{ мин}$$

1.5. Рассверлить отверстие 4.



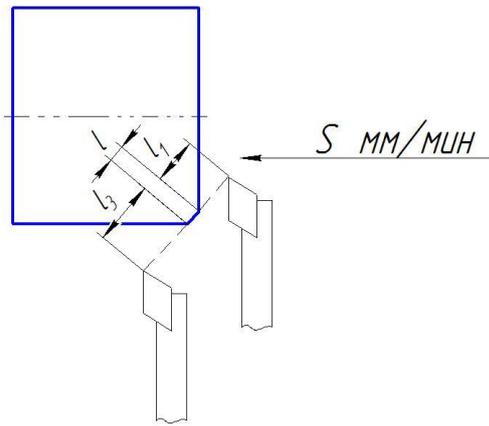
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(69,5 + 1 + \frac{2}{\operatorname{tg} 60^\circ}) \cdot 1}{0,3 \cdot 419} = 0,6 \text{ мин}$$

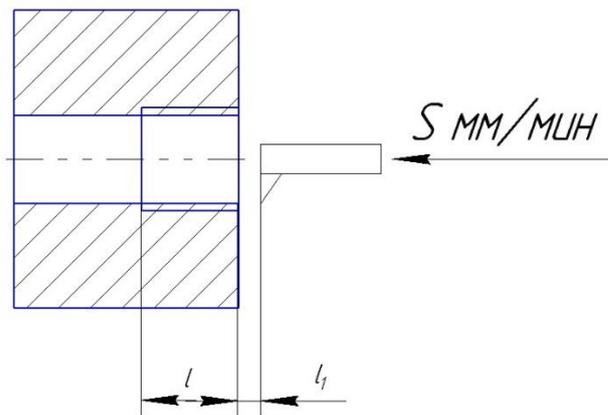
1.6. Точить фаску 5.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(1,5 + 1 + 1) \cdot 1}{0,26 \cdot 2779} =$$

$$= 0,02 \text{ мин}$$



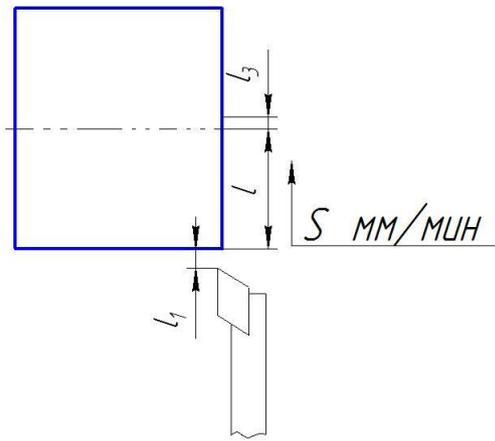
1.7. Нарезать резьбу М22-6Н.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + \frac{2}{3}P + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(35 + \frac{2}{3}1,5 + 1) \cdot 3}{1,5 \cdot 166} = 0,44 \text{ мин}$$

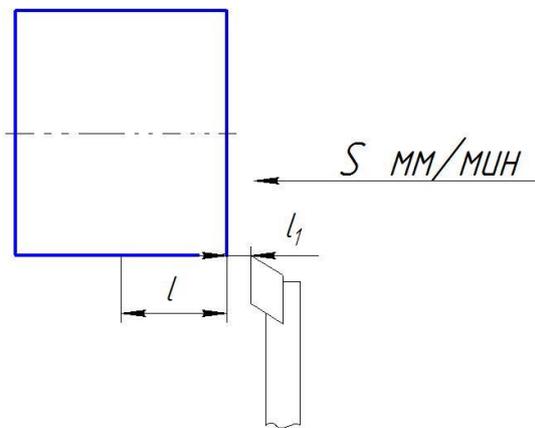
2. Токарная с ЧПУ.

2.1. Подрезать торец 1.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(85,45 + 1 + 1) \cdot 1}{0,49 \cdot 237} = 0,75 \text{ мин}$$

## 2.2. Точить поверхность 2.



Черновое точение:

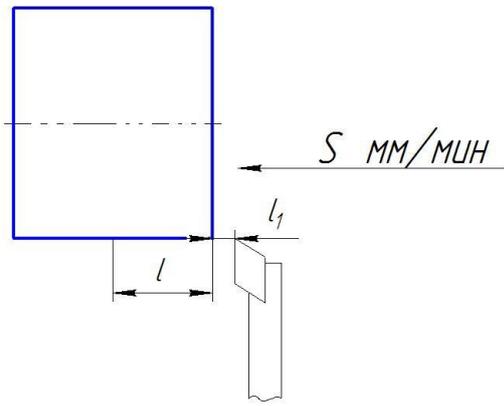
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(89,045 + 1) \cdot 14}{0,6 \cdot 295} = 7,1 \text{ мин}$$

Чистовое точение:

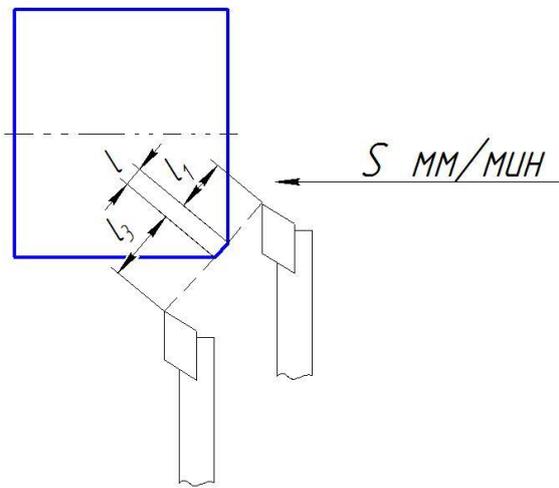
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(89,045 + 1) \cdot 1}{0,35 \cdot 413} = 0,6 \text{ мин}$$

## 2.3. Точить поверхность 3.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(78,1 + 1) \cdot 1}{0,35 \cdot 468} = 0,5 \text{ мин}$$

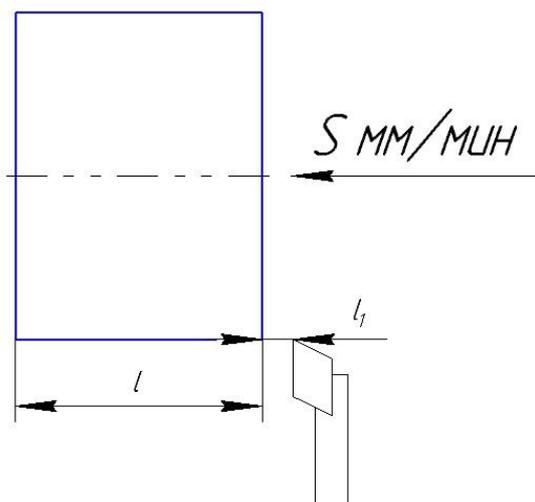


#### 2.4. Точить фаску 4.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 1 + 1) \cdot 1}{0,6 \cdot 468} = 0,02 \text{ мин}$$

#### 2.5. Точить контур 5.



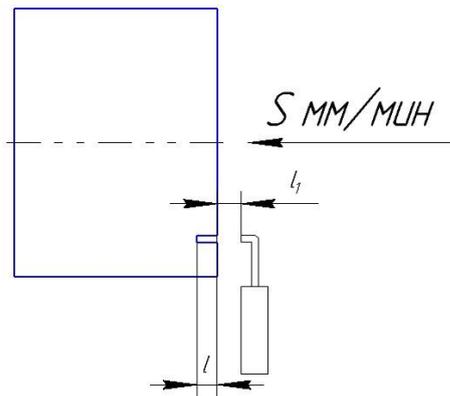
Точение поверхности  $D_{23}$ :

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(86,09 + 1) \cdot 28}{0,6 \cdot 573} = 7 \text{ мин}$$

Точение поверхности  $D_{24}$ :

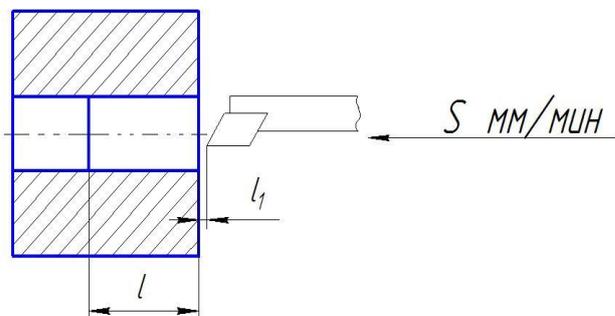
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{l \cdot i}{S \cdot n} = \frac{86,09 \cdot 3}{0,6 \cdot 334} = 1,3 \text{ мин}$$

2.6. Точить канавку.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(13 + 1) \cdot 1}{0,33 \cdot 505} = 0,05 \text{ мин}$$

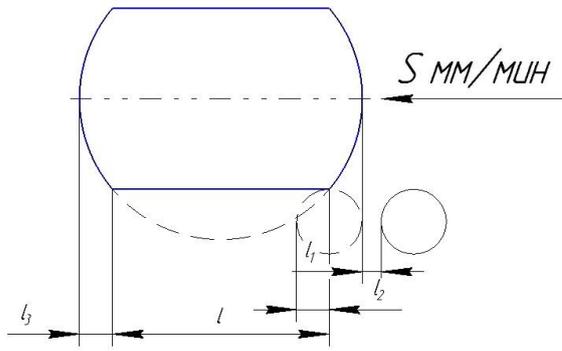
2.7. Точить внутренний контур б.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(30,59 + 1) \cdot 12}{0,33 \cdot 1509} = 0,8 \text{ мин}$$

3. Фрезерная.

3.1. Фрезеровать поверхность 1.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

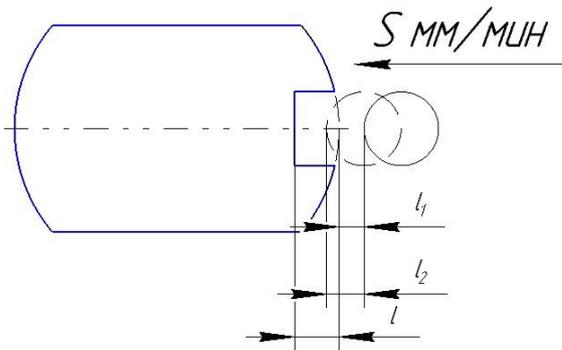
$$= \frac{(130 + 1 + 1 + \frac{20}{\operatorname{tg} 45^\circ}) \cdot 1}{0,8 \cdot 289} = 0,7 \text{ мин}$$

#### 4. Фрезерная.

##### 4.1. Фрезеровать паз.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

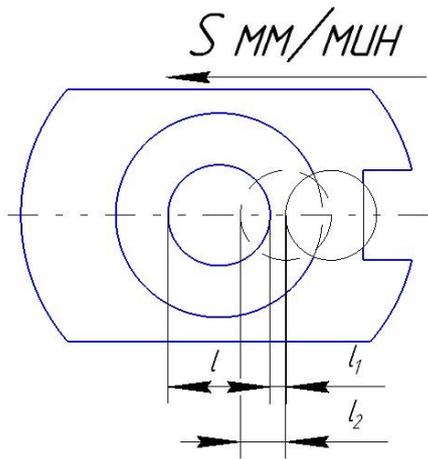
$$= \frac{(13 + 1 + \frac{20}{\operatorname{tg} 45^\circ}) \cdot 1}{0,8 \cdot 257} = 0,2 \text{ мин}$$



#### 5. Фрезерная с ЧПУ.

1.

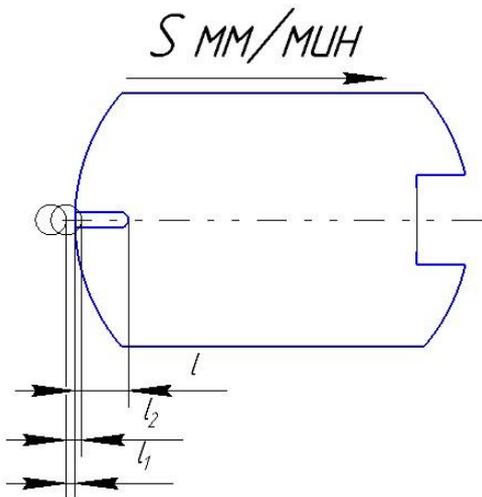
1.



$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(70 + 1 + \frac{18,59}{\operatorname{tg} 45^\circ}) \cdot 1}{0,8 \cdot 300} = 0,4 \text{ мин}$$

2.



2.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi}) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(20 + 1 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 45^\circ}) \cdot 1}{0,8 \cdot 300} = 0,09 \text{ мин}$$

### 1.5.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали.

$$t_v = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм}; \quad (35)$$

$t_{уст}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$  - время на управление станком;

$t_{изм}$  - время измерения детали.

**0. Заготовительная операция.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин}$$

**1. Токарная операция.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,26 + 0,21 + 0,29 = 0,76 \text{ мин}$$

**2. Токарная операция с ЧПУ.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,13 + 0,23 + 0,29 = 0,65 \text{ мин}$$

**3. Фрезерная операция.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,21 + 0,29 = 0,68 \text{ мин}$$

**4. Фрезерная операция.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,21 + 0,29 = 0,68 \text{ мин}$$

**5. Фрезерная операция с ЧПУ.**

$$t_6 = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,1 + 0,21 + 0,29 = 0,6 \text{ мин}$$

### 1.5.3 Расчет оперативного времени

Формула для расчета оперативного времени:

$$t_{он} = t_o + t_6 \quad (36)$$

**0. Заготовительная операция.**

$$t_{он} = t_o + t_6 = 3,5 + 0,53 = 4,03 \text{ мин}$$

**1. Токарная операция.**

$$t_{он} = t_o + t_6 = 3,81 + 0,76 = 4,57 \text{ мин}$$

**2. Токарная операция с ЧПУ.**

$$t_{он} = t_o + t_6 = 17,4 + 0,65 = 18,05 \text{ мин}$$

**3. Фрезерная операция.**

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,7 + 0,68 = 1,38 \text{ мин}$$

**4. Фрезерная операция.**

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,2 + 0,68 = 0,88 \text{ мин}$$

**5. Фрезерная операция с ЧПУ.**

$$t_{on} = t_o + t_g = 0,49 + 0,6 = 0,55 \text{ мин}$$

#### 1.5.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

Формула для расчета времени на обслуживание рабочего места:

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{on} \quad (37)$$

**0. Заготовительная операция.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 4,03 = 0,12 \text{ мин}$$

**1. Токарная операция.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 4,57 = 0,14 \text{ мин}$$

**2. Токарная операция с ЧПУ.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 18,05 = 0,5 \text{ мин}$$

**3. Фрезерная операция.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 1,38 = 0,04 \text{ мин}$$

**4. Фрезерная операция.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 0,88 = 0,03 \text{ мин}$$

**5. Фрезерная операция с ЧПУ.**

$$t_{обс} = 0,03 \cdot 0,55 = 0,016 \text{ мин}$$

### 1.5.5 Расчет времени на отдых

Формула для расчета времени на отдых:

$$t_{отд} = \beta \cdot t_{он} \quad (38)$$

**0.** Заготовительная операция.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 4,03 = 0,16 \text{ мин}$$

**1.** Токарная операция.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 4,57 = 0,18 \text{ мин}$$

**2.** Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 18,05 = 0,7 \text{ мин}$$

**3.** Фрезерная операция.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 1,38 = 0,06 \text{ мин}$$

**4.** Фрезерная операция.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 0,88 = 0,04 \text{ мин}$$

**5.** Фрезерная операция с ЧПУ.

$$t_{отд} = 0,04 \cdot 0,55 = 0,022 \text{ мин}$$

### 1.5.6 Определение оперативно-заключительного времени

**0.** Заготовительная операция.

$$t_{пз} = 3 \text{ мин}$$

**1.** Токарная операция.

$$t_{пз} = 7 \text{ мин}$$

**2.** Токарная операция с ЧПУ.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

**3. Фрезерная операция.**

$$t_{nz} = 10 \text{ мин}$$

**4. Фрезерная операция.**

$$t_{nz} = 10 \text{ мин}$$

**5. Фрезерная операция с ЧПУ.**

$$t_{nz} = 16 \text{ мин}$$

### 1.5.7 Расчет штучного времени

Формула для расчета штучного времени:

$$t_{шт} = t_o + t_g + t_{обс} + t_{отд} \quad (39)$$

**0. Заготовительная операция.**

$$t_{шт} = 3,5 + 0,53 + 0,12 + 0,16 = 4,31 \text{ мин}$$

**1. Токарная операция.**

$$t_{шт} = 3,81 + 0,76 + 0,14 + 0,18 = 4,9 \text{ мин}$$

**2. Токарная операция с ЧПУ.**

$$t_{шт} = 17,4 + 0,65 + 0,5 + 0,7 = 19,25 \text{ мин}$$

**3. Фрезерная операция.**

$$t_{шт} = 0,7 + 0,68 + 0,04 + 0,06 = 1,48 \text{ мин}$$

**4. Фрезерная операция.**

$$t_{шт} = 0,2 + 0,68 + 0,03 + 0,04 = 0,95 \text{ мин}$$

**5. Фрезерная операция с ЧПУ.**

$$t_{шт} = 0,49 + 0,6 + 0,016 + 0,022 = 0,6 \text{ мин}$$

### 1.5.8 Расчет штучно-калькуляционного времени

Формула для расчета штучно-калькуляционного времени:

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{нз}}{N} \quad (40)$$

Штучно-калькуляционное время:  $t_{шт.к} = 31,49 + \frac{58}{50} = 32,65 \text{ мин}$

## **2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ**

Целью конструкторской части является разработка приспособления для одной из операций механической обработки, определения силы закрепления и точности установки детали.

Разрабатываем приспособление для фрезерной операции, в которой обрабатываются верхние поверхности.

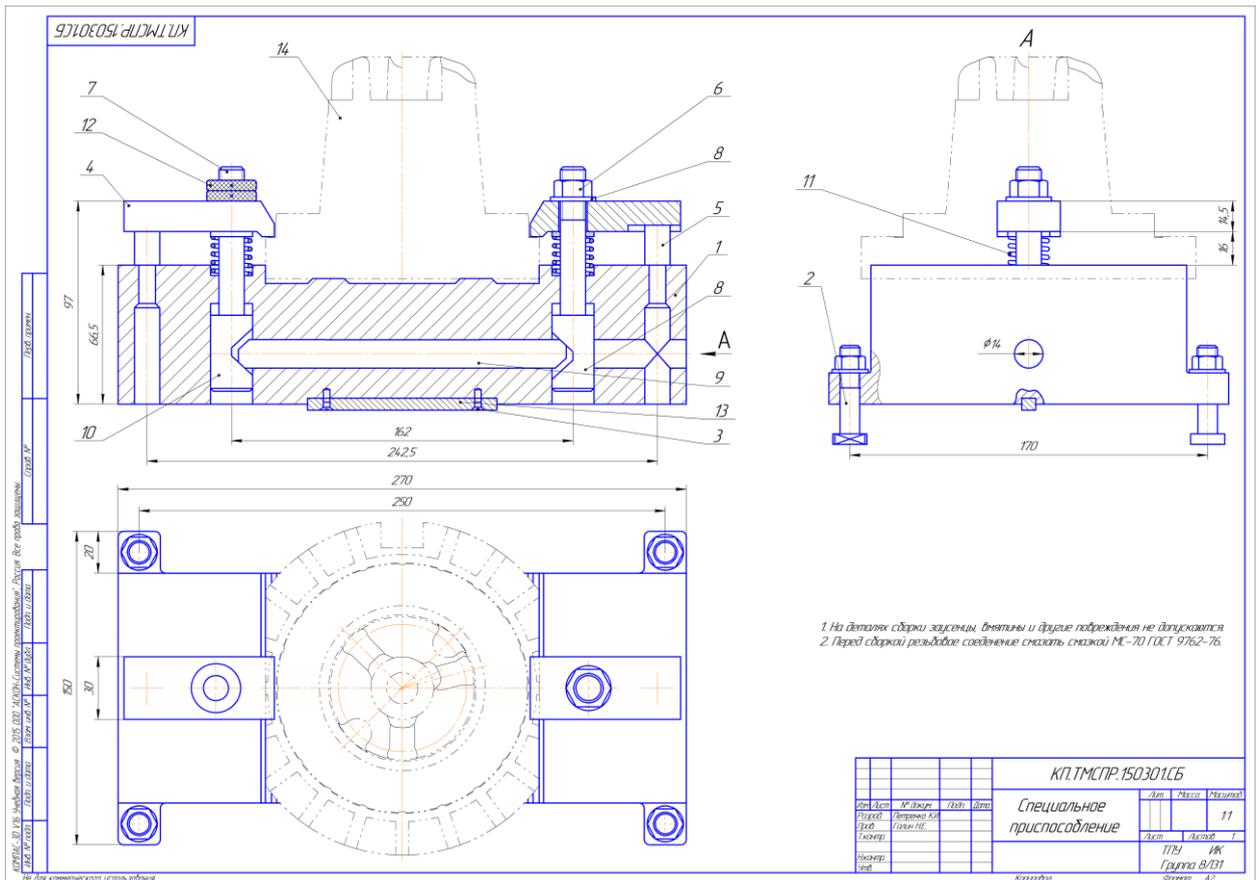


Рис. 2.1 Специальное приспособление

## 2.1 Расчет силы закрепления

На деталь, закрепленную зажимами, действуют прижимные силы  $Q_1$  и  $Q_2$ . Сила резания  $P$  направлена перпендикулярно силам  $Q_1$  и  $Q_2$ , стремится сдвинуть деталь. Силу резания  $P$  уравнивает сила трения  $F_{тр}$ , которая создается силами  $Q_1$  и  $Q_2$ . Так как зажимы закрепляют деталь одновременно и с равной силой, то примем  $Q=Q_1=Q_2$ .

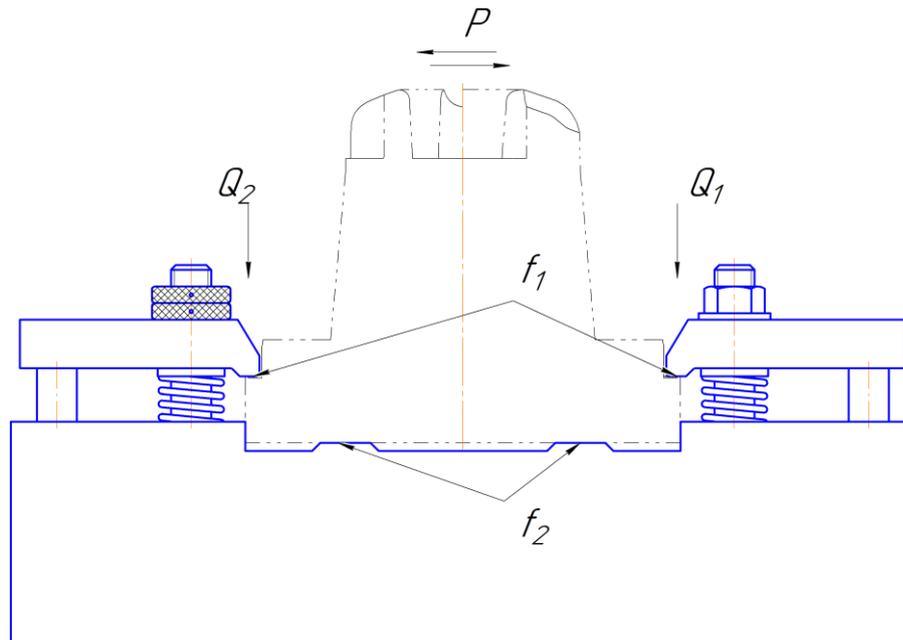


Рис. 2.2 Расчетная схема приспособления

Силу трения определяем по формуле:

$$F_{mp} = f \cdot Q, \quad (41)$$

где  $f$ - коэффициент трения между поверхностями.

Так как сила трения  $F_{тр}$  в двух местах (между заготовкой и зажимом; между заготовкой и столом приспособления), то определяем ее, как результирующую:

$$F_{mp} = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2 = Q \cdot (f_1 + f_2), \quad (42)$$

где  $f_1$ - коэффициент трения между заготовкой и зажимом,  $f_2$ - коэффициент трения между заготовкой и столом приспособления.

Условия равновесия сил закрепления выведем из формулы 43:

$$k \cdot P = Q \cdot (f_1 + f_2) \quad (43)$$

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2}, \quad (44)$$

где  $k$ - коэффициент запаса.

Коэффициент запаса  $k$  находим из формулы:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (45)$$

Указанные коэффициенты принимаем из [2, стр 117]:

где  $k_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1$  – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке  $k_1 = 1$ ;

$k_2$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки:  $k_2 = 1,15$ ;

$k_3$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания  $k_3 = 1$ ;

$k_4$  - коэффициент характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов  $k_4 = 1,3$ ;

$k_5$  -коэффициент характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима):  $k_5=1$

Коэффициент  $k_6$  вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом  $k = 2,6$ .

$f_1$  – коэффициент трения на рабочих прижимах;  $f_1 = 0,2$  [2, стр 118];

$f_2$  – коэффициент трения на рабочих поверхностях;  $f_2 = 0,2$  [2, стр 118];

$P$  – сила резания;  $P = 21,84H$ ;

Сила закрепления:

$$Q = \frac{k \cdot P}{f_1 + f_2} = \frac{2,6 \cdot 21,84}{0,1 + 0,1} = 28,39H$$

## 2.2 Описание работы приспособления

Сконструированное приспособление (Рис.2.1) предназначено для фрезерования верхних поверхностей изделия «Сердечник».

Приспособление состоит из корпуса 1, который устанавливается на стол фрезерного станка, и крепится за счет четырех болтов 2 и шпонки 3. Заготовка прижимается двумя зажимами 4, действующими одновременно. Зажимы 4, установленные на стойках 5, опускаются за счет завинчивания гайки 6, установленной на штоке 7, на котором установлен цилиндр с двойным срезом 8. При завинчивании гайки 6 цилиндр 8 толкает штангу 9, которая воздействует на другой зажим за счет цилиндра 10 и одновременно зажимает заготовку в приспособлении. После установки заготовки в приспособление производится обработка верхних поверхностей. Для снятия заготовки после обработки откручивается гайка 5. Прижимы 4 поднимаются за счет пружин возврата 11, что обеспечивает плавный и равномерный подъем. Затем деталь извлекается из приспособления.

Спроектированное приспособление технологично в изготовлении и не требует трудоемких операций. Конструкция данного приспособления позволяет базировать деталь без дополнительных устройств. Главное достоинство данного приспособления - это его простота в использовании.

### **3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ЛЗ1	Петренко Кириллу Ильичу

<b>Институт</b>	<b>ИК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ТМСР</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	...
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	...
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	...

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Гаврикова Надежда Александровна	ст. преп. Каф. мен.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ЛЗ1	Петренко Кирилл Ильич		

Цель раздела– расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

### 3.1 Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;

9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

### 3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (*i*-го) вида в отдельности рассчитываются по формуле [9] (<http://yaruse.ru/subproducts/show/id/2>)

$$C_{MO} = 6,53 \cdot 22,9(1 + 0,06) = 158,5 \text{ руб. (46)}$$

Вспомогательные материалы на тех. Цели: примем 15% от стоимости материала

$$C_{MB} = C_{MO} \cdot 0,02 = 158,5 \cdot 0,02 = 3,17 \text{ руб. (47)}$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала

$$C_{TPZ} = C_{MO} \cdot 0,15 = 158,5 \cdot 0,15 = 23,8 \text{ руб. (48)}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_M = C_{MO} + C_{MB} + C_{TPZ} = 158,5 + 3,17 + 23,8 = 185,47 \text{ руб. (49)}$$

### 3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

### 3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняем по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (B_{чр} - B_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} \quad (50)$$

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

$Ц_{от}$  – цена отходов, руб/т. (7933);

$B_{чр}$  – масса заготовки, кг (22,48);

$B_{чст}$  – чистая масса детали, кг (5,71);

$\beta$  – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

$$C_{от} = (22,48 - 5,71) \cdot (1 - 0,02) \cdot 7,9 = 129,83 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

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

Затраты данного вида учитываются в п. 3.10.

### 3.6 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции.

Расчет следует произвести по формуле

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{нр}}, \quad (51)$$

где  $t_i^{\text{шт.к}}$  – штучное время выполнения  $i$ -й операции, мин;

$K_0$  – количество операций в процессе;

$\text{чтс}_i$  – часовая тарифная ставка на  $i$ -й операции из таблицы [9],

$k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

Разряды рабочих принять:

1-я операция: рабочий 1-го разряда,

2-я операция: рабочий 3-го разряда,

3-я операция: рабочий 4-го разряда,

4-я операция: рабочий 3-ого разряда,

5-я операция: рабочий 3-ого разряда.

$$C_{\text{озп}_1} = \frac{4,37}{60} \cdot 40 \cdot 1,4 = 19,2 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}_2} = \frac{5,04}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 7,6 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}_3} = \frac{19,49}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 37,7 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}_4} = \frac{2,83}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 4,3 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}_5} = \frac{0,92}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}} = 19,2 + 7,6 + 37,7 + 4,3 + 1,4 = 74,5 \frac{\text{руб}}{\text{шт.}}$$

### 3.7 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}}, \quad (52)$$

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

$k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 1,1.

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 74,5 \cdot 0,1 = 7,45$$

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

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле,

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot \frac{(C_{\text{с,н.}} + C_{\text{стр}})}{100} \quad (53)$$

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

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

$C_{С,Н}$  – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{СТР}$  – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{НЗ} = (74,5 + 7,45) \cdot \frac{(30 + 0,7)}{100} = 25,2 \text{ руб.}$$

### 3.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

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

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- а.** амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение  $C_a$ ;
- б.** эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- с.** ремонт оборудования;

- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

**Элемент «а»** Амортизация оборудования определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj} \quad (54)$$

Где

$\Phi_i$  – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования  $i$ -го типа,  $i = 1, \dots, T$ ;

$T$  – количество типов используемого оборудования;

$\Phi_j$  – то же для  $j$ -го типа оснастки  $j=1, \dots, m$ ;

$m$  – количество типов используемой оснастки;

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

$\Phi_{JET\ HBS-916W} = 222\ 000$  руб.

$\Phi_{SPF-1000PHS} = 1\ 044\ 000$  руб.

$\Phi_{UL-15} = 1\ 550\ 000$  руб.

$\Phi_{6DM80Ш} = 2\ 900\ 000$  руб.

$\Phi_{Haas\ UMC-750} = 9\ 500\ 000$  руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{mu}} \quad (55)$$

$$H_{\text{JET HBS-916W}} = H_{\text{PF-1000PHS}} = H_{\text{UL-15}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$H_{\text{6ДМ80Ш}} = H_{\text{Haas UMC-750}} = \frac{1}{2} = 0,5$$

где  $T_{\text{mu}}$  – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[9]

$$A_{\text{JET HBS-916W}} = 222000 \cdot 0,1 = 22200 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{PF-1000PHS}} = 1044000 \cdot 0,1 = 104400 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{UL-15}} = 1550000 \cdot 0,1 = 155000 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{6ДМ80Ш}} = 2900000 \cdot 0,5 = 1450000 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{Haas UMC-750}} = 9500000 \cdot 0,5 = 4750000 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{общ}} = 6481600 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i} \quad (56)$$

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

$P$  – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$  – штучно-калькуляционное время на  $i$ -й операции процесса,  $i = 1, \dots, P$ ;  $F_i$  – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на  $i$ -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы  $F_i = 4029$  часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{50 \cdot 32,65}{\frac{60}{5 \cdot 4029}} = 0,0013$$

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

$$C_a = \left( \frac{A_{год}}{N_B} \right) \cdot \left( \frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}} \right) = \left( \frac{6481600}{50} \right) \cdot \left( \frac{0,0013}{0,85} \right) = 198,3 \text{ руб. (57)}$$

где  $\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

**Элемент «в»** (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$\begin{aligned} C_{\text{ЭКС}} &= (C_{\text{ОЗП}} + C_{\text{ДЗП}} + C_{\text{Н}}) \cdot 0,4 = (74,5 + 7,45 + 25,2) \cdot 0,4 \\ &= 42,9 \text{ руб. (58)} \end{aligned}$$

стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы

оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мЭКС}} = C_a \cdot 0,2 = 198,3 \cdot 0,2 = 39,7 \text{ руб. (59)}$$

- В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле

$$C_{\text{эл.п}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{в}i} \cdot t_i^{\text{шт.к}} \quad (60)$$

где  $C_{\text{э}}$  – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;  $K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);  $W_i$  – мощность электропривода оборудования, используемого на  $i$ -й операции;  $K_{\text{м}i}$  – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);

$K_{bi}$  – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить  $t_i^{маш}$  и принимается равным 0,6 – 0,7 от  $t_i^{шт.к}$  (=30,65).

Тариф на электроэнергию примем  $\Pi_{тэ} = 5,8$  руб/кВтч;

$$C_{эл.п} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 2,878 = 17,53 \text{ руб.}$$

$$W_1 \cdot K_{в1} \cdot t_1^{шт.к.} = 1,1 \cdot 0,6 \cdot 4,37 = \frac{2,88}{60} = 0,048$$

$$W_2 \cdot K_{в2} \cdot t_2^{шт.к.} = 7,5 \cdot 0,6 \cdot 5,04 = \frac{22,68}{60} = 0,38$$

$$W_3 \cdot K_{в3} \cdot t_3^{шт.к.} = 11 \cdot 0,6 \cdot 19,49 = \frac{128,63}{60} = 2,14$$

$$W_4 \cdot K_{в4} \cdot t_4^{шт.к.} = 4 \cdot 0,6 \cdot 2,83 = \frac{6,79}{60} = 0,11$$

$$W_5 \cdot K_{в5} \cdot t_5^{шт.к.} = 22,4 \cdot 0,6 \cdot 0,92 = \frac{12,36}{60} = 0,2$$

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время. Данные для расчета потребляемой мощности взяты из раздела – «Расчеты режимов резания».

**Элемент «с»** (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot 1,0 = 74,5 \cdot 1,0 = 74,5 \text{ руб. (61)}$$

**Элемент «d»** (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей,

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин.	Цена, руб.	$\frac{C_{иi} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{T_{ст.и.i} \cdot n_i}$	Переточка (границы)

смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

$$C_{ИОН} = \frac{(1 + k_{ТЗ}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{иi} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{T_{ст.и.i} \cdot n_i} \quad (62)$$

где  $C_{иi}$  – цена инструмента, используемого на  $i$ -й операции,  $i = 1, \dots, P$ ;

$t_{рез.i}$  – время работы инструмента, применяемого на  $i$ -й операции, мин.;

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

$T_{ст.и.i}$  – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

$n_i$  – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4; Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб.  $k_{ТЗ}$  – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ( $k_{ТЗ}=0,06$ ).

					пластин)
Биметаллическое ленточное полотно	3,5	22	155	24,66	-
Сменная пластинка (подрезного резца)	1,5	25	60	0,9	4
Сменная пластинка (проходного резца)	17,24	25	96	16,55	4
Сменная пластинка (резьбового резца)	0,44	25	120	0,7	3
Сменная пластинка (канавочного резца)	0,05	25	140	0,14	2
Сменная пластинка (расточного резца)	0,8	25	35,5	0,57	2
Сверло спиральное на 14 P6M5	0,2	30	80	0,18	3
Сверло спиральное на 15 P6M5	1,1	12	64	1,95	3
Сверло спиральное на 19,4 P6M5	0,6	12	32	0,53	3
Концевая фреза 1	0,9	35	121	1,55	2
Концевая фреза 2	0,4	35	140	0,8	2
Концевая фреза 3	0,09	35	162	0,2	2

Наименование	Цена, руб.	Срок эксплуатации, лет.	Затраты в год, руб.	Затраты на единицу продукции, руб.
Ленточнопильный станок	37000	5	7400	148
3-х кулачковый патрон:	8600	5	1720	34,4

$$C_{\text{ИОН}} = (1 + 0,06) \cdot 48,73 = 51,65 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

$$C_{\text{аоб}} = (7,4 + 1,72) = 9,12 \frac{\text{руб}}{\text{шт}} \cdot (63)$$

**Элемент «f»** (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они *не рассчитываются*.

### 3.11 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента  $k_{\text{оп}}$ , рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}}; \quad k_{\text{оп}} = (0,5 - 0,8) \quad (64)$$

$$C_{\text{оп}} = 74,5 \cdot 0,6 = 44,7 \text{ руб.}$$

### 3.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья *не рассчитывается*.

### 3.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента  $k_{ох}$ , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение  $k_{ох} = 0,5$ , т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 74,5 \cdot 0,5 = 37,25 \text{ руб. (65)}$$

### 3.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты *не рассчитываются*.

### 3.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также *не рассчитываются*.

### 3.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_{\text{вн}} = \sum C_i \cdot 0,01$$
$$= (C_{\text{м}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{к}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{аоб}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} - C_{\text{от}}) \cdot 0,01 \quad (66)$$

$$C_{\text{внз}} = 662,88 \cdot 0,01 = 6,62 \text{ руб.}$$

### 3.17 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$C_{\text{пр}} = \sum C_i \cdot 0,2 \quad (67)$$

$$C_{\text{пр}} = (662,88 + 6,62) \cdot 0,2 = 133,9 \text{ руб.}$$

### 3.18 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 \quad (68)$$

$$\text{НДС} = (662,88 + 133,9) \cdot 0,18 = 143,42 \text{ руб.}$$

### 3.19 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{ЦЕНА}_3 = 662,88 + 133,9 + 143,42 = 940,2 \text{ руб.} \quad (69)$$

## **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Петренко Кирилл Ильич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСР
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	машиностроение

### Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления сердечника.

<p><b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b></p> <p>Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящегося в нем оборудование (ПК)</p> <p>Описание рабочего места на предмет возникновения: вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществам., которые могут образовываться в процессе работы оборудования, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от станков, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от ПК); опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания ПК и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) материалов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности); необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от оборудования, парниковые и токсичные газы, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника; - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b></p> <p>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: а) приводится перечень всех используемых в работе вредных веществ, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействие их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды; б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала); в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ; г) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>
<p>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p>

<p>а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;</p> <p>б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка; пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</p>
<p>Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>Защита в чрезвычайных ситуациях: а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b> 1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Доктор технических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛЗ1	Петренко Кирилл Ильич		

## Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании технологического бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Также, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

### 1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных

веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения.

## 1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ( $\varphi > 85\%$ ) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ( $\varphi < 20\%$ ) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В

теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

## 1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Наиболее опасное вещество, которое выделяется при работе оргтехники и компьютеров это озон.

Большое количество озона выделяется во время работы копировальной техники. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает

благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы. В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина

ПДК = 0,1 мг/м<sup>3</sup>, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

### 1.3. Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их

выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

#### СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %.

#### СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

## 1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в технологическом бюро, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 6$  м, ширина  $B = 5$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B, (70)$$

где  $A$  – длина, м;  $B$  – ширина, м.

$$S = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор  $\rho_C = 50\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_{II} = 70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен  $\Phi_{ЛД} = 2700$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda = 1,1$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,3$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, (71)$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса;  $h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м. (72)}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м. (73)}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{5}{2,2} = 2,27 \approx 2. (74)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,73 \approx 3. (75)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 2 = 6. (76)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м.} (77)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

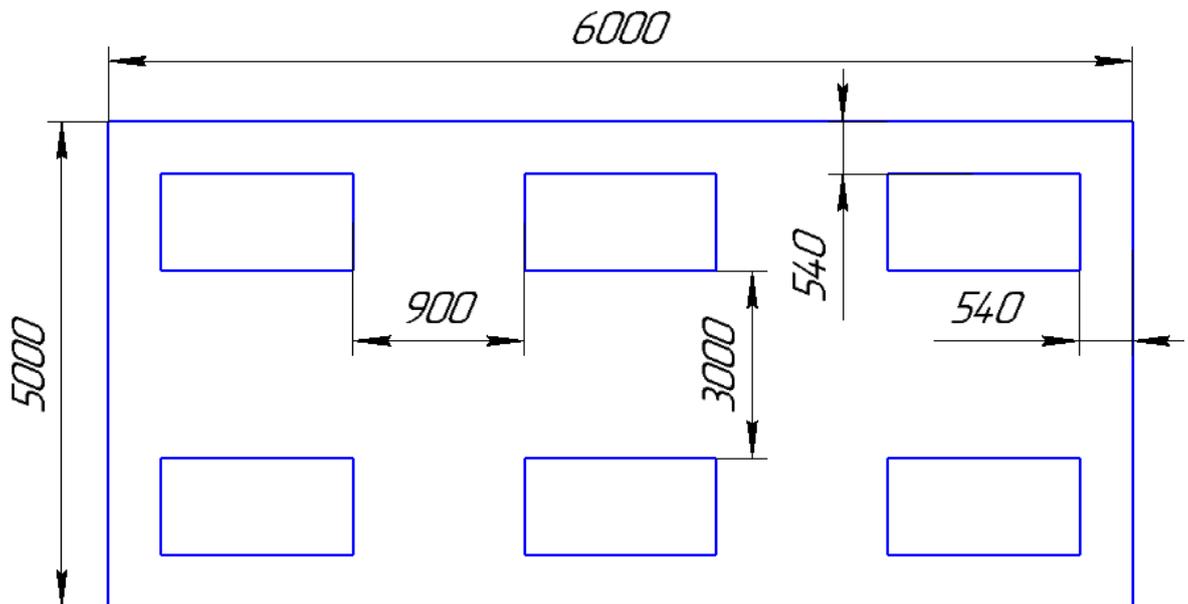


Рис. 1. План размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A+B)} = \frac{6 \cdot 5}{2,0 \cdot (6+5)} = 1,36. (78)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{п}} = 70 \%$ ,  $\rho_{\text{с}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,5$  равен  $\eta = 0,47$ .

Необходимое количество ламп найдем по формуле:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{п}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2700 \cdot 0,47} = 11,7 \quad (79)$$

тогда количество светильников  $n = 12$

Световой поток равен:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,47} = 2633 \text{ лм.} \quad (80)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \quad (81)$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{2700 - 2633}{2700} \cdot 100\% = 2,5\%.$$

Таким образом:  $-10\% \leq 2,5\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

## 1.5 Электромагнитные поля

В технологическом бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-

эпидемиологическом благополучии населения” и ”Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании”.

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника (при альфа-излучении достаточно 10 см слоя воздуха; при бета-излучении использовать материалы с малой атомной массой (алюминий, плексиглас, карболит); Для защиты от гамма-излучения применяют материалы с большой атомной массой и плотностью (свинец, вольфрам и др.), а также сталь, железо, бетон, чугун, кирпич;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ:

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны из неокрашенной хлопчатобумажной ткани, очки закрытого типа со стеклами, содержащими фосфат вольфрама или свинец, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

## 2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

### 2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках:

- Дополнительными электрозащитными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.
- Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.
- Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

- Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Безопасные номиналы:  $U = 12-36\text{В}$ ,  $I = 0,1\text{ А}$ ,  $R_{\text{ззз}} = 4\text{ Ом}$ .

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:

1. защитное заземление;
2. зануление;
3. выравнивание потенциала;
4. систему защитных проводов;
5. защитное отключение;
6. изоляцию нетоковедущих частей;
7. электрическое разделение сети;
8. малое напряжение;
9. контроль изоляции;
10. компенсацию токов замыкания на землю.

Также к средствам коллективной защиты относятся знаки производственной безопасности, сигнальные цвета и сигнальная разметка. ГОСТ Р 12.4.026-2001.

## 2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории  $A_n$ ,  $B_n$ ,  $B_n$ ,  $G_n$  и  $D_n$ .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только

гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые

огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рис. 2).

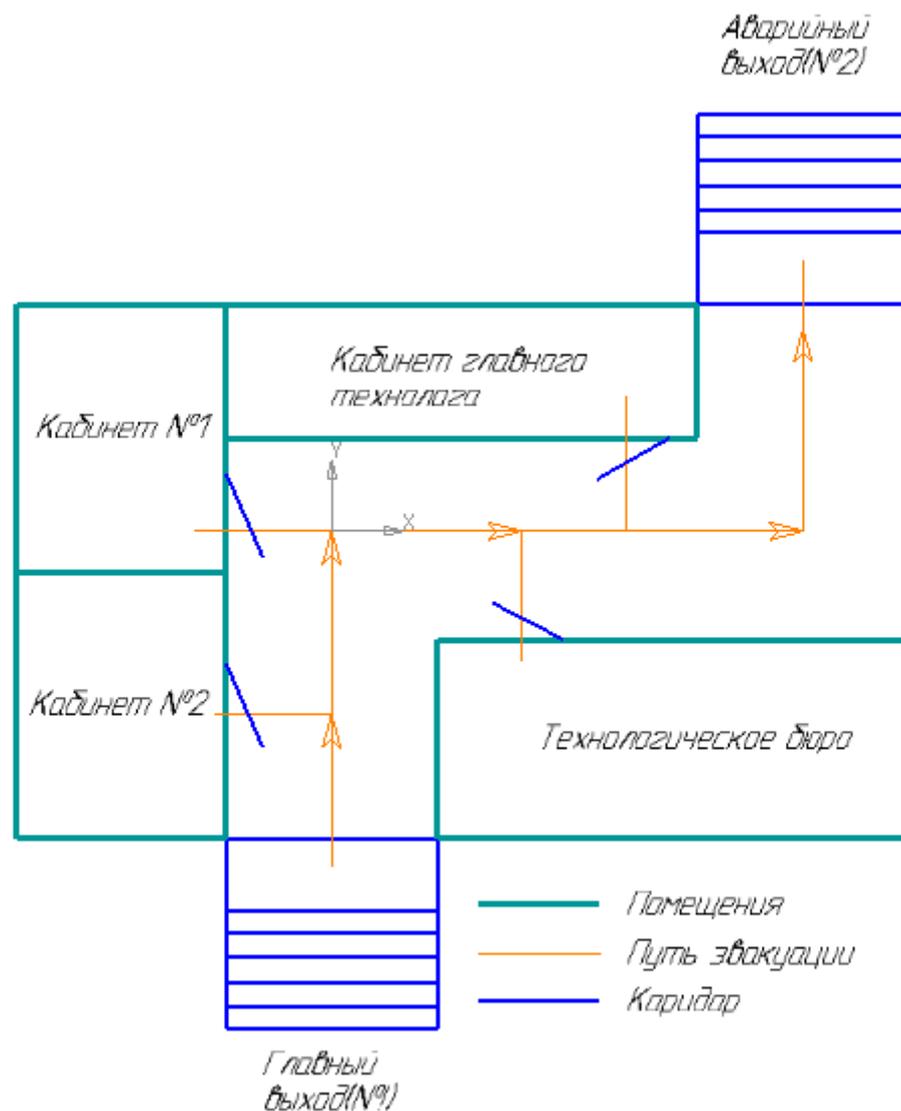


Рис. 2. План эвакуации

### 3. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в лаборатории необходимо осуществлять сбор водорода в специальные емкости (в настоящее время он выпускается в воздух).

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

В процессе производства, используют воду питьевого качества. Загрязняясь, она превращается в сточную воду и отводится в канализационную систему.

Очистке подлежат технологические и вентиляционные выбросы, загрязненные пылью и отходящими газами.

Существуют следующие методы очистки : сухая механическая, мокрая механическая, электрическая, химическая, термическая, каталитическая и др.

При выборе способов и методов очистки воздуха следует учитывать следующие факторы: характер технологического процесса, вид технологической аппаратуры, которая снабжается пылеуловителем, вид производства, гигроскопичность, горючесть, токсичность улавливаемой среды.

Утилизация отходов:

Обработку целесообразно производить в местах скопления отходов.

Основные операции первичной обработки металлоотходов - сортировка, разделка и механическая обработка. Переработку промышленных отходов производят на специальных полигонах, предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения .

На предприятиях, где образуются большие скопления металлоотходов, организуются специальные цеха (участки) для утилизации вторичных металлов.

Чистые однородные отходы, с паспортом, подтверждающим их химический состав, используют без предварительного металлургического передела путем переплавки.

В нашем случае отходом является стружка - она очищается, складывается в контейнер и идет на переплавку.

Применяется централизованная система переработки стружки.

Сточные воды:

На территории предприятия образуются сточные воды трех видов: бытовые, поверхностные и производственные.

Вода используется для приготовления смазочноохлаждающих жидкостей, промывки, обработки помещений.

Основными примесями сточных вод являются пыль, металлические и абразивные частицы, масла, растворители, мыла, краски.

Для очистки сточных вод используются различные отстойники и очистные сооружения. “Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения” регламентируют преимущественное использование оборотных систем водоснабжения, в которых сточные воды после очистки вновь используются в тех. процессах.

#### 4. Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случаи ЧС на них

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### 5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.  
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

#### Графические материалы

- 1) Освещенность на рабочем месте
- 2) Пути эвакуации

## Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
3. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.