

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

Институт ИК
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра ТМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления зубчатого рычага
УДК 621.81-233.3.002-048.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев Андрей Владимирович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Надежда Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор тех. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин Александр Данилович			

Томск – 2017г.

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

Институт	ИК
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	Технология машиностроения и промышленная робототехника

УТВЕРЖДАЮ:
 И.о. зав. кафедрой ТМСРР

_____ Вильнин А.Д.
 (подпись) (дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Рычаг зубчатый»	
Утверждена приказом директора ИК	«__» ____. 2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

Техническое задание:

Исходные данные к работе:	Чертеж детали; годовая программа выпуска $N_2=2000$ <i>шт</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	
1. Технологическая часть:	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
2. Конструкторская часть:	Спроектировать специальное приспособление для одной из операций; сделать описание конструкции.
Перечень графического	1. Чертеж детали – формат А3;

материала:	2. Операционные карты технологического процесса – формат А1; 3. Комплексная схема размерного анализа – формат А1; 4. Сборочный чертёж приспособления – формат А3; 5. Спецификация приспособления – формат А4; 6. Расчёт технологической себестоимости изготовления детали – формат А1;
-------------------	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ассистент ТМСПР Мухолзоев А.В.
Конструкторская часть	Ассистент ТМСПР Мухолзоев А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ст. преподаватель каф. менеджмента Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Профессор каф. ЭБЖ Федорчук Ю.М.
Аннотация на английском языке	Ассистент ТМСПР Мухолзоев А.В.

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:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 75 _____ с., _____ 9 _____ рис., _____ 12 _____ табл.,
_____ 15 _____ источников, _____ 3 _____ прил.

Ключевые слова: Рычаг зубчатый, технология машиностроения, технологический процесс, режущие инструменты, режимы резания, прокат, металлообрабатывающие станки, приспособление, социальная ответственность, финансовый менеджмент.

Объектом исследования является (ются) Технология изготовления «Рычага зубчатого».

Цель работы – Спроектировать технологический процесс детали «Рычаг зубчатый», определить режимы резания и требуемый инструмент, нормы времени, а также разработать специальное приспособление для одной из операций

В процессе исследования проводились:

- расчет заготовки;
- расчет технологических размеров, общих и операционных припусков;
- размерный анализ техпроцесса;
- расчет режимов резания и норм времени для операций техпроцесса.
- расчет точности приспособления.

В результате исследования:

- рассчитаны уточненные технологические размеры;
- даны рекомендации по выбору режимов резания, режущего инструмента и оборудования;

Степень внедрения: На стадии обсуждения с технологическим отделом СКБ

Область применения: Изделие общего машиностроения, входящее в один из узлов конвейера, служащее для передачи сил и движения определенным деталям машин.

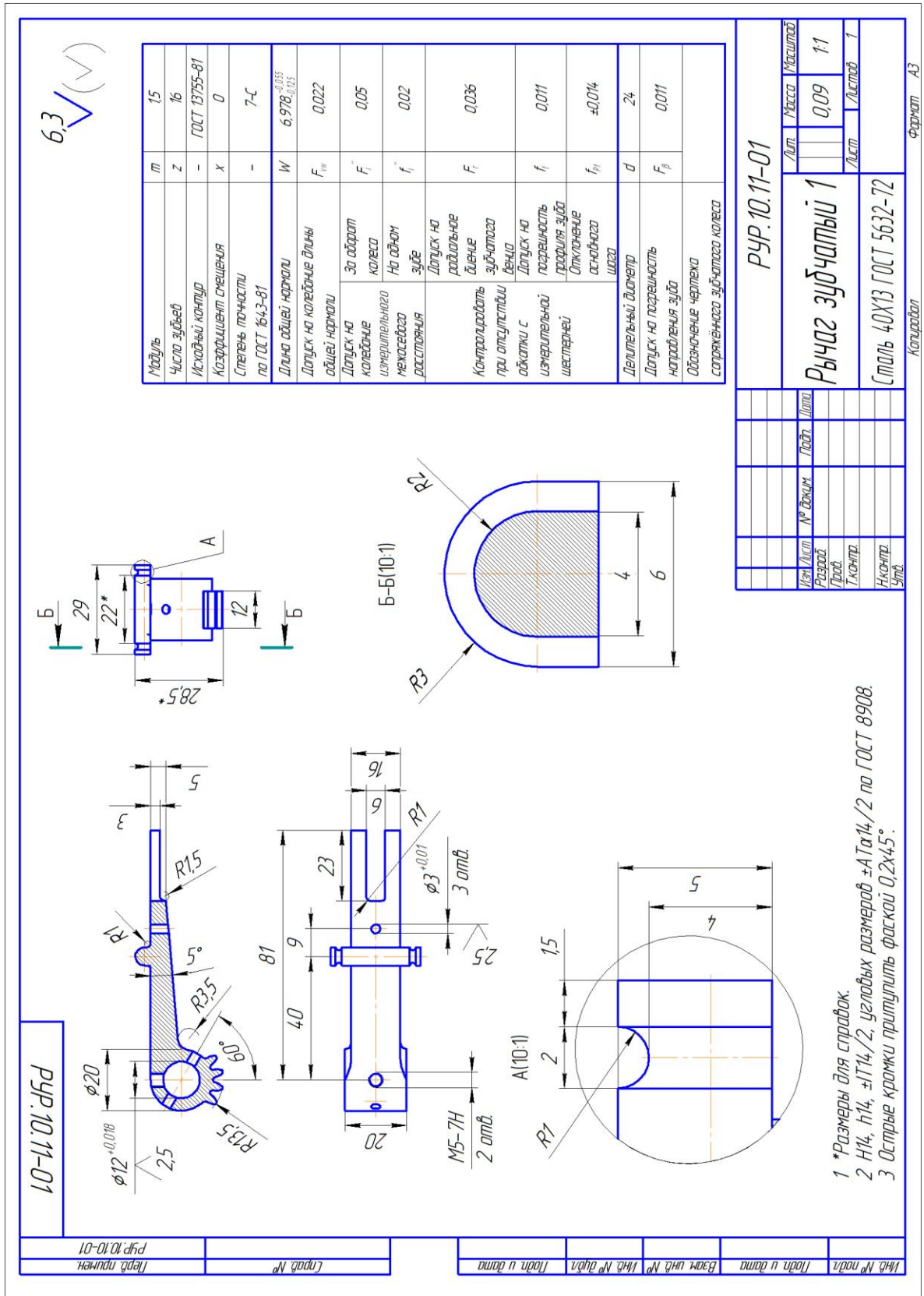
В будущем планируется Производство детали согласно спроектированному технологическому процессу.

Оглавление

Техническое задание.....	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. Технологическая часть.....	7
1.1. Определение типа производства.....	7
1.2. Анализ технологичности детали	9
1.3. Выбор исходной заготовки	10
1.4. Маршрут изготовления детали	10
1.5. Определение допусков на технологические размеры	14
1.6. Расчет минимальных припусков на обработку	18
1.7. Расчет технологических размеров.....	20
1.8. Расчет режимов резания	35
1.9. Выбор оборудования	42
1.10. Расчет норм времени	45
1.10.1 Расчет основного времени	45
1.10.2 Определение вспомогательного времени	47
1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени	48
2. Конструкторский раздел	50
2.1. Анализ исходных данных.....	50
2.2. Описание приспособления	51
3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	53
3.1. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	54
3.2. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»	54
3.3. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих».....	55
3.4. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....	55
3.5. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды».....	55
3.6. Расчет затрат по статье «Расходы по эксплуатации и содержанию машин и оборудования».....	56
3.7. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	60
3.8. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	61
3.9. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»	61
3.10. Расчет прибыли.....	61
3.11. Расчет НДС.....	61
3.12. Цена изделия.....	61
4. Социальная ответственность	62
Введение	63
4.1. Производственная безопасность.....	64
4.2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	69
4.2.1. Факторы электрической природы	69
4.2.2. Факторы пожарной и взрывной природы.....	70
4.3. Охрана окружающей среды	72
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	72
4.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
Список литературы.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	75
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	76

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления рычага зубчатого. Чертеж представлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 2000 деталей.



- 1 *Размеры для справок.
- 2 H14, h14, ±IT14/2, угловых размеров ±ATα14/2 по ГОСТ 8908.
- 3 Острые кромки притупить фаской 0,2x45°.

Рис.1. Рабочий чертеж детали

ВВЕДЕНИЕ

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

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса для подтверждения квалификации «бакалавр техники и технологии» по направлению 15.03.01 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Выпускная квалификационная работа включает в себя проектирование технологического процесса обработки детали "Зубчатый рычаг" и содержит: анализ чертежа и технологичности детали; способ получения заготовки; расчет припусков на обработку; разработку технологического процесса, размерный анализ технологического процесса; выбор необходимых режимов резания; проектирование специального приспособления для закрепления детали необходимого для дальнейшей зубофрезерной обработки; расчёт времени на обработку детали для каждой операции, расчёт технологической себестоимости изготовления детали; решение вопросов производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

1. Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Тип производства согласно ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_{\partial}}{t_{uc}}, \quad (1.1.)$$

Где: t_{∂} – такт выпуска деталей;

t_{uc} – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$t_{\partial} = 60\Phi_{\partial}/N, \quad (1.2.)$$

где: Φ_{∂} – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 2000$ – объем выпуска деталей за год.

Годовой фонд времени оборудования определяем по табл.2.1. (1, с. 22) при условии работы оборудования в две смены, $\Phi_{\partial} = 4140$ ч

Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{uc} = \sum_{i=1}^n t_{ui}/n, \quad (1.3.)$$

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

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ui} = \varphi_k * T_0, \quad (1.4.)$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

0. Заготовительная операция

0.1 Вырезать заготовку, выдерживая размеры

1. Штамповочная операция

1.1 Штамповать согласно эскизу

2. Фрезерная с ЧПУ

2.1 Сверлить 1 отверстие

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * dl$$

$$t_{шт\ 2,1} = 1,72 * (0,00052 * 12 * 30) = 0,32 \text{ мин.}$$

2.2 Расфрезеровать отверстие

$$t_{шт\ 2,2} = 1,72 * (0,00052 * 12 * 30) = 0,32 \text{ мин.}$$

2.3 Фрезеровать поверхность

$$\varphi_k = 3,6$$

$$T_0 = 0,006 * l$$

$$t_{шт\ 2,3} = 3,6 * 0,006 * 14,7 = 0,32 \text{ мин.}$$

2.4 Фрезеровать поверхности начерно

$$t_{шт\ 2,4} = 3,6 * 0,006 * 122,7 = 2,65 \text{ мин.}$$

2.5 Фрезеровать поверхности начисто

$$t_{шт\ 2,5} = 3,6 * 0,006 * 122,7 = 2,65 \text{ мин.}$$

2.6 Фрезеровать паз начисто

$$t_{шт\ 2,6} = 3,6 * 0,006 * 7,1 = 0,15 \text{ мин.}$$

2.7 Фрезеровать поверхность

$$t_{шт\ 2,7} = 3,6 * 0,006 * 14,7 = 0,32 \text{ мин.}$$

2.8 Фрезеровать поверхности начерно

$$t_{шт\ 2,8} = 3,6 * 0,006 * 122,7 = 2,65 \text{ мин.}$$

2.9 Фрезеровать поверхности начисто

$$t_{шт\ 2,9} = 3,6 * 0,006 * 122,7 = 2,65 \text{ мин.}$$

2.10 Фрезеровать паз начисто

$$t_{шт\ 2,10} = 3,6 * 0,006 * 14,7 = 0,32 \text{ мин.}$$

2.11 Фрезеровать торец

$$t_{шт\ 2,11} = 3,6 * 0,006 * 16 = 0,35 \text{ мин.}$$

2.12 Фрезеровать четыре зуба

$$t_{шт\ 2,12} = 3,6 * (0,006 * 12) * 5 = 1,30 \text{ мин.}$$

2.13 Фрезеровать вершины зубьев

$$t_{шт\ 2,13} = 3,6 * (0,006 * 12) * 4 = 1,04 \text{ мин.}$$

2.14 Фрезеровать паз начисто

$$t_{шт\ 2,14} = 3,6 * 0,006 * 23 = 0,50 \text{ мин.}$$

2.15 Сверлить 2 отверстия

$$t_{шт\ 2,15} = 1,72 * (0,00052 * 3 * 4) + 1,72 * (0,00052 * 5 * 6) = 0,04 \text{ мин.}$$

2.16 Расфрезеровать 2 отверстия

$$t_{шт\ 2,16} = 1,72 * (0,00052 * 3 * 4) + 1,72 * (0,00052 * 5 * 6) = 0,04 \text{ мин.}$$

2.17 Нарезать резьбу в отверстии

$$t_{шт\ 2,17} = 1,72 * (0,0004 * 5 * 4) = 0,01 \text{ мин.}$$

2.18 Сверлить 2 отверстия

$$t_{шт\ 2,18} = 1,72 * (0,00052 * 3 * 20) = 0,05 \text{ мин.}$$

2.19 Расфрезеровать 1 отверстие

$$t_{шт\ 2,19} = 1,72 * (0,00052 * 3 * 4) = 0,01 \text{ мин.}$$

3. Слесарная

3.1 Развернуть отверстие

3.2 Развернуть отверстие

$$t_{\phi} = 60\Phi_{\phi}/N = 60 * 4140/2000 = 124,2$$

$$t_{ум.ср} = \sum_{i=1}^n t_{умi}/n = \frac{15,69}{4} = 3,92 \text{ мин.}$$

$$K_{30} = \frac{t_{\phi}}{t_{ум.ср}} = 124,2/3,92 = 31,68$$

Коэффициент находится в пределах $20 \leq K_{30} \leq 40$, что соответствует мелкосерийному типу производства.

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь – зубчатый рычаг является одним из звеньев системы машин, служит для передачи силы и движения определенным деталям машин. Имеет довольно сложную форму, которая состоит из нескольких простых поверхностей. Но, не смотря на это, у данной детали возможно обеспечить свободный доступ инструмента почти ко всем обрабатываемым поверхностям, с применением специальной оснастки.

Данная деталь состоит из множества простых поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Изготавливается из стали 40Х13.

Химический состав стали 40Х13

Химический элемент	%
Углерод (С)	0,35 - 0,44
Кремний (Si) не более	0,6
Марганец (Mn) не более	0,6
Никель (Ni), не более	0,6
Сера (S), не более	0,025
Фосфор (P), не более	0,03
Хром (Cr)	12-14
Железо (Fe)	~ 84

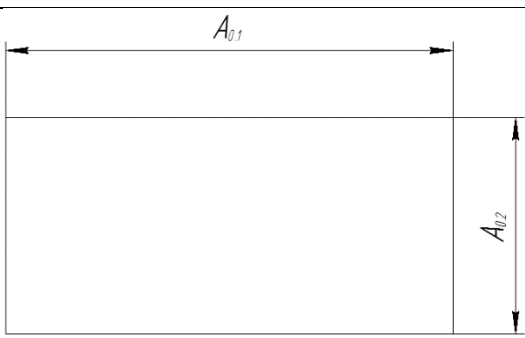
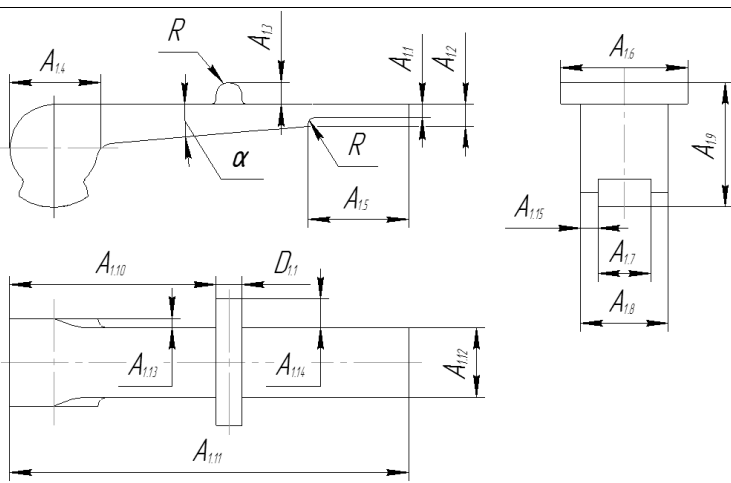
1.3 Выбор исходной заготовки

Исходя из служебного назначения детали и основных технических требований, её сложной формы, а так же мелкосерийного типа производства, приходим к выводу, что наиболее выгодный способ получения заготовки будет - горячекатаный прокат.

Поэтому, в качестве заготовки принимаем листовой горячекатаный прокат 30x1500x6000 ГОСТ 19903-74. Материал проката – сталь 40Х13 ГОСТ 5949-75.

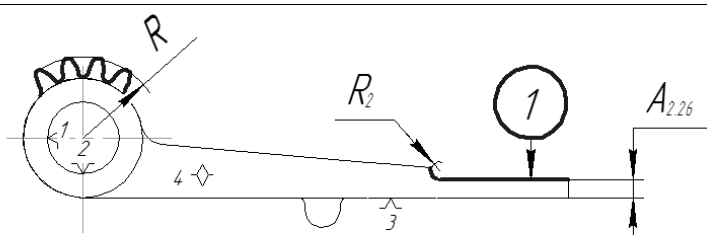
1.4 Маршрут изготовления детали

Таблица 1 – Маршрут изготовления детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	Перехода		
0	A 1	<u>Заготовительная</u> Закрепить лист на опорах стола Вырезать заготовку, выдерживая размеры A_{01} и A_{02}	
1	1	<u>Штамповочная</u> Штамповать согласно эскизу	

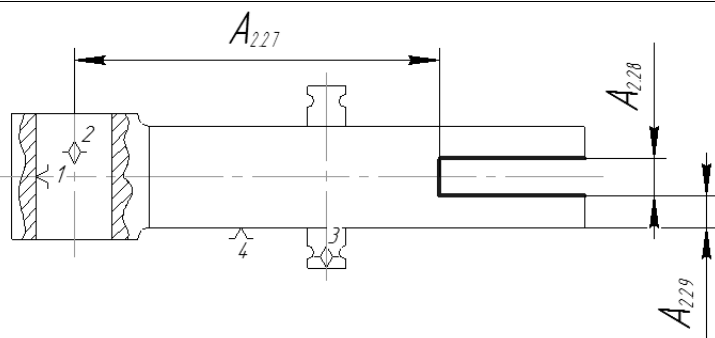
2	<p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>А Установить в тисы</p> <p>1 Сверлить отверстие диам-м $D_{2.1}$, выдерживая r-ры $A_{2.1}$ и $A_{2.2}$</p> <p>2 Расфрезеровать отверстие начерно, выдерживая размер $D_{2.2}$</p> <p>3 Фрезеровать поверхность, выдерживая размеры $D_{2.3}$ и $A_{2.3}$</p> <p>4 Фрезеровать поверхности 1, 2, 3, 4 начерно, выдерживая r-ры $A_{2.4}$, $A_{2.5}$, $A_{2.6}$ и $A_{2.7}$.</p> <p>5 Фрезеровать поверхности 1, 2, 3, 4 начисто, выдерживая r-ры $A_{2.8}$, $A_{2.9}$, $A_{2.10}$ и $A_{2.11}$</p> <p>6 Фрезеровать паз начисто, выдерживая размеры $A_{2.12}$ и $A_{2.13}$</p>	
Б	<p>Установить в тисы специальные</p> <p>1 Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $D_{2.4}$ и $A_{2.14}$</p> <p>2 Фрезеровать поверхности 1, 2, 3, 4 начерно, выдерживая r-ры $A_{2.15}$, $A_{2.16}$, $A_{2.17}$ и $A_{2.18}$.</p> <p>3 Фрезеровать поверхности 1, 2, 3, 4 начисто, выдерживая r-ры $A_{2.19}$, $A_{2.20}$, $A_{2.21}$ и $A_{2.22}$</p> <p>4 Фрезеровать паз начисто, выдерживая размеры $A_{2.23}$ и $A_{2.24}$</p> <p>5 Фрезеровать торец, выдерживая r-р $A_{2.25}$</p>	

В
1 Установить в тисы специальные
Фрезеровать 4 зуба согласно
эскизу
2 Фрезеровать вершины зубьев
3 Фрезеровать поверхность 1
выдерживая размеры R_2 , A_{226}



Модуль	m	1,5	
Число зубьев	z	16	
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81	
Коэффициент смещения	x	0	
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С	
Длина общей нормали	W	$6,978_{-0,125}^{-0,055}$	
Допуск на колебание длины общей нормали	F_{VW}	0,022	
Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния	За оборот колеса	F_j''	0,05
	На одном зубе	f_j''	0,02
Контролировать при отсутствии обкатки с измерительной шестерней	Допуск на радиальное биение зубчатого венца	F_r	0,036
	Допуск на погрешность профиля зуба	f_f	0,011
	Отклонение основного шага	f_{pt}	$\pm 0,014$
Делительный диаметр	d	24	
Допуск на погрешность направления зуба	F_{β}	0,011	
Обозначение чертежа сопряжённого зубчатого колеса			

Г
1 Повернуть
Фрезеровать паз начисто,
выдерживая размеры A_{227} , A_{228} ,
 A_{229}



<p>Д</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>8</p> <p>9</p>	<p>Повернуть</p> <p>Сверлить два отверстия диаметром D_{25} и D_{26}, выдерживая размеры A_{230} и A_{231} и A_{232}</p> <p>Расфрезеровать отверстие D_{27}</p> <p>Нарезать резьбу М5-7Н, согласно чертежу</p> <p>Повернуть</p> <p>Сверлить отверстие D_{28}</p> <p>Расфрезеровать отверстие D_{29}</p>	
<p>З</p> <p>А</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p><u>Слесарная</u></p> <p>Установить в приспособление</p> <p>Развернуть отверстие D_{31}</p> <p>Развернуть отверстие D_{32}</p>	

1.5 Определение допусков на технологические размеры

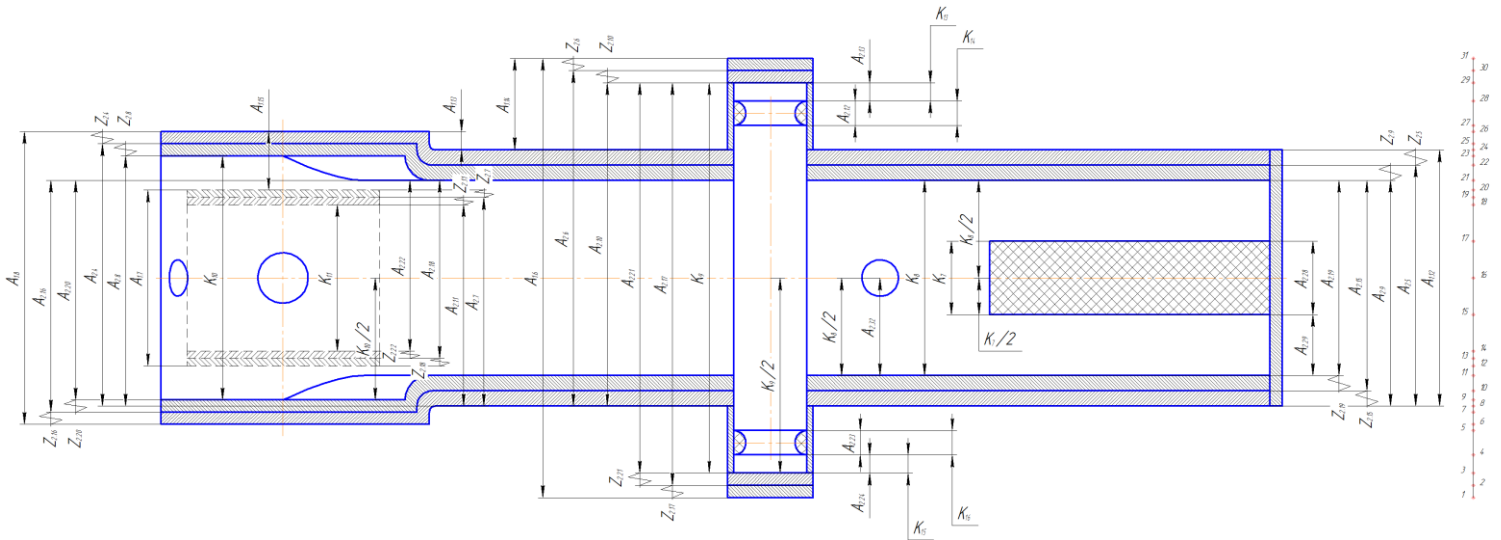


Рис.2. Размерная схема. Вид сверху. Ось X.

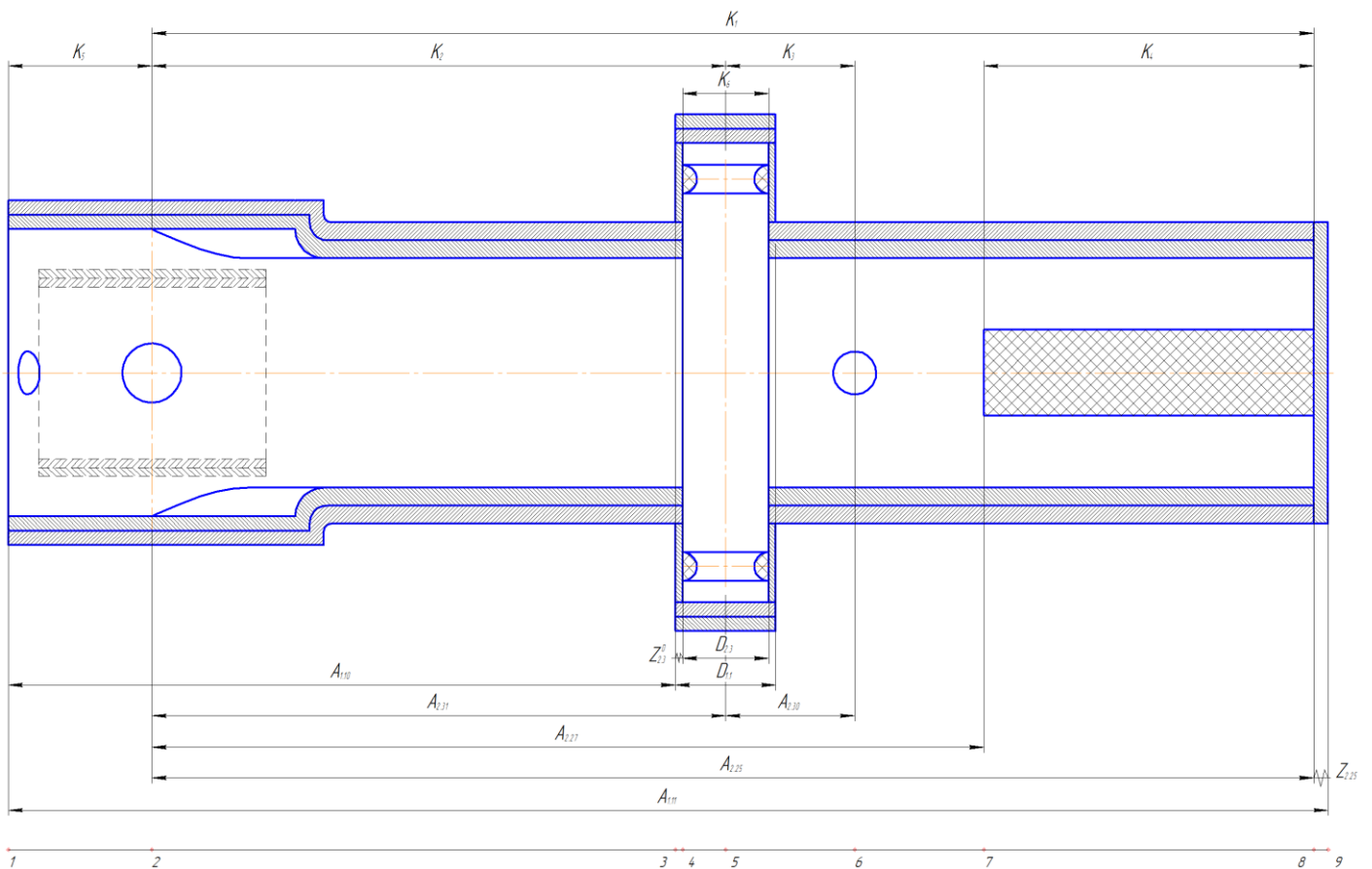


Рис.3. Размерная схема. Вид сверху. Ось Y.

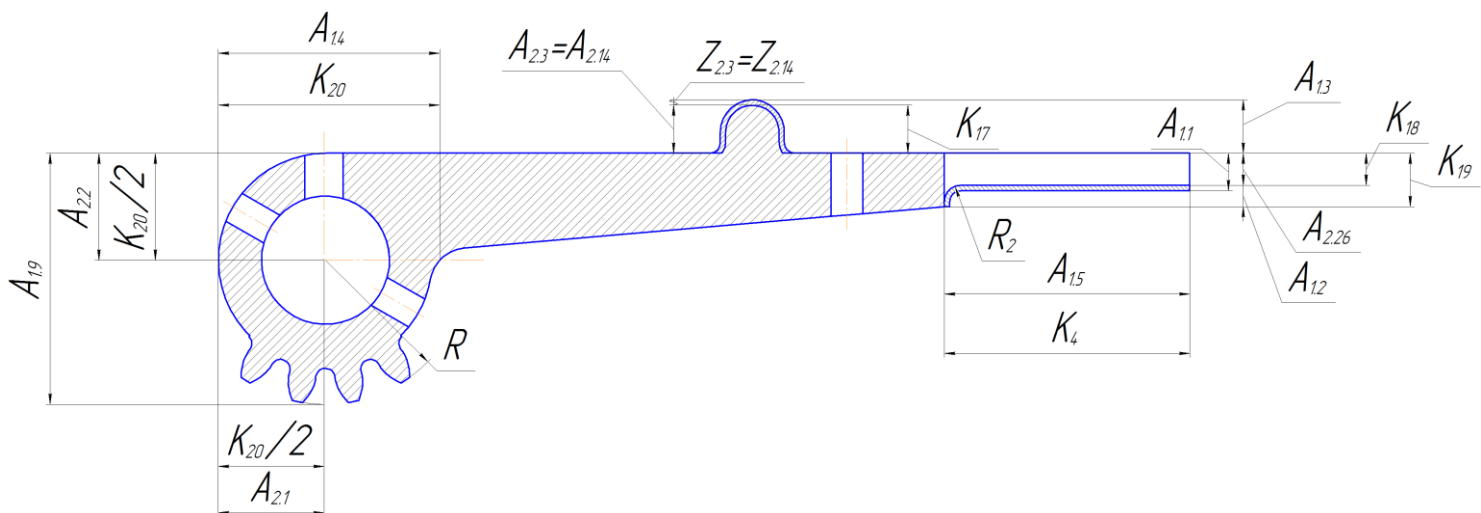


Рис.4. Размерная схема. Вид справа.

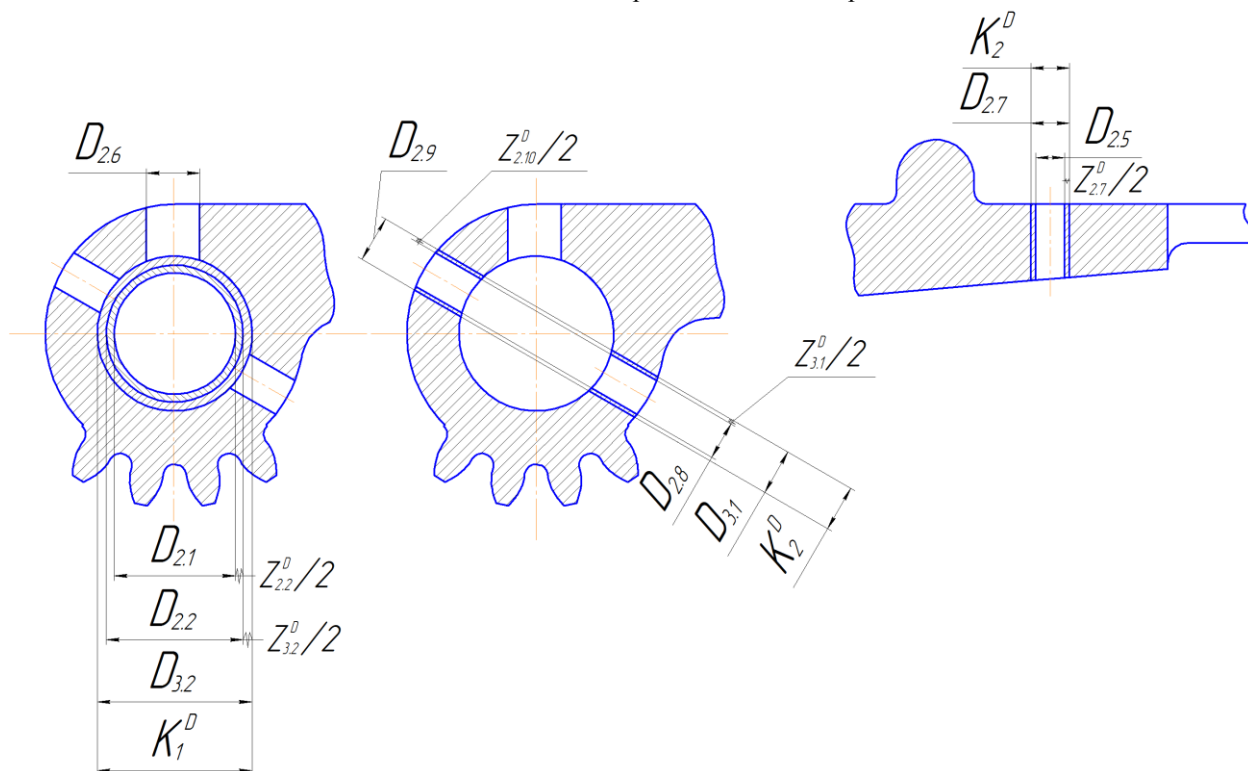


Рис.5. Размерная схема. Диаметральные размеры.

Назначим допуски на осевые и диаметральные размеры.

В допуск на технологический размер будут входить: ω_{ci} - статистическая погрешность; $\rho_{и}$ - пространственное отклонение; $\varepsilon_{б}$ - погрешность базирования.

Допуски на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, которые обработаны с одного станова, принимаем равными статистической точности.

Таблица 2 – Допуски на технологические размеры

ТА _{0.1} =0,5 мм	Заготовительная (Отрезная)
ТА _{0.2} =0,5 мм	Заготовительная (Отрезная)
ТА _{0.3} =1,5 мм	Горячекатаный листовой прокат (сталь обычной точности)
ТА _{1.1} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.2} =0,3 мм	Штамповочная
ТА _{1.3} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.4} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.5} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.6} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.7} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.8} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.9} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.10} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.11} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.12} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.13} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.14} =0,4 мм	Штамповочная
ТА _{1.15} =0,4 мм	Штамповочная
ТD _{1.1} =0,4 мм	Штамповочная
ТD _{2.1} =0,1 мм	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
ТD _{2.2} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание черновое)
ТD _{2.3} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.1} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.2} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.3} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.4} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.5} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)

ТА _{2.6} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.7} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ(Черновое)
ТА _{2.8} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.9} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.10} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.11} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.12} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.13} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТD _{2.4} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.14} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.15} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.16} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.17} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.18} =0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ (Черновое)
ТА _{2.19} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.20} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.21} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.22} =0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.23} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.24} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.25} = 0,02+0,1+0,1=0,22 мм	Фрезерная с ЧПУ
TR=0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.26} =0,02+0,1=0,12 мм	Фрезерная с ЧПУ
TR ₂ =0,02+0,1=0,12 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.27} =0,02+0,1=0,12 мм	Фрезерная с ЧПУ
ТА _{2.28} = 0,02 мм	Фрезерная с ЧПУ (Чистовое)
ТА _{2.29} =0,02+0,1+0,09=0,21 мм	Фрезерная с ЧПУ

TD _{2.5} =0,1 мм	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TD _{2.6} =0,1 мм	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TA _{2.30} =0,02+0,1+0,09=0,21 мм	Фрезерная с ЧПУ
TA _{2.31} = 0,02+0,1+0,09=0,21 мм	Фрезерная с ЧПУ
TA _{2.32} =0,02+0,1=0,12 мм	Фрезерная с ЧПУ
TD _{2.7} = 0,01 мм	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)
TD _{2.8} =0,1 мм	Фрезерная с ЧПУ (Сверление)
TD _{2.9} =0,01 мм	Фрезерная с ЧПУ (Расфрезеровывание)
TD _{3.1} =0,007 мм	Слесарная (Развертывание)
TD _{3.2} =0,015 мм	Слесарная (Развертывание)

1.6 Расчет минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку плоскости:

$$Z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{\phi-1} + \rho_{p-1}, \quad (1.5.)$$

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

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

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

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

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

Фрезерование с ЧПУ

- 1) Черновое расфрезеровывание отверстия

Для припуска $Z_{2.2}^D$ (Отверстие после сверления спиральным сверлом)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 50 \dots 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 16 \dots 40 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 40 \dots 120 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.2}^D \text{ min} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 50 + 28 + 80 = 238 \text{ мкм}$$

2) Чистовое фрезерование поверхности

Для припусков $Z_{2.3}^D$ и $Z_{2.4}^D$ и $Z_{2.3}$ и $Z_{2.14}$ (Поверхность после штампования)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 200 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 150 \dots 300 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 100 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.3}^D \min = Z_{2.4}^D \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 150 + 100 = 330 \text{ мкм}$$

3) Черновое фрезерование поверхностей

Для припусков $Z_{2.4}, Z_{2.5}, Z_{2.6}, Z_{2.7}, Z_{2.15}, Z_{2.16}, Z_{2.17}, Z_{2.18}$ (Поверхность после штампования)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 200 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 150 \dots 300 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 100 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.4} \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 100 + 170 + 100 = 370 \text{ мкм}$$

4) Чистовое фрезерование плоскостей

Для припусков $Z_{2.8}, Z_{2.9}, Z_{2.10}, Z_{2.11}, Z_{2.19}, Z_{2.20}, Z_{2.21}, Z_{2.22}$ (Поверхность после черного фрезерования)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 80 \dots 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 10 \dots 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 40 \dots 120 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.8} \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 100 + 90 + 15 + 60 = 265 \text{ мкм}$$

5) Фрезерование торца

Для припусков $Z_{2.25}$ и $Z_{2.26}$ (Поверхность после штампования)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 200 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 150 \dots 300 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 100 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.25} \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 150 + 100 = 330 \text{ мкм}$$

б) Расфрезеровывание отверстий

Для припусков $Z_{2.7}^D$ и $Z_{2.9}^D$ (Отверстия после сверления спиральным сверлом)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 50 \dots 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 12 \dots 25 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 25 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.7}^D \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 50 + 12 + 25 = 167 \text{ мкм}$$

7) Развертывание отверстий

Для припуска $Z_{3.1}^D$ (Отверстие после сверления спиральным сверлом)

$$R_{zi-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 50 \dots 100 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 12 \dots 25 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 25 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$Z_{3.1}^D \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 80 + 50 + 12 + 25 = 167 \text{ мкм}$$

Для припуска $Z_{3.2}^D$ (Отверстие после расфрезеровывания)

$$R_{zi-1} = 20 \dots 50 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 40 \dots 60 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = 10 \dots 20 \text{ мкм}$$

$$\rho_{pi-1} = 40 \dots 120 \text{ мкм}$$

$$Z_{3.2}^D \min = R_{zi-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 20 + 40 + 10 + 40 = 110 \text{ мкм}$$

1.7 Расчет технологических размеров

Прежде чем рассчитывать технологические размеры проверим выполнение условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i \quad (1.6.)$$

$$TK_1(0,87) \geq TA_{2.25}(0,22)$$

$$TK_2(0,62) \geq TA_{2.31}(0,21)$$

$$TK_3(0,36) \geq TA_{2.30}(0,21)$$

$$TK_4(0,52) \geq TA_{1.5}(0,4)$$

$$TK_6(0,3) \geq TD_{2.3}(0,02) = TD_{2.4}(0,02)$$

$$TK_7(0,3) \geq TA_{2.28}(0,02)$$

$$TK_8(0,43) \geq TA_{2.19}(0,02)$$

$$TK_8/2(0,215) \geq TA_{2.32}(0,21)$$

$$TK_9(0,52) \geq TA_{2.21}(0,02)$$

$$TK_{13}(0,25) \geq TA_{2.13}(0,02)$$

$$TK_{14}(0,25) \geq TA_{2.12}(0,02)$$

$$TK_{15}(0,25) \geq TA_{2.24}(0,02)$$

$$TK_{16}(0,25) \geq TA_{2.23}(0,02)$$

$$TK_{17}(0,3) \geq TA_{2.3}(0,22) = TA_{2.14}(0,22)$$

$$TK_{18}(0,25) \geq TA_{2.26}(0,12)$$

$$TK_{19}(0,3) \geq TA_{1.2}(0,3)$$

$$TK_{20}(0,52) \geq TA_{1.4}(0,4)$$

$$TK_{20}/2(0,26) \geq TA_{2.1}(0,22) = TA_{2.2}(0,22)$$

$$TK_1^D(0,018) \geq TD_{3.2}(0,015)$$

$$TK_2^D(0,01) \geq TD_{3.1}(0,007)$$

$$TK_3^D(0,012) \geq TD_{2.8}(0,01)$$

Условия выполняются, размеры могут быть обеспечены с заданной точностью, следовательно, данные размеры можем принять равными конструкторским.

$$A_{1.2} = 5_{-0,3}$$

$$A_{1.4} = 20_{-0,52}$$

$$A_{1.5} = 23 \pm 0,26$$

$$A_{2.1} = 10_{-0,26}$$

$$A_{2.2} = 10_{-0,26}$$

$$A_{2.3} = 5 \pm 0,15$$

$$A_{2.12} = 2^{+0,25}$$

$$A_{2.13} = 1,5_{-0,25}$$

$$A_{2.14} = 5 \pm 0,15$$

$$A_{2.19} = 16_{-0,43}$$

$$A_{2.21} = 29_{-0,52}$$

$$A_{2.23} = 2^{+0,25}$$

$$A_{2.24} = 1,5_{-0,25}$$

$$A_{2.25} = 81_{-0,87}$$

$$A_{2.26} = 3_{-0,25}$$

$$A_{2.28} = 6^{+0,3}$$

$$A_{2.30} = 9 \pm 0,18$$

$$A_{2.31} = 40 \pm 0,31$$

$$A_{2.32} = 8_{-0,215}$$

$$D_{2.3} = 6_{-0,3}$$

$$D_{2.4} = 6_{-0,3}$$

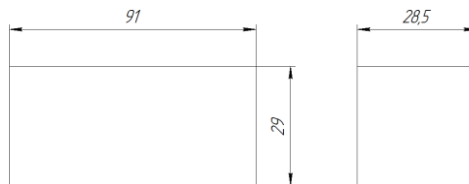
$$D_{2.6} = 4,5^{+0,3}$$

$$D_{2.7} = 3^{+0,01}$$

$$D_{3.1} = 3^{+0,01}$$

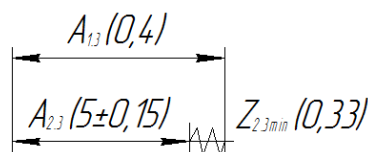
$$D_{3.2} = 12^{+0,018}$$

- 1) Расчёт размеров исходной заготовки
 - a) Материал детали – 40X13
 - b) Масса изготовленной детали – 0,09 кг
 - c) Расчетная ориентировочная масса заготовки $0,09 * 1,3 = 0,117$ кг
 - d) Класс точности детали – Т2
 - e) Группа стали – М2
 - f) Степень сложности – С3
 - g) Исходный индекс – 2
 - h) Размеры описывающей заготовку фигуры (параллелепипед)



- i) Отклонение прямолинейности – 0,2 мм
- j) Размеры заготовки:
 - $91 + (0,87 + 0,2) = 92,07$ мм; Принимаем 92,05 мм
 - $29 + (0,52 + 0,2) = 29,72$ мм; Принимаем 29,7 мм
 - $28,5 + (0,52 + 0,2) = 29,22$ мм; Принимаем 29,2 мм
- k) Допускаемые отклонения размеров $92,05^{+0,4}_{-0,2}$; $29,7^{+0,3}_{-0,1}$; $29,2^{+0,3}_{-0,1}$

- 2) Расчет размера $A_{1,3}$



$$A_{2,3} = 5 \pm 0,15 \text{ мм}$$

$$A_{2,3}^c = 5 \pm 0,15 \text{ мм}$$

$$Z_{2,3}^c = \frac{Z_{2,3min} + Z_{2,3max}}{2}$$

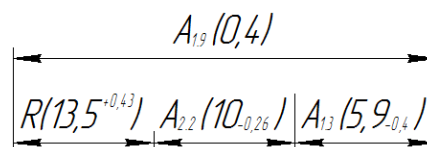
$$Z_{2,3max} = Z_{2,3min} + TA_{2,3} + TA_{1,3}$$

$$Z_{2,3}^c = Z_{2,3min} + \frac{TA_{2,3} + TA_{1,3}}{2} = 0,33 + \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,68 \text{ мм}$$

$$A_{1,3}^c = A_{2,3}^c + Z_{2,3}^c = 5 + 0,68 = 5,68 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1,3} = 5,9_{-0,4} \text{ мм}$$

- 3) Расчет размера $A_{1,9}$



$$A_{2,2} = 10_{-0,26} \text{ мм}$$

$$A_{2,2}^c = 9,87 \pm 0,13 \text{ мм}$$

$$A_{1.3} = 5,9_{-0,4} \text{ мм}$$

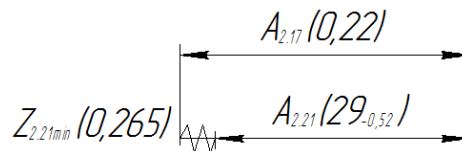
$$A_{1.3}^c = 5,7 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$R^c = \frac{R_{min} + R_{max}}{2} = 13,715 \text{ мм}$$

$$A_{1.9}^c = A_{2.2}^c + R^c + A_{1.3}^c = 9,87 + 13,715 + 5,7 = 29,285 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.9} = 29,5_{-0,4} \text{ мм}$$

4) Расчет размера $A_{2.17}$



$$A_{2.21} = 29_{-0,52} \text{ мм}$$

$$A_{2.21}^c = 28,74 \pm 0,26 \text{ мм}$$

$$Z_{2.21}^c = \frac{Z_{2.21min} + Z_{2.21max}}{2}$$

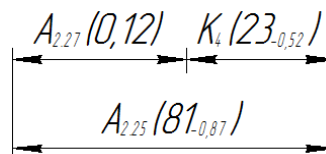
$$Z_{2.21max} = Z_{2.21min} + TA_{2.21} + TA_{2.17}$$

$$Z_{2.21}^c = Z_{2.21min} + \frac{TA_{2.21} + TA_{2.17}}{2} = 0,265 + \frac{0,52 + 0,22}{2} = 0,635 \text{ мм}$$

$$A_{2.17}^c = A_{2.21}^c + Z_{2.21}^c = 28,74 + 0,635 = 29,375 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.17} = 29,5_{-0,22} \text{ мм}$$

5) Расчет размера $A_{2.27}$



$$A_{2.25} = 81_{-0,87} \text{ мм}$$

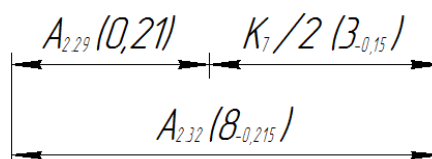
$$A_{2.25}^c = 80,565 \pm 0,435 \text{ мм}$$

$$K_4^c = 22,74 \text{ мм}$$

$$A_{2.27}^c = A_{2.25}^c - K_4^c = 80,565 - 22,74 = 57,825 \pm 0,06 \text{ мм}$$

$$A_{2.27} = 58 \pm 0,06 \text{ мм}$$

6) Расчет размера $A_{2.29}$



$$A_{2.32} = 8_{-0,215} \text{ мм}$$

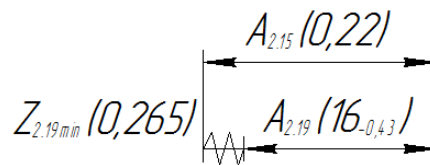
$$A_{2.32}^c = 7,893 \pm 0,108 \text{ мм}$$

$$K_7^c / 2 = 2,925 \text{ мм}$$

$$A_{2.29}^c = A_{2.32}^c - K_7^c / 2 = 7,893 - 2,925 = 4,968 \pm 0,105 \text{ мм}$$

$$A_{2.29} = 5,1_{-0,21} \text{ мм}$$

7) Расчет размера $A_{2.15}$



$$A_{2.19} = 16_{-0,43} \text{ мм}$$

$$A_{2.19}^c = 15,785 \pm 0,215 \text{ мм}$$

$$Z_{2.19}^c = \frac{Z_{2.19 min} + Z_{2.19 max}}{2}$$

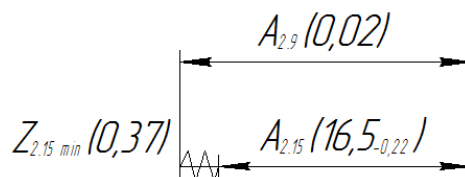
$$Z_{2.19 max} = Z_{2.19 min} + TA_{2.19} + TA_{2.15}$$

$$Z_{2.19}^c = Z_{2.19 min} + \frac{TA_{2.19} + TA_{2.15}}{2} = 0,265 + \frac{0,43 + 0,22}{2} = 0,59 \text{ мм}$$

$$A_{2.15}^c = A_{2.19}^c + Z_{2.19}^c = 15,785 + 0,59 = 16,375 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.15} = 16,5_{-0,22} \text{ мм}$$

8) Расчет размера $A_{2.9}$



$$A_{2.15} = 16,5_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2.15}^c = 16,39 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$Z_{2.15}^c = \frac{Z_{2.15 min} + Z_{2.15 max}}{2}$$

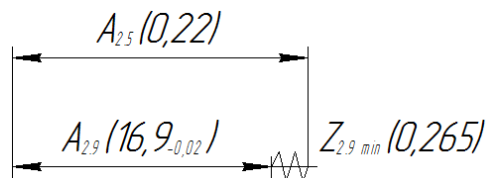
$$Z_{2.15 max} = Z_{2.15 min} + TA_{2.15} + TA_{2.9}$$

$$Z_{2.15}^c = Z_{2.15 min} + \frac{TA_{2.15} + TA_{2.9}}{2} = 0,37 + \frac{0,22 + 0,02}{2} = 0,49 \text{ мм}$$

$$A_{2.9}^c = A_{2.15}^c + Z_{2.15}^c = 16,39 + 0,49 = 16,88 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

9) Расчет размера $A_{2.5}$



$$A_{2,9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2,9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2,9}^c = \frac{Z_{2,9 \min} + Z_{2,9 \max}}{2}$$

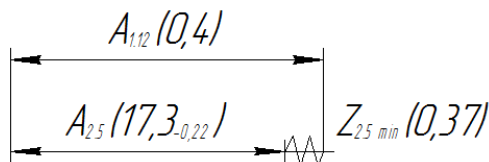
$$Z_{2,9 \max} = Z_{2,9 \min} + TA_{2,9} + TA_{2,5}$$

$$Z_{2,9}^c = Z_{2,9 \min} + \frac{TA_{2,9} + TA_{2,5}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2,5}^c = A_{2,9}^c + Z_{2,9}^c = 16,89 + 0,385 = 17,275 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2,5} = 17,3_{-0,22} \text{ мм}$$

10) Расчет размера $A_{1,12}$



$$A_{2,5} = 17,3_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2,5}^c = 17,19 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$Z_{2,5}^c = \frac{Z_{2,5 \min} + Z_{2,5 \max}}{2}$$

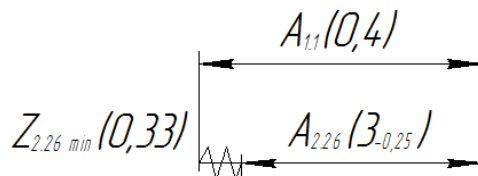
$$Z_{2,5 \max} = Z_{2,5 \min} + TA_{2,5} + TA_{1,12}$$

$$Z_{2,5}^c = Z_{2,5 \min} + \frac{TA_{2,5} + TA_{1,12}}{2} = 0,37 + \frac{0,22 + 0,4}{2} = 0,68 \text{ мм}$$

$$A_{1,12}^c = A_{2,5}^c + Z_{2,5}^c = 17,19 + 0,68 = 17,87 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1,12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

11) Расчет размера $A_{1,1}$



$$A_{2,26} = 3_{-0,25} \text{ мм}$$

$$A_{2,26}^c = 2,875 \pm 0,125 \text{ мм}$$

$$Z_{2,26}^c = \frac{Z_{2,26 \min} + Z_{2,26 \max}}{2}$$

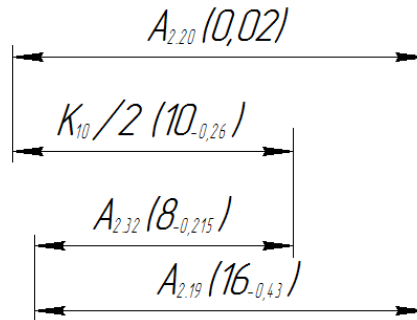
$$Z_{2,26 \max} = Z_{2,26 \min} + TA_{2,26} + TA_{1,1}$$

$$Z_{2.26}^c = Z_{2.26 \min} + \frac{TA_{2.26} + TA_{1.1}}{2} = 0,33 + \frac{0,25 + 0,4}{2} = 0,655 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^c = A_{2.26}^c + Z_{2.26}^c = 2,875 + 0,655 = 3,53 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.1} = 3,8_{-0,4} \text{ мм}$$

12) Расчет размера $A_{2.20}$



$$A_{2.19} = 16_{-0,43} \text{ мм}$$

$$A_{2.19}^c = 15,785 \pm 0,215 \text{ мм}$$

$$A_{2.32} = 8_{-0,215} \text{ мм}$$

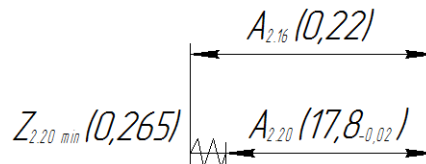
$$A_{2.32}^c = 7,893 \pm 0,108 \text{ мм}$$

$$K_{10}^c / 2 = 9,87 \pm 0,13 \text{ мм}$$

$$A_{2.20}^c = A_{2.19}^c + \frac{K_{10}^c}{2} - A_{2.32}^c = 15,785 + 9,87 - 7,893 = 17,762 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.20} = 17,8_{-0,02} \text{ мм}$$

13) Расчет размера $A_{2.16}$



$$A_{2.20} = 17,8_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.20}^c = 17,79 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2.20}^c = \frac{Z_{2.20 \min} + Z_{2.20 \max}}{2}$$

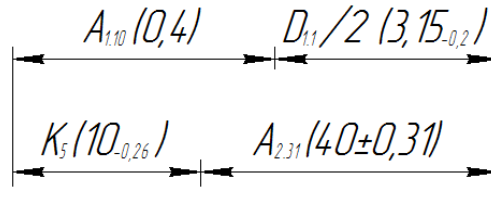
$$Z_{2.20 \max} = Z_{2.20 \min} + TA_{2.20} + TA_{2.16}$$

$$Z_{2.20}^c = Z_{2.20 \min} + \frac{TA_{2.20} + TA_{2.16}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2.16}^c = A_{2.20}^c + Z_{2.20}^c = 17,79 + 0,385 = 18,175 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.16} = 18,3_{-0,22} \text{ мм}$$

14) Расчет размера $A_{1.10}$



$$A_{2.31} = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$A_{2.31}^c = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$D_{1.1} / 2 = 3,15_{-0,2} \text{ мм}$$

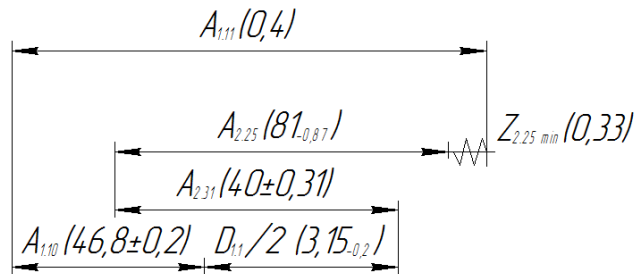
$$D_{1.1}^c / 2 = 3,08 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$K_5^c = 9,87 \pm 0,13 \text{ мм}$$

$$A_{1.10}^c = A_{2.31}^c + K_5^c - D_{1.1}^c / 2 = 40 + 9,87 - 3,08 = 46,79 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.10} = 46,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

15) Расчет размера $A_{1.11}$



$$A_{2.25} = 81_{-0,87} \text{ мм}$$

$$A_{2.25}^c = 80,565 \pm 0,435 \text{ мм}$$

$$A_{2.31} = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$A_{2.31}^c = 40 \pm 0,31 \text{ мм}$$

$$A_{1.10} = 46,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.10}^c = 46,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$D_{1.1} / 2 = 3,15_{-0,2} \text{ мм}$$

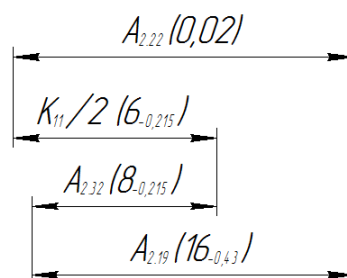
$$D_{1.1}^c / 2 = 3,08 \pm 0,1 \text{ мм}$$

$$Z_{2.25}^c = Z_{2.25 \text{ min}} + \frac{TA_{2.25} + TA_{2.31} + TA_{1.10} + TD_{1.1} / 2}{2} = 0,33 + \frac{0,87 + 0,62 + 0,4 + 0,2}{2} = 1,375 \text{ мм}$$

$$A_{1.11}^c = A_{2.25}^c + Z_{2.25}^c - A_{2.31}^c + \frac{D_{1.1}^c}{2} + A_{1.10}^c = 80,565 + 1,375 - 40 + 3,08 + 46,8 = 91,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.11} = 92_{-0,4} \text{ мм}$$

16) Расчет размера $A_{2.22}$



$$A_{2.19} = 16_{-0,43} \text{ мм}$$

$$A_{2.19}^c = 15,785 \pm 0,215 \text{ мм}$$

$$A_{2.32} = 8_{-0,215} \text{ мм}$$

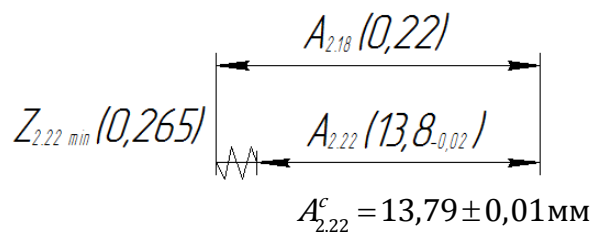
$$A_{2.32}^c = 7,893 \pm 0,108 \text{ мм}$$

$$K_{11}^c / 2 = 5,893 \pm 0,108 \text{ мм}$$

$$A_{2.22}^c = A_{2.19}^c + \frac{K_{11}^c}{2} - A_{2.32}^c = 15,785 + 5,893 - 7,893 = 13,785 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.22} = 13,8_{-0,02} \text{ мм}$$

17) Расчет размера $A_{2.18}$



$$A_{2.22} = 13,8_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.22}^c = 13,79 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2.22}^c = \frac{Z_{2.22 \min} + Z_{2.22 \max}}{2}$$

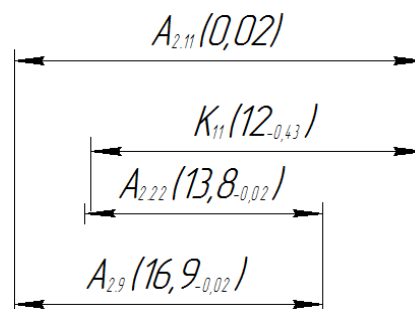
$$Z_{2.22 \max} = Z_{2.22 \min} + TA_{2.20} + TA_{2.16}$$

$$Z_{2.22}^c = Z_{2.22 \min} + \frac{TA_{2.20} + TA_{2.16}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2.18}^c = A_{2.20}^c + Z_{2.20}^c = 13,79 + 0,385 = 14,175 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.18} = 14,3_{-0,22} \text{ мм}$$

18) Расчет размера $A_{2.11}$



$$A_{2.22} = 13,8_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.22}^c = 13,79 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

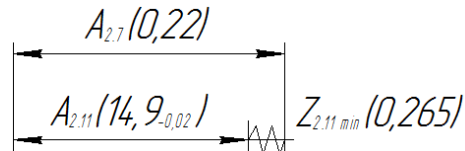
$$A_{2.9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$K_{11}^c = 11,785 \pm 0,215 \text{ мм}$$

$$A_{2.11}^c = A_{2.9}^c + K_{11}^c - A_{2.22}^c = 16,89 + 11,785 - 13,79 = 14,885 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.11} = 14,9_{-0,02} \text{ мм}$$

19) Расчет размера $A_{2,7}$



$$A_{2,11} = 14,9_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2,11}^c = 14,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2,11}^c = \frac{Z_{2,11 \min} + Z_{2,11 \max}}{2}$$

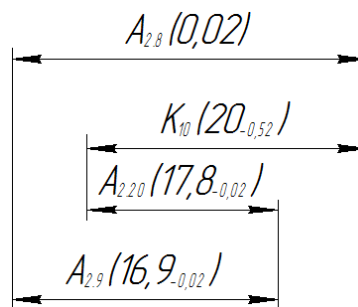
$$Z_{2,11 \max} = Z_{2,11 \min} + TA_{2,11} + TA_{2,7}$$

$$Z_{2,11}^c = Z_{2,11 \min} + \frac{TA_{2,11} + TA_{2,7}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2,7}^c = A_{2,11}^c + Z_{2,11}^c = 14,89 + 0,385 = 15,275 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2,7} = 15,4_{-0,22} \text{ мм}$$

20) Расчет размера $A_{2,8}$



$$A_{2,20} = 17,8_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2,20}^c = 17,79 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2,9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

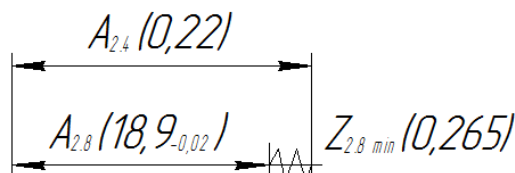
$$A_{2,9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$K_{10}^c = 19,74 \pm 0,26 \text{ мм}$$

$$A_{2,8}^c = A_{2,9}^c + K_{10}^c - A_{2,20}^c = 16,89 + 19,74 - 17,79 = 18,84 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2,8} = 18,9_{-0,02} \text{ мм}$$

21) Расчет размера $A_{2,4}$



$$A_{2,8} = 18,9_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2,8}^c = 18,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2,8}^c = \frac{Z_{2,8 \min} + Z_{2,8 \max}}{2}$$

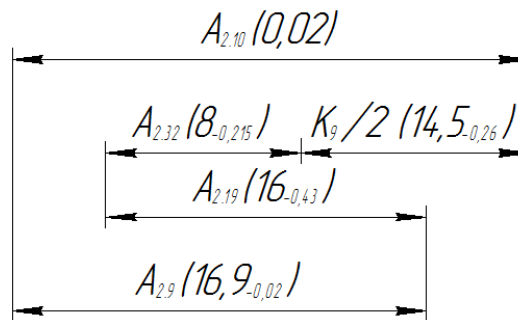
$$Z_{2.8max} = Z_{2.8min} + TA_{2.8} + TA_{2.4}$$

$$Z_{2.8}^c = Z_{2.8min} + \frac{TA_{2.8} + TA_{2.4}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2.4}^c = A_{2.8}^c + Z_{2.8}^c = 18,89 + 0,385 = 19,275 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = 19,4_{-0,22} \text{ мм}$$

22) Расчет размера $A_{2.10}$



$$A_{2.32} = 8_{-0,215} \text{ мм}$$

$$A_{2.32}^c = 7,893 \pm 0,108 \text{ мм}$$

$$A_{2.19} = 16_{-0,43} \text{ мм}$$

$$A_{2.19}^c = 15,785 \pm 0,215 \text{ мм}$$

$$A_{2.9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

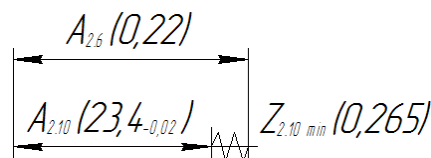
$$A_{2.9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$K_9 / 2 = 14,37 \pm 0,13 \text{ мм}$$

$$A_{2.10}^c = A_{2.32}^c + A_{2.9}^c + \frac{K_9^c}{2} - A_{2.19}^c = 7,893 + 16,89 + 14,37 - 15,785 = 23,368 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.10} = 23,4_{-0,02} \text{ мм}$$

23) Расчет размера $A_{2.6}$



$$A_{2.10} = 23,4_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.10}^c = 23,39 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2.10}^c = \frac{Z_{2.11min} + Z_{2.11max}}{2}$$

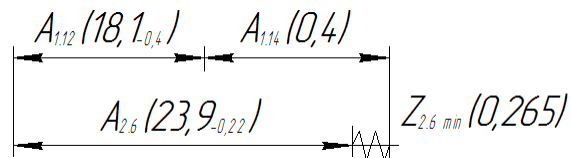
$$Z_{2.10max} = Z_{2.10min} + TA_{2.10} + TA_{2.6}$$

$$Z_{2.10}^c = Z_{2.10min} + \frac{TA_{2.10} + TA_{2.6}}{2} = 0,265 + \frac{0,02 + 0,22}{2} = 0,385 \text{ мм}$$

$$A_{2.6}^c = A_{2.10}^c + Z_{2.10}^c = 23,39 + 0,385 = 23,775 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.6} = 23,9_{-0,22} \text{ мм}$$

24) Расчет размера $A_{1.14}$



$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{2.6} = 23,9_{-0,22} \text{ мм}$$

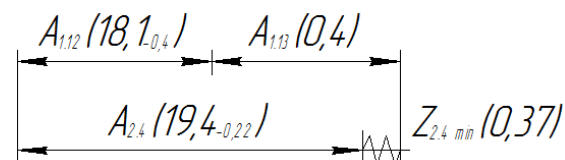
$$A_{2.6}^c = 23,79 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$Z_{2.6}^c = Z_{2.6 \min} + \frac{TA_{1.12} + TA_{2.6} + TA_{1.14}}{2} = 0,265 + \frac{0,4 + 0,22 + 0,4}{2} = 0,775 \text{ мм}$$

$$A_{1.14}^c = A_{2.6}^c + Z_{2.6}^c - A_{1.12}^c = 23,79 + 0,775 - 17,9 = 6,665 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.14} = 6,7 \pm 0,2 \text{ мм}$$

25) Расчет размера $A_{1.13}$



$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{2.4} = 19,4_{-0,22} \text{ мм}$$

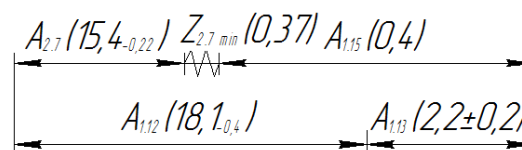
$$A_{2.4}^c = 19,29 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$Z_{2.4}^c = Z_{2.4 \min} + \frac{TA_{1.12} + TA_{2.4} + TA_{1.13}}{2} = 0,37 + \frac{0,4 + 0,22 + 0,4}{2} = 0,775 \text{ мм}$$

$$A_{1.13}^c = A_{2.4}^c + Z_{2.4}^c - A_{1.12}^c = 19,29 + 0,775 - 17,9 = 2,165 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.13} = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

26) Расчет размера $A_{1.15}$



$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{2.7} = 15,4_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2.7}^c = 15,29 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{1.13} = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

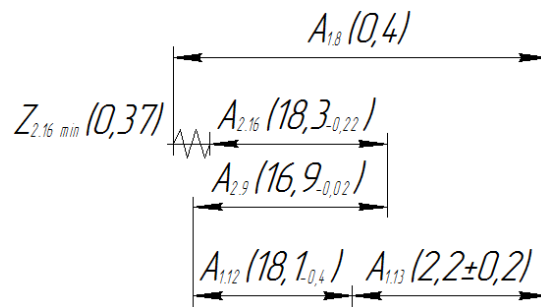
$$A_{1.13}^c = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$Z_{2.7}^c = Z_{2.7 \min} + \frac{TA_{1.12} + TA_{2.7} + TA_{1.13} + TA_{1.15}}{2} = 0,37 + \frac{0,4 + 0,22 + 0,4 + 0,4}{2} = 1,08 \text{ мм}$$

$$A_{1.15}^c = A_{1.12}^c + A_{1.13}^c - Z_{2.7}^c - A_{2.7}^c = 17,9 + 2,2 - 1,08 - 15,29 = 3,73 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.15} = 3,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

27) Расчет размера $A_{1.8}$



$$A_{2.16} = 18,3_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2.16}^c = 18,19 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.13} = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

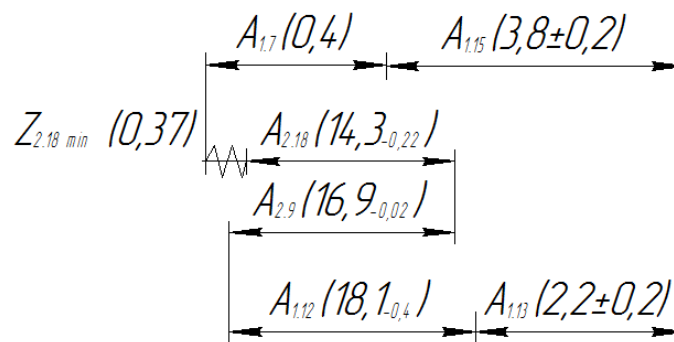
$$A_{1.13}^c = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$Z_{2.16}^c = Z_{2.16 \text{ min}} + \frac{TA_{2.16} + TA_{2.9} + TA_{1.12} + TA_{1.13}}{2} = 0,37 + \frac{0,22 + 0,02 + 0,4 + 0,4}{2} = 0,89 \text{ мм}$$

$$A_{1.8}^c = A_{2.16}^c + A_{1.12}^c - A_{2.9}^c + A_{1.13}^c = 18,19 + 17,9 - 16,89 + 2,2 = 21,4 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.8} = 21,6_{-0,4} \text{ мм}$$

28) Расчет размера $A_{1.7}$



$$A_{1.15} = 3,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.15}^c = 3,8 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{2.9} = 16,9_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.9}^c = 16,89 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{2.18} = 14,3_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2.18}^c = 14,19 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.13} = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.13}^c = 2,2 \pm 0,2 \text{ мм}$$

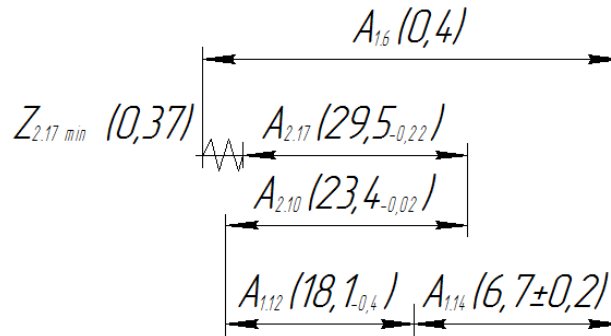
$$Z_{2.18}^c = Z_{2.18 \text{ min}} + \frac{TA_{1.15} + TA_{2.9} + TA_{2.18} + TA_{1.12} + TA_{1.13} + TA_{1.7}}{2} =$$

$$= 0,37 + \frac{0,4 + 0,02 + 0,22 + 0,4 + 0,4 + 0,4}{2} = 1,29 \text{ мм}$$

$$A_{1.7}^c = A_{1.13}^c + A_{1.12}^c - A_{2.9}^c + A_{2.18}^c - A_{1.15}^c = 2,2 + 17,9 - 16,89 + 14,19 - 3,8 = 13,6 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.7} = 13,8_{-0,4} \text{ мм}$$

29) Расчет размера $A_{1.6}$



$$A_{2.17} = 29,5_{-0,22} \text{ мм}$$

$$A_{2.17}^c = 29,39 \pm 0,11 \text{ мм}$$

$$A_{2.10} = 23,4_{-0,02} \text{ мм}$$

$$A_{2.10}^c = 23,39 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$A_{1.12} = 18,1_{-0,4} \text{ мм}$$

$$A_{1.12}^c = 17,9 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.14} = 6,7 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.14}^c = 6,7 \pm 0,2 \text{ мм}$$

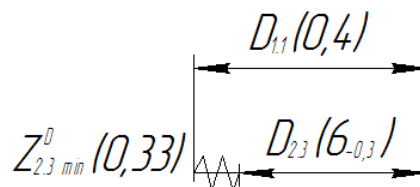
$$Z_{2.17}^c = Z_{2.17 \min} + \frac{TA_{2.17} + TA_{2.10} + TA_{1.12} + TA_{1.13} + TA_{1.6}}{2} = 0,37 + \frac{0,22 + 0,02 + 0,4 + 0,4 + 0,4}{2} =$$

$$= 1,09 \text{ мм}$$

$$A_{1.6}^c = A_{1.14}^c + A_{1.12}^c - A_{2.10}^c + A_{2.17}^c = 6,7 + 17,9 - 23,39 + 29,39 = 30,6 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$A_{1.6} = 30,8_{-0,4} \text{ мм}$$

30) Расчет размера $D_{1.1}$



$$D_{2.3} = 6_{-0,3} \text{ мм}$$

$$D_{2.3}^c = 5,85 \pm 0,15 \text{ мм}$$

$$Z_{2.3}^{Dc} = \frac{Z_{2.3 \min}^D + Z_{2.3 \max}^D}{2};$$

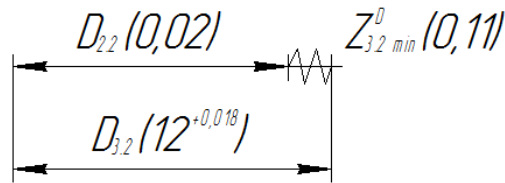
$$Z_{2.3 \max}^D = Z_{2.3 \min}^D + TD_{2.3} + TD_{1.1};$$

$$Z_{2.3}^{Dc} = Z_{2.3 \min}^D + \frac{TD_{2.3} + TD_{1.1}}{2} = 0,33 + \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,68 \text{ мм};$$

$$D_{1.1}^c = D_{2.3}^c + Z_{2.3}^{Dc} = 5,85 + 0,68 = 6,53 \pm 0,2 \text{ мм};$$

$$D_{1.1} = 6,8_{-0,4} \text{ мм};$$

31) Расчет размера $D_{2.2}$



$$D_{3.2} = 12^{+0,018} \text{ мм}$$

$$D_{3.2}^c = 12,009 \pm 0,009 \text{ мм}$$

$$Z_{3.2}^{Dc} = \frac{Z_{3.2 \min}^D + Z_{3.2 \max}^D}{2};$$

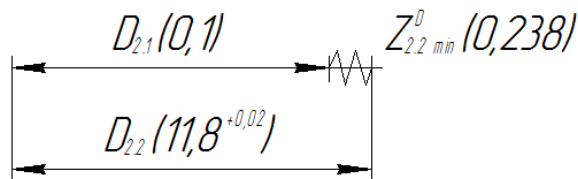
$$Z_{3.2 \max}^D = Z_{3.2 \min}^D + TD_{3.2} + TD_{2.2};$$

$$Z_{3.2}^{Dc} = Z_{3.2 \min}^D + \frac{TD_{3.2} + TD_{2.2}}{2} = 0,11 + \frac{0,018 + 0,02}{2} = 0,129 \text{ мм};$$

$$D_{2.2}^c = D_{3.2}^c - Z_{3.2}^{Dc} = 12,009 - 0,129 = 11,88 \pm 0,01 \text{ мм};$$

$$D_{2.2} = 11,8^{+0,02} \text{ мм};$$

32) Расчет размера $D_{2.1}$



$$D_{2.2} = 11,8^{+0,02} \text{ мм}$$

$$D_{2.2}^c = 11,81 \pm 0,01 \text{ мм}$$

$$Z_{2.2}^{Dc} = \frac{Z_{2.2 \min}^D + Z_{2.2 \max}^D}{2};$$

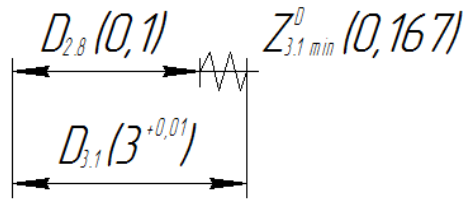
$$Z_{2.2 \max}^D = Z_{2.2 \min}^D + TD_{2.2} + TD_{2.1};$$

$$Z_{2.2}^{Dc} = Z_{2.2 \min}^D + \frac{TD_{2.2} + TD_{2.1}}{2} = 0,238 + \frac{0,02 + 0,1}{2} = 0,298 \text{ мм};$$

$$D_{2.1}^c = D_{2.2}^c - Z_{2.2}^{Dc} = 11,81 - 0,298 = 11,512 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{2.1} = 11,5^{+0,1} \text{ мм};$$

33) Расчет размера $D_{2.8}$



$$D_{3.1} = 3^{+0,01} \text{ мм}$$

$$D_{3.1}^c = 3,005 \pm 0,005 \text{ мм}$$

$$Z_{3.1}^{Dc} = \frac{Z_{3.1 min}^D + Z_{3.1 max}^D}{2};$$

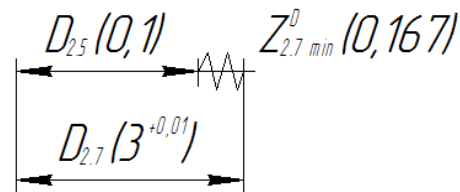
$$Z_{3.1 max}^D = Z_{3.1 min}^D + TD_{3.1} + TD_{2.9};$$

$$Z_{3.1}^{Dc} = Z_{3.1 min}^D + \frac{TD_{3.1} + TD_{2.9}}{2} = 0,167 + \frac{0,01 + 0,1}{2} = 0,222 \text{ мм};$$

$$D_{2.8}^c = D_{3.1}^c - Z_{3.1}^{Dc} = 3,005 - 0,222 = 2,783 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{2.8} = 2,7^{+0,1} \text{ мм};$$

34) Расчет размера $D_{2.5}$



$$D_{2.7} = 3^{+0,01} \text{ мм}$$

$$D_{2.7}^c = 3,005 \pm 0,005 \text{ мм}$$

$$Z_{2.7}^{Dc} = \frac{Z_{2.7 min}^D + Z_{2.7 max}^D}{2};$$

$$Z_{2.7 max}^D = Z_{2.7 min}^D + TD_{2.7} + TD_{2.5};$$

$$Z_{2.7}^{Dc} = Z_{2.7 min}^D + \frac{TD_{2.7} + TD_{2.5}}{2} = 0,167 + \frac{0,01 + 0,1}{2} = 0,222 \text{ мм};$$

$$D_{2.5}^c = D_{2.7}^c - Z_{2.7}^{Dc} = 3,005 - 0,222 = 2,783 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$D_{2.5} = 2,7^{+0,1} \text{ мм};$$

1.8 Расчет режимов резания

Выбор оптимальных режимов резания будем проводить согласно рекомендациям фирмы «Sandvik Coromant» [15]

Фрезерная с ЧПУ

1) Сверление сквозного отверстия $D_{2.1} = 11,5^{+0,1}$ мм

Глубина сверления: 20 мм.

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-1150-037A1-PM 4234 Стойкость $T = 3700$ мин.	Скорость резания: $V = 180 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на оборот: $S = 0,27 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ Частота вращения шпинделя: $n = 4980$ об/мин Мощность резания: $N = 7,05$ кВт. Крутящий момент: $M_{\text{кр}} = 13,5$ Нм Осевая сила: $P_o = 1880$ Н

2) Расфрезеровать отверстие начерно до $D_{2.2} = 11,8^{+0,02}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.2}^{Dc} = 0,3$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura RA215.26-1650AAK08H 1610 Стойкость $T = 3050$ мин.	Скорость резания: $V = 187 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,15$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 9420$ об/мин Мощность резания: $N = 0,05$ кВт.

3) Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $D_{2.3} = 6_{-0,3}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.3}^{Dc} = 0,68$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill 490-040A32-08H Стойкость $T = 2150$ мин.	Скорость резания: $V = 292 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,79$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2320$ об/мин Мощность резания: $N = 3,33$ кВт.

4) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.4} = 19,4_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.4}^c = 0,775$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 254 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2480$ об/мин Мощность резания: $N = 10,1$ кВт.

5) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2,5} = 17,3_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,5}^c = 0,68$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 269 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 3930$ об/мин Мощность резания: $N = 4,71$ кВт.

6) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2,6} = 23,9_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,6}^c = 0,775$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 276 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 5640$ об/мин Мощность резания: $N = 3,42$ кВт.

7) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2,7} = 15,4_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,7}^c = 1,08$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 249 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,22$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4200$ об/мин Мощность резания: $N = 2,40$ кВт.

8) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2,8} = 18,9_{-0,02}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,8}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 233 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2520$ об/мин Мощность резания: $N = 5,18$ кВт.

9) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2,9} = 16,9_{-0,02}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,9}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 255 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4070$ об/мин Мощность резания: $N = 2,43$ кВт.

10) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.10} = 23,4_{-0,02}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.10}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 264 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4170$ об/мин Мощность резания: $N = 1,93$ кВт.

11) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.11} = 14,9_{-0,02}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.11}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill RA390-019M19-11M Стойкость $T = 2170$ мин.	Скорость резания: $V = 242 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,43$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4040$ об/мин Мощность резания: $N = 0,82$ кВт.

12) Фрезеровать паз начисто, выдерживая размер $A_{2.12} = 2^{+0,25}$

Глубина фрезерования: $t = 1$ мм

Инструмент	Режимы резания
Дисковая модульная фреза CogoMill 329	Скорость резания: $V = 60 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,01$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 318$ об/мин Мощность резания: $N = 0,09$ кВт.

13) Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $D_{2.4} = 6_{-0,3}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.4}^{Dc} = 0,68$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill 490-040A32-08H Стойкость $T = 2150$ мин.	Скорость резания: $V = 292 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,79$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2320$ об/мин Мощность резания: $N = 3,33$ кВт.

14) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.15} = 16,5_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.15}^c = 0,49$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 268 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4120$ об/мин Мощность резания: $N = 3,57$ кВт.

15) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.16} = 18,2_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.16}^c = 0,89$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 254 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2440$ об/мин Мощность резания: $N = 11,4$ кВт.

16) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.17} = 23,9_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.17}^c = 1,09$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 330 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 3060$ об/мин Мощность резания: $N = 3,27$ кВт.

17) Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.18} = 14,3_{-0,22}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.18}^c = 1,29$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 282 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,313$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2250$ об/мин Мощность резания: $N = 2,49$ кВт.

18) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.19} = 16_{-0,43}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.19}^c = 0,59$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 262 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2640$ об/мин Мощность резания: $N = 4,07$ кВт.

19) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.20} = 17,8_{-0,1}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.20}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 235 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2360$ об/мин Мощность резания: $N = 7,38$ кВт.

20) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.21} = 22,5_{-0,1}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.21}^c = 0,635$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill R210-042A32-09H Стойкость $T = 2120$ мин.	Скорость резания: $V = 274 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2760$ об/мин Мощность резания: $N = 2,6$ кВт.

21) Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.22} = 13,8_{-0,1}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.22}^c = 0,385$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill RA390-019M19-11M Стойкость $T = 2170$ мин.	Скорость резания: $V = 242 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,615$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 4290$ об/мин Мощность резания: $N = 0,139$ кВт.

22) Фрезеровать паз начисто, выдерживая размер $A_{2.23} = 2^{+0,25}$

Глубина фрезерования: $t = 1$ мм

Инструмент	Режимы резания
Дисковая модульная фреза CogoMill 329	Скорость резания: $V = 60 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,01$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 318$ об/мин Мощность резания: $N = 0,09$ кВт.

23) Фрезеровать торец, выдерживая размер $A_{2.25} = 81_{-0,87}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.25}^c = 1,375$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CogoMill RA390-019M19-11M Стойкость $T = 2170$ мин.	Скорость резания: $V = 108 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,11$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 2720$ об/мин Мощность резания: $N = 0,42$ кВт.

24) Фрезеровать зубья согласно эскизу

Глубина фрезерования: $t = 3,375$ мм

Инструмент	Режимы резания
Дисковая модульная фреза CogoMill R171.4-50C4-M5 Стойкость $T = 1960$ мин.	Скорость резания: $V = 158 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,07$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 1005$ об/мин Мощность резания: $N = 0,08$ кВт.

25) Фрезеровать вершины зубьев

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill RA300-016M19-08L Стойкость $T = 2200$ мин.	Скорость резания: $V = 193 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,78$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 6370$ об/мин Мощность резания: $N = 0,11$ кВт.

26) Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $A_{2.26} = 3_{-0,25}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2.26}^c = 0,605$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill RA390-019M19-11M Стойкость $T = 2170$ мин.	Скорость резания: $V = 35 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,38$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 1080$ об/мин Мощность резания: $N = 0,43$ кВт.

27) Фрезеровать паз начисто, выдерживая размеры $A_{2.27} = 6^{+0,3}$, $A_{2.28} = 23 \pm 0,26$

Глубина фрезерования: $t = 3$ мм

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill AQD-EC102Y25-M Стойкость $T = 1760$ мин.	Скорость резания: $V = 54 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,03$ мм Частота вращения шпинделя: $n = 286$ об/мин Мощность резания: $N = 0,35$ кВт.

28) Сверление сквозного отверстия $D_{2.5} = 2,7^{+0,1}$

Глубина сверления: 6 мм.

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавное сверло CoroDrill 862.1-0270-022A1-GM GC34 Стойкость $T = 1880$ мин.	Скорость резания: $V = 51 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на оборот: $S = 0,07 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ Частота вращения шпинделя: $n = 5980$ об/мин Мощность резания: $N = 0,24$ кВт. Крутящий момент: $M_{\text{кр}} = 0,38$ Нм Осевая сила: $P_o = 225$ Н

29) Сверление сквозного отверстия $D_{2.6} = 4,5^{+0,1}$

Глубина сверления: 6 мм.

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавное сверло CoroDrill 460.1-0450-034A1-XM GC34 Стойкость $T = 3840$ мин.	Скорость резания: $V = 91 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на оборот: $S = 0,15 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ Частота вращения шпинделя: $n = 6460$ об/мин Мощность резания: $N = 1,28$ кВт.

	Крутящий момент: $M_{кр} = 1,89 \text{ Нм}$ Осевая сила: $P_o = 657 \text{ Н}$
--	---

30) Расфрезеровать отверстие начисто до $D_{2,7} = 3^{+0,01}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,7}^{Dc} = 0,222 \text{ мм}$

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura 1P240-0200-XA 1630 Стойкость $T = 2530 \text{ мин.}$	Скорость резания: $V = 75 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,04 \text{ мм}$ Частота вращения шпинделя: $n = 12000 \text{ об/мин}$ Мощность резания: $N = 0,09 \text{ кВт.}$

31) Нарезание резьбы М5-7Н

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавный метчик CoroTap 200 EP09PM5 Стойкость $T = 11750 \text{ мин.}$	Скорость резания: $V = 49 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ Частота вращения шпинделя: $n = 3150 \text{ об/мин}$ Мощность резания: $N = 0,81 \text{ кВт}$ Крутящий момент: $M_{кр} = 2,45 \text{ Нм}$

32) Сверление сквозного отверстия $D_{2,8} = 2,7^{+0,1}$

Глубина сверления: 20 мм.

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавное сверло CoroDrill 862.1-0271-022A1-GM GC34 Стойкость $T = 1880 \text{ мин.}$	Скорость резания: $V = 51 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на оборот: $S = 0,07 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ Частота вращения шпинделя: $n = 5960 \text{ об/мин}$ Мощность резания: $N = 0,24 \text{ кВт.}$ Крутящий момент: $M_{кр} = 0,38 \text{ Нм}$ Осевая сила: $P_o = 225 \text{ Н}$

33) Расфрезеровать отверстие начисто до $D_{2,9} = 3^{+0,01}$

Глубина фрезерования: $t = Z_{2,9}^{Dc} = 0,222 \text{ мм}$

Инструмент	Режимы резания
Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura 1P240-0200-XA 1630 Стойкость $T = 2530 \text{ мин.}$	Скорость резания: $V = 75 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ Подача на зуб: $S = 0,04 \text{ мм}$ Частота вращения шпинделя: $n = 12000 \text{ об/мин}$ Мощность резания: $N = 0,09 \text{ кВт.}$

1.9 Выбор оборудования

1) Универсальный фрезерный станок для пятикоординатной обработки - DMU 50 Ecoline

Таблица 3 – Технические характеристики DMU 50 Ecoline

Тип станка		DMU 50
Standard		
Перемещение по оси X/Y/Z	mm	500 / 450 / 400
Главный привод (стандартное исполнение)		
Диапазон скорости	об/мин	20 – 10 000
Мощность привода (100/40% цикла нагрузки)	kW	9 / 13
Момент (40 % цикла нагрузки)	Nm	83
Главный привод (опция)		
Диапазон скорости	об/мин	20 – 14 000
Мощность привода (100/40% цикла нагрузки)	kW	25 / 35
Момент (40 % цикла нагрузки)	Nm	100
Диапазон скорости	об/мин	20 – 18 000
Мощность привода (100/40% цикла нагрузки)	kW	25 / 35
Момент (40 % цикла нагрузки)	Nm	130
Подача		
Быстрый ход по осям X/Y/Z	m/min	24
Максимальная мощность подачи (X/Y/Z)	kN	4,8
Стационарный стол		
Рабочая поверхность поддона	mm	700 × 500
Максимальная нагрузка	kg	500
Интегрированный поворотный/вращающийся стол с ЧПУ*		
Рабочая поверхность поддона	mm	∅ 630 × 500
Максимальная нагрузка	kg	200 / 300
Диапазон наклона	degrees	-5 / +110
Устройство смены инструментов Pick up в качестве опции		
Места	number / kg	16 / 6
Максимальная длина инструмента	mm	300
Максимальный диаметр инструмента	mm	80 / 130
Масса инструмента	kg	6
Устройство смены инструментов, цепное с двойным захватом в качестве опции		
Места	Number	30 / 60

Максимальная длина инструмента	mm	300
Максимальный диаметр инструмента	mm	80 / 130
Масса инструмента	kg	6
Вес станка/подключенная нагрузка		
Масса	kg	4 480
Выходная мощность	kW	21
Максимальный номинальный ток	A	31
Система управления		
Панель управления DMG MORI ERGOline® с Siemens 840D		

2) Горячештамповочный пресс ТМП К8045

Таблица 4 – Технические характеристики ТМП К8045

Бренд, марка	ТМП
Тип станка	электромеханический
Усилие	3150 тс
Макс. Ход ползуна	360 мм
Габаритные размеры	6400x5300x7400
Масса	0
Размеры стола	1600x1550
Мощность	132 кВт
Макс. число ходов ползуна	60 од/мин

3) Установка для гидроабразивной резки DeKart W2015L

Таблица 5 – Технические характеристики DeKart W2015L

Модель	DeKart W2015L Консольная
Рабочее поле по осям X, Y	2100*1600
Ход шпинделя по оси Z	150 мм
Рабочая поверхность	Водоналивной реечный стол
Максимальная грузоподъёмность стола	1000 кг/кв. м
Мощность	37 кВт
Макс. скорость перемещения	0-12 000 мм/мин
Макс. скорость резки	0-8 000 мм/мин
Точность резки	0,01 мм
Режущая головка	1
Двигатель	Серводвигатели Mitsubishi
Система привода для осей X, Y, Z	ШВП (Шарико-винтовая пара)
Направляющие по осям X, Y, Z	рельсовые HIWIN
Внутренний диаметр отверстия	0,33 мм
Внутренний диаметр сопла	0,76 мм или 1.02 мм
Программа управления станком	WEIHONG NC-studio
Тип насоса	мультипликаторный

Тип бустера	Гидравлический (усиленный насос)
Автоматический контроль уровня воды	есть
Автоматический подача абразива	есть
Допустимая температура в цеху, С	0-45
Расход воды	3,8 л/мин
Электропитание	АС 380V/50HZ
Номинальное рабочее давление	0 ~ 380МРА
Максимальное рабочее давление	415МРА
Монитор - дисплей	19-дюймовый ЖК
Размер упаковки (мм)	2600 x 1800 x 1620 мм
Вес нетто	800 кг
Вес брутто	950 кг

Таблица 5 – Приблизительная скорость резки некоторых материалов, мм/мин.

Экономичный режим (расход абразива 0.05 кг/мин)				
	10 мм	20 мм	50 мм	80 мм
Нерж. сталь	210	95	27	13
Максимальный режим (расход абразива 0.45 кг/мин)				
	10 мм	20 мм	50 мм	80 мм
Нерж. сталь	380	170	48	23

1.10 Расчет норм времени

1.10.1 Расчет основного времени

Основное время назначим из расчета режимов резания по рекомендациям фирмы «Sandvik Coromant» [15]

Таблица 6 – Основное время обработки (Фрезерная с ЧПУ)

№	Наименование операций и содержание переходов	$T_{\text{осн.}}$ [мин]
1	Сверление сквозного отверстия $D_{2.1} = 11,5^{+0,1}$ мм	4,11
2	Расфрезеровать отверстие начерно до $D_{2.2} = 11,8^{+0,02}$	
3	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $D_{2.3} = 6_{-0,3}$	
4	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.4} = 19,4_{-0,22}$	
5	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.5} = 17,3_{-0,22}$	
6	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.6} = 23,9_{-0,22}$	
7	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.7} = 15,4_{-0,22}$	
8	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.8} = 18,9_{-0,02}$	
9	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.9} = 16,9_{-0,02}$	
10	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.10} = 23,4_{-0,02}$	
11	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.11} = 14,9_{-0,02}$	
12	Фрезеровать паз начисто, выдерживая размер $A_{2.12} = 2^{+0,25}$	
13	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $D_{2.4} = 6_{-0,3}$	2,97
14	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.15} = 16,5_{-0,22}$	
15	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.16} = 18,2_{-0,22}$	

16	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.17} = 23,9_{-0,22}$	
17	Фрезеровать поверхность начерно, выдерживая размер $A_{2.18} = 14,3_{-0,22}$	
18	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.19} = 16_{-0,43}$	
19	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.20} = 17,8_{-0,1}$	
20	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.21} = 22,5_{-0,1}$	
21	Фрезеровать поверхность начисто, выдерживая размер $A_{2.22} = 13,8_{-0,1}$	
22	Фрезеровать паз начисто, выдерживая размер $A_{2.23} = 2^{+0,25}$	
23	Фрезеровать торец, выдерживая размер $A_{2.25} = 81_{-0,87}$	
24	Фрезеровать зубья согласно эскизу	
25	Фрезеровать вершины зубьев	
26	Фрезеровать поверхность, выдерживая размер $A_{2.26} = 3_{-0,25}$	2,17
27	Фрезеровать паз начисто, выдерживая размеры $A_{2.27} = 6^{+0,3}, A_{2.28} = 23 \pm 0,26$	
28	Сверление сквозного отверстия $D_{2.5} = 2,7^{+0,1}$	
29	Сверление сквозного отверстия $D_{2.6} = 4,5^{+0,1}$	
30	Расфрезеровать отверстие начисто $D_{2.7} = 3^{+0,01}$	3,47
31	Нарезание резьбы М5-7Н	
32	Сверление сквозного отверстия $D_{2.8} = 2,7^{+0,1}$	
33	Расфрезеровать отверстие начисто до $D_{2.9} = 3^{+0,01}$	

1.10.2 Определение норм вспомогательного времени

Для того чтобы определить нормы вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями (Общемашиностроительные нормативы).

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

Вспомогательное время:

$$t_{всп} = t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и}. \quad (1.7.)$$

При установке заготовок, которые имеют какую-либо необработанную установочную поверхность, время умножаем на коэффициент $K=1,15$.

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

Фрезерная с ЧПУ

1) Установ А

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,23 + 0,6 + 0,86 + 1,23 + 0,1 * 6 = 3,52 \text{ мин.} \end{aligned}$$

2) Установ Б

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,23 + 0,6 + 0,86 + 1,20 + 0,1 * 5 = 3,39 \text{ мин.} \end{aligned}$$

3) Установ В

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,23 + 0,6 + 0,8 + 0,7 + 0,1 * 4 = 2,73 \text{ мин.} \end{aligned}$$

4) Установ Г

$$\begin{aligned} t_{всп} &= t_{уст} + t_{упр} + t_{пер} + t_{изм} + t_{с.и} = \\ &= 0,23 + 0,6 + 0,74 + 1,04 + 0,1 * 6 = 3,28 \text{ мин.} \end{aligned}$$

1.10.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определим по формуле (1.8.)

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{N}, \quad (1.8.)$$

где $t_{шт.}$ – штучное время, мин;

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

N – число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{шт.} = t_{очн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер}, \quad (1.9.)$$

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

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

$t_{пер}$ – время перерывов, мин.

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробывание

станков в начале смены, уборку и смазку станков в конце смены.

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

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности.

Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп}. \quad (1.10.)$$

Отрезная

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 0,82 + 1,2 = 2,02 \text{ мин.}$$

Штамповочная

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 0,1 + 0,62 = 0,72 \text{ мин.}$$

Фрезерная с ЧПУ

1) Установ А

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 4,11 + 3,52 = 7,63 \text{ мин.}$$

2) Установ Б

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 2,97 + 3,39 = 6,36 \text{ мин}$$

3) Установ В

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 2,17 + 2,73 = 4,9 \text{ мин}$$

4) Установ Г

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп} = 3,47 + 3,28 = 6,75 \text{ мин}$$

Время перерывов, организационного и технического обслуживания берется в процентном отношении к оперативному времени. Для мелкосерийного производства данная величина равна 3..5%

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{шт.} = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}, \quad (1.11.)$$

где α – процент времени на техническое обслуживание;

β – процент времени на организационное обслуживание;

γ – процент времени перерывов.

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

Тогда штучное время по формуле определим как:

$$t_{шт.}^0 = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 2,02 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 2,02 = 2,26 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^1 = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 0,72 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 0,72 = 0,81 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^{2,1} = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 7,63 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 7,63 = 8,55 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^{2,2} = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 6,36 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 6,36 = 7,12 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^{2,3} = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 4,9 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 4,9 = 5,49 \text{ мин;}$$

$$t_{шт.}^{2,4} = t_{оп} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп} = 6,75 * \left(\frac{8 + 4}{100\%} \right) + 6,75 = 7,56 \text{ мин;}$$

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

$$\begin{aligned}t_{\text{пз}}^0 &= 23 \text{ мин}; t_{\text{пз}}^1 = 35 \text{ мин}; \\t_{\text{пз}}^{2,1} &= 14 \text{ мин}; t_{\text{пз}}^{2,2} = 14 \text{ мин}; \\t_{\text{пз}}^{2,3} &= 14 \text{ мин}; t_{\text{пз}}^{2,4} = 14 \text{ мин};\end{aligned}$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени по формуле определим как:

$$\begin{aligned}t_{\text{шт.к.}}^1 &= t_{\text{шт.}}^0 + \frac{t_{\text{пз}}^0}{N} = 2,26 + \frac{23}{2000} = 2,28 \text{ мин}; \\t_{\text{шт.к.}}^2 &= t_{\text{шт.}}^1 + \frac{t_{\text{пз}}^1}{N} = 0,81 + \frac{35}{2000} = 0,83 \text{ мин}; \\t_{\text{шт.к.}}^3 &= t_{\text{шт.}}^{2,1} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,1}}{N} = 8,55 + \frac{14}{2000} = 8,56 \text{ мин}; \\t_{\text{шт.к.}}^4 &= t_{\text{шт.}}^{2,2} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,2}}{N} = 7,12 + \frac{14}{2000} = 7,13 \text{ мин.} \\t_{\text{шт.к.}}^5 &= t_{\text{шт.}}^{2,3} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,3}}{N} = 5,49 + \frac{14}{2000} = 5,50 \text{ мин.} \\t_{\text{шт.к.}}^6 &= t_{\text{шт.}}^{2,4} + \frac{t_{\text{пз}}^{2,4}}{N} = 7,56 + \frac{14}{2000} = 7,58 \text{ мин.}\end{aligned}$$

2. Конструкторский раздел

2.1 Анализ исходных данных

Для уменьшения норм времени и увеличения точности изготовления детали в данном технологическом процессе зубофрезерная операция будет выполняться на пятикоординатном станке с ЧПУ DMU 50 Ecoline. Из-за относительно сложной формы детали стоит вопрос о способе её закрепления для дальнейшей обработки, помимо этого для фрезерования зубьев требуется обеспечить доступ к обрабатываемым поверхностям.

Таблица 7 –Техническое задание для проектирования специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Зубчатый рычаг» на пятикоординатном фрезерном станке DMU 50 Ecoline.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Зубчатый рычаг».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Зубчатый рычаг» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства– мелкосерийный Программа выпуска- 2000 деталей в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели DMU 50 Ecoline.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, чертежи губок тисков.

2.2 Описание приспособления

Для закрепления «Зубчатого рычага» нам потребуются тиски, поэтому за основу возьмем стандартное приспособление – тиски фирмы Schunk Kontec KSX. Они подходят для установки на пятикоординатном станке с ЧПУ DMU 50 Ecoline. Так как закрепить деталь в стандартных губках тисков невозможно, следовательно, требуются другие губки, которые смогут обеспечить надежное закрепление «зубчатого рычага» для дальнейшей зубофрезерной обработки.

Согласно маршруту изготовления детали «Зубчатый рычаг» на первых фрезерных операциях будет обрабатываться сквозное отверстие диаметром 12 мм, которое мы будем использовать в качестве технологической базы. На одной из губок будет предусматриваться палец, по которому будет базироваться деталь. Помимо этого деталь имеет два уха шириной 6 мм, которые предварительно довольно таки точно обрабатываются перед зубофрезерной операцией. В губках будет предусматриваться отверстия повторяющие форму «ушей» зубчатого рычага.

Сила зажима для данных тисков составляет: 5-40 кН.

Погрешность закрепления составляет около 0,01 мм.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Слезко Андрей Сергеевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСИР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов для изготовления детали «Зубчатый рычаг»</i></p>	<p>1. <i>Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</i></p> <p>2. <i>Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</i> 1 разряд - 40 руб./час. 2 разряд - 51 руб./час. 3 разряд - 65 руб./час. 4 разряд - 82,96 руб./час. 5 разряд - 105,81 руб./час. 6 разряд - 135 руб./час. <i>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</i></p> <p>3. <i>Тариф на электроэнергию - 5.8 руб/кВт.ч.</i></p>
<p>3. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06 -затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих -затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации -затраты на ремонт оборудования -100-120% от основной зарплаты основных рабочих. -общехозяйственные расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих -общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих. -расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
<p>4. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i></p>	<p><i>Ставка отчислений на социальные нужды - 30% от ФОТ</i></p> <p><i>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве - 0.7% от ФОТ</i></p> <p><i>Налог на добавленную стоимость - 18% от цены изделия.</i></p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	

1. Расчет себестоимости изготовления детали «Зубчатый рычаг»	1.Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2.Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3.Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5.Провести расчет себестоимости.
2. Расчет цены детали «Зубчатый рычаг» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Калькуляция себестоимости детали «Зубчатый рычаг»	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич		

3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Целью данного раздела является расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1 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. Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле

Из листового проката 40X13 30*1500*6000 после гидроабразивной операции остается два остатка:

1) 30*2375*1500 – он будет являться деловым остатком (т.е. его можно использовать для изготовления других деталей)

2) 30*60*3625 – данный остаток будет являться отходом. Его вес составляет 49,92 кг.

Тогда данный остаток прибавим к величине нормы расхода материала.

$$N_{\text{отх}} = \frac{49,92}{2000} = 0,025 \text{ кг} \quad (3.1.)$$

Стоимость материала: на изготовления 1 шт. составит:

$$C_{\text{мо}} = N \cdot C = (0,117 + 0,025) \cdot 249 = 35,36 \text{ руб.} \quad (3.2.)$$

Где, N – масса заготовки; C – цена одного кг материала.

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

$$C_{\text{мв}} = C_{\text{мо}} \cdot 0,15 = 0,15 \cdot 35,36 = 5,3 \text{ руб.} \quad (3.3.)$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала

$$C_{\text{тр.з}} = C_{\text{мо}} \cdot 0,15 = 0,15 \cdot 35,36 = 5,3 \text{ руб.} \quad (3.4.)$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{мо}} + C_{\text{мв}} + C_{\text{тр.з}} = 35,36 + 5,3 + 5,3 = 45,96 \text{ руб.} \quad (3.5.)$$

3.2 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.

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot C_{\text{от}} = (V_{\text{чр}} - V_{\text{чст}}) \cdot (1 - \beta) \cdot C_{\text{от}} \quad (3.6.)$$

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

$C_{\text{от}}$ – цена отходов, $C_{\text{от}} = 7,2 \text{ руб} / \text{кг}$;

$V_{\text{чр}}$ – масса заготовки;

$V_{\text{чст}}$ – чистая масса детали;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

$$C_{\text{от}} = (0,142 - 0,09) \cdot (1 - 0,02) \cdot 7,2 = 0,37 \text{ руб.}$$

3.3 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

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

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к.}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot K_{\text{пр}} \quad (3.7.)$$

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

K_0 – количество операций в процессе;

ЧТС_i – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

Для производства детали типа «Зубчатый рычаг» потребуется 4 рабочих.

Разряды производственного персонала

- 1) Отрезная операция – 1 рабочий 4-го разряда
- 2) Штамповочная – 1 рабочий 4-го разряда
- 3) Фрезерная с ЧПУ – 1 рабочий 4-го разряда
- 4) Слесарная – 1 рабочий 3-го разряда

$$C_{\text{озп}} = \frac{2,28 + 0,83 + 8,56 + 7,13 + 5,50}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 + \frac{7,58}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 58,54 \text{ руб.}$$

3.4 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле:

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} \quad (3.8.)$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 58,54 \cdot 0,1 = 5,85 \text{ руб.}$$

3.5 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Здесь включаются отчисления по установленным законодательством нормам в фонд социальной защиты населения, пенсионный фонд, медицинское страхование и на др. соц. нужды.

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot \frac{(C_{\text{с.н.}} + C_{\text{стр}})}{100} \quad (3.9)$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(58,54 + 5,85) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 19,76 \text{ руб.}$$

3.6 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Данная статья включает следующие виды расходов:

- 1) Амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- 2) Эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- 3) Ремонт оборудования;
- 4) Внутривзаводское перемещение грузов;
- 5) Погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- 6) Прочие расходы.

$$A_{год} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj}$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость ед-цы оборуд-ия i -го типа, $i=1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_{jj} – то же для j -готипа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$ и $H_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Таблица 8 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб
Универсальный фрезерный станок для пятикоординатной обработки - DMU 50 Ecoline	6 205 260
Горячештамповочный пресс ТМП К8045	1 250 000
Установка для гидроабразивной резки DeKart W2015L	3 400 000

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле (29):

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}} \quad (3.10.)$$

где $T_{\text{ти}}$ – срок полезного использования, лет.

Тогда норма амортизации для всех станков:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1.$$

Подсчитаем стоимость амортизации оборудования:

$$A_{\text{зод}} = (6\,205\,260 + 1\,250\,000 + 3\,400\,000) \cdot 0.1 = 1\,085\,526 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого :

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к.}}}{\sum_{i=1}^P F_i} \quad (3.11.)$$

где $N_{\text{в}}$ – 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 двухсменного режима работы действительный годовой фонд времени работы оборудования $F_i = 4029$ часов

$$l_{\text{кр}} = \frac{2000 \cdot (2,28 + 0,83 + 8,56 + 7,13 + 5,50 + 7,58)/60}{4029 \cdot 3} = 0,09$$

Если $l_{\text{кр}} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки)

$$C_a = \left(\frac{A_{\text{г}}}{N_{\text{в}}}\right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}}\right) \quad (3.12.)$$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,85).

$$C_a = \frac{1\,085\,526}{2000} \cdot \frac{0,09}{0,85} = 57,47 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (61,71 + 6,17 + 20,83) \cdot 0,4 = 35,48 \text{ руб} \quad (3.13.)$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 57,47 \cdot 0,2 = 11,49 \text{ руб.} \quad (3.14.)$$

- затраты на все виды энергии потребляемые в процессе работы оборудования. Учитываются только затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{тэ}} = \text{Ц}_{\text{тэ}} \cdot P_{\text{тэ}} \cdot (1 + k_{\text{тэ}}) \quad (3.15.)$$

где $\text{Ц}_{\text{тэ}}$ – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{\text{тэ}}$ – расход энергии на единицу продукции, кВт;

$k_{\text{тэ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тэ}}=0$);

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время.

$$C_{\text{эл.п}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P (W_i \cdot K_{\text{Вi}} \cdot t_i^{\text{шт.к.}}) \quad (3.16.)$$

$$P_{\text{тэ}} = \sum_{i=1}^P (W_i \cdot K_{\text{Вi}} \cdot t_i^{\text{шт.к.}}) \quad (3.17.)$$

$$P_{\text{тэ}} = 19,5 \cdot \frac{2,28}{60} + 66 \cdot \frac{0,83}{60} + 8,1 \cdot \frac{8,56}{60} + 4,1 \cdot \frac{7,13}{60} + 1,1 \cdot \frac{5,50}{60} + 0,57 \cdot \frac{7,58}{60} = 3,47 \text{ кВт} \cdot \text{ч};$$

Тариф на электроэнергию $\text{Ц}_{\text{тэ}} = 5,8 \text{ руб/кВтч}$;

Тогда:

$$C_{\text{эл.п}} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 3,47 = 21,13 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 58,54 \cdot 1 = 58,54 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тэ}}) \cdot \sum_{i=1}^P \text{Ц}_{\text{ии}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i} \quad (3.18.)$$

где $\text{Ц}_{\text{ии}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i=1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов;

$T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента, мин.;

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;

k_{tz} – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{tz}=0,06$).

Таблица 9 – Стоимость приспособлений

Приспособление	Балансовая стоимость, руб	Срок эксплуатации, лет	Затраты в год, руб.	Затраты на ед. продукции, руб.
Специальное приспособление (тисы)	48 000	5	9600	4,8
Комплекты сменных губок(3 пары)	42 000	5	8400	4,2

Таблица 10 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_u \cdot t_{рез} \cdot m}{T_{ст.и} \cdot n}$
Сопло для гидроабразивного станка	0,82	1800	1350	0,62
Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1	0,98	3700	9334	2,47
Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura RA215.26	0,27	3050	15145	1,34
Твердосплавная концевая фреза CoroMill 490	0,31	2150	25435	3,67
Твердосплавная концевая фреза CoroMill R210	4,59	2120	26640	57,68
Твердосплавная концевая фреза CoroMill RA390	0,73	2170	12893	4,34

Дисковая модульная фреза CoroMill 329	0,14	1980	58960	2,08
Дисковая модульная фреза CoroMill R171.4	0,48	1960	62320	7,63
Твердосплавная концевая фреза CoroMill RA300	0,48	2200	9853	2,15
Дисковая модульная фреза CoroMill AQD	0,18	1760	73190	3,74
Твердосплавное сверло CoroDrill 862.1	0,98	1880	10360	5,4
Твердосплавное сверло CoroDrill 460.1	0,30	3840	6541	0,51
Твердосплавный метчик CoroTap 200	0,06	11750	1910	0,01
Твердосплавная концевая фреза CoroMill Plura 1P240	1,12	2530	7657	3,39

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (0,62 + 2,47 + 1,34 + 3,67 + 57,68 + 4,34 + 2,08 + 7,63 + 2,15 + 3,74 + 5,4 + 0,51 + 0,01 + 3,39) = 100,73 \text{ руб.}$$

$$C_{аоб} = 4,8 + 4,2 = 9 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

3.7 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{оп}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. Принимаем его равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{оп} = C_{озп} \cdot k_{оп} = C_{озп} \cdot (0,5 - 0,8) = 58,54 \cdot 0,7 = 40,98 \text{ руб.} \quad (3.19.)$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{оп}$ в зависимости от типа производства: мелкосерийное – 0,7.

3.8 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.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 58,54 \cdot 0,5 = 29,27 \text{ руб.} \quad (3.20.)$$

3.9 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: хранение и упаковка на складах готовой продукции; доставку продукции на станции и в порты отправления; рекламу и сбытовую сеть; комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Эти расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости.

$$C_{рлз} = \sum C_i \cdot 0.01 = (45,96 - 0,37 + 58,54 + 5,85 + 19,76 + 57,47 + 33,66 + 58,54 + 11,49 + 21,13 + 100,73 + 9 + 40,98 + 29,27) \cdot 0.01 = 4,92 \text{ руб.} \quad (3.21.)$$

3.10 Расчет прибыли

Прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$P = \sum C_i \cdot 0.2 \\ = (45,96 - 0,37 + 58,54 + 5,85 + 19,76 + 57,47 + 33,66 + 58,54 + 11,49 + 21,13 + 100,73 + 9 + 40,98 + 29,27 + 4,92) \cdot 0.2 = 99,39 \text{ руб.} \quad (3.22.)$$

$$C_{поли} = 496,93 \text{ руб.}$$

3.11 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$НДС = C_{поли} \cdot 0.18 = 496,93 \cdot 0.18 = 89,45 \text{ руб.} \quad (3.23.)$$

3.12 Цена изделия

$$Цена = C_{поли} + P + НДС = 496,93 + 99,39 + 89,45 = 685,77 \text{ руб.} \quad (3.24.)$$

4. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич

Институт	кибернетики	Кафедра	ТМСИР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: «Проектирование технологического процесса изготовления зубчатого рычага».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является деталь типа «Зубчатый рычаг», а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	1.1. При производстве детали «Зубчатого рычага» на участке цеха используется следующее оборудование: фрезерный пятикоординатный станок с ЧПУ, горячештамповочный пресс. Производственные условия на участке характеризуются наличием следующих вредных факторов (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ). -повышенный уровень шума на рабочем месте; -недостаточная освещенность рабочей зоны. 1.2. Анализ опасных факторов производится с указанием средств защиты индивидуальной и коллективной. Выявленные опасные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ): -подвижные части производственного оборудования; -повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
2. Региональная безопасность	В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.17г
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ЭБЖ	Федорчук Ю.М.	Доктор технических наук		10.03.17г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Слезко Андрей Сергеевич		10.03.17г

Введение.

Объектом данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления «Зубчатого рычага», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

При каком-либо производстве, на человека воздействуют техногенные опасности, их подразделяют на два понятия: опасный и вредный производственный фактор. *Опасный фактор* – это фактор, при котором воздействию на работающего человека в определенных условиях может привести к травме или внезапному ухудшению здоровья. Вредный фактор – это фактор, который при воздействии на человека может привести к заболеванию, снижению трудоспособности или нарушению здоровья потомства.

Основными *опасным фактором* являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности.

- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, их делят по степени опасности поражения электрическим током;

К основным *вредным факторам* можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

4.1 Производственная безопасность

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

Превышение уровня шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания [4]. Источниками внутреннего шума могут являться: токарные станки, печи для закалки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары. Источниками внешнего шума могут являться: люди, автомобили, животный мир, погодные условия.

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

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений (Использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70%);
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Согласно СНиП 23-05-95 освещенность в офисе должна быть не менее 300Лк.

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 $A = 5$ м, ширина $B = 6$ 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: $S = A \times B = 5 \times 6 = 30 \text{ м}^2$, где A – длина, м; B – ширина, м.

Коэффициент отражения: Для стен: $\rho_c=50\%$ (свежепобеленные стены с окнами, без штор); Для потолка: $\rho_{\Pi}=70\%$ (свежепобеленный). Коэффициент запаса светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-40 (световой поток $\Phi_{\text{лд}} = 2700$ Лм)

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-40.(Две лампы мощностью по 40 Вт; Габариты светильника 1230 мм × 266 мм)

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda=1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес)

$$h_c = 0,5 \text{ м.}$$

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле: $h = h_n - h_p$, 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:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (4.1.)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами: $L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2$ м (4.2.)

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены: $l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7$ м (4.3.)

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5 \cdot 6}{2,0 \cdot (5 + 6)} = 1,4 \quad (4.4.)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70\%$, $\rho_c = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Найдем количество ламп, которое нам требуется:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2700 \cdot 0,56} = 10 \text{ ламп.} \quad (4.5.)$$

Общее количество светильников $n=5$.

Световой поток определим по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{10 \cdot 0,56} = 2651,8 \text{ лм} \quad (4.6.)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \quad (4.7.)$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2700 - 2651,8}{2700} \cdot 100\% = 1,8\%. \quad (4.8.)$$

Таким образом: $-10\% \leq 1,8\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Размещаем светильники в два ряда. На рис. 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

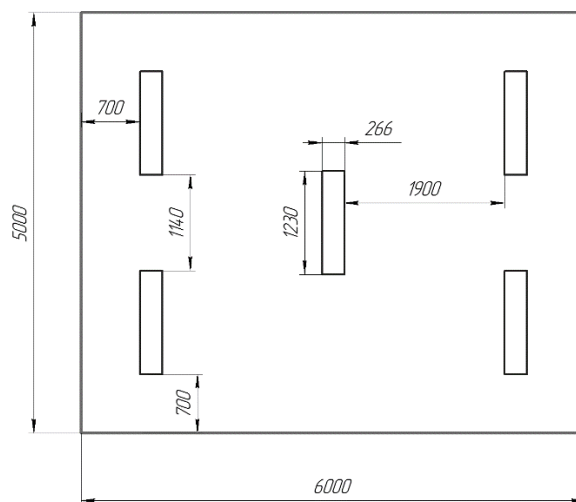


Рис. 6 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°C, в теплый период года 23-25°C. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°C. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 20-22°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24-25°C. Температура поверхностей 19-26°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21-23°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25-28°C. Температура поверхностей 20-29°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96.

При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное душирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.
- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателями аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей ρ^+ , $\rho^{3/4}$, характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), допустимый диапазон коэффициента униполярности U , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

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

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 10.

Таблица 11 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

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

Таблица 12 – Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность действия Т, ч	ППЭ _{пду} , мкВт/см ²
8 часов	менее 10 мкВт/см ²
не более 2 часов	до 100 мкВт/см ²
не более 20 минут	>100 мкВт/см ²

Средства защиты

СКЗ

- уменьшение излучения от источника;
- экранирование источника излучения и рабочего места;
- установление санитарно-защитной зоны;
- поглощение или уменьшение образования зарядов статического электричества;
- устранение зарядов статического электричества;
- применение средств индивидуальной защиты.

СИЗ

Поглощение электромагнитных излучений осуществляется поглотительным материалом путем превращения энергии электромагнитного поля в тепловую. В качестве такого материала применяют каучук, поролон, пенополистирол, ферромагнитный порошок со связывающим диэлектриком, волосяные маты, пропитанные графитом.

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.

Экраны из металлической сетки и металлических прутков в виде навесов, козырьков применяют для защиты от излучений промышленной частоты (рис. 8.1). Они должны быть заземлены. Допустимая величина защитного сопротивления заземления экранирующих устройств не должна быть более 4 Ом.

4.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.2.1. 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 статистического 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. Также необходимо заземлять и занулять электрические приборы.

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.

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: $U=12-36\text{В}$, $I=0,1\text{ А}$, $R_{\text{заз}}=4\text{ Ом}$.

При использовании разделительного трансформатора необходимо руководствоваться следующим:

- от разделительного трансформатора разрешается питание только одного электроприемника;
- заземление вторичной обмотки разделительного трансформатора не допускается;
- корпус трансформатора в зависимости от режима нейтрали питающей электрической сети должен быть заземлен или занулен. В этом случае заземление корпуса электроприемника, присоединенного к разделительному трансформатору, не требуется.

4.2.2. 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 , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудно горючие жидкости, твердые горючие и трудно горючие 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.

На рисунке 7 представлен план эвакуации при ЧС из кабинета 215.

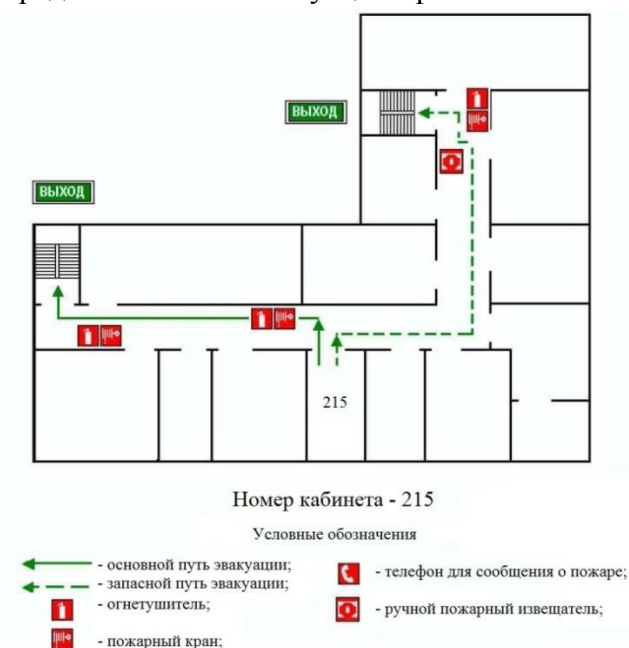


Рис.7 – План эвакуации при пожаре и других ЧС из кабинета 215.

4.3 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.

Металлическую стружку необходимо спрессовывать и пересылать на Новокузнецкий Новокузнецкий металлургический комбинат. Для защиты от абразивной пыли устанавливается установка для очистки воздуха от абразивной пыли, после чего абразивная пыль идет на переработку. СОЖ после истечения эксплуатационных свойств фильтруют, смешивают с эмульсией в пропорциях, указанных на таре.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Все эти бытовые отходы необходимо расфасовывать только по бытовому характеру. В отдельные мусорные баки, которые установлены на специальной площадке около здания. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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 перемерзновения труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Обогреватели должны независимые от центрального отопления, то есть, например, на газу или электричестве 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. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

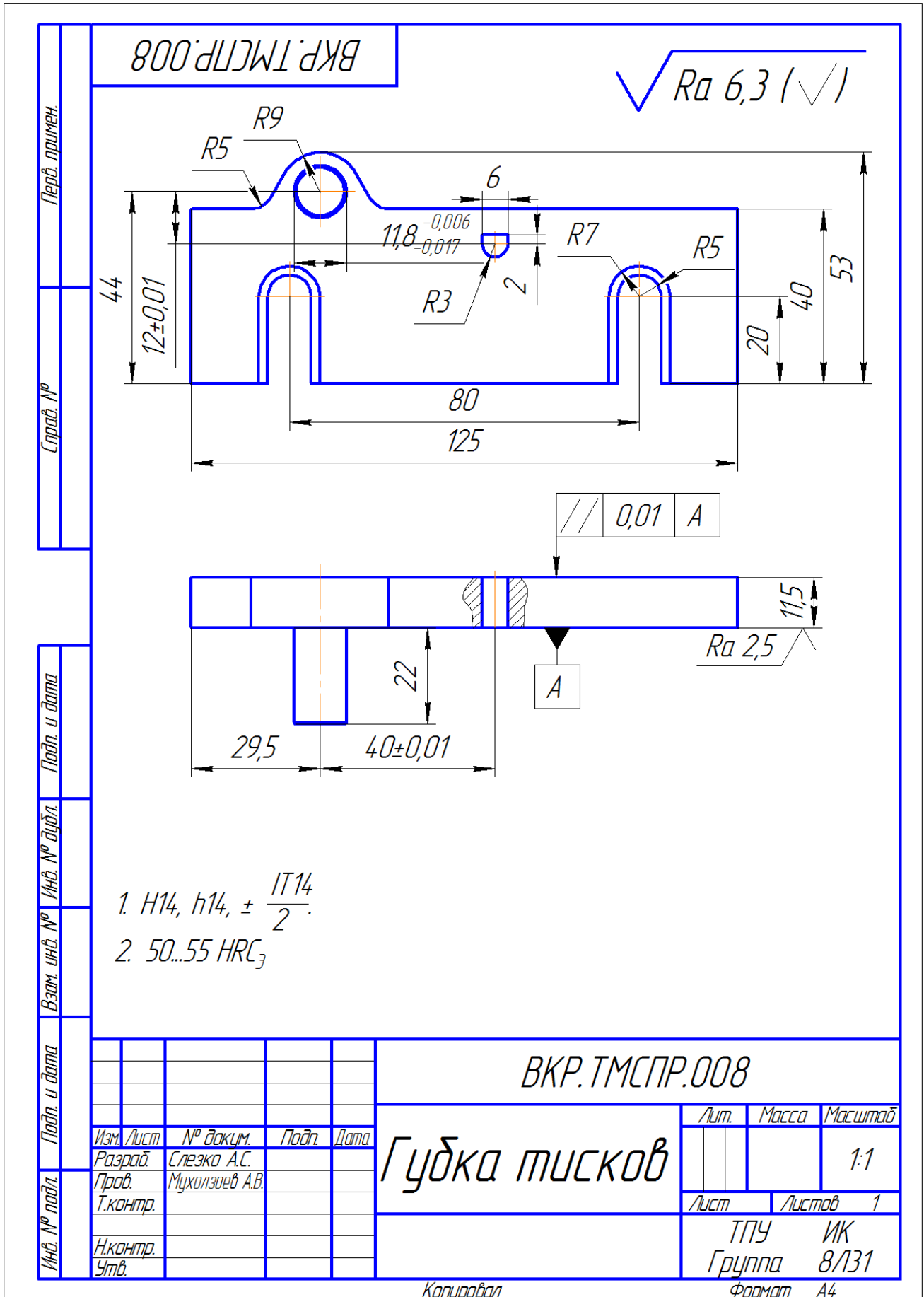
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
11. 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"

Список литературы

- 1) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с.
- 2) Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 3) Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2006. – 99с.
- 4) Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1974, 421с. (ЦБПНТ при НИИТруда).
- 5) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1. Романова С.Ю. – М.: Экономика, 1990. – 210 с.
- 6) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с.
- 7) Горбачев А.Ф., Шкред В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.
- 8) Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.
- 9) Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996
- 10) Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, А.М. Плахов – Томск: Изд-во Томского политехнического универ-та, 2014. – 11 с. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
- 11) Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
- 12) Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
- 13) Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.
- 14) Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.
- 15) Калькулятор режимов резания фирмы «Sandvik Coromant»[Электронный ресурс]. Режим доступа: [https:// http://www.sandvik.coromant.com/](https://http://www.sandvik.coromant.com/) – (Дата обращения 10.05.2017)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

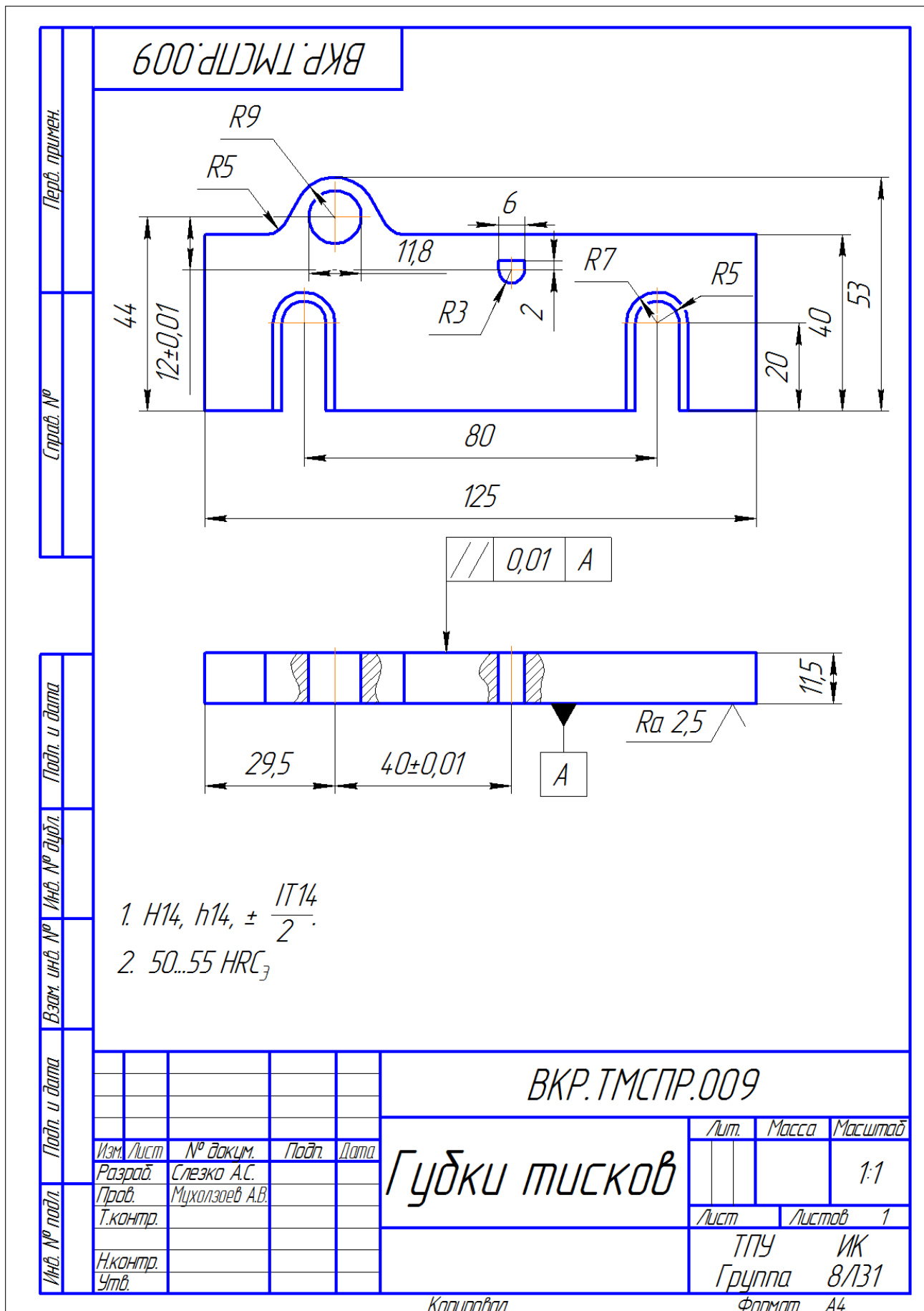


Рис. 9 – Губка тисков