
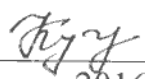


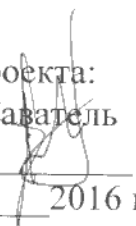
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Технология производства машин»

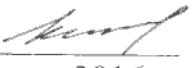
ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, к.т.н.  
Плаксин А.В.   
28 июня 2016 г.

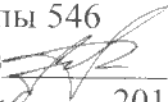
УЧАСТОК МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ФЛАНЦА

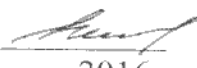
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ  
ЮУрГУ–151900.2016.198.00.00 ПЗ

Консультант:  
Строительный раздел  
Старший преподаватель  
кафедры ТПМ  
О.Б.Кучина   
27 июня 2016 г.

Руководитель проекта:  
Старший преподаватель  
Я.В. Высокорец   
24.06. 2016 г.


Консультант:  
БЖД  
Старший преподаватель  
кафедры ТПМ  
Е.С.Шапранова   
23 мая 2016 г.

Автор проекта:  
Студент группы 546  
С.В. Бессонов   
14. июня 2016 г.

Нормоконтролер:  
Старший преподаватель  
кафедры ТПМ  
Е.С.Шапранова   
24.06 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЮЖНО – УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
в г. Миассе

Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Технология производства машин»  
Направление «Конструкторско-технологическое \_\_\_\_\_ обеспечение  
машиностроительных производств»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 А.В. Плаксин  
19.04. 2016 г.

ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу студента  
Бессонова Сергея Владимировича  
(Ф. И.О. полностью)

Группа 546

1 Тема работы Участок механической обработки фланца

(название)

утверждена приказом по университету от 19.04 2016г. № 661

(утверждена распоряжением по факультету от 16.06. 2016 г. № 56

2 Срок сдачи студентом законченной работы 20.06.2016

3 Исходные данные к работе

1.Чертеж вала колеса рулевого управления

2.Годовая программа выпуска – 1000 шт.

3.Режим работы – 1 смена

4.Методическое указание

4 Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих  
разработке вопросов)

ВВЕДЕНИЕ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

- ✓ 5. Чертеж станочного приспособления 1A1
- 6. Чертеж контрольного приспособления 1A1
- ✓ 7. Чертеж расточного резца 0,5A1
- ✓ 8. 3D модель контрольного приспособления 1A1
- ✓ 9. РТК 1A1
- ✓ 10. Планировка участка 1A1

Всего 9 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный раздел	Кучина О.Б.	<i>Кучина</i> 29.12.15	<i>[Signature]</i>
БЖД	Шапранова Е.С.	<i>[Signature]</i> 29.12.15	<i>[Signature]</i>

7 Дата выдачи задания 29.12.2015

Руководитель \_\_\_\_\_

*[Signature]*

Я.В. Высогорец

(подпись) (И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

*[Signature]* С.В. Бессонов  
(подпись студента) (И.О. Ф.)



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Назначение детали.....	8
1.2 Характеристика материала заготовки, химический состав и механические свойства. ....	8
1.3 Технологичность конструкции детали .....	9
1.4 Выбор оборудования и оснастки.....	11
1.5 Разработка технологического процесса .....	13
1.6 Размерный анализ .....	27
1.6.1 Линейный размерный анализ .....	27
1.6.2 Диаметральный размерный анализ.....	35
1.7 Расчет режимов резания.....	41
1.8 Расчет норм времени .....	57
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	69
2.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для операции № 015 Токарная с ЧПУ. ....	69
2.2 Выбор типа и размера резца и марки инструментального материала .....	71
2.3 Расчет приспособления для проверки торцевого биения шестерни .....	72
2.4 Проектирование РТК.....	73
3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	78
3.2 Выбор здания .....	80
3.3 Проектирование подсистемы удаления стружки .....	83
3.4 Проектирование подсистемы раздачи СОГС .....	84
3.5 Выбор подъемно-транспортных устройств .....	84
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ	

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>4</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

Комплект документов

Спецификации

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		5



производства, позволяющая при изменении рыночной конкуренции в короткие сроки перейти на выпуск другой продукции.

Темой данного дипломного проекта является проектирование участка механической обработки, а также разработка технологического процесса изготовления детали – фланец.

Цели работы:

- достижение высокого коэффициента использования материала;
- расчет времени занятости рабочего;
- применение современного режущего инструмента, оборудования и оснастки;
- создание гибкого участка и т.д.

В ходе разработки дипломного проекта основное внимание уделялось снижению трудоемкости изготовления детали, а также достижение максимальной производительности труда, внедрение современных режущих материалов и инструментов; достижение повышенной точности обработки за счет применения современных высокоточных станков и модернизированной технологической оснастки.

Благодаря внедрению современных станков с ЧПУ участка в целом будет гибким, что даст возможность повысить отдачу участка за счет изготовления на участке других аналогичных по конструкции изделий.

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		7





при температуре 270-300 ° С и высокий (полный) при 360-420 ° С. Охлаждение после отжига на воздухе.

Таблица 1 - Химические свойства

Химический состав в % сплава АМг6	
Fe	до 0,4
Si	до 0,4
Mn	0,5 - 0,8
Ti	0,02 - 0,1
Al	91,1 - 93,68
Cu	до 0,1
Be	0,0002 - 0,005
Mg	5,8 - 6,8
Zn	до 0,2



### 1.3 Технологичность конструкции детали

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов является технологичность конструкции детали.

Технологичность конструкции детали – это совокупность свойств конструкции детали, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материала, и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте и при обеспечении технологичности сборочной единицы.

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ 14.204-73 следующие:

1. Конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом.
2. Детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом.
3. Размеры и поверхности детали должны иметь оптимальные степени точности и шероховатости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.198.00.00 ПЗ					Лист
										9

4. Физические и механические свойства материала, жесткость детали, её формы и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления.

5. Показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля.

6. Конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов её изготовления.

Показатели технологичности для детали «фланец»:

1. Конструкция детали состоит из стандартных элементов:

- цилиндрические поверхности и плоскости;

- радиусы закруглений и фаски;

- проточки;

- отверстия разного диаметра;

- резьбовые поверхности;

- фрезерованный паз;

- большинство свободных размеров унифицировано (то есть оканчиваются на «0» или «5»).

2. Конструкция детали характеризуется формой, позволяющей вести обработку детали на станках с ЧПУ, то есть допускает применение высокопроизводительных методов обработки. Обработка на станках с ЧПУ позволяет получить деталь с точностью по 7-8 квалитетам, а деталь имеет размеры с допусками по 8-14 квалитету.

Размеры и поверхности имеют экономически квалитеты и шероховатости. Все размеры технологически увязаны и доступны для измерения.

3. Конструкция детали - жесткая. Нет глубоких канавок, проточек для выхода режущего инструмента.

4. В качестве основных баз используется предварительно обработанные торцы, наружные и внутренние цилиндрические поверхности. На большинстве операций деталь базируется по ним.

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						<i>10</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

5. Коэффициент использования материала по действующему технологическому процессу:

$$K_{\text{м}} = \frac{G_o}{G_z},$$

где  $K_{\text{м}}$  - коэффициент использования материала;

$G_o$  - масса детали, кг;

$G_z$  - масса заготовки, кг.

$$K_{\text{м}} = \frac{1,347}{1,64} = 0,82.$$

Деталь «фланец» технологична.

#### 1.4 Выбор оборудования и оснастки

При выборе оборудования в первую очередь необходимо руководствоваться такими параметрами, как максимальный размер обрабатываемой детали, мощность двигателя станка, параметры точности, получаемые при обработке на данном оборудовании, возможность обработки конкретных поверхностей и т.п.

Для обработки детали выбирается ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ VF-450.

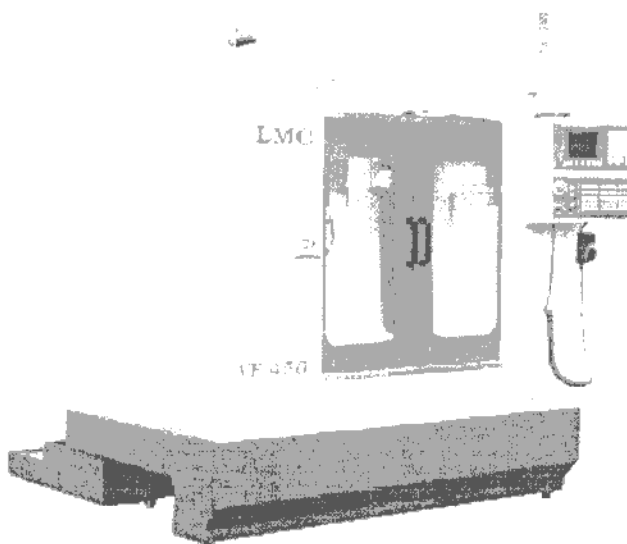


Рисунок 2 - ОЦ VF-450

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		11



Продолжение таблицы 5

Макс. скорость вращения, об/мин	8000
Мощность двигателя шпинделя, kW	5,5
Конус шпинделя	BT40
Кол-во инструментальных позиций, шт	16
Габариты, мм	2150x1950 x2320
Масса, кг	4500

1.5 Разработка технологического процесса

000 операция. Заготовительная

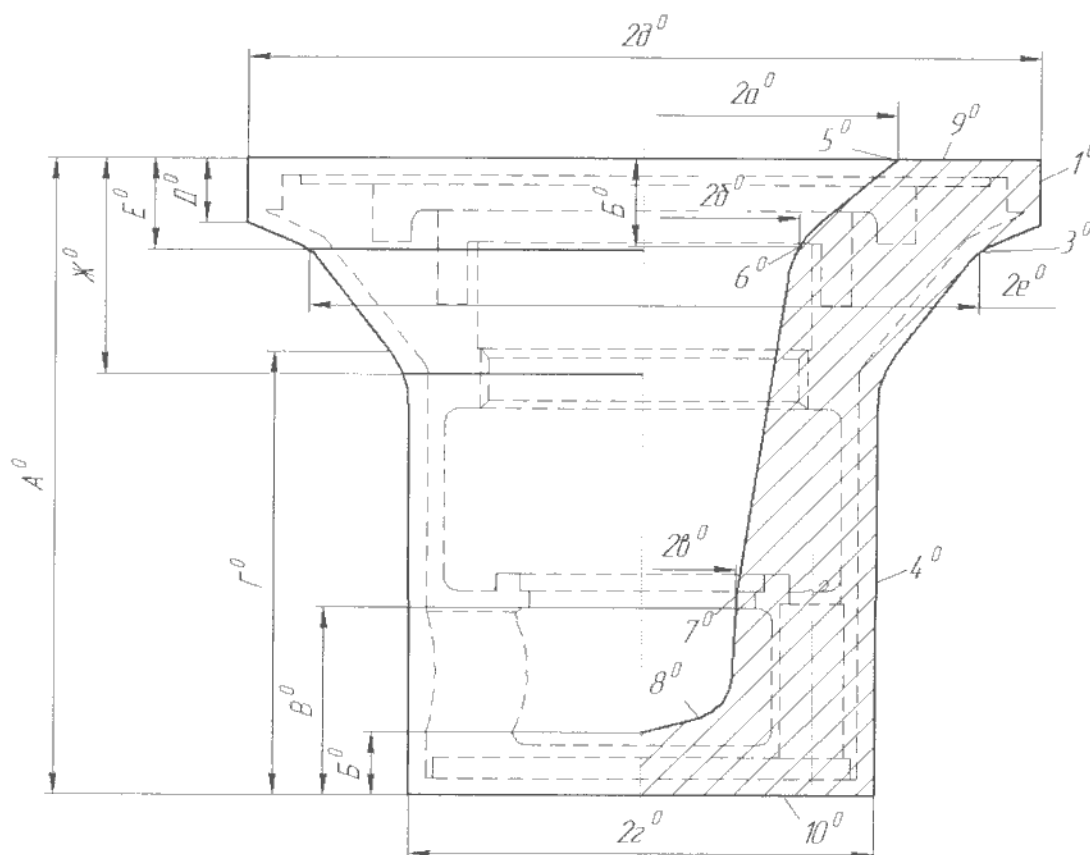


Рисунок 3 - Заготовка

○  $1^0; 3^0 \leq 0,8 (0,4)$

$TA^0 = 1,6$

$T2B^0 = 1,4$

○  $1^0; 4^0 \leq 0,6 (0,3)$

$TB^0 = 1,2$

$T26^0 = 1,6$

○  $1^0; 5^0 \leq 0,6 (0,3)$

$TB^0 = 1,4$

$T2a^0 = 1,6$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.198.00.00 ПЗ

Лист

13

- ◎  $1^0; 6^0 \leq 0,3 (0,3)$        $TГ^0 = 1,6$        $T2д^0 = 2,0$
- ◎  $1^0; 7^0 \leq 0,5 (0,25)$        $TЖ^0 = 1,4$        $T2e^0 = 2,0$
- $TЕ^0 = 1,2$        $T2Г^0 = 1,6$
- $TД^0 = 1,2$

005 операция. Токарная с ЧПУ

Переход 1. Черновое точение

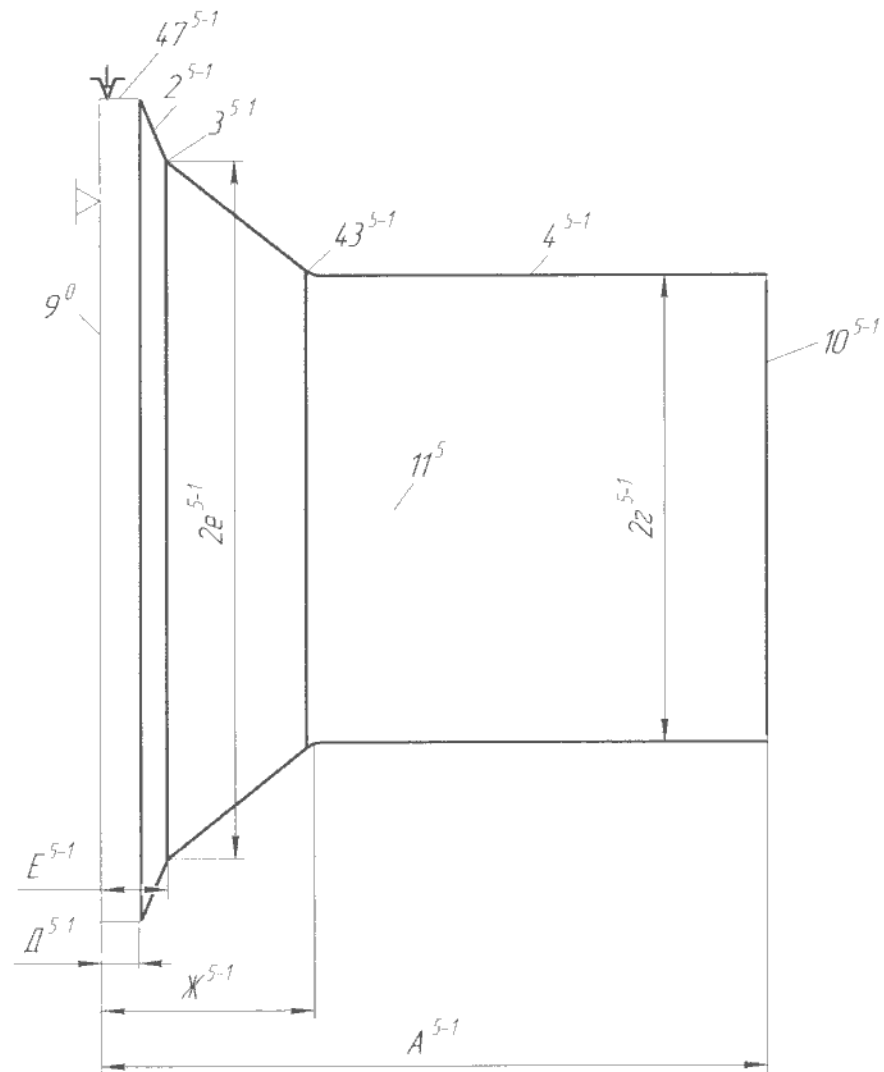


Рисунок 4 – Токарная обработка

- ◎  $11^5; 4^{5-1} \leq 0,22$        $TЕ^{5-1} = 0,11 TД^{5-1} =$        $T2Г^{5-1} = 0,25$
- ◎  $11^5; 3^{5-1} \leq 0,25$        $TЖ^{5-1} = 0,16$        $T2e^{5-1} = 0,3$

Переход 2. Получистовое точение

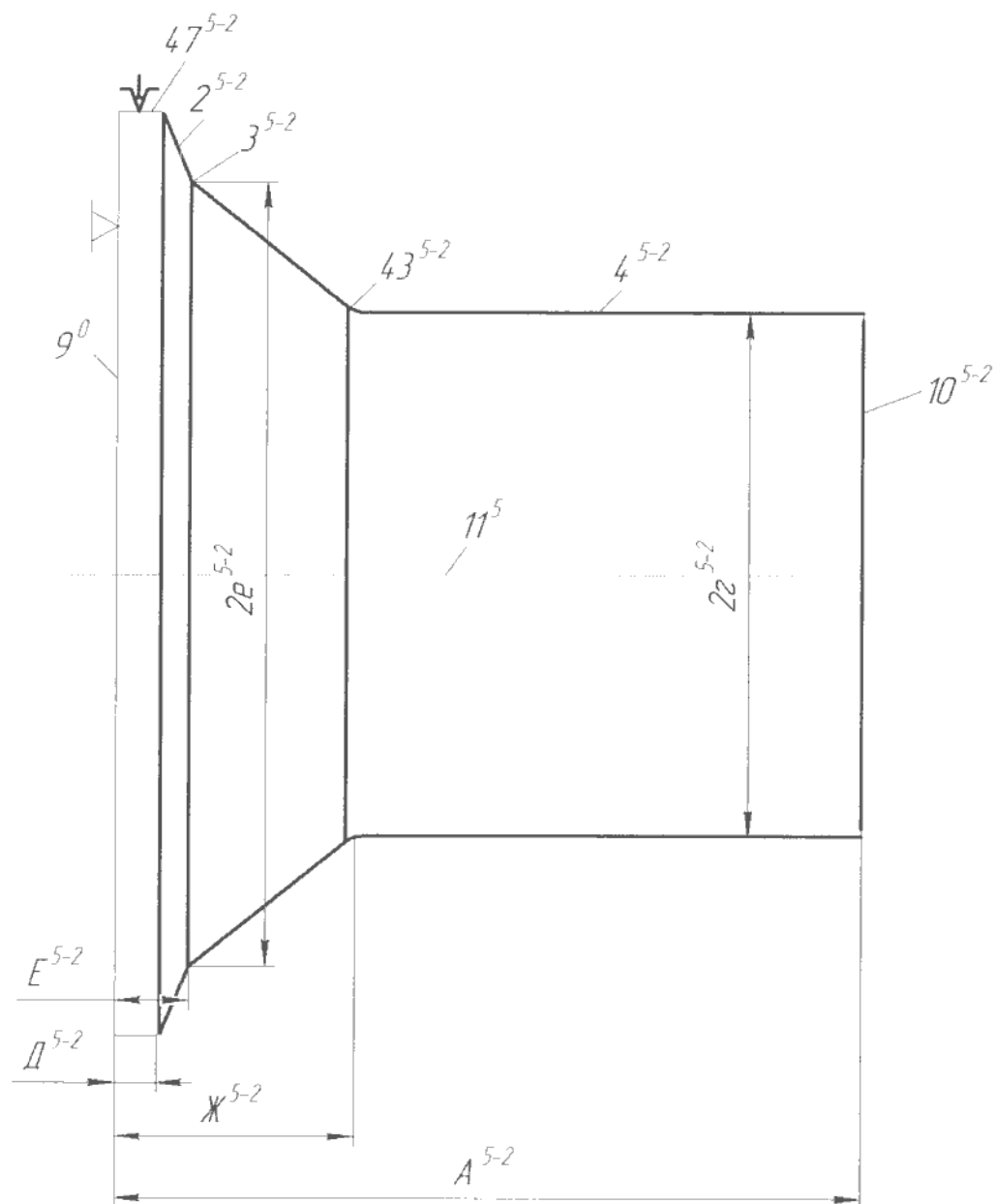


Рисунок 5 – Токарная обработка

$$TE^{5-2} = 0,036T2r^{5-2} = 0,087$$

$$TD^{5-2} = 0,036T2e^{5-2} = 0,1$$

$$TЖ^{5-2} = 0,062TA^{5-2} = 0,1$$

$$\odot 11^5; 4^{5-2} \leq 0,12$$

$$\odot 11^5; 3^{5-2} \leq 0,12$$

010 операция. Токарная с ЧПУ

Переход 1. Получистовое точение

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

151900.2016.198.00.00 ПЗ

Лист

15







Переход 4. Чистовое точение

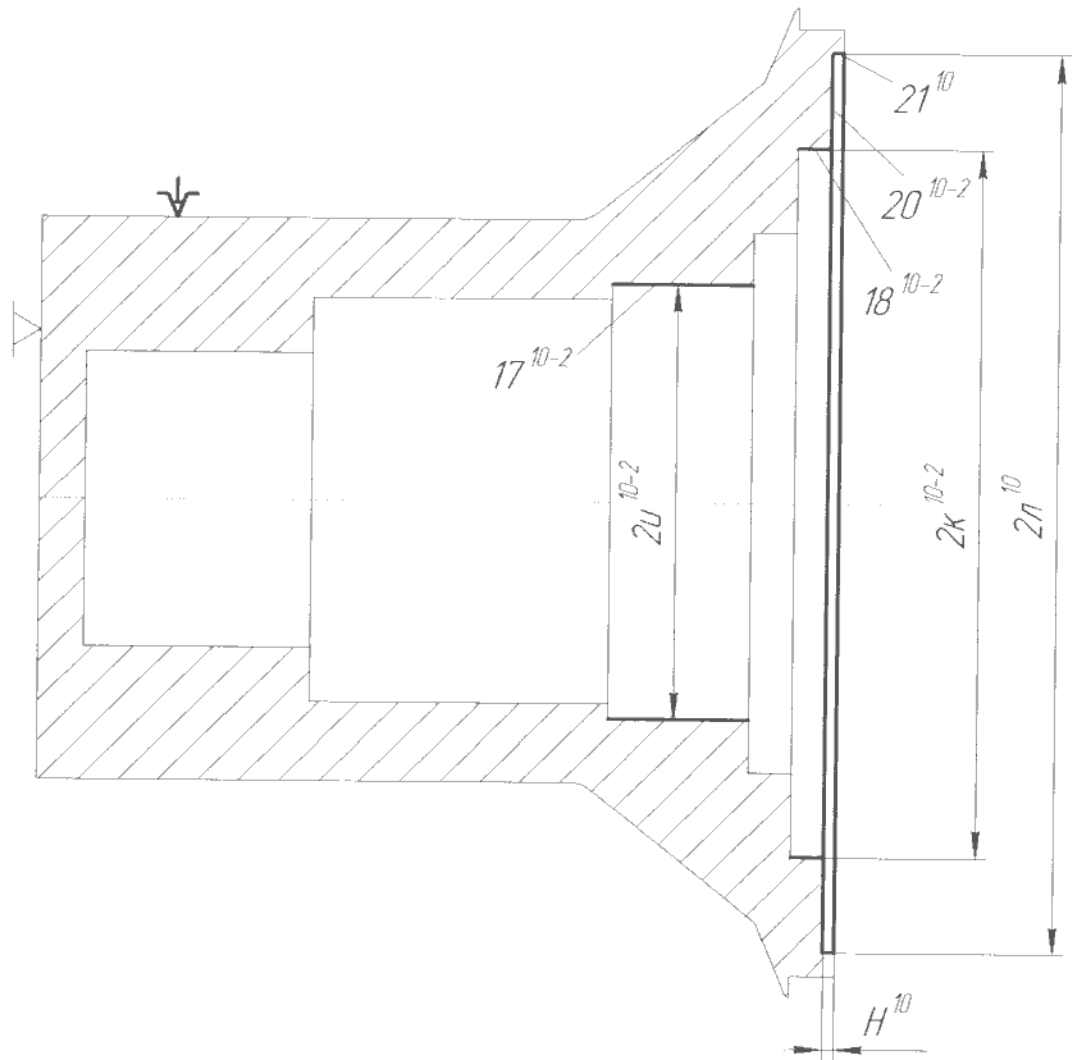


Рисунок 9 –Растачивание отверстий

$$T_H^{10} = 0,14 T_{2П}^{10} = 0,063$$

$$T_{2Ч}^{10-2} = 0,04 T_{2К}^{10-2} = 0,063$$

$$\textcircled{C} 11^5; 17^{10-2} \leq 0,06$$

$$\textcircled{C} 11^5; 18^{10-2} \leq 0,08$$

$$\textcircled{C} 11^5; 21^{10} \leq 0,08$$

Переход 5. Получистовое точение

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

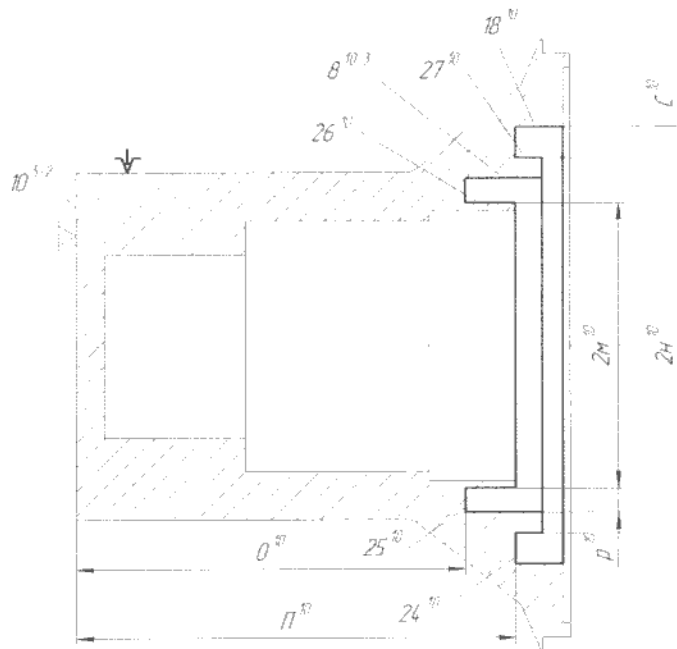


Рисунок 10 –Точение канавок

$$ТО^{10} = 0,22 \quad ТР^{10} = 0,09$$

$$ТП^{10} = 0,25 \quad ТМ^{10} = 0,22$$

$$ТС^{10} = 0,09 \quad ТН^{10} = 0,22$$

$$\textcircled{C} 11^5; 26^{10} \leq 0,25$$

$$\textcircled{C} 11^5; 27^{10} \leq 0,25$$

Переход 6– Чистовое точение

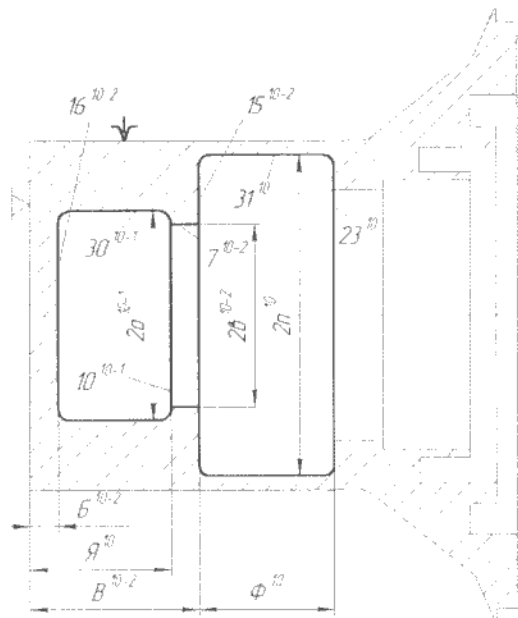


Рисунок 11 – Растачивание отверстий

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.198.00.00 ПЗ

Лист

19





Переход 10. Нарезание резьбы (8 класс точности)

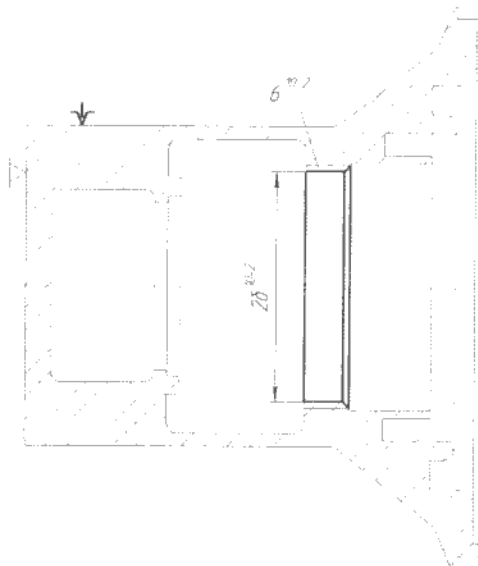


Рисунок 15 – Нарезание резьбы

$$T26^{10-2} = 0,046$$

$$\text{⊙ } 11^5; 6^{10-2} \leq 0,06$$

Операция 015. Токарная с ЧПУ

Переход 1. Чистовое точение (8 кв.)

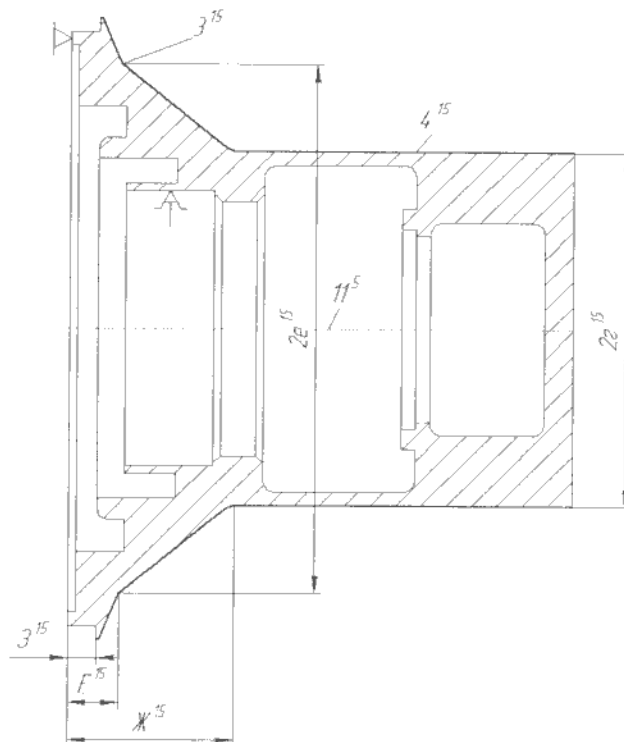


Рисунок 16 – Точение

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

151900.2016.198.00.00 ПЗ

Лист

22

$$T3^{15} = 0,022$$

$$T2e^{15} = 0,08$$

$$TE^{15} = 0,027$$

$$T2r^{15} = 0,054$$

$$TЖ^{15} = 0,039$$

$$11^5 ; 3^5 \leq 0,08$$

$$11^5 ; 4^5 \leq 0,06$$

Переход 2. Чистовое точение

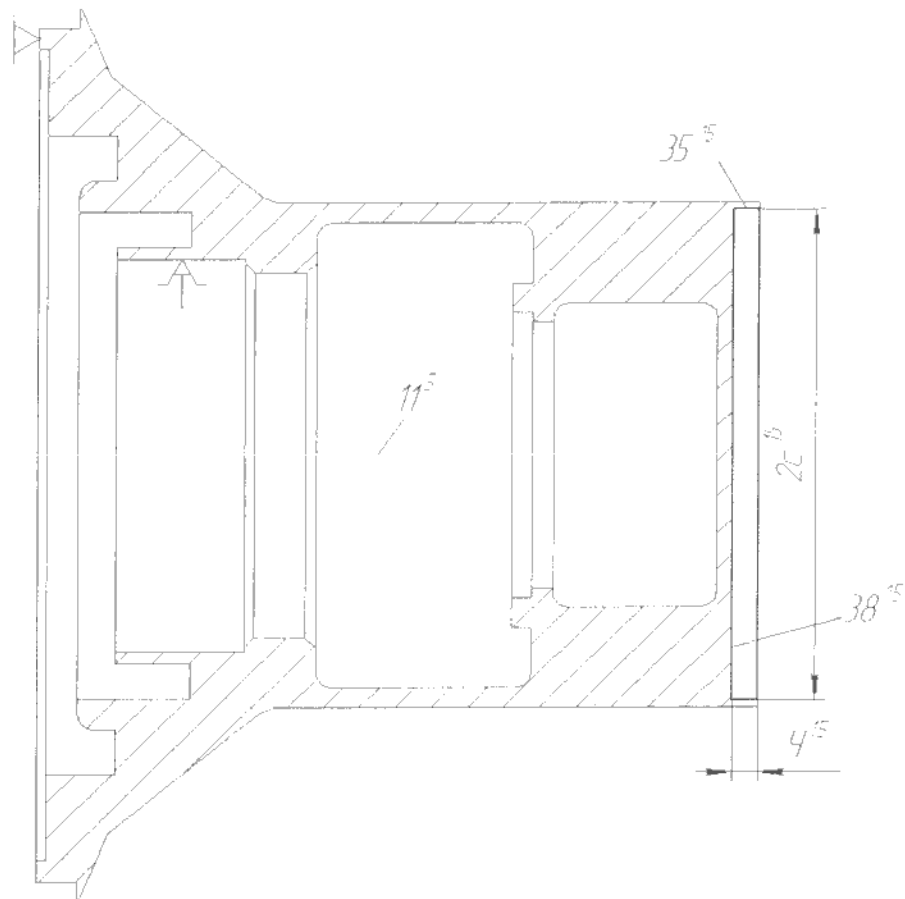


Рисунок 17 – Растачивание отверстия

$$11^5 ; 35^5 \leq 0,1 (0,05)$$

$$TЧ^5 = 0,03$$

$$T2c^5 = 0,087$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

23



Операция 020. Комплексная

Переход 1. Сверление группы отверстий

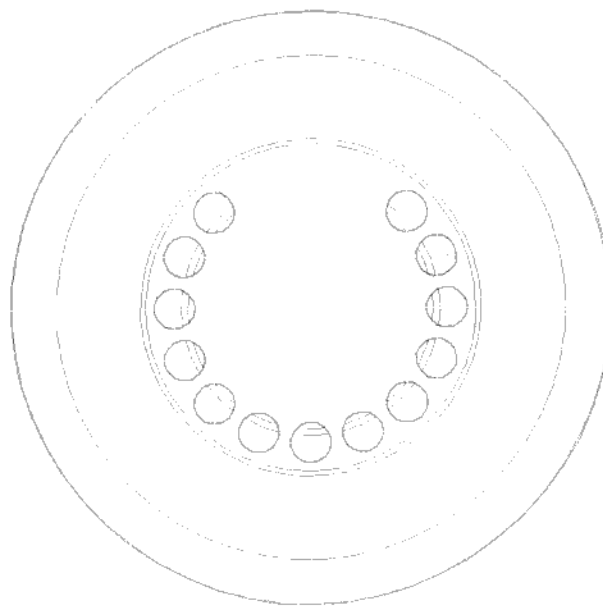
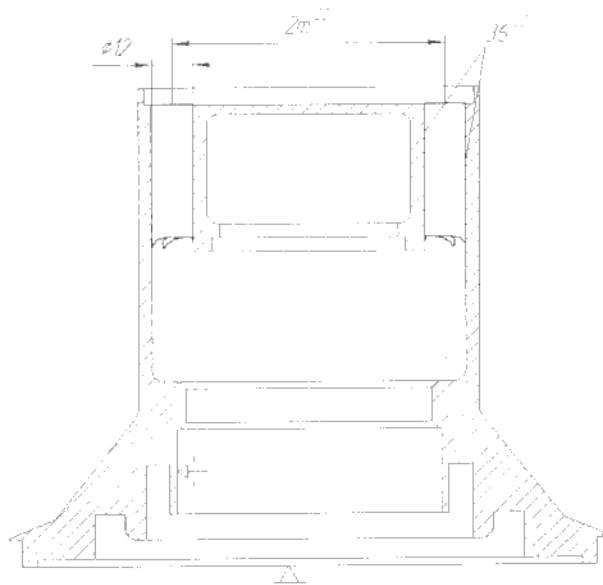


Рисунок 18 – Сверление отверстий

$$T_{2m}^{20} = 0,12$$

$$11^5 ; 36^{20} \leq 0,06$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

24

Переход 2. Фрезерование паза

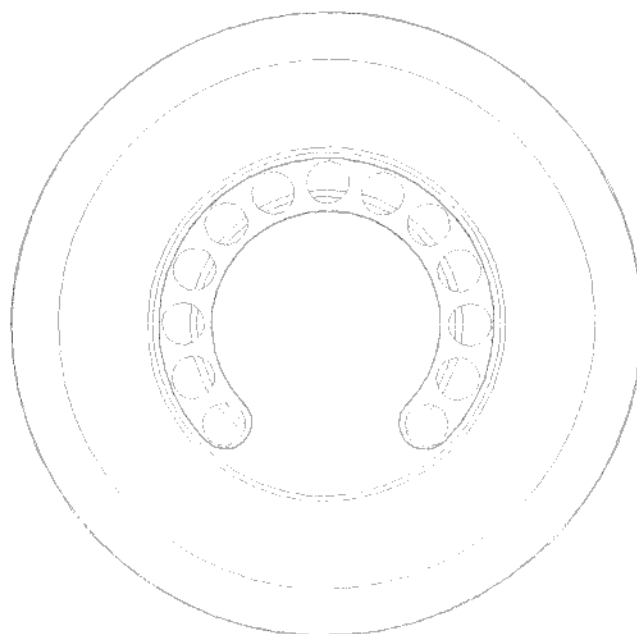
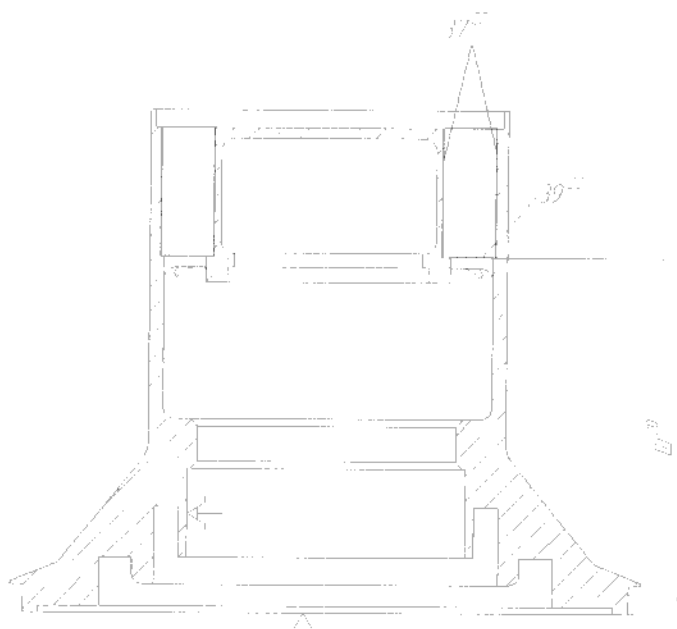


Рисунок 19 – Фрезерование паза

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

25

Переход 3. Сверление отверстия

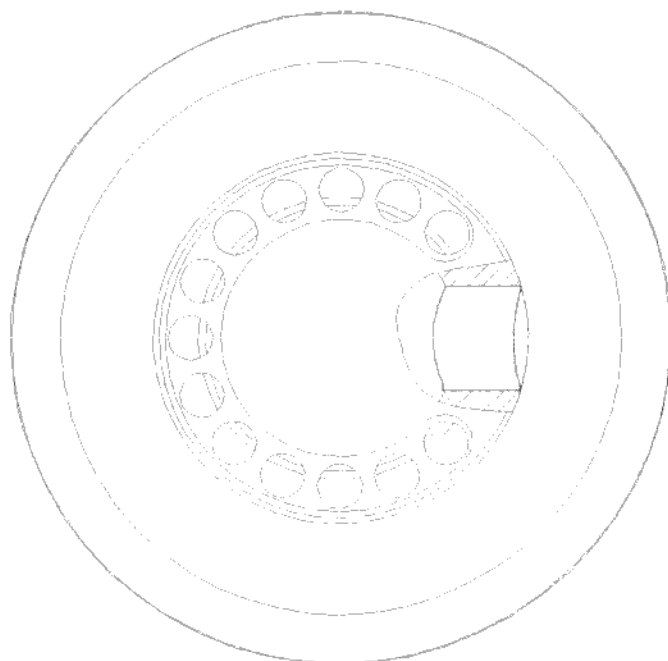
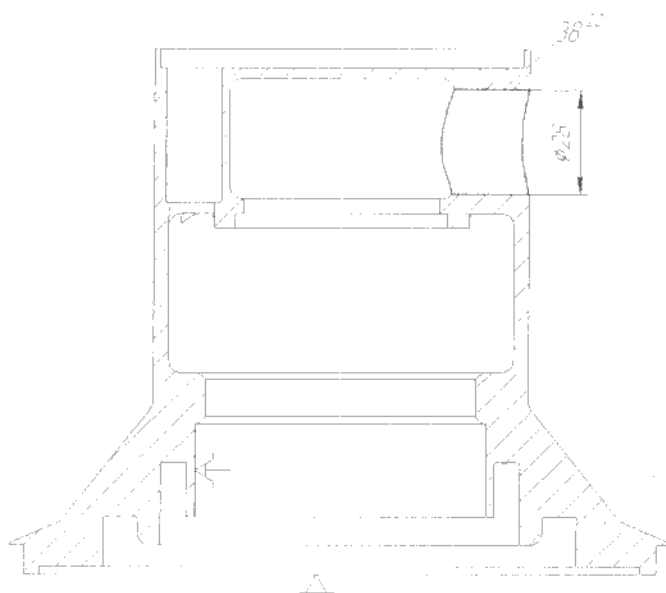


Рисунок 20 – Сверление отверстия

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		26

## 1.6 Размерный анализ

### 1.6.1 Линейный размерный анализ

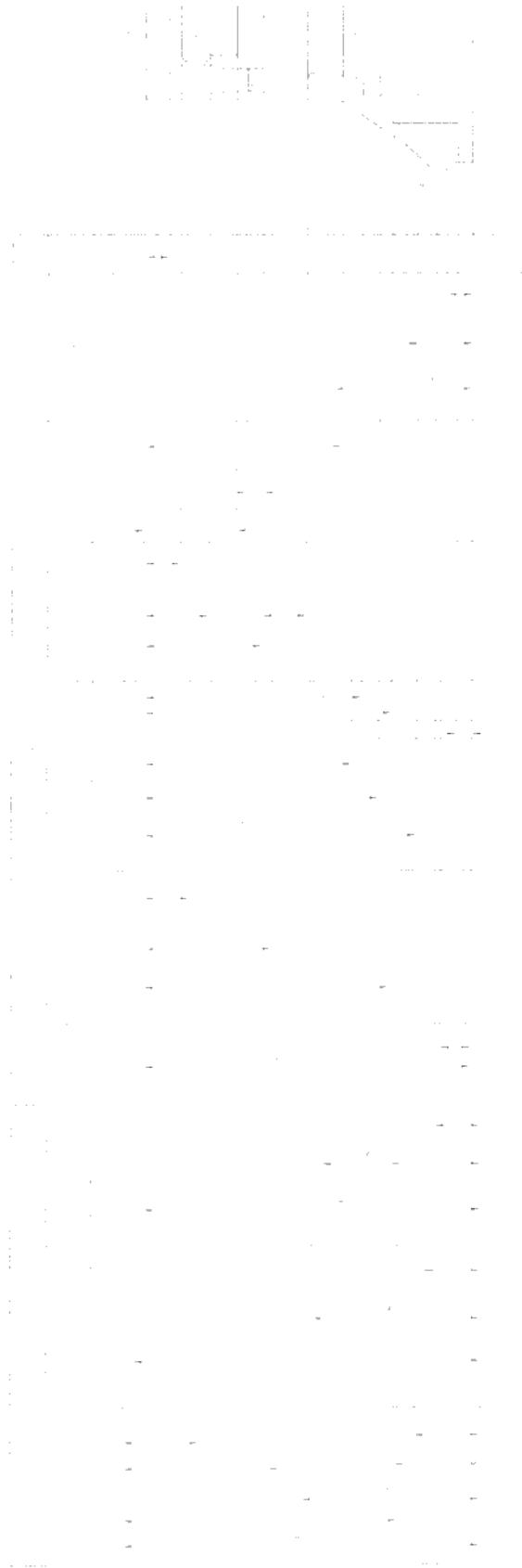


Рисунок 21 - Схема линейного размерного анализа

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		27

Замыкающие звенья среди припусков:

$$[z_{13}^{15}] = -3^{15} + 3^{10};$$

$$[z_{15}^3] = -E^{15} + A^{10} - A^{5-2} + E^0;$$

$$[z_{42}^{10}] = \mathcal{L}^{10-3} - \mathcal{L}^{10-2};$$

$$[z_{43}^{15}] = -\mathcal{K}^{15} + A^{10} - A^{5-2} + \mathcal{K}^{5-2};$$

$$[z_{43}^{5-2}] = -\mathcal{K}^{5-2} + \mathcal{K}^{5-1};$$

$$[z_{43}^{5-1}] = -\mathcal{K}^{5-1} + \mathcal{K}^0;$$

$$[z_{16}^{10-2}] = B^{10-2} - B^{10-1};$$

$$[z_{16}^{10-1}] = B^{10-1} - A^{5-2} + A^0 - B^0;$$

$$[z_{15}^{10-2}] = B^{10-2} - B^{10-1};$$

$$[z_{15}^{10-1}] = B^{10-1} - A^{5-2} + A^0 - B^0;$$

$$[z_{14}^{10-2}] = \Gamma^{10-2} - \Gamma^{10-1};$$

$$[z_{14}^{10-1}] = \Gamma^{10-1} - A^{5-2} + A^0 - \Gamma^0;$$

$$[z_9^{10}] = A^{10} - A^{5-2};$$

$$[z_{47}^{5-2}] = -\mathcal{L}^{5-2} + \mathcal{L}^{5-1};$$

$$[z_{47}^{5-1}] = -\mathcal{L}^{5-1} + \mathcal{L}^0;$$

$$[z_{10}^{5-2}] = -A^{5-2} + A^{5-1};$$

$$[z_{10}^{5-1}] = -A^{5-1} + A^0;$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		28



$$z_{\max}^{10-2} = 7,962;$$

$$z_{\min}^{10} = 7,962 - 0,09 = 7,872 \text{ мм};$$

$$z^{10} = 7,917_{\pm 0,045};$$

$$\left| z_{15}^{10-3} \right|_{\min} = -E^{15}_{\max} + A^{10}_{\min} - A^{5-2}_{\min} + E^0_{\min};$$

$$0,062 = -14 + 141 - 141,138 + E^0_{\min};$$

$$E^0_{\min} = 14,2;$$

$$E^0_{\max} = 14,2 + 1,2 = 15,4 \text{ мм};$$

$$E^0 = 14,8_{\pm 0,6};$$

$$\left| z_9^{10} \right|_{\min} = A^{10}_{\max} - A^{5-2}_{\min};$$

$$0,062 = -141,2 - A^{5-2}_{\min};$$

$$A^{5-2}_{\min} = 141,138 \text{ мм};$$

$$A^{5-2}_{\max} = 141,138 + 0,1 = 141,238 \text{ мм};$$

$$A^{5-2} = 141,188_{\pm 0,05};$$

$$\left| z_{42}^{10} \right|_{\min} = Л^{10-3}_{\max} - Л^{10-2}_{\min};$$

$$0,062 = 100,5 - Л^{10-2}_{\min};$$

$$Л^{10-2}_{\min} = 100,438 \text{ мм};$$

$$Л^{10-2}_{\max} = 100,438 + 0,063 = 100,501 \text{ мм};$$

$$Л^{10-2} = 100,469_{\pm 0,0315};$$

$$\left| z_{43}^{15} \right|_{\min} = -Ж^{15}_{\max} + A^{10}_{\min} - A^{5-2}_{\min} + Ж^{5-2}_{\min};$$

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$0,05 = -43 + 141 - 141,138 + \mathcal{Ж}^{5-2}_{\min};$$

$$\mathcal{Ж}^{5-2}_{\min} = 43,188;$$

$$\mathcal{Ж}^{5-2}_{\max} = 43,188 + 0,062 = 43,25 \text{ мм};$$

$$\mathcal{Ж}^{5-2} = 43,219_{\pm 0,031};$$

$$\left[ Z_{43}^{5-2} \right]_{\min} = -\mathcal{Ж}^{5-2}_{\max} + \mathcal{Ж}^{5-1}_{\min};$$

$$0,1 = -43,25 + \mathcal{Ж}^{5-1}_{\min};$$

$$\mathcal{Ж}^{5-1}_{\min} = 43,35 \text{ мм};$$

$$\mathcal{Ж}^{5-1}_{\max} = 43,35 + 0,16 = 43,51 \text{ мм};$$

$$\mathcal{Ж}^{5-1} = 43,43 \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{43}^{5-1} \right]_{\min} = -\mathcal{Ж}^{5-1}_{\max} + \mathcal{Ж}^0_{\min};$$

$$0,2 = -43,51 + \mathcal{Ж}^0_{\min};$$

$$\mathcal{Ж}^0_{\min} = 43,71 \text{ мм};$$

$$\mathcal{Ж}^0_{\max} = 43,71 + 1,4 = 45,11 \text{ мм};$$

$$\mathcal{Ж}^0 = 44,41_{\pm 0,07} \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{16}^{10-2} \right]_{\min} = B^{10-2}_{\max} - B^{10-1}_{\min};$$

$$0,05 = 8 - B^{10-1}_{\min};$$

$$B^{10-1}_{\min} = 7,95 \text{ мм};$$

$$B^{10-1}_{\max} = 7,95 + 0,11 = 8,06 \text{ мм};$$

$$B^{10-1} = 8,005_{\pm 0,055} \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{16}^{10-1} \right]_{\min} = B^{10-1}_{\max} - A^{5-2}_{\min} + A^0_{\min} - B^0_{\min};$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



$$0,1 = 8,06 - 141,138 + 141,588 - B^0_{\min};$$

$$B^0_{\min} = 8,41;$$

$$B^0_{\max} = 8,41 + 1,2 = 9,61 \text{ мм};$$

$$B^0 = 9,01_{\pm 0,6};$$

$$\left[ Z_{10}^{5-1} \right]_{\min} = -A^{5-1}_{\max} + A^0_{\min};$$

$$0,1 = -141,488 + A^0_{\min};$$

$$A^0_{\min} = 141,588 \text{ мм};$$

$$A^0_{\max} = 141,588 + 1,6 = 143,188 \text{ мм};$$

$$A^0 = 142,388_{\pm 0,8} \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{10}^{5-2} \right]_{\min} = -A^{5-2}_{\max} + A^{5-1}_{\min};$$

$$0,05 = -141,238 + A^{5-1}_{\min};$$

$$A^{5-1}_{\min} = 141,238 \text{ мм};$$

$$A^{5-1}_{\max} = 141,288 + 0,2 = 141,488 \text{ мм};$$

$$A^{5-1} = 141,382_{\pm 0,1} \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{15}^{10-2} \right]_{\min} = B^{10-2}_{\max} - B^{10-1}_{\min};$$

$$0,05 = 48 - B^{10-1}_{\min};$$

$$B^{10-1}_{\min} = 47,95 \text{ мм};$$

$$B^{10-1}_{\max} = 47,95 + 0,16 = 48,11 \text{ мм};$$

$$B^{10-1} = 48,03_{-0,08} \text{ мм};$$

$$\left[ Z_{15}^{10-1} \right]_{\min} = B^{10-1}_{\max} - A^{5-2}_{\min} + A^0_{\min} - B^0_{\min};$$

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		32

$$0,1 = 48,11 - 141,138 + 141,588 - B^0_{\min};$$

$$B^0_{\min} = 48,46;$$

$$B^0_{\max} = 48,46 + 1,4 = 49,86 \text{ мм};$$

$$B^0 = 49,16_{\pm 0,7};$$

$$\left| Z_{14}^{10-2} \right|_{\min} = I^{10-2}_{\max} - I^{10-1}_{\min};$$

$$0,05 = 125,5 - \Gamma^{10-1}_{\min};$$

$$\Gamma^{10-1}_{\min} = 125,45 \text{ мм};$$

$$\Gamma^{10-1}_{\max} = 125,45 + 0,25 = 125,7 \text{ мм};$$

$$\Gamma^{10-1} = 125,575_{\pm 0,125} \text{ мм};$$

$$\left| Z_{14}^{10-1} \right|_{\min} = \Gamma^{10-1}_{\max} - \Lambda^{5-2}_{\min} + \Lambda^0_{\min} - \Gamma^0_{\min};$$

$$0,1 = 125,7 - 141,138 + 141,588 - \Gamma^0_{\min};$$

$$\Gamma^0_{\min} = 126,05;$$

$$I^0_{\max} = 126,05 + 1,6 = 127,65 \text{ мм};$$

$$\Gamma^0 = 126,85_{\pm 0,8};$$

$$\left| Z_{47}^{5-2} \right|_{\min} = -D^{5-2}_{\max} + D^{5-1}_{\min};$$

$$0,05 = -8,6 + D^{5-1}_{\min};$$

$$D^{5-1}_{\min} = 8,65 \text{ мм};$$

$$D^{5-1}_{\max} = 8,65 + 0,09 = 8,74 \text{ мм};$$

$$D^{5-1} = 8,965_{\pm 0,045} \text{ мм};$$

$$\left| Z_{47}^{5-1} \right|_{\min} = -D^{5-1}_{\max} + D^0_{\min};$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$0,1 = -8,74 + D^0 \text{ min};$$

$$D^0 \text{ min} = 8,84 \text{ мм};$$

$$D^0 \text{ max} = 8,84 + 1,2 = 10,04 \text{ мм};$$

$$D^0 = 9,44_{\pm 0,6} \text{ мм};$$

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

### 1.6.2 Диаметральный размерный анализ



Рисунок 22 - Схема диаметального размерного анализа

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		





$$\left[ z_{7}^{10-1} \right]_{\min} = -e_{\min}^{10-1} - (7^{10-1}, 11^5) - (11^5, 7^0) + v_{\max}^0$$

$$0,1 = -26,41 - 0,125 - 0,25 + v_{\max}^0$$

$$v_{\max}^0 = 26,885 \text{ мм}$$

$$e_{\min}^0 = 26,885 - 0,7 = 26,158 \text{ мм}$$

$$e^0 = 26,535_{\pm 0,35}$$

$$2v^0 = 53,07_{\pm 0,7}$$

$$\left[ z_{6}^{10-2} \right]_{\min} = -\bar{\sigma}_{\min}^{10-2} - (6^{10-2}, 11^5) - (11^5, 6^{10-1}) + \bar{\sigma}_{\max}^{10-1}$$

$$0,05 = -38 - 0,03 - 0,125 + \bar{\sigma}_{\max}^{10-1}$$

$$\bar{\sigma}_{\max}^{10-1} = 38,205 \text{ мм}$$

$$\bar{\sigma}_{\min}^{10-1} = 38,205 - 0,095 = 38,11 \text{ мм}$$

$$\bar{\sigma}^{10-1} = 38,1517_{\pm 0,0475}$$

$$2\bar{\sigma}^{10-1} = 76,315_{\pm 0,095}$$

$$\left[ z_{6}^{10-1} \right]_{\min} = -\bar{\sigma}_{\min}^{10-1} - (6^{10-1}, 11^5) - (11^5, 6^0) + \bar{\sigma}_{\max}^0$$

$$0,1 = -38,11 - 0,125 - 0,3 + \bar{\sigma}_{\max}^0$$

$$\bar{\sigma}_{\max}^0 = 38,635 \text{ мм}$$

$$\bar{\sigma}_{\min}^0 = 38,635 - 0,8 = 37,835 \text{ мм}$$

$$\bar{\sigma}^0 = 38,235_{\pm 0,04}$$

$$2\bar{\sigma}^0 = 76,47_{\pm 0,08}$$

$$\left[ z_{17}^{10-2} \right]_{\min} = -u_{\min}^{10-3} - (17^{10-3}, 11^5) - (11^5, 17^{10-2}) + u_{\max}^{10-2}$$

$$0,05 = -38,75 - 0,05 - 0,03 + u_{\max}^{10-2}$$

$$u_{\max}^{10-2} = 38,88 \text{ мм}$$

$$u_{\min}^{10-2} = 38,88 - 0,023 = 38,857 \text{ мм}$$

$$u^{10-2} = 38,8685_{\pm 0,0115}$$

$$2u^{10-2} = 77,737_{\pm 0,023}$$

					151900.2016.453.00.00 И3	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$\begin{aligned} \left[ z_{17}^{10-1} \right]_{\min} &= -u_{\min}^{10-2} - (17^{10-2}, 11^5) - (11^5, 17^{10-1}) + u_{\max}^{10-1} \\ 0,1 &= -38,857 - 0,03 - 0,13 + u_{\max}^{10-1} \\ u_{\max}^{10-1} &= 39,117 \text{ мм} \\ u_{\min}^{10-1} &= 39,117 - 0,037 = 39,08 \text{ мм} \\ u^{10-1} &= 38,1355_{\pm 0,0185} \\ 2u^{10-1} &= 78,271_{\pm 0,037} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left[ z_4^{15} \right]_{\min} &= -z_{\max}^{15} - (4^{15}, 11^5) - (11^5, 4^{5-2}) + r_{\min}^{5-2} \\ 0,05 &= -50,175 - 0,03 - 0,06 + z_{\min}^{5-2} \\ z_{\min}^{5-2} &= 50,315 \text{ мм} \\ z_{\max}^{5-2} &= 50,315 - 0,0435 = 50,3585 \text{ мм} \\ z^{5-2} &= 55,33675_{\pm 0,02175} \\ 2r^{5-2} &= 100,6735_{\pm 0,0435} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left[ z_4^{5-2} \right]_{\min} &= -z_{\max}^{5-2} - (4^{5-2}, 11^5) - (11^5, 4^{5-1}) + r_{\min}^{5-1} \\ 0,1 &= -50,3585 - 0,06 - 0,11 + z_{\min}^{5-1} \\ z_{\min}^{5-1} &= 50,5285 \text{ мм} \\ z_{\max}^{5-1} &= 50,62585 - 0,125 = 50,7535 \text{ мм} \\ z^{5-1} &= 50,691_{\pm 0,0625} \\ 2r^{5-1} &= 101,382_{\pm 0,125} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left[ z_4^{5-1} \right]_{\min} &= -z_{\max}^{5-1} - (4^{5-1}, 11^5) - (11^5, 4^0) + r_{\min}^0 \\ 0,2 &= -50,7535 - 0,11 - 0,3 + z_{\min}^0 \\ z_{\min}^0 &= 51,3635 \text{ мм} \\ z_{\max}^0 &= 51,69 \pm 0,055 \\ z^0 &= 51,426_{\pm 0,0625} \\ 2r^0 &= 102,852_{\pm 0,055} \end{aligned}$$



$$\left| z_3^{15} \right|_{\min} = -e_{\max}^{15} - (3^{15}, 11^5) - (11^5, 3^{5-2}) + e_{\min}^{5-2}$$

$$0,05 = -74,95 - 0,04 - 0,06 + e_{\min}^{5-2}$$

$$e_{\min}^{5-2} = 75,1 \text{ мм}$$

$$e_{\max}^{5-2} = 75,4 - 0,05 = 75,15 \text{ мм}$$

$$e^{5-2} = 75,125_{\pm 0,025}$$

$$2e^{5-2} = 150,25_{\pm 0,05}$$

$$\left| z_3^{5-2} \right|_{\min} = -e_{\max}^{5-2} - (3^{5-2}, 11^5) - (11^5, 3^{5-1}) + e_{\min}^{5-1}$$

$$0,1 = -75,15 - 0,06 - 0,125 + e_{\min}^{5-1}$$

$$e_{\min}^{5-1} = 75,435 \text{ мм}$$

$$e_{\max}^{5-1} = 75,435 + 0,15 = 75,585 \text{ мм}$$

$$e^{5-1} = 75,51_{\pm 0,075}$$

$$2e^{5-1} = 151,02_{\pm 0,15}$$

$$\left| z_3^{5-1} \right|_{\min} = -e_{\max}^{5-1} - (3^{5-1}, 11^5) - (11^5, 3^0) + e_{\min}^0$$

$$0,2 = -75,585 - 0,125 - 0,4 + e_{\min}^0$$

$$e_{\min}^0 = 76,31 \text{ мм}$$

$$e_{\max}^0 = 76,31 + 1 = 77,31 \text{ мм}$$

$$e^0 = 76,81_{\pm 0,5}$$

$$2e^0 = 153,62_{\pm 1}$$

$$\left| z_{18}^{10} \right|_{\min} = -\kappa_{\min}^{10-2} - (18^{10-2}, 11^5) - (11^5, 18^{10-1}) + \kappa_{\max}^{10-1}$$

$$0,062 = -63 - 0,02 - 0,04 + \kappa_{\max}^{10-1}$$

$$\kappa_{\max}^{10-1} = 63,122 \text{ мм}$$

$$\kappa_{\min}^{10-1} = 63,122 - 0,05 = 63,072 \text{ мм}$$

$$\kappa^{10-1} = 63,097_{\pm 0,025}$$

$$2\kappa^{10-1} = 126,194_{\pm 0,05}$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$\left[ Z_8^{10-2} \right]_{\min} = -a_{\min}^{10-2} - \left( 8^{10-2}, 11^5 \right) - \left( 11^5, 8^{10-1} \right) + a_{\max}^{10-1}$$

$$0,05 = -48 - 0,05 - 0,125 + a_{\max}^{10-1}$$

$$a_{\max}^{10-1} = 48,225 \text{ мм}$$

$$a_{\min}^{10-1} = 48,225 - 0,11 = 48,115 \text{ мм}$$

$$a^{10-1} = 48,17_{\pm 0,055}$$

$$2a^{10-1} = 96,34_{\pm 0,11}$$

$$\left[ Z_8^{10-1} \right]_{\min} = -a_{\min}^{10-1} - \left( 8^{10-1}, 11^5 \right) - \left( 11^5, 8^0 \right) + a_{\max}^0$$

$$0,1 = -48,115 - 0,125 - 0,4 + a_{\max}^0$$

$$a_{\max}^0 = 48,74 \text{ мм}$$

$$a_{\min}^0 = 48,74 - 0,08 = 47,94 \text{ мм}$$

$$a^0 = 48,34_{\pm 0,4}$$

$$2a^0 = 96,68_{\pm 0,8}$$

### 1.7 Расчет режимов резания

005 токарная операция

Переход 1 поверхность 10 (получистовые переходы)

Для обработки принимаем резец проходной с МНП с ромбической пластиной, материал режущей части Т15К6. Сечение резца  $h \times b = 20 \times 20$ .

Геометрические параметры резца:  $\varphi = 95^\circ$ ;  $\varphi_1 = 5^\circ$ ;  $\gamma = 5^\circ$ ;  $\alpha = 5^\circ$ ;  $r = 0,8 \text{ мм}$ ;  $l = 12,9$ ;  $l_1 = 125$ ,  $f = 25$ .

- Глубина резания:

$$t = h = 1,06, \text{ мм}$$

- Определяем подачу:

$$S = 0,9 \frac{\text{мм}}{\text{об}} \quad [1, \text{ с. 366}]$$

- Определяем период стойкости резца:

$$T = 90 \text{ мин}$$

- Определяем скорость резания:

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		41



$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 279,15}{1000} = 87,65 \text{ м/мин}$$

- Определяем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad \text{Н}$$

где  $C_p, x, y, t$  – коэффициент и показатели степени для силы резания.

$$C_p = 40$$

$$x = 1,0$$

$$y = 0,75$$

$$n = 0$$

[1, с. 372]

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{\varphi_v} \cdot K_{r_v}$$

где  $K_{\gamma_p}, K_{\lambda_p}, K_{\varphi_v}, K_{r_v}$  – поправочные коэффициент учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания.

$$K_{\gamma_p} = 1,1$$

$$K_{\lambda_p} = 1,0$$

$$K_{\varphi_v} = 0,89$$

$$K_{r_v} = -$$

[1, с. 374]

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{nv}$$

$$nv = 0,75$$

[1, с. 362]

$$K_{M_p} = \left(\frac{750}{750}\right)^{0,75} = 1,0$$

$$K_p = 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,89$$

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 1,06^{1,0} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 62,01^0 \cdot 0,89 = 348,6 \text{ Н}$$

- Определяем мощность резания:

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

$$N = \frac{348,6 \cdot 87,65}{1020 \cdot 60} = 0,49 \text{ кВт}$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$N \leq N_{\text{шт}} \cdot \eta$$

$$N_{\text{шт}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

0,49 ≤ 7,5 → условие выполняется.

Далее все расчеты для токарной операции, выполняются аналогично предыдущим. (Справочник Технолога – машиностроителя том 2. Дальский А.М. 2003г) Поэтому составляем таблицу для режимов резания.

Таблица 6 - 005 токарная операция (получистовые переходы)

	t, мм	S мм/об	$V_{\phi}$ , м/мин	n, об/мин	$P_z$ , Н	N, кВт
[Z <sub>4</sub> <sup>5-1</sup> ]	0,86	0,9	89,13	284	345,4	0,41
[Z <sub>43</sub> <sup>5-1</sup> ]	0,98	0,9	88,5	282	351,8	0,47
[Z <sub>3</sub> <sup>5-1</sup> ]	0,89	0,9	89,03	284	349,1	0,45
[Z <sub>2</sub> <sup>5-1</sup> ]	0,93	0,9	88,2	281	350,3	0,42
[Z <sub>47</sub> <sup>5-1</sup> ]	1,01	0,9	87,1	277	348,4	0,48

Таблица 7 - 005 токарная операция (чистовые переходы)

	t, мм	S мм/об	$V_{\phi}$ , м/мин	n, об/мин	$P_z$ , Н	N, кВт
[Z <sub>10</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,2	0,3	185,4	580	28,8	0,122
[Z <sub>4</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,23	0,3	183,2	580	26,11	0,11
[Z <sub>43</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,21	0,3	183,71	580	28,2	0,12
[Z <sub>3</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,24	0,3	182,8	585	25,83	0,109
[Z <sub>2</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,22	0,3	183,12	585	28,17	0,1
[Z <sub>47</sub> <sup>5-2</sup> ]	0,19	0,3	183,43	5853	29,3	0,13

Операция 010 растачивание переход 3 (поверхность 18)

Выбор инструмента

Принимаем токарный расточной резец ГОСТ 18883-73. Материал пластины – твёрдый сплав ВК4 [1. С184]; материал державки – сталь 45, сечение

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист 44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

державки 16x16 мм; длина резца 120 мм. Геометрические параметры резца:  $\alpha = 6..8^{\circ}$ , принимаем  $6^{\circ}$ ,  $\gamma = 0 \dots 10^{\circ}$  принимаем  $10^{\circ}$ ,  $\varphi = 5^{\circ}$ ,  $\varphi_1 = 20^{\circ}$ ,  $r = 1 \text{ мм}$ .

Расчёт режимов резания (по эмпирическим формулам).

- Глубина резания:

$$t = \frac{D-d}{2}, \text{ мм}$$

где  $D$  – диаметр после обработки, мм

$$D = 126 \text{ мм}$$

$d$ -диаметр до обработки, мм

$$d = 120 \text{ мм}$$

$$t = \frac{126 - 120}{2} = 3 \text{ мм}$$

- Определяем подачу:

$$S = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}} \quad [1, \text{с. 365}]$$

- Определяем период стойкости резца:

$$T = 45 \text{ мин}$$

- Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

где  $C_V, x, y, m$  – коэффициент и показатели степени точности для скорости.

[1, с. 368]

$$C_V = 485$$

$$x=0,12$$

$$y=0,25$$

$$m=0,28$$

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v}$$

где  $K_{n_v}, K_{u_v}$  – поправочные коэффициенты.

$K_{M_v} = 1,0$  поправочный коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [1, с. 362]

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$K_{n_v} = 1,0$  поправочный коэффициент учитывающий влияние состояние поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{u_v} = 1,0$  поправочный коэффициент учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания; [1, с. 361]

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$$

$$V = \frac{485}{45^{0,28} \cdot 3^{0,12} \cdot 0,2^{0,25}} \cdot 1,0 = 236,61 \text{ м/мин}$$

Скорость резания умножаем на 0,9

$$V = 236,61 \cdot 0,9 = 212,95 \text{ м/мин}$$

- Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 212,95}{3,14 \cdot 126} = 538,2 \text{ об/мин}$$

- Определяем фактическую скорость резания:

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 126 \cdot 538,2}{1000} = 212,95 \text{ м/мин}$$

- Определяем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad H$$

где  $C_p, x, y, m$  – коэффициент и показатели степени для силы резания.

$$C_p = 55$$

$$x = 1,0$$

$$y = 0,66$$

$$n = 0$$

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{r_p}$$

где  $K_{\gamma_p}, K_{\lambda_p}, K_{\phi_p}, K_{r_p}$  – поправочные коэффициент учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания.

$$K_{M_p} = 2,75$$

[1, с. 363]

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		46





Продолжение таблицы 8

$[Z_{17}^{10^{-1}}]$	1,06	0,9	152,72	510	192,5	0,55
$[Z_{23}^{10^{-2}}]$	0,31	0,3	178,1	580	32,1	0,12
$[Z_{21}^{10}]$	0,318	0,3	183	590	28,32	0,1
$[Z_{20}^{10^{-2}}]$	0,43	0,3	183,1	600	27,88	0,11
$[Z_{18}^{10^{-2}}]$	0,3	0,3	188,3	595	25,33	0,133
$[Z_{17}^{10^{-2}}]$	0,42	0,3	186,7	580	28	0,188
$[Z_{18}^{10}]$	0,33	0,3	189,22	585	28,1	0,23
$[Z_{27}^{10}]$	0,18	0,3	183,1	570	27,5	0,21
$[Z_8^{10^{-3}}]$	0,54	0,3	178,11	575	23,1	0,2
$[Z_{26}^{10}]$	0,34	0,3	185,2	600	28,2	0,12
$[Z_{25}^{10}]$	0,301	0,3	189,3	595	29,2	0,15
$[Z_{23}^{10}]$	0,318	0,3	178,55	580	31,2	0,187
$[Z_{31}^{10}]$	0,549	0,3	183,45	575	33,1	0,144
$[Z_{15}^{10^{-2}}]$	0,3	0,3	182,33	580	34,25	0,136
$[Z_7^{10^{-2}}]$	0,19	0,3	188,24	580	33,88	0,158
$[Z_7^{10^{-1}}]$	0,99	0,9	155,22	522	186,5	0,43
$[Z_{30}^{10^{-1}}]$	0,97	0,9	89,13	280	345,4	0,41
$[Z_{10}^{10^{-1}}]$	1,1	0,9	88,5	280	351,8	0,47
$[Z_{16}^{10^{-2}}]$	0,189	0,3	178,1	575	28	0,121
$[Z_{33}^{10}]$	0,3	0,3	183,71	580	28,2	0,15
$[Z_{32}^{10}]$	0,22	0,3	189,22	585	28,1	0,23
$[Z_4^{10^{-2}}]$	0,24	0,3	183,1	570	27,5	0,21
$[Z_{30}^{10^{-2}}]$	0,26	0,3	178,11	575	23,1	0,18
$[Z_{34}^{10}]$	0,462	0,3	185,2	600	28,2	0,198
$[Z_{17}^{10}]$	0,33	0,3	183,71	580	27,2	0,134
$[Z_{42}^{10}]$	0,318	0,3	177,1	575	25,5	0,13

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

48

Таблица 9 - 015 токарная операция (переход 1)

	t, мм	S мм/об	$V_{\phi}$ , м/мин	n, об/мин	$P_z$ , Н	N, кВт
[Z <sub>4</sub> <sup>15</sup> ]	0,18	0,3	183,13	580	27,8	0,11
[Z <sub>3</sub> <sup>15</sup> ]	0,21	0,3	185,21	580	25,11	0,102

Таблица 10 - 015 токарная операция (переход 2)

	t, мм	S мм/об	$V_{\phi}$ , м/мин	n, об/мин	$P_z$ , Н	N, кВт
[Z <sub>35</sub> <sup>15</sup> ]	0,3	0,2	183	590	28,32	0,1
[Z <sub>38</sub> <sup>15</sup> ]	0,4	0,2	183,1	600	27,88	0,11

020 Сверлильная операция (переход 1)

Выбор инструмента

Для выполнения обработки выбираем сверло спиральное диаметром D=12 мм с коническим хвостовиком, параметры сверла: L=200мм, l=130мм, [1, с. 214]

Материал режущей части – P6M5

Расчёт режимов резания (по эмпирическим формулам)

- Определяем глубину резания

$$t = 0,5 \cdot D, \text{ мм}$$

$$t = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,45 \dots 0,55 \text{ мм/об.} \quad [1, \text{ с. } 381]$$

$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T_m \cdot S^Y} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

$$C_V = 40$$

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	151900.2016.453.00.00 ПЗ				

$$q = 0,25$$

$$m = 0,125$$

[1, с. 383]

$$Y = 0,4$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

[1, с. 381]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{iV}$$

$$K_{MV} = 0,8$$

[1, с. 360]

$$K_{UV} = 1,0$$

[1, с. 361]

$$K_{iV} = 0,9$$

[1, с. 385]

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

$$V = \frac{40 \cdot 12^{0,25}}{45^{0,125} \cdot 0,5^{0,4}} \cdot 0,72 = 43,9 \text{ м/мин.}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_m = 0,005$$

$$q = 2,0$$

[1, с. 386]

$$Y = 0,8$$

$$K_p = K_{mp} = 1,0$$

[1, с. 363]

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 12^{2,0} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1,0 = 4,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 9,8$$

$$q = 1,0$$

[1, с. 386]

$$Y = 0,7$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 12^{1,0} \cdot 0,5^{0,7} \cdot 1,0 = 723 \text{ Н}$$

- Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 43,9}{3,14 \cdot 12} = 1165,07 \text{ об/мин}$$

- Определяем мощность резания

					<i>151900.2016.453.00.00 113</i>	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{4,13 \cdot 1165,07}{9750} = 0,49 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

0,49 ≤ 7,5 → условие выполняется.

020 Фрезерная операция (переход 2)

На ОЦ С ЧПУ VF-450 производят фрезерование паза. Вид обработки – окончательная,  $R_a = 3,2 \text{ мкм}$ . Материал заготовки – алюминиевый сплав АМг6,  $\sigma_s = 720 \text{ МПа}$ , НВ 120.

### 3.1. Выбор инструмента

Принимаем концевую фрезу с пластинами из твёрдого сплава ВК4 ГОСТ 17025-71 диаметром  $D=14,8 \text{ мм}$ ,  $L=83 \text{ мм}$ ,  $d=26 \text{ мм}$ ,  $z=5$  [1, с. 256]

### 3.2. Режимы резания

- Определяем глубину резания

$$t = h = 3,6 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,5 \dots 1,0 \rightarrow \text{принимаем } S = 0,7 \text{ мм/об} \quad [1, \text{ с. } 405]$$

$$S_z = \frac{s}{z} = \frac{0,7}{5} = 0,14 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}} \quad [1, \text{ с. } 402]$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

$$C_V = 103 \quad [1, \text{ с. } 410]$$

$$q = 0,45$$

$$m = 0,3$$

$$Y = 0,2$$

$$X = 0,1$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$u = 0,1$$

$$p = 0,33$$

$$T = 80 \text{ мин.}$$

[1, с. 411]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{MV} = 0,8$$

[1, с. 360]

$$K_{nv} = 1,0$$

[1, с. 361]

$$K_{uv} = 1,0$$

$$K_V = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

$$V = \frac{103 \cdot 14,8^{0,45}}{80^{0,3} \cdot 3,6^{0,1} \cdot 0,14^{0,2} \cdot 14,8^{0,1} \cdot 5^{0,33}} \cdot 0,8 = 46,6 \text{ м/мин.}$$

- Определяем число оборотов

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 56,6}{3,14 \cdot 14,8} = 1217,7 \text{ об/мин}$$

$$S_M = S_n = S_z \cdot Z \cdot n \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = 0,14 \cdot 5 \cdot 1217,7 = 852 \text{ мм/мин.}$$

- Определяем силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \text{ Н}$$

$$C_p = 22,6$$

$$q = 0,86$$

$$Y = 0,72$$

$$X = 0,86$$

[1, с. 412]

$$u = 1,0$$

$$w = 0$$

$$K_{MP} = 0,65$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 3,6^{0,86} \cdot 0,14^{0,72} \cdot 14,8^{1,0} \cdot 5}{14,8^{0,86} \cdot 1217,7^0} \cdot 0,65 = 783,1 \text{ Н}$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

- Определяем крутящий момент

$$M_{KP} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \text{ Н} \cdot \text{м}$$
$$M_{KP} = \frac{783,1 \cdot 14,8}{2 \cdot 100} = 57,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Мощность резания

$$N_e = \frac{P \cdot V}{1020 \cdot 60} \text{ кВт}$$
$$N_e = \frac{783,1 \cdot 46,6}{1020 \cdot 60} = 0,59 \text{ кВт}$$
$$N \leq N_{unn} \cdot \eta$$
$$N_{unn} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

$0,59 \leq 7,5 \rightarrow$  условие выполняется.

020 Сверлильная операция (переход 3)

#### Выбор инструмента

Для выполнения обработки выбираем сверло спиральное диаметром  $D=28$  мм с коническим хвостовиком, параметры сверла:  $L=200$ мм,  $l=130$ мм, [1, с. 214]

Материал режущей части – P6M5

#### Расчёт режимов резания (по эмпирическим формулам)

- Определяем глубину резания

$$t = 0,5 \cdot D, \text{ мм}$$

$$t = 0,5 \cdot 28 = 14 \text{ мм}$$

- Определяем подачу

$$S = 0,89 \dots 0,96 \text{ мм/об.} \quad [1, \text{ с. } 381]$$

$$S = 0,9 \text{ мм/об.}$$

- Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T_m \cdot S^Y} \cdot K_V \text{ м/мин.}$$

$$C_V = 40$$

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		53

$$q = 0,25$$

$$m = 0,125$$

[1, с. 383]

$$Y = 0,4$$

$$T = 45 \text{ мин.}$$

[1, с. 381]

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{uv} \cdot K_{iV}$$

$$K_{MV} = 0,8$$

[1, с. 360]

$$K_{uv} = 1,0$$

[1, с. 361]

$$K_{nV} = 0,9$$

[1, с. 385]

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

$$V = \frac{40 \cdot 28^{0,25}}{45^{0,125} \cdot 0,9^{0,4}} \cdot 0,72 = 42,9 \text{ м/мин.}$$

- Определяем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_M = 0,005$$

$$q = 2,0$$

[1, с. 386]

$$Y = 0,8$$

$$K_p = K_{mp} = 1,0$$

[1, с. 363]

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 28^{2,0} \cdot 0,9^{0,8} \cdot 1,0 = 36,03 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^Y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$C_p = 9,8$$

$$q = 1,0$$

[1, с. 386]

$$Y = 0,7$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 28^{1,0} \cdot 0,9^{0,7} \cdot 1,0 = 2548 \text{ Н}$$

- Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 42,9}{3,14 \cdot 28} = 487,9 \text{ об/мин}$$

- Определяем мощность резания

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		54

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \text{ кВт}$$

$$N_e = \frac{36,03 \cdot 487,9}{9750} = 1,8 \text{ кВт}$$

$$N \leq N_{шп} \cdot \eta$$

$$N_{шп} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

1,8 ≤ 7,5 → условие выполняется.

Таблица 11 – Режимы резания

005 операция	t, мм	S мм/об	$V_f$ , м/мин	n, об/мин	$P_z$ , Н	N, кВт	$t_o$ , мин
$[Z_4^{5-1}]$	0,86	0,9	89,13	284	345,4	0,41	0,16
$[Z_{43}^{5-1}]$	0,98	0,9	88,5	282	351,8	0,47	0,18
$[Z_3^{5-1}]$	0,89	0,9	89,03	284	349,1	0,45	0,22
$[Z_2^{5-1}]$	0,93	0,9	88,2	281	350,3	0,42	0,13
$[Z_{47}^{5-1}]$	1,01	0,9	87,1	277	348,4	0,48	0,2
$[Z_{10}^{5-1}]$	0,2	0,3	185,4	580	28,8	0,122	0,125
$[Z_4^{5-2}]$	0,23	0,3	183,2	580	26,11	0,11	0,16
$[Z_{43}^{5-2}]$	0,21	0,3	183,71	580	28,2	0,12	0,02
$[Z_3^{5-2}]$	0,24	0,3	182,8	585	25,83	0,109	0,22
$[Z_2^{5-2}]$	0,22	0,3	183,12	585	28,17	0,1	0,36
$[Z_{47}^{5-2}]$	0,19	0,3	183,43	585	29,3	0,13	0,3
010 операция							
$[Z_{12}^{10}]$	0,21	0,3	185,4	575	27,8	0,12	0,156
$[Z_{13}^{10}]$	0,233	0,3	179,2	575	26,1	0,11	0,18
$[Z_8^{10-1}]$	0,189	0,3	185,2	580	25,2	0,1	0,127
$[Z_6^{10-1}]$	0,19	0,3	183,11	580	23,5	0,11	0,04
$[Z_{14}^{10-1}]$	0,91	0,9	88	280	352,8	0,51	0,1
$[Z_{15}^{10-1}]$	0,193	0,3	179	570	26	0,11	0,04
$[Z_7^{10-1}]$	0,96	0,9	89,13	280	345,4	0,41	0,38

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

55



Продолжение таблицы 11

$[Z_{16}^{10^{-1}}]$	1,20	0,9	88,5	280	351,8	0,47	0,15
$[Z_6^{10^{-2}}]$	0,215	0,3	188,3	580	24,1	0,16	0,156
$[Z_{19}^{10^{-1}}]$	1,02	0,9	88,5	280	351,8	0,47	0,31
$[Z_8^{10^{-2}}]$	0,33	0,3	185,72	580	23,5	0,116	0,18
$[Z_{14}^{10^{-2}}]$	0,21	0,3	177,71	590	26,8	0,19	0,16
$[Z_{17}^{10^{-1}}]$	1,06	0,9	152,72	510	192,5	0,55	0,156
$[Z_{23}^{10^{-2}}]$	0,31	0,3	178,1	580	32,1	0,12	0,1
$[Z_{21}^{10}]$	0,318	0,3	183	590	28,32	0,1	0,156
$[Z_{18}^{10^{-2}}]$	0,3	0,3	188,3	595	25,33	0,133	0,15
$[Z_{18}^{10}]$	0,33	0,3	189,22	585	28,1	0,23	0,18
$[Z_{27}^{10}]$	0,18	0,3	183,1	570	27,5	0,21	0,156
$[Z_8^{10^{-3}}]$	0,54	0,3	178,11	575	23,1	0,2	0,156
$[Z_{26}^{10}]$	0,34	0,3	185,2	600	28,2	0,12	0,018
$[Z_{25}^{10}]$	0,301	0,3	189,3	595	29,2	0,15	0,156
$[Z_{23}^{10}]$	0,318	0,3	178,55	580	31,2	0,187	0,17
$[Z_{15}^{10^{-2}}]$	0,3	0,3	182,33	580	34,25	0,136	0,156
$[Z_7^{10^{-2}}]$	0,19	0,3	188,24	580	33,88	0,158	0,21
$[Z_7^{10^{-1}}]$	0,99	0,9	155,22	522	186,5	0,43	0,38
$[Z_{30}^{10^{-1}}]$	0,97	0,9	89,13	280	345,4	0,41	0,018
$[Z_{10}^{10^{-1}}]$	1,1	0,9	88,5	280	351,8	0,47	0,1
$[Z_{16}^{10^{-2}}]$	0,189	0,3	178,1	575	28	0,121	0,17
$[Z_{33}^{10}]$	0,3	0,3	183,71	580	28,2	0,15	0,156
$[Z_{32}^{10}]$	0,22	0,3	189,22	585	28,1	0,23	0,08
$[Z_4^{10^{-2}}]$	0,24	0,3	183,1	570	27,5	0,21	0,12
$[Z_{34}^{10}]$	0,462	0,3	185,2	600	28,2	0,198	0,156
$[Z_{17}^{10}]$	0,33	0,3	183,71	580	27,2	0,134	0,22
$[Z_{42}^{10}]$	0,318	0,3	177,1	575	25,5	0,13	0,156

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

56



где:  $t_{a_1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{a_2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{a_3}$  — время, связанное с измерением.

$$t_{a_1} = 0.33 \text{ мин [11, с. 38]}; t_{a_2} = 0.06 \cdot 13 \text{ мин [11, с. 95]}; t_{a_3} = 0.07 \cdot 13 \text{ мин}$$

$$t_{\text{всп}} = 0,33 + 0,06 \cdot 13 + 0,07 \cdot 13 = 2.02 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{опер.}} = t_0 + t_a, \text{ мин};$$

$$t_{\text{опер.}} = 2,14 + 2.02 = 4,16 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 100]

$$t_{\text{обс}} = 3,5\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ мин};$$

$$t_{\text{обс}} = 3,5\% \cdot 7,35 = 0,25 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{\text{отл}} = 3,5\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ мин};$$

$$t_{\text{отл}} = 3,5\% \cdot 7,35 = 0,25 \text{ мин,}$$

$$t_{\text{шт}} = 4,16 + 0,25 + 0,25 = 4,66 \text{ мин.}$$

2. Расчет норм времени для фрезерования паза (операция 020 переход 2):

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер.}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}, \text{ мин.}$$

$t_{\text{шт}}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S}, \text{ мин.}$$

где:  $L_{\text{р.х.}}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{вр}} + l_{\text{д}} + l_{\text{подв}} + l_{\text{пер}}$$

$l_{\text{д}}$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{\text{вр}}, l_{\text{подв}}, l_{\text{пер}}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

$$l_{\text{д}} = 120 \text{ мм}; l_{\text{вр}} = 36 \text{ мм}; l_{\text{подв}} = 1 \text{ мм}; l_{\text{пер}} = 0 \text{ мм [11, с. 204]}$$

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$t_0 = \frac{(120 + 36 + 1 + 0)}{1217 \cdot 0,14} = 1,51 \text{ мин}$$

Вспомогательное время  $t_{всп}$ :

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ мин.}$$

где:  $t_{в1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{в3}$  — время, связанное с измерением.

$$t_{в1} = 0,33 \text{ мин [11, с. 38]}; t_{в2} = 0,43 \text{ мин}; [11, с. 152] t_{в3} = 0,22 \text{ мин. [11, с. 191]}$$

$$t_{всп} = 0,33 + 0,43 + 0,22 = 0,98 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_0 + t_{всп}, \text{ мин};$$

$$t_{опер.} = 1,51 + 0,98 = 2,49 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 148]:

$$t_{обс} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин};$$

$$t_{обс} = 4\% \cdot 2,49 = 0,09 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 203]:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин};$$

$$t_{отл} = \% \cdot 2,49 = 0,09 \text{ мин,}$$

$$t_{шт} = 2,49 + 0,09 + 0,09 = 2,67 \text{ мин.}$$

3. Расчет норм времени для сверления отверстия (операция 020 переход 3):

$$t_{шт} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ мин.}$$

$t_{шт}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot s}, \text{ мин.}$$

где:  $L_{р.х.}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	151900.2016.198.00.00 ПЗ	
						Лист 59



Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S}, \text{ мин.}$$

где:  $L_{р.х.}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{р.х.} = l_{вр} + l_d + l_{подв} + l_{пер}$$

$l_d$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}$ ,  $l_{подв}$ ,  $l_{пер}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 12 - расчет основного времени

$t_0^4$	$t_0^{43}$	$t_0^3$	$t_0^2$	$t_0^{47}$	$t_0^{10}$	$\Sigma t_0$
0,16	0,18	0,22	0,13	0,2	0,125	1,05

Вспомогательное время  $t_{всп}$ :

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ мин.}$$

где:  $t_{в1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента);

$t_{в3}$  — время, связанное с измерением.

$t_{в1} = 0.38 \cdot 0,8 = 0,304$  мин [11, с. 35];  $t_{в2} = 0.36$  мин [11, с. 95];  $t_{в3} = 0.07$  мин [11, с. 188]

$$t_{всп} = 0,312 + 0,36 + 0,07 = 0.734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_0 + t_{в}, \text{ мин;}$$

$$t_{опер.} = 1,05 + 0.734 = 1,784 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 95]:

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot 1,784 = 0,11 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		61

$$t_{отл} = 4\% \cdot 1,784 = 0,09 \text{ мин.}$$

$$t_{шт} = 1,784 + 0,11 + 0,09 = 1,98 \text{ мин.}$$

5. Расчет норм времени для истового обтачивания (операция 005 переход 2):

$$t_{шт} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ мин.}$$

$t_{шт}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S}, \text{ мин.} \quad L_{р.х.} = l_{вр} + l_{д} + l_{подв} + l_{пер}, \text{ мм}$$

где:  $L_{р.х.}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{р.х.} = l_{вр} + l_{д} + l_{подв} + l_{пер}$$

$l_{д}$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}, l_{подв}, l_{пер}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 13 - Расчет основного времени

$t_0^4$	$t_0^{43}$	$t_0^3$	$t_0^2$	$t_0^{47}$	$t_0^{10}$	$\Sigma t_0$
0,16	0,02	0,22	0,36	0,3	0,125	1,185

Вспомогательное время  $t_{всп}$ :

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ мин.}$$

где:  $t_{в1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{в3}$  — время, связанное с измерением.

$t_{в1} = 0,38 \cdot 0,8 = 0,304 \text{ мин}$  [11, с. 35];  $t_{в2} = 0,36 \text{ мин}$ ; [11, с. 95]  $t_{в3} = 0,07 \text{ мин}$ . [11, с. 188]

$$t_{всп} = 0,312 + 0,36 + 0,07 = 0,734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_0 + t_{в}, \text{ мин.}$$

$$t_{опер.} = 1,185 + 0,734 = 1,919 \text{ мин}$$

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Время на обслуживание [11, с.95]:

$$t_{\text{обс}} = 6,5\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ мин};$$

$$t_{\text{обс}} = 6,5\% \cdot 1,919 = 0,12 \text{ мин},$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{\text{отл}} = 4\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ мин};$$

$$t_{\text{отл}} = 4\% \cdot 1,919 = 0,1 \text{ мин},$$

$$t_{\text{ум}} = 1,919 + 0,12 + 0,10 = 2,139 \text{ мин}.$$

6. Расчет норм времени для чистового растачивания (операция 010):

$$t_{\text{ум}} = t_{\text{опер.}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}, \text{ мин}.$$

$t_{\text{ум}}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S}, \text{ мин}.$$

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{д}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{подв}} + l_{\text{пер}}, \text{ мм}$$

где:  $L_{\text{р.х.}}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{вр}} + l_{\text{д}} + l_{\text{подв}} + l_{\text{пер}}$$

$l_{\text{д}}$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{\text{вр}}, l_{\text{подв}}, l_{\text{пер}}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 14 - Расчеты основного времени

$t_0^{6-2}$	$t_0^{8-2}$	$t_0^{14-2}$	$t_0^{23-2}$	$t_0^{20-2}$	$t_0^{18-2}$	$t_0^{7-2}$	$t_0^{8-3}$
0,156	0,18	0,16	0,1	0,08	0,15	0,21	0,156
$t_0^{15-2}$	$t_0^{7-2}$	$t_0^{16-2}$	$t_0^{4-2}$	$t_0^{30-2}$	$t_0^{42}$	$t_0^{12}$	$t_0^{13}$
0,156	0,018	0,17	0,12	0,21	0,156	0,156	0,018
$t_0^{21}$	$t_0^{18}$	$t_0^{27}$	$t_0^{26}$	$t_0^{25}$	$t_0^{23}$	$t_0^{33}$	$t_0^{32}$
0,156	0,18	0,156	0,018	0,156	0,17	0,156	0,08
$t_0^{34}$	$t_0^{17}$	$\sum t_0$					
0,156	0,22	3,73					

Вспомогательное время  $t_{\text{всп}}$ :

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}} + t_{\text{в3}}, \text{ мин}.$$

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.198.00.00 ПЗ				



где:  $t_{a_1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{a_2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{a_3}$  — время, связанное с измерением.

$t_{a_1} = 0.38 \cdot 0,8 = 0,304$  мин [11, с. 35];  $t_{a_2} = 0.36$  мин; [11, с. 95]  $t_{a_3} = 0.07$  мин. [11, с. 188]

$$t_{всп} = 0,312 + 0,36 + 0,07 = 0.734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_0 + t_e, \text{ мин.};$$

$$t_{опер.} = 3,73 + 0.734 = 4,4 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание [11, с. 95]:

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot t_{оп}, \text{ мин.};$$

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot 4,4 = 0,29 \text{ мин.},$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин.};$$

$$t_{отл} = 4\% \cdot 4,4 = 0,27 \text{ мин.},$$

$$t_{ит} = 4,4 + 0,29 + 0,27 = 4,96 \text{ мин.}$$

7. Расчет норм времени для полуставового растачивания (операция 010):

$$t_{ит} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ мин.}$$

$t_{ит}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.}}{n \cdot S_m}, \text{ мин.}$$

где:  $L_{р.х.}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{р.х.} = l_{вр} + l_d + l_{подв} + l_{пер}$$

$l_d$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}$ ,  $l_{подв}$ ,  $l_{пер}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 15 - Расчет основного времени

$t_o^{8-1}$	$t_o^{6-1}$	$t_o^{14-1}$	$t_o^{15-1}$	$t_o^{7-1}$	$t_o^{16-1}$	$t_o^{19-1}$	$t_o^{17-1}$
0,127	0,04	0,1	0,04	0,38	0,15	0,31	0,156
$t_o^{7-1}$	$t_o^{30-1}$	$t_o^{10-1}$	$\sum t_o$				
0,156	0,018	0,1	1,3				

Вспомогательное время  $t_{всп}$ :

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ мин.}$$

где:  $t_{в1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента);

$t_{в3}$  — время, связанное с измерением.

$$t_{в1} = 0,38 \cdot 0,8 = 0,304 \text{ мин [11, с. 35]; } t_{в2} = 0,36 \text{ мин; [11, с. 95] } t_{в3} = 0,07 \text{ мин. [11, с. 188]}$$

$$t_{всп} = 0,312 + 0,36 + 0,07 = 0,734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_o + t_{в}, \text{ мин;}$$

$$t_{опер.} = 1,3 + 0,734 = 2,034 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 95]:

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot 2,034 = 0,13 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ мин;}$$

$$t_{отл} = 4\% \cdot 2,034 = 0,11 \text{ мин,}$$

$$t_{шт} = 2,034 + 0,13 + 0,11 = 2,274 \text{ мин.}$$

8. Расчет норм времени для чистового растачивания (операция 015):

$$t_{шт} = t_{опер.} + t_{обс} + t_{отл}, \text{ мин.}$$

$t_{шт}$  — штучное время:

Основное время  $t_o$  рассчитывается по формуле:

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s}, \text{ МИН.}$$

где:  $L_{p.x.}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{p.x.} = l_{вр} + l_d + l_{подв} + l_{пер}$$

$l_d$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{вр}$ ,  $l_{подв}$ ,  $l_{пер}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 16 - Расчет основного времени

$t_0^4$	$t_0^3$	$\Sigma t_0$
0,42	0,18	0,6

Вспомогательное время  $t_{всп}$ :

$$t_{всп} = t_{в1} + t_{в2} + t_{в3}, \text{ МИН.}$$

где:  $t_{в1}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{в2}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка, управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{в3}$  — время, связанное с измерением.

$t_{в1} = 0,38 \cdot 0,8 = 0,304$  мин [11, с. 35];  $t_{в2} = 0,36$  мин; [11, с. 95]  $t_{в3} = 0,07$  мин. [11, с. 188]

$$t_{всп} = 0,312 + 0,36 + 0,07 = 0,734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{опер.} = t_0 + t_{в}, \text{ МИН;}$$

$$t_{опер.} = 0,6 + 0,734 = 1,334 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 95]:

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot t_{оп}, \text{ МИН;}$$

$$t_{обс} = 6,5\% \cdot 1,334 = 0,08 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{отл} = 4\% \cdot t_{оп}, \text{ МИН;}$$

$$t_{отл} = 4\% \cdot 1,334 = 0,07 \text{ мин,}$$

$$t_{ит} = 1,334 + 0,8 + 0,07 = 1,484 \text{ мин.}$$

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9. Расчет норм времени для полуставочного растачивания (операция 015):

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{опер}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{омл}}, \text{ МИН.}$$

$t_{\text{шт}}$  — штучное время:

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{n \cdot S}, \text{ МИН.} \quad L_{\text{р.х.}} = l_{\text{д}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{подв}} + l_{\text{пер}}, \text{ ММ.}$$

где:  $L_{\text{р.х.}}$  — длина рабочего хода, рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{вр}} + l_{\text{д}} + l_{\text{подв}} + l_{\text{пер}}$$

$l_{\text{д}}$  — обрабатываемая длина детали;

$l_{\text{вр}}, l_{\text{подв}}, l_{\text{пер}}$  — длины врезания, подвода и схода соответственно.

Таблица 17 - Расчет основного времени

$t_0^{35}$	$t_0^{38}$	$\sum t_0$
0,37	0,04	0,41

Вспомогательное время  $t_{\text{всп}}$ :

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}} + t_{\text{в3}}, \text{ МИН.}$$

где:  $t_{\text{в1}}$  — время, связанное с установкой и снятием заготовки;

$t_{\text{в2}}$  — время, связанное с переходом (включение, выключение станка,

управление станком, подвод инструмента, смена инструмента):

$t_{\text{в3}}$  — время, связанное с измерением.

$t_{\text{в1}} = 0.38 \cdot 0.8 = 0.304$  мин [11, с. 35];  $t_{\text{в2}} = 0.36$  мин; [11, с. 95]  $t_{\text{в3}} = 0.07$  мин. [11, с. 188]

$$t_{\text{всп}} = 0.312 + 0.36 + 0.07 = 0.734 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{опер.}} = t_0 + t_{\text{в}}, \text{ МИН.}$$

$$t_{\text{опер.}} = 0.41 + 0.734 = 1.044 \text{ мин}$$

Время на обслуживание [11, с. 95]:

$$t_{\text{обс}} = 6.5\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ МИН.}$$

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

$$t_{\text{обс}} = 6,5\% \cdot 1,044 = 0,06 \text{ мин,}$$

Время на отдых и личные надобности [11, с. 204]:

$$t_{\text{отл}} = 4\% \cdot t_{\text{оп}}, \text{ мин;}$$

$$t_{\text{отл}} = 4\% \cdot 1,044 = 0,05 \text{ мин,}$$

$$t_{\text{ит}} = 1,044 + 0,06 + 0,05 = 1,055 \text{ мин.}$$

Таблица 18 – Нормы времени

№	Название операции	$t_o$ , мин	$t_v$ , мин	$t_{\text{опер}}$ , мин	$t_{\text{обс}}$ , мин	$t_{\text{отл}}$ , мин	$t_{\text{ит}}$ , мин
005 пер.1	Токарная на ОЦ	1,05	0,714	1,784	0,11	0,09	1,98
005 пер.2	Токарная на ОЦ	1,185	0,734	1,919	0,12	0,1	2,139
010 пер.1	Токарная на ОЦ	1,3	0,83	2,23	0,13	0,11	2,274
010 пер.2	Токарная на ОЦ	3,73	0,734	4,4	0,29	0,27	4,96
015 пер.1	Токарная на ОЦ	0,41	0,7	1,014	0,06	0,05	1,055
015 пер.2	Токарная на ОЦ	0,6	0,814	1,414	0,08	0,07	1,484
020 пер.1	Сверлильная на ОЦ	2,14	2,02	7,35	0,25	0,25	7,85
020 пер.2	Фрезерная на ОЦ	1,51	0,98	2,49	0,09	0,09	2,67
020 пер.3	Сверлильная на ОЦ	0,58	0,46	1,043	0,036	0,036	1,115

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для операции №015 Токарная с ЧПУ.

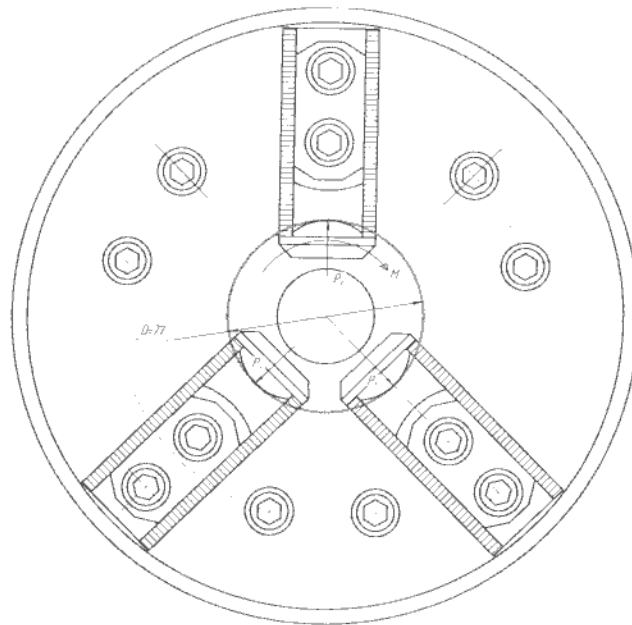


Рисунок 23 - Схема расчета усилия закрепления

Исходя из расчетной схемы (рисунок 23), определим усилие зажима по формуле [4, с.377]:

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot M}{n \cdot D \cdot f} \quad (14)$$

где  $f = 0,3$  - коэффициент трения между деталью и кулачками приспособления

$D=77$ мм - диаметр детали;

$n=3$  - количество кулачков в патроне;

$M$  - крутящий момент; определяется по формуле:

$$M = P_z \cdot r, (15)$$

где  $P_z = 2579$ Н - максимальная окружная сила резания;

$r$  - радиус детали,  $r=73$  мм;

$$M = 2579 \cdot 38,5 = 99299 \text{ Нмм.}$$

$k$  - коэффициент, учитывающий неоднородность качества материалов, изменение положений опорных реакций в результате отклонений реальных

										Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	151900.2016.198.00.00 ПЗ					69

технологических баз от идеальной геометрической формы и т.д. находим по формуле[4, с.372]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (16)$$

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

$k_1$  - коэффициент, учитывающий состояние технологической базы. При чистовых базах  $k_1=1$ ;

$k_2$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления инструмента ( $k_2=1,5$ );

$k_3$  - коэффициент, учитывающий ударную нагрузку на инструмент при обработке прерывистых поверхностей ( $k_3=1$ );

$k_4$  - коэффициент, учитывающий стабильность силового привода. При механизированном приводе  $k_4=1$ ;

$k_5$  - коэффициент, учитывающий наличие момента, стремящегося повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси. При установке на опоры с ограниченными поверхностями контакта  $k_5=1$ .

$$k = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25 < 2,5 \text{ то принимаем } 2,5$$

$$Q = \frac{2 \cdot 2,25 \cdot 99299}{3 \cdot 38,5 \cdot 0,3} = 12895H.$$

Усилие на штоке цилиндра определяется, исходя из соотношения плеч рычага передаточного механизма (рисунок 24):

$$Q_{ум} = \frac{n \cdot P_3 \cdot l_2}{l_1} \quad (17)$$

$$Q_{ум} = \frac{3 \cdot 6447 \cdot 45}{100} = 8704H.$$

Так как пуск воздуха производится в штоковую полость, то диаметр цилиндра можно найти по формуле [4, с.461]:

$$D_u = \sqrt{\frac{Q_{ум}}{0,75 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}} \quad (18)$$

где  $p$  - давление воздуха ( $p=0,4$ МПа);

					151900.2016.198.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$\eta$ -КПД. ( $\eta=0,9$ ).

$$D_{ц} = \sqrt{\frac{8704}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9}} = 97,9 \text{ мм.}$$

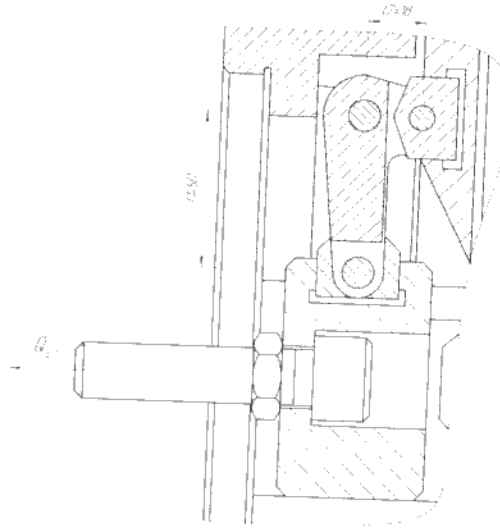


Рисунок 24 - Схема определения усилия на штоке цилиндра и расчета передаточного механизма

Диаметр цилиндра принимается из стандартного ряда. Принимаем ближайший диаметр гидроцилиндра  $D_{ц}=100$  мм.

Действительное усилие на штоке, исходя из формулы (18):

$$Q_{шт} = 0,75 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 100^2 = 9478 \text{ Н.}$$

## 2.2 Выбор типа и размера резца и марки инструментального материала

Принимаем резец расточной сечением державки  $h \times b = 25 \times 16$  мм, длиной  $L = 150$  мм, с углом врезки пластины в стержень  $12^\circ$ , с пластиной из твёрдого сплава марки Т5К10 ГОСТ 19265-73. Форма пластины по ГОСТ 25395-82. Размеры резца принимаем в соответствии с ГОСТ 18871-73.

Выбор геометрических параметров режущей части резца.

Форму заточки передней поверхности принимаем в соответствии с ГОСТ 18877-73.

По карте 9 [10, с. 38] устанавливаем геометрические параметры режущей части инструмента, в соответствии с которыми производится их заточка.

Для обработки принимаем следующие геометрические параметры:

$$\varphi = 60^\circ; \varphi_1 = 12^\circ; \gamma = 15^\circ; \alpha = 17^\circ; \lambda = 12^\circ; r = 0,1 \text{ мм}; \gamma_1 = -5^\circ; f_R = 3 \text{ мм.}$$

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		71



### 2.3 Расчет приспособления для проверки торцевого биения

Проектируемое контрольное приспособление предназначено для проверки торцевого биения относительно отверстия (рисунок 25).

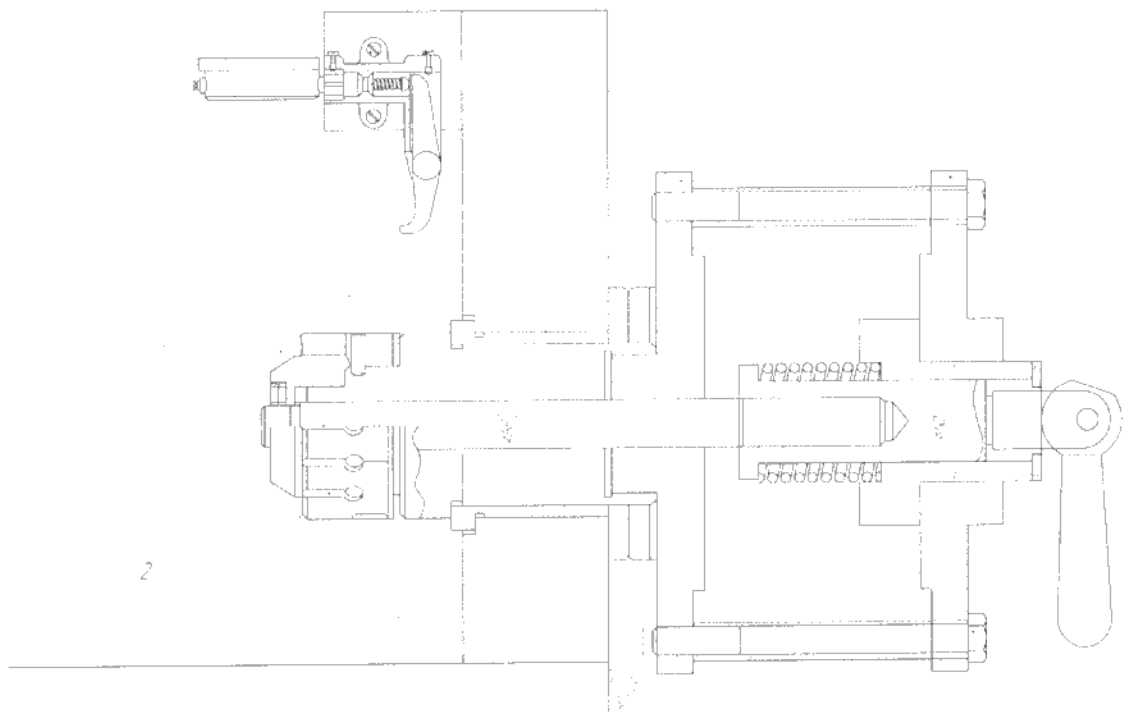


Рисунок 25 – Приспособление контрольное

Здесь для установки и закрепления детали используется установочно-зажимной узел с цангой. Проверяемую деталь устанавливают на цангу 1, которую разжимают конусной втулкой 2 посредством эксцентрика 3 и штока 4, при этом индикатор 5 должен быть выставлен на ноль. Для обеспечения постоянства разжима цанги эксцентриком, сила зажима последнего передается на шток через пружину 6. Все цанговое устройство вместе с проверяемой деталью вращается во втулке 7, при этом на индикаторе отображаются неточности изготовления. После проверки одного торца деталь переворачивают для проверки биения другого торца.

Приспособление работает с индикатором часового типа Б-10М с ценой деления 0,001 мм по ГОСТ 5368-81. Погрешность индикатора 0,002 мм.

Общая погрешность приспособления должна быть:

$$\delta_{\text{пр}} \leq 0,25 T \quad (2.3.1)$$

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	151900.2016.453.00.00 ПЗ				

где  $T$  – измеряемый допуск на торцевое биение,  $T = 0,03$ .

Таким образом  $\delta_{пр} \leq 0,0075$ .

Общая погрешность приспособления будет складываться из погрешности индикатора  $\delta_{инд} = 0,002$  мм, погрешности неперпендикулярности цанги к оси посадочного отверстия  $\delta = 0,002$  мм и зазор в осевом направлении  $S_{max} = 0,0035$  мм. В радиальном направлении зазор выбирается.

$$\delta_{пр} = 0,002 + 0,002 + 0,0035 = 0,0075 \text{ мм.}$$

$$0,0075 = 0,0075.$$

## 2.4 Проектирование РТК

Таблица 19 – Карта координат опорных точек

Участок	Контур	Координаты конца участка						n об/м ин	S мм/ мин
		X		$\Delta X$	Y		$\Delta Y$		
		мм	Дискр	Дискр	мм	дискр	Дискр		
0-1	прям	89	17800	-6200	141	14100	-5900	570	171
1-2	“-	84	16800	-1000	141	14100	0	570	171
2-3	“-	19	3800	-1300	141	14100	0	570	171
3-4	“-	19	3800	0	151	15100	1000	570	171
4-5	“-	84	16800	13000	151	15100	0	570	УСК
5-6	“-	84	16800	0	141	14100	-1000	570	УСК
6-7	“-	84	16800	0	133	13300	-800	570	171
7-8	“-	92	18400	1600	133	13300	0	570	171
8-9	“-	120	24000	5600	200	20000	6700	570	171
9-10	“-	23	4600	-19400	120	12000	-8000	570	УСК
10-11	“-	23	4600	0	48	4800	-7200	580	УСК
11-12	“-	23	4600	0	11	1100	-3700	580	525
12-13	“-	0	0	-4600	11	1100	0	580	525
13-14	“-	0	0	0	111	11100	10000	580	525
14-15	“-	33	6600	6600	111	11100	0	580	525
15-16	“-	33	6600	0	51	5100	-6000	580	525
16-17	“-	0	0	-6600	51	5100	0	580	525
17-18	“-	0	0	0	131	13100	8000	580	525
18-19	“-	35	7000	7000	131	13100	0	580	525
19-20	“-	35	7000	0	103	10300	-2800	580	525
20-21	“-	0	0	-7000	103	10300	0	580	525
21-22	“-	0	0	0	138	13800	3500	580	525
22-23	“-	45	9000	9000	138	13800	0	580	525
23-24	“-	45	9000	0	128	12800	-1000	580	525

Продолжение таблицы 19

24-25	-"-	0	0	-9000	128	12800	0	580	525
25-26	-"-	0	0	0	145	14500	1700	580	525
26-27	-"-	60	12000	12000	145	14500	0	580	525
27-28	-"-	60	12000	0	136	13600	-900	580	525
28-29	-"-	0	0	-12000	136	13600	0	580	525
29-30	-"-	0	0	0	156	15600	2000	580	525
30-31	-"-	120	24000	24000	200	20000	4400	580	УСК
31-32	-"-	63	12600	-11400	145	14500	-5500	580	УСК
32-33	-"-	63	12600	0	141	14100	-400	580	175
33-34	-"-	63	12600	0	133	13300	-800	590	175
34-35	-"-	48	9600	-3000	133	13300	0	590	175
35-36	-"-	48	9600	0	125	12500	-800	590	175
36-37	-"-	38	7600	-2000	125	12500	0	590	175
37-38	-"-	38	7600	0	100	10000	-2500	590	175
38-39	-"-	36	7200	-400	100	10000	0	590	175
39-40	-"-	36	7200	0	48	4800	-5200	590	175
40-41	-"-	26	5200	-2000	48	4800	0	590	175
41-42	-"-	26	5200	0	8	800	-4000	590	175
42-43	-"-	0	0	-5200	8	800	0	590	175
43-44	-"-	0	0	0	156	15600	14800	590	175
44-45	-"-	120	24000	24000	200	20000	4400	590	УСК

Проверка  $\sum \Delta X = 0$  ,  $\sum \Delta Z = 0$

$$\sum \Delta X = 0 \quad \sum \Delta Z = 0$$

ОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Формат кадра: N3 G2 X+43 Z+43 F31 S4 T2

N имеет 3 разряда, не значащие 0 пишут; G имеет два разряда не значащие 0 пишут; функция x – 4 разряда до занятой 3 после, + не пишется, - пишется, не значащие 0 пишут; функция z – 4 разряда до запятой 3 после, + не пишется, - пишется, не значащие 0 пишут; функция подачи – 3 разряда до запятой, 1 после, не значащие 0 пишут; функция главного движения 4 разряда до запятой не значащие 0 пишут, функция инструмента 2 знака до запятой 0 пишут.

					151900.2016.453.00.00 ПЗ				Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

Таблица 20 – Программа

Программа	Комментарии
% N001 G01 G27 G97 T01 S0570 M04*	Начало программы, линейная интерполяция. Работа в абсолютной системе координат, функция скорости в об/мин, инструмент в ячейке 1, n=570 об/мин. Включение шпинделя против часовой стрелки, конец кадра
N002 G94 X008900 Z 014100 F7000 M08 L101*	Подача в мм/мин, перемещение по оси x d= 89 по z на 141 , ускоренная подача, включение СОЖ, одиночный коррекция по оси x, корректор №1, конец кадра.
N003 X008400 F1171*	Перемещение по оси x на d=84 мм с подачей 171 мм/мин, конец кадра.
N004 X001900 *	Перемещение по оси x на d=19 мм, конец кадра.
N005 Z015100 *	Перемещение по оси Z на 151 мм, конец кадра.
N006 X008400 F7000 *	Перемещение по оси x на d=84 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N007 Z014100 *	Перемещение по оси Z на 141 мм, конец кадра.
N008 Z013300 *	Перемещение по оси Z на 133 мм, конец кадра.
N009 X009200 *	Перемещение по оси x на d=92 мм, конец кадра.
N010 X012000 Z020000 F7000 *	Подача в мм/мин, перемещение по оси x d= 120 по z на 200, ускоренная подача, конец кадра.
N011 X002300 Z 012000 F7000 L102*	Перемещение по оси x d= 23 по z на 120 , ускоренная подача, корректор №2, конец кадра.
N012 Z004800 S 0580 F1525*	Перемещение по по Z на 48 мм, n=580 об/мин. с подачей 525 мм/мин, конец кадра.
N013 Z001100 *	Перемещение по оси Z на 11 мм, конец кадра.
N014 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N015 Z011100 F7000*	Перемещение по оси Z на 111 мм, ускоренная подача, конец кадра.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Лист

75

Продолжение таблицы 20

N016 X003300 F7000*	Перемещение по оси X на d=33 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N017 Z005100 *	Перемещение по оси Z на 51 мм, конец кадра.
N018 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N019 Z013100 F7000*	Перемещение по оси Z на 131 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N020 X003500 F7000*	Перемещение по оси X на d=35 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N021 Z010300 *	Перемещение по оси Z на 103 мм, конец кадра.
N022 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N023 Z013800 F7000*	Перемещение по оси Z на 138 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N024 X004500 F7000*	Перемещение по оси X на d=45 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N025 Z012800 *	Перемещение по оси Z на 128 мм, конец кадра.
N026 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N027 Z014500 F7000*	Перемещение по оси Z на 145 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N028 X006000 F7000*	Перемещение по оси X на d=60 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N029 Z013600 *	Перемещение по оси Z на 136 мм, конец кадра.
N030 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N031 Z015600 F7000*	Перемещение по оси Z на 156 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N032 X012000 Z020000 F7000 *	Подача в мм/мин, перемещение по оси x d= 120 по z на 200, ускоренная подача, конец кадра.
N033 X006300 Z 014500 F7000 L103*	перемещение по оси x d= 63 по z на 145 , ускоренная подача, корректор №3, конец кадра.
N034 Z014100 S 0590 F1175*	Перемещение по по Z на 141 мм, n=590 об/мин. с подачей 175 мм/мин, конец кадра.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

151900.2016.453.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 20

N035 Z013300 *	Перемещение по оси Z на 133 мм, конец кадра.
N036 X004800 *	Перемещение по оси x на d=48 мм, конец кадра.
N037 Z012500 *	Перемещение по оси Z на 125 мм, конец кадра.
N038 X003800 *	Перемещение по оси x на d=38 мм, конец кадра.
N039 Z010000 *	Перемещение по оси Z на 100 мм, конец кадра.
N040 X003600 *	Перемещение по оси x на d=36 мм, конец кадра.
N041 Z004800 *	Перемещение по оси Z на 48 мм, конец кадра.
N042 X002600 *	Перемещение по оси x на d=26 мм, конец кадра.
N043 Z000800 *	Перемещение по оси Z на 8 мм, конец кадра.
N044 X000000 *	Перемещение по оси x на d=0 мм, конец кадра.
N045 Z015600 F7000*	Перемещение по оси Z на 156 мм, ускоренная подача, конец кадра.
N046 X012000 Z020000 F7000 M05 M09 M02*	Перемещение по оси X на d=120 мм, по оси z на 200 мм с ускоренной подачей, остановка шпинделя, выключение СОЖ, конец программы, конец кадра

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

151900.2016.453.00.00 ИЗ

Лист

77

### 3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Строительный раздел дипломного проекта включает в себя выполнение планировки участка механической обработки детали фланец и выбор здания цеха.

На участке предполагается пролет с мостовым краном, одна из причин его использования в обеспечении высокой мобильности при передвижении груза по участку. В данном случае таким грузом может быть тара с деталями в случае необходимости ее перемещения по цеху или оборудование.

Положение станков координируется относительно колонн; этим достигается возможность точного определения места каждого станка независимо от положения соседних станков. Колоннам в каждом пролете присваивается номер. Расстояния от определенной колонны в двух направлениях фиксирует месторасположение станка в цехе. При расстановки станков приняты нормативные размеры промежутков между станками в продольном и поперечном направлениях. Эти размеры гарантируют удобство выполнения работ на станках, достаточную свободу движения людей и межоперационного транспорта.

3.1 Выбор варианта расположения оборудования на участке механической обработки.

Расположение станков на участке механической обработки определяется организационной формой производственного процесса, длиной станочных участков, числом станков, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки и другими факторами.

Обработка детали осуществляется на обрабатывающем центре с ЧПУ VF-450.

Для перемещения детали (заготовки) предусмотрены тележки и кран электрический мостовой однобалочный опорный.

Заготовка подается на участок в кюветках. Станок расположен согласно планировке, в удобном и хорошо освещаемом месте. После механической

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						78
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

обработки готовые детали складываются в специально отведенное место – стеллаж, откуда по мере необходимости подаются на участок узловой сборки.

Участок отвечает всем требованиям техники безопасности и охране труда. Участок оснащен естественной и искусственной вентиляцией, освещением, пожарным краном, пожарным щитом, аптечкой.

При расположении оборудования предусматривались кратчайшие пути движения детали.

- Определяем расчетный такт выпуска

$$\tau_p = \frac{F_o \cdot 60}{N} \text{ мин}$$

где  $F_o$  - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч

$$F_o = 2040 \text{ ч}$$

[10, с.18]

$N$  - годовая программа выпуска, шт.

$$N = 1000 \text{ шт./год}$$

$$\tau_p = \frac{2040 \cdot 60}{1000} = 122,4 \text{ мин}$$

- Определяем действительный такт выпуска

$$\tau = \tau_p \cdot \left(1 - \frac{\beta}{100}\right) \text{ мин}$$

где  $\beta$  - потери времени, % оперативного времени, на организационно-технологическое обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы

$$\beta = 6,8\%, \text{ принимаем } \beta = 8\%$$

[10, с.19]

$$\tau = 122,4 \cdot \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 112,6 \text{ мин}$$

округляем полученное значение до ближайшего меньшего  $\tau = 112,5 \text{ мин}$ .

- Определяем число станков в непрерывно-поточной линии

$$C_{\text{расч.}} = \frac{t_{\text{шт.}}}{\tau}$$

где  $t_{\text{шт.}}$  - штучное время (станкочас) выполнения операции, шт.

$\tau$  - такт выпуска деталей с линии, шт.

Количество станков на 005 операции

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



$$C_{\text{расч.}} = 4,119 / 112,5 = 0,03 \text{ шт.}, \text{ принимаем } C_{\text{прин.005}} = 1$$

Количество станков на 010 операции

$$C_{\text{расч.}} = 7,23 / 112,5 = 0,06 \text{ шт.}, \text{ принимаем } C_{\text{прин.010}} = 1$$

Количество станков на 015 операции

$$C_{\text{расч.}} = 2,538 / 112,5 = 0,02 \text{ шт.}, \text{ принимаем } C_{\text{прин.015}} = 1$$

Количество станков на 020 операции

$$C_{\text{расч.}} = 11,63 / 112,5 = 0,1 \text{ шт.}, \text{ принимаем } C_{\text{прин.020}} = 1$$

- Определяем коэффициент загрузки оборудования

$$K_{\text{загр.об.}} = C_{\text{расч.}} / C_{\text{прин.}}$$

$$K_{\text{загр.об.005}} = 0,03 / 1 = 3\%$$

Применение 4-х станков не целесообразно, так как программа выпуска деталей не большая (1000шт/г.) и загрузка станков составляет от 2% до 10%, следовательно, принимаем один станок на обработку данной детали.

Таблица 21 - Сводная таблица расчетных данных

№ операции	Операция	$t_{\text{маш.}}$ , мин	Такт выпуска, мин. $\tau$	Коэффициент загрузки, %		
				$C_{\text{расч.}}$	$C_{\text{прин.}}$	$K_z$
005	Токарная	4,119	112,5	1	1	3
010	Токарная	7,23		1		6
015	Токарная	2,538		1		2
020	Сверлильная	11,63		1		10

Анализируя загрузку специфику оборудования принимаем на участок 1 оператора-наладчика с ЧПУ, который будет работать и по необходимости проводить наладку располагаемого на участке оборудования (обрабатывающий центр с ЧПУ VF-450).

### 3.2 Выбор здания

Участок механической обработки изделия «фланец» планируется

разместить в одноэтажном здании, что облегчит установки тяжелого оборудования, и упростить транспортные связи.

Для данного здания выбирается сетка колонн 18×12м, где 18м – ширина пролета, 12м – шаг колонн. Длина и ширина пролета выбрана так, чтобы можно было рационально разместить оборудование на участке. При такой укрупненной сетке удобнее размещать оборудование ввиду незначительного числа колонн, вокруг которых образуется «мертвая зона». Длина пролета выбирается, исходя из количества оборудования и его рациональной планировки.

Сечение колонн выбирается в зависимости от ширины пролета и грузоподъемности крана. При ширине пролета 18 м и грузоподъемности крана 5 т размеры сечения колонн 400×600, размеры фундамента колонн 5200×3600 по ГОСТ 25628-90. Типоразмер колонны для крана грузоподъемностью 5т. и величиной здания 8,4м. – 7КК96 ГОСТ 25628-90.

Высота пролета рассчитывается с учетом размеров выбранного крана, максимальной высоты станка и размеров перемещаемого груза.

Для определения высоты пролета необходимо рассчитать высоту рельсового пути, которая в дальнейшем приводится к унифицированному значению (рисунок 26).

Для перемещения грузов по участку предусмотрен опорный мостовой электрический однобалочный кран модели 1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89.

Под высотой пролета Н понимается расстояние от уровня пола до нижней части несущих конструкций покрытия здания.

Высота пролета Н определяется по схеме, приведенной на рисунке 12 с учетом перемещения груза над оборудованием на безопасном расстоянии. Вначале определяется расчетная величина, потом она приводится к значению из нормализованного ряда.

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

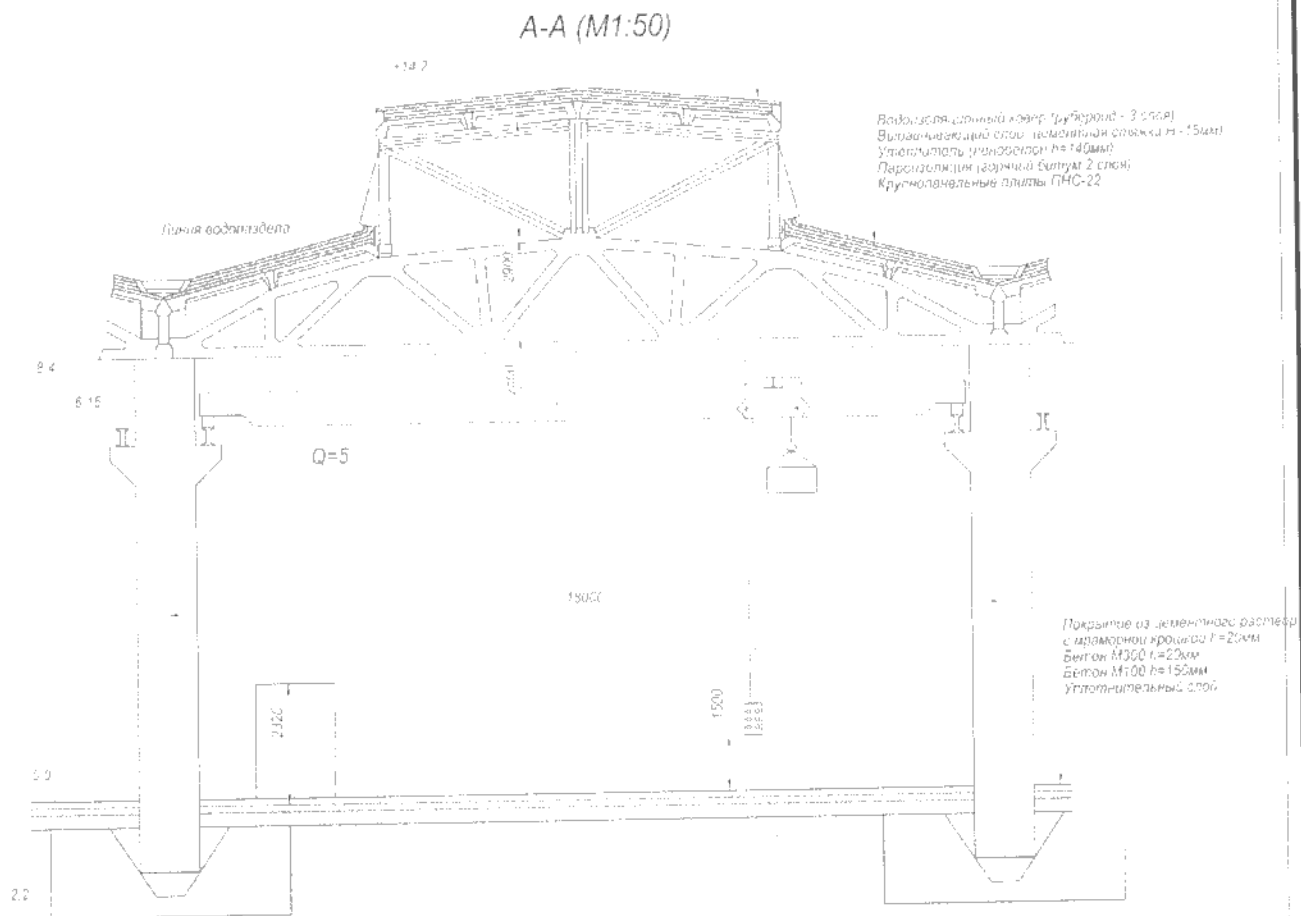


Рисунок 26 - Разрез здания

Для мостового опорного крана вначале определяется величина  $H_1$  – высота расположения рельса кранового пути:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

где  $h_1$  – максимальная высота оборудования, определяемая с учетом крайних положений подвижных частей станка, но не менее 2,3 м;  $h_1 = 2,320$  м;

$h_2$  – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, м;  $h_2 = 0,4$  м;

$h_3$  – высота транспортируемых грузов со стропами, м;  $h_3 = 2,2$  м;

$h_4$  – размер крана по паспорту (от точки самого верхнего положения крюка до рельсового пути), м;  $h_4 = 1,1$  м; [10, с. 43]

$$H_1 = 2,32 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,02 \text{ м.}$$

$H_1$  принимаем равной 6,15 м. согласно унифицированному ряду. [10, с. 43]

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		82

Учитывая габаритный размер крана, принимаем стандартную высоту пролета  $H=8,4$  м.

Пол участка состоит из следующих строительных слоев:

- 1) покрытие из цементного раствора с мраморной крошкой (20 мм);
- 2) бетонный слой М300 (20 мм);
- 3) бетонный слой М100 (150 мм);
- 4) уплотнительный слой.

Кровля крыши выполняется из следующих слоев:

- 1) водоизоляционный ковер (рубероид 3 слоя);
- 2) выравнивающий слой (цементная стяжка 15 мм);
- 3) уплотнитель (пенобетон 140 мм);
- 4) пароизоляция (горячий битум 1-2 слоя);
- 5) Крупнопанельные плиты ПНС-22.

### 3.3 Проектирование подсистемы удаления стружки

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на  $1 \text{ м}^2$  цеха. Критерием оценки выбранного варианта являются минимальные приведенные затраты на годовой выпуск.

Количество металлической стружки, образующейся при обработке металла, определяется по формуле:

$$M = Q \cdot k_{\text{стр}} / S \cdot 1000 \text{ т/год}$$

где:  $S$  — производственная площадь,  $\text{м}^2$

$$S = a \cdot b, \text{ м}^2$$

$$S = 12,1 \cdot 5 = 60,5 \text{ м}^2$$

$Q$  - количество металла, поступающего на обработку, т/год,

$$Q = m_{\text{д}} \cdot N, \text{ кг}$$

$$Q = 1,35 \cdot 1000 = 1350 \text{ кг} = 1,35 \text{ т}$$

$k_{\text{стр}}$  - норматив образования металлической стружки, %, (примерно 10-15%, более точно определяется по данным инвентаризации).

										Лист
										83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	151900.2016.453.00.00 ПЗ					



## 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1 Техника безопасности при работе на многооперационных станках с ЧПУ

Условия безопасности при работе на станках с ЧПУ:

- Все механизмы станков, имеющие выступающие вращающиеся части (маховики, шкивы, зубчатые колеса и т.п.), должны иметь прочные защитные ограждения.

- Станки должны быть полностью исправными. Особое внимание должно уделяться исправности устройств ЧПУ, защитных фартуков, тормозов, муфт включений, рациональности управляющей программы.

- Кнопки электропусковых двигателей должны иметь четкие и ясные надписи.

- Настил пола на рабочих местах не должен иметь изъянов. На полу не должно быть масляных луж, грязи, мусора, являющихся причиной скольжения рабочих.

- Инструменты с изношенными конусами и хвостовиками не должны находиться в инструментальном магазине. Необходимо выявлять эти инструменты и заменять их на пригодные для обработки.

- Рабочие и обслуживающий персонал обязаны следить за чистотой и порядком на рабочих местах, организация рабочих мест должна соответствовать установленным схемам;

- При неисправности пресса или при временном перерыве работы электродвигатель должен быть выключен;

- К работе могут быть допущены только рабочие, прошедшие вводный и первичный инструктаж.

### 4.2 Виды работ

Все виды работы делятся по категориям на:

- легкую (работа, при которой энергозатраты не превышает 172 Дж/с);

- среднюю (работа, при которой энергозатраты 172 – 293 Дж/с);

- тяжелую (работа, при которой энергозатраты более 293 Дж/с).

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат					

151900.2016.453.00.00 ПЗ

На участке механической обработки дефлектора лафетного ствола основные производственные рабочие выполняют среднюю и легкую категории работ: замена инструмента в инструментальном магазине, проведение строповки детали при загрузке и разгрузке, ввод управляющей программы. Причем к работам на многооперационных станках с ЧПУ допускаются женщины, так как средний вес инструмента не превышает 15 кг и не превышает норм периодических предельно допустимых нагрузок для женщин в течение рабочей смены. Нормы предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную предусматривают:

- при подъеме и перемещении тяжестей в случаях, когда выполняемая работа чередуется с другой работой (до 2 раз в час), предельно допустимая масса груза составляет 15 кг,

- при подъеме и перемещении тяжестей постоянно в течение рабочей смены - 7 кг;

- величина динамической работы, совершаемой в течение каждого часа рабочей смены, не должна превышать: с рабочей поверхности - 1750 кгм, с пола - 875 кгм.

- при перемещении грузов на тележках или в контейнерах прилагаемое усилие не должно превышать 15 кг.

#### 4.3 Микроклимат

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия, которые определяются тремя факторами: температура, скорость движения воздуха, влажность.

Различают микроклимат: комфортный; с повышенной влажностью при низких и высоких температурах (литейный цех); переменный (улица).

Температура воздуха – степень нагретости воздуха.

Влажность воздуха – содержания в воздухе паров воды.

Три вида влажности:

- абсолютная (выражается в весовой единице в определенном объеме воздуха,  $г/м^3$ );

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		86

- максимальная (количество влаги при полном насыщении воздуха при данной температуре);

- относительная (отношении абсолютной влажности к максимальной, %).

На проектируемом участке механической обработки фланца выполняются работы средней и легкой тяжести, поэтому устанавливаются следующие нормы по микроклимату:

В теплый период года температура 19-21°C воздуха, относительная влажность не более 40-60%, скорость движения воздуха 0,2 м/с;

В холодный период года температура 17-19°C воздуха, относительная влажность 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

На участке механической обработки корпуса температура составляет 20°C, относительная влажность воздуха 50,2% , скорость движения воздуха 0,15...0,22 м/с. Таким образом, показатели соответствуют норме.

Параметры воздуха рабочей зоны обеспечиваются системами отопления и приточной вентиляции. Общая вытяжная вентиляция применяется для удаления из помещения нагретого воздуха, пыли, масляной аэрозоли, токсичных газов и паров. Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны масляного аэрозоля – 5 мг/м<sup>3</sup>.

#### 4.4 Вредные вещества

Вредные вещества – вещества, которые при контакте с организмом могут вызывать травмы, заболевания или отклонения в здоровье, обнаруживаемые сразу или по прошествии определенного времени. Предельно допустимая концентрация (ПДК) – концентрация вредных веществ, которая при ежедневной работе (кроме выходных дней) в течение всего рабочего стажа не вызывает отклонений в состоянии здоровья.

Вредные вещества по характеру воздействия на организм человека делятся на:

- общетоксические – вызывающие отравление всего организма (ртуть, мышьяк, свинец);

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



- раздражающие – вызывающие раздражения дыхательного тракта и слизистых оболочек (хлор, ацетон, сернистый газ);
- сенсибилизирующие – действуют как аллергены (растворители и лаки на основе нитро соединений);
- канцерогены – вызывают раковые заболевания (окислы хрома, асбест);
- мутагенные – приводят к изменению наследственной информации (свинец, марганец, радиоактивные вещества);
- вещества, влияющие на репродуктивную функцию.

Методы предосторожности, касающиеся вредных веществ: вентиляция (приточная, вытяжная, комбинированная, местная), средства индивидуальной защиты (респираторы).

Производственная пыль – взвешенные микрочастицы в воздухе. По происхождению пыль делится на:

- органическую (торфяную, угольную, древесную);
- неорганическую (металлическую, минеральную).

По воздействию на организм человека пыль делится на:

- ядовитую (растворяется в организме);
- неядовитую (раздражает слизистую оболочку, кожу, проникает в легочную ткань).

На проектируемом участке механической обработки присутствует органическая и неорганическая пыль, а также взвесь нефте- и других химических продуктов. ПДК для неорганической пыли составляет 0,6 мг/м<sup>3</sup>. Соответствие нормам обеспечивается качественной вентиляцией и своевременной уборкой.

#### 4.5 Шум

Шум – беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающие при механических колебаниях в какой-либо среде.

Шум в 20-30 Дб практически безвреден и составляет естественный звуковой фон. Допустимая граница шума до 90 Дб. Шум в 130 Дб вызывает болевые ощущения. Шум в 150 Дб не переносим человеком. Шум, излучаемый цехами механической обработки, даже при открытых окнах, вне здания цеха

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

обычно не доходит до значений, требующих ширины защитной зоны более 50 метров.

При обработке особо крупных деталей с большими скоростями, подачами и глубинами резания возникают достаточно большие звуковые излучения. Поэтому в комплект средств индивидуальной защиты (СИЗ) рабочих включают наушники и беруши.

Допустимый уровень шума в производственных помещениях на территории предприятий составляет 90 Дб. На проектируемом участке уровень шума составляет 30...95 Дб, что находится в пределах нормы.

#### 4.6 Вибрация

Вибрация – малые технические колебания, возникающие в упругих телах или в телах, находящиеся под воздействием переменного физического поля.

Воздействия вибрации на организм человека делятся:

- по способу передачи колебаний;
- по направлению действия вибрации;
- по временным характеристикам вибрации.

Виды вибрации:

- общая (передается через опорные поверхности на тело человека);
- локальная (передается через руки);
- по направлению (вертикальная и горизонтальная).

Нормы по ограничению общих вибраций (пола, оснований машин и пр.) устанавливают величину логарифмического уровня колебательной скорости (в Дб) в октавных диапазонах со среднегеометрическими значениями частот 2,4,8,16,32,63 Гц. В производственных помещениях указанное значение нормы составляет 92-107 Дб.

На участке механической обработки фланцев вибрацию создают многолезвийные инструменты (постепенные входы и выходы режущих частей из зоны резания). Особенно большие вибрации возникают при обработке больших по размерам поверхностей на черновых операциях, хотя её уровень и не

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

превышает предельно допустимых значений и изменяется в зависимости от количества работающего оборудования.

#### 4.7 Освещение и цветовая отделка

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда.

Виды освещения:

- естественное (боковое, верхнее, комбинированное);
- искусственное.

Искусственное освещение делится на:

- рабочее, не менее 100 люкс (для обеспечения нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и движения транспорта);
- аварийное, не менее 2 люкс (для продолжения работы в тех случаях, когда внезапно отключается рабочее освещение);
- эвакуационное не менее 0,5 люкс (для эвакуации людей из производственного помещения при аварии и отключении рабочего освещения);
- охранное не менее 0,5 люкс (вдоль границ территории);
- сигнальное не менее 0,2 люкс (для фиксации границ опасных зон).

Источники света для искусственного освещения: газоразрядные лампы, лампы накаливания. По конструкции все светильники делятся на: открытые, закрытые, водонепроницаемые, взрывобезопасные.

По распределению светового потока в пространстве различают:

- прямой;
- преимущественно прямой;
- рассеянный;
- отраженный;
- преимущественно отраженный свет.

Контроль освещенности проводится в горизонтальной плоскости рабочей зоны на высоте 1,5м от пола. Очистка светильников проводится не реже 4 раз в год. Очистка окон не реже 2 раз в год. Соотношение яркости между рабочими

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

поверхностями и поверхностями стен и другого оборудования 10:1. Соблюдение этих соотношений достигается выбором цвета поверхностей и их освещением.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90° с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, а защитный угол светильников не менее 40°.

Цветовая отделка помещения и оборудования выполняется с учетом воздействия цвета на организм человека — важный фактор, способствующий повышению производительности труда. Утомляемость зрения, а, следовательно, и всего организма зависит не только от недостаточного или слишком яркого освещения, но также от неправильной цветовой отделки интерьера помещений, поверхности оборудования и других объектов. Темные тона ухудшают освещенность, чрезмерно яркие — утомляют зрение. Верх стен рекомендуется окрашивать в светлые тона, низ — в темные. Опасные в отношении травматизма части машин окрашиваются в красный или оранжевый цвет (цвета техники безопасности), рукоятки управлений — в красный, оранжевый или зеленый.

#### 4.8 Отопление и вентиляция

В проектируемом цехе (а также конкретно на участке механической обработки фланцев) предусмотрена общеобменная приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая обмен воздуха с необходимой кратностью.

Вентиляцию следует предусматривать для обеспечения допустимых метеорологических условий и частоты воздуха в обслуживаемой или рабочей зоне помещения.

Для расчета отопления и вентиляции в цехах метеорологические условия должны приниматься по санитарным нормам проектирования промышленных предприятий. Для эффективной работы системы вентиляции важно выполнять следующие условия:

- кол-во приточного воздуха должно соответствовать количеству удаляемого, разница между ними должна быть минимальной;

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

- приточная и вытяжная системы в помещении должны быть правильно размещены. Приток воздуха должен производиться в рабочую зону, а вытяжка из верхней зоны помещения;

- система вентиляции не должна вызывать переохлаждение или перегрева работающих;

- система вентиляции не должна создавать шум на рабочих местах, превышающий предельно допустимые уровни.

У ворот цеха в холодное время года применяется воздушная завеса для предотвращения сквозняков. Для естественной аэрации имеются три яруса открывающихся окон.

#### 4.9 Электробезопасность

Проектируемый участок расположен в цехе, относящемся к цехам с повышенной опасностью в отношении поражения электрическим током, который характеризуется токопроводящим покрытием пола и возможностью прикосновения человека имеющимся, соединенным с землей, машинами и механизмами.

Для того чтобы работающий не контактировал с деталями, находящимися под опасным напряжением применяют фиксированные или закрепляемые кожухи, автоматическую блокировку и т.п. На проводах проходящих вблизи работающего и в случае пробоя изоляции, могущих нанести ему вред, применяют двойную или усиленную изоляцию. Также можно заземлить доступные токопроводящие части так, чтобы возникающее напряжение было снижено до безопасного значения, а защита цепи обеспечивает разъединение деталей, имеющих при неисправности низкое сопротивление.

Все силовые и управляющие кабели проходят внутри труб. Станины и другие части машин заземлены. В цехе на высоте 0,4 м. от пола по всему периметру внутри здания проходит шина заземления.

Все рубильники находятся в кожухах. Электропровода имеют цветную изоляцию, позволяющую различать провода по цвету.

#### 4.10 Производственный травматизм

										Лист
										92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	151900.2016.453.00.00 ИЗ					

Большое внимание должно быть уделено вопросам техники безопасности. Должны проводиться инструктажи ответственными за технику безопасности на предприятии, а также мастерами участков.

Виды инструктажей:

- вводный (проводит инспектор труда предприятия);
- первичный (проводит мастер на рабочем месте);
- повторный (проводится 1 раз в квартал);
- внеплановый;
- целевой.

Вводный инструктаж по охране труда проводит специалист отдела охраны труда для всех принимаемых на работу лиц, для работников, вводимых в другое структурное подразделение обучающихся общеобразовательных учреждений, проходящих практику на предприятии.

Первичный инструктаж проводится в соответствии с программой инструктажа по охране труда, изложенной на последней странице контрольного листа. При этом работник должен быть ознакомлен с действующими на предприятии инструкциями по охране труда, касающихся пожарной безопасности, оказания первой помощи пострадавшим, правил перемещения на предприятии и в цехе, электробезопасности, профессии.

Номера соответствующих инструкций вписываются в контрольный лист проведения инструктажа по охране труда с обязательными подписями работника и руководителя работ.

Инструктаж проводится с каждым работником индивидуально и должен включать демонстрацию безопасных приемов труда.

О проведении инструктажа делается отметка в контрольном листе с обязательным указанием даты проведения инструктажа и подписей инструктируемого и инструктирующего.

Повторный инструктаж имеет целью повышение уровня знаний правил и инструкций по охране труда и проводится индивидуально или с группой работников одной профессии (бригадой) по программе инструктажа на рабочем

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						93
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

месте. Такой инструктаж проходит все работающие ежеквартально до 20 числа третьего месяца каждого квартал.

Проведение инструктажа отмечается датой и подписью в контрольном листе инструктируемого и инструктирующего с обязательным указанием номеров инструкций, по которым проводился инструктаж.

Внеплановый инструктаж проводится:

- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;

- при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий;

- при введении в действие новых или изменении, законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда; замене оборудования и при других обстоятельствах, влияющих на безопасность труда;

- по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;

- при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев;

- по решению работодателя (руководителя). Внеплановый инструктаж проводится индивидуально или с группой работников одной профессии.

Объём и содержание инструктажа определяются в каждом конкретном случаях в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

Проведение инструктажа отмечается датой и подписью инструктируемого и инструктирующего в контрольном листе проведения инструктажа по охране труда. Указывается причина, вызвавшая его проведение.

Целевой инструктаж проводится в случаях: выполнения разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузка, выгрузка,

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

уборка территории и т.п.); ликвидации аварий, последствий стихийных бедствий и катастроф; производства работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение и другие документы.

Проведение инструктажа оформляется в журнале мастера с указанием даты проведения инструктажа и подписей инструктируемого и инструктирующего или в наряде - допуске на производство работ.

#### 4.11 Учет и расследования несчастных случаев

Причины возникновения несчастных случаев:

- организационная (отсутствие или некачественное обучение охране труда, отсутствие инструктажей по охране труда, неудовлетворительное содержание рабочего места);

- техническая (несоответствие нормам безопасности конструкции инструмента, неправильный выбор режима обработки и транспортировки);

- санитарно-гигиеническая (загазованность, запыленность, плохое освещение);

- психо-физиологическая (повышенная утомляемость, снижение внимательности, высокая тяжесть и напряженность труда).

Неправильные действия могут быть произвольными и намеренными.

Ошибочными можно считать действия, которые человек совершает при плохой профессиональной подготовки, отсутствия навыков и знаний, несоответствия психо – физиологических качеств.

О несчастном случае необходимо сообщить вышестоящему руководству; оказать медицинскую помощь; вызвать скорую помощь; оставить место, где произошел несчастный случай, без изменений. Для расследования несчастных случаев создается комиссия (не менее 3 человек: представители администрации, начальник отдела охраны труда, представитель профсоюзной организации, если несчастный случай с летальным исходом, то представитель прокуратуры). Если пострадало 15 и более человек, то создается государственная комиссия.

При несчастных случаях легкой и средней тяжести расследование проводится в течение 24 часов и заполняется акт по форме Н1. Расследование

					<i>151900.2016.453.00.00 И13</i>	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



тяжелых и смертельных, а также групповых несчастных случаев производится комиссией в составе: начальника предприятия, председателя профкома, технического инспектора труда, государственной инспекции по охране труда, представителя прокуратуры, и составляется акт по форме Н2.

Легкие несчастные случаи – потеря трудоспособности до 10 дней. Средние несчастные случаи – потеря трудоспособности от 10 до 30 дней. Тяжелые несчастные случаи – потеря трудоспособности более 30 дней.

Виды наказаний:

- административное (выговор с занесением в личное дело);
- дисциплинарное (перевод на нижеоплачиваемую должность);
- материальное (лишение премии);
- уголовное.

#### 4.12 Пожарная безопасность

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее моральный и материальный ущерб, иногда со смертельным исходом.

Горение – химическая реакция окисления, сопровождаемая большим выделением тепла и свечением.

Методы борьбы с пожаром:

- правильная планировка постройки здания, где учитывается Роза Ветров и рельеф местности;
- при постройки зданий применяются стены – брандмауэры.
- повышение огнестойкости здания (облицовка, оштукатуривание);
- пожарные установки (спринклерные и дренджерные);
- применение подручных средств (огнетушители, пожарные краны).

В каждом здании имеются пожарные дружины, которые проводят занятия по пожарной безопасности и соревнования. Также имеются пожарные щиты, где находятся топор, лопатка, песок, ведро, огнетушитель.

В соответствии с противопожарными нормами участок механической обработки дефлектора лафетного ствола относится к категории «Д» пожарной

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

опасности, которая характеризует производство, связанное с выпуском негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Ширина проездов, расстояние между прессами и элементами здания приняты по нормам технологического проектирования цехов механической обработки. Расстояние от оборудования до стен и колонн здания должно быть не менее 500 мм для мелкого оборудования (с размерами в плане до 1500x750 мм); не менее 1200 мм для оборудования средних габаритов (с размерами в плане до 4000x3500 мм); для крупного оборудования (с размерами в плане до 5000x6000 мм) - от стен не менее 1500 мм, от колонн - не менее 1200 мм; Расстояние между оборудованием должно устанавливаться в зависимости от конкретных условий с обеспечением безопасности производства работ и безопасного обслуживания оборудования;

При обслуживании оборудования мостовыми кранами, его расстановка (расстояния от стен и колонн) определяется с учетом обеспечения его нормального обслуживания грузоподъемными кранами;

При установке оборудования на индивидуальном фундаменте расстояния оборудования от стен, колонн должны быть приняты с учетом конфигурации смежных фундаментов.

Транспортировка отходов от зоны резания осуществляется встроенными в станок конвейерами. По ним стружка попадает в тары расположенные с тыльной стороны станка и мостовым краном транспортируются к месту общего сбора стружки.

Объем производственных помещений на одного работающего должен составлять не менее 15 м<sup>3</sup>, а площадь помещений - не менее 4,5 м<sup>2</sup>. Высота производственного помещения должна быть не менее 3,5 м.

Полы производственных помещений и складов должны быть ровными, прочными, нескользкими

Ширина проездов должна соответствовать габаритам транспортных средств или транспортируемых грузов.

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Расстояние от границ проезжей части до элементов конструкций здания и оборудования должно быть не менее 0,5 м, а при движении людей - не менее 0,8 м.

Ширина проезда при двустороннем движении должна обеспечивать гарантийную зону безопасности для транспортных средств и пешеходов: между транспортными средствами - не менее 0,6 м, свободные проходы с двух сторон пути движения транспорта - не менее 0,7 м.

С целью обеспечения эвакуации работающих в аварийных ситуациях должна быть обеспечена ширина проходов не менее 1 м, коридоров - не менее 1,4 м, дверей - не менее 0,8 м, маршей и площадок лестниц - не менее 1 м.

Ступени, пандусы, мостики должны выполняться на всю ширину прохода.

Лестницы должны иметь перила высотой не менее 1 м, ступени должны быть ровными и нескользкими. Металлические ступени должны иметь рифленую поверхность.

Дверные проемы должны быть без порогов.

В производственных помещениях должны быть выделены площади для складирования материалов, заготовок и готовых изделий.

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						98
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте был спроектирован участок механической обработки детали фланец. Установлено современное оборудование с ЧПУ, применен прогрессивный режущий инструмент.

Произведён размерный анализ технологического процесса и по его результатам определены операционные размеры детали, рассчитаны припуски на механическую обработку и рассчитана заготовка.

Спроектированы специальные станочные приспособления для механической обработки, а также контрольные приспособления. Спроектирован специальный режущий инструмент.

Произведены расчеты оптимальных режимов резания и нормирование операций.

					151900.2016.453.00.00 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.М. Дальский., – М.: Машиностроение, 2003. – Т. 2
2. Кошечкин Е.Н. Общемашиностроительные нормативы времени для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Мелкосерийное производство», Москва, издательство «Машиностроение», 1989г. - 367 с.
3. Станочные приспособления: Справочник. Том 1; под ред. Вардашкина; Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.
4. Ю. Г. Миков, С. В. Балинский «Заготовки в машиностроении: Учебное пособие к курсовому проекту» Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 1999 г. – 67 с.
5. Ю. Г. Миков, В. Ю. Рогинский «Размерный анализ технологических процессов в курсовом и дипломном проектировании» Челябинск, Издательство ЧГТУ, 1996 г. – 80 с.
6. В.И. Гузеев, В.А. Батуев. «Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением; Москва: Машиностроение, 2005. – 417 с.
7. А.М.Дальский, А.Г.Косилова «Справочник технолога машиностроителя» Том 1 Москва, Издательство «Машиностроение-1», 2003г. – 592 с.
8. А.М.Дальский, А.Г.Косилова «Справочник технолога машиностроителя» Том 2 Москва, Издательство «Машиностроение-1», 2003г г. – 626 с.
9. А.А. Панов. «Обработка металлов резанием». Справочник технолога. Москва, издательство «Машиностроение», 1988г. – 386 с.
10. Н.П.Косов, А.Н.Исаев. «Технологическая оснастка: вопросы и ответы». Москва, издательство «Машиностроение», 2005г. – 472 с.

					<i>151900.2016.453.00.00 ПЗ</i>	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

11. М. Е. Егоров «Основы проектирования машиностроительных заводов» Москва, Издательство «Высшая школа», 1989 г. – 458 с.

12. С. Г. Лакирев, С. Г. Чиненов «Практические работы по курсу проектирования приспособлений» Челябинск, ЧПИ, 1989г. – 52 с.

13. Ю. Г. Миков, Е. С. Шапранова, О. Б. Кучина, М. А. Вихрова «Технология машиностроения. Методический указания к дипломному проекту» Челябинск, Издательство ЮУрГУ, 2003 г. – 46с.

14. В. С. Карева, И. В. Серадская, П. Л. Борблик «Курсовые и дипломные проекты. Общие требования к оформлению» Челябинск, Издательство ЧГТУ, 2001г. - 568 с.

					<i>151900.2016.453.00.00 113</i>	<i>Лист</i>
						<i>101</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			151900.2016.198.00.07 СБ	Сборочный чертёж		
				Сборочные единицы		
		1		Пневмоцилиндр П-ЦВС-160	1	
				Детали		
		3		Корпус	1	
		4		Палзун	3	
		5		Кулачок	3	
		6		Сухарь	3	
		7		Рычаг	3	
		8		Вилка	6	
		9		Ось малая	3	
		10		Ось	6	
		11		Плунжер	1	
		12		Муфта	1	
				Стандартные изделия		
		14		Болт 7002-0805 ГОСТ 9048-69	1	
		15		Винт М24-90 ГОСТ 11738-84	6	
		16		Винт М24-160 ГОСТ 11738-84	6	
		17		Гайка М32 ГОСТ 2526-70	2	
151900.2016.198.00.07 СБ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Бессонов С.В.		14.06.	Лит.	Лист
Проб.		Высогорец Я.В.		14.06.	Д	1
Н.контр.		Шапранова Е.С.		14.06.16	ЮУрГУ	
Утв.		Плаксин А.В.		14.06.16	Кафедра ТПМ	
Патрон трехкулачковый						
Копировал				Формат А4		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

С.эм. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №	A1			151900.2016.198.00.06	Сборочный чертеж		
					Детали		
Подп. и дата			1	151900.2016.198.01.00	Державка	1	
			2	151900.016.198.02.00	Штифт	1	
			3	151900.2016.198.03.00	Клин	1	
Инв. №					Стандартные изделия		
			4		Винт М10х25 ГОСТ 11738-84	2	
					Прочие изделия		
Инв. №			5		Пластина ВК8 ГОСТ 18882-83	1	

151900.2016.198.00.06 СБ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Бессонов С.В.		14.06
Проб.		Высогорец Я.В.		14.06
Н.контр.		Шапранова Е.С.		27.06.14
Утв.		Плаксин А.В.		

Резец расточной  
сборный

Лит.	Лист	Листов
Д	1	1

ЮУрГУ  
Кафедра ТПМ

Копировал

Формат А4



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
		A1			151900.2016.198.00.08 СБ	Сборочный чертёж				
						Сборочные единицы				
				1		Плита				
				2		Цанга				
						Детали				
				3		Конусная втулка				
				4		Шток				
				5		Втулка				
				6		Кольцо левое				
				7		Кольцо правое				
						Стандартные изделия				
				8		Болт М12х130 ГОСТ7798-70				
				9		Винт М2,5х8 ГОСТ10336-80				
				10		Винт 3,5х4 ГОСТ17437-80				
				11		Гайка М24 ГОСТ118-71-88				
				12		Гривна ТОВ9-2011 ГОСТ3165-67				
				13		Кулачок эксцентриковый ГОСТ12191-66				
					151900.2016.198.00.08 СБ					
Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление для проверки торцевого биения			Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Бессонов С.В.		14.06					1	2
	Проб.	Высогорец Я.В.		14.06				ЮУрГУ Кафедра ТПМ		
	Н.контр.	Шапранова Е.С.								
	Утв.	Плаксин А.В.								

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Прочие изделия</u>		
		14		Индикатор Б10-Мкл.1 ГОСТ 5368-81	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Сам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A1			151900.2016.198.00.09	Планировка участка механической обработки фланца		
				Оборудование		
		1	VF-450	Обрабатывающий центр	1	
		2	1-A-5-16,5-12-38	Кран электрический мостовой опорный одноблочный ГОСТ 22045-89	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Лам. инв. №

Подп. и дата

151900.2016.198.00.09

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Бессонов С.В.		24.06.
Проб.		Кучина О.Б.		24.06.
Н.контр.		Шапранова Е.С.		24.06.16
Утв.		Плаксин А.В.		

Планировка участка  
механической обработки  
фланца

Лит.	Лист	Листов
Д	1	1

ЮУрГУ  
Кафедра ТПМ

Копировал

Формат А4