

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет Машиностроительный  
Кафедра ТПМ

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой, к.т.н.

 / А.В.Плаксин /

«28» мая 2016 г.

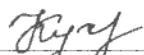
Участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала автомобиля «Урал»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – 151900.2016.577. ВКР

Консультант, должность

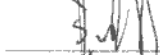
Старший преподаватель

 / О.Б.Кучина /

«27» мая 2016 г.

Руководитель, должность

Старший преподаватель

 / Я.В.Высогорец /

«24» мая 2016 г.

Консультант, должность

Старший преподаватель

 / Е.С.Шапранова /

«23» мая 2016 г.

Автор

студент группы МиМС 441

 / А.И.Тазиров /

«26» мая 2016 г.

Нормоконтролер, должность

Старший преподаватель

 / Е.С.Шапранова /

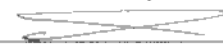

«25» мая 2016 г.

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  
 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Тагиров Антон Ильясович

(Ф. И.О. полностью)

Группа 441

1 Тема работы

Участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала  
автомобиля «Урал»

---

(название)

утверждена приказом по университету от 15.04 2016 г. № 661

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

2 Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3 Исходные данные к работе

1 Чертеж детали \_\_\_\_\_

2 Программа выпуска 10000 штук \_\_\_\_\_

3 Материалы производственной практики \_\_\_\_\_

4 Методические указания \_\_\_\_\_

---

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

1 Технологический раздел

1 1 Анализ существующего технологического процесса

1 2 Метод получения заготовки

1 3 Разработка проектного варианта

1 4 Расчет операционных размеров и размеров заготовки

1 5 Расчет линейного размерного анализа

1 6 Расчет радиального размерного анализа

1 7 Расчет режимов резания

1 8 Нормирование операций обработки детали

2 Конструкторский раздел

2 1 Расчет и проектирование шлицевой протяжки

2 2 Проектирование и расчет контрольного приспособления

2 3 Проектирование и расчет зажимного приспособления

3 Организационный раздел

3 1 Расчет количества единиц технологического оборудования и коэффициента загрузки оборудования по операциям

3 2 Определение числа производственных рабочих для многостаночного обслуживания оборудования

3 3 Определение количества наладчиков

3 4 Определение численности вспомогательных рабочих, ИТР и служащих

4 Строительный раздел

5 Безопасность жизнедеятельности

5 1 Микроклимат производственного помещения

5 2 Освещение производственного помещения

5 3 Электробезопасность производственного помещения

5 4 Пожарная безопасность производственного помещения

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

✓ 1 Чертеж детали	
✓ 2 Чертеж заготовки	0,5
✓ 3 Размерный анализ	1,5
✓ 4 Чертеж режущего инструмента	1,5
✓ 5 Чертеж контрольного приспособления	1
✓ 6 Чертеж зажимного приспособления	1
7 Планировка участка	1
8 3D модель зажимного приспособления	1

Всего 7,5 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Кучина О.Б	<i>Кучина</i> 29.12.15	<i>Тагир</i>
Безопасность жизнедеятельности	Шапранова Е.С	<i>Шапранова</i> 29.12.15	<i>Тагир</i>

7 Дата выдачи задания 29.12.15  
Руководитель \_\_\_\_\_

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

*Я.В.Высогорец*  
(подпись)

*Тагир*  
(подпись студента)

Я.В.Высогорец  
(И.О. Ф.)

А.И.Тагиров  
(И.О. Ф.)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Разработка маршрутного технологического процесса	1.06.16	
Расчет режимов резания	4.06.16	
Нормирование операций детали	7.06.16	
Расчет и проектирование режущего инструмента	11.06.16	
Расчет и проектирование контрольного приспособления	13.06.16	
Расчет и проектирование зажимного приспособления	15.06.16	

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /А.В. Плаксин/

Руководитель работы \_\_\_\_\_ /И.О. Ф. Я.В. Высогорец /

Студент Тагир \_\_\_\_\_ /И.О. Ф. А.И. Тагиров /




## АННОТАЦИЯ

А.И. Тагиров Участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала автомобиля «Урал». – Миасс: ЮУрГУ, МиМС, 2016, 79с., 22 ил., библиогр. список –11 наим., 1 прил., 8 листов чертежей ф. А1, 19 листов карт технологического процесса.

Спроектирован участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала. После анализа существующего технологического процесса предложены прогрессивные способы механической обработки зубчатых колес. В частности это внедрение современного и прогрессивного оборудования с ЧПУ, что приводит к снижению трудоемкости и штучно-калькуляционного времени а также повышению точности выпускаемой продукции .

Выполнены расчеты: припусков, операционных размеров, режимов резания, сил резания, зажимных и контрольных приспособлений, режущего инструмента а также проведено нормирование операций.

Для размещения участка механической обработки спроектировано здание цеха, спланировано размещение оборудования, рассчитано количество рабочих, наладчиков, ИТР а также спроектирован транспортер-накопитель.

151900.2016.577.00 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Тагиров А.И.		28.06				
Провер.		Высогорец Я.В.		15.06			3	80
Н. Контр.		Шапранова Е.С.		28.06.16		ЮУрГУ кафедра ТПМ		
Утверд.		Плаксин А.В.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
1.1 Анализ существующего технологического процесса.....	7
1.2 Метод получения заготовки.....	8
1.3 Разработка проектного варианта.....	9
1.4 Расчет операционных размеров и размеров заготовки.....	10
1.5 Расчет линейного размерного анализа.....	16
1.6 Расчет радиального размерного анализа.....	18
1.7 Расчет режимов резания.....	21
1.8 Нормирование операций обработки детали.....	29
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	32
2.1 Расчет и проектирование шлицевой протяжки.....	32
2.2 Проектирование и расчет контрольного приспособления.....	45
2.3 Проектирование и расчет зажимного приспособления.....	46
3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	52
3.1 Расчет количества единиц технологического оборудования и коэффициента загрузки оборудования по операциям.....	52
3.2 Определение числа производственных рабочих для многостаночного обслуживания оборудования.....	53
3.3 Определение количества наладчиков.....	63
3.4 Определение численности вспомогательных рабочих, ИТР и служащих.....	64
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	66
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	72
5.1 Микроклимат производственного помещения.....	72
5.2 Освещение производственного помещения.....	73
5.3 Электробезопасность производственного помещения.....	75

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.4 Пожарная безопасность производственного помещения.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	79

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ

					151900.2016.577.00 ИЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение это главная отрасль народного хозяйства, которая определяет возможность развития других отраслей. Перед машиностроением стоят огромные задачи по производству машин и агрегатов, облегчающих труд человека и повышающих его производительность.

Конструкции создаваемых автомобилей должны быть перспективными, т.е. отвечать требованиям завтрашнего дня. При разработке новых и усовершенствовании имеющихся машин необходимо заложить в проект определённый запас совершенства и новизны решений его основных элементов по сравнению с уже известными. При конструировании и изготовлении машин следует стремиться к сокращению сроков проектирования и освоения их производства, а так же принимать оптимальные технические решения, как по отдельным элементам, так и по всему автомобилю в целом.

Повышение качества машин в значительной степени связано с повышением точности изготовления деталей и сборки изделий. Сложность решения проблемы точности состоит в необходимости учета одновременного действия многих факторов, каждый из которых может вызвать начальную погрешность изготовления. Для обеспечения точностных параметров необходимо правильно спроектировать, а также изготовить станочные и контрольные приспособления, вспомогательный и режущий инструмент. Особое значение на сегодняшний день при повышении точности изготовления деталей имеет использование высокоавтоматизированного оборудования, станков с ЧПУ, гибких производственных систем и др.

Вновь осваиваемые новые детали должны быть технически и экономически совершенными. Только оптимальное сочетание удачного конструктивного решения, совершенных прогрессивных методов механической обработки, совершенных форм организации производства может обеспечить создание автомобиля, отвечающего требованиям

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					

эксплуатации и запросам современного производства.

Для осуществления указанных задач возникает необходимость совершенствования технологии изготовления деталей машин. В условиях завода это использование более совершенного оборудования. В данном дипломном проекте предлагается для обработки зубчатых колес использовать современное оборудование (станки с ЧПУ), прогрессивные способы обработки зубьев, а также прогрессивные приспособления и инструмент.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



точность изготовления, а также возрастает число несчастных случаев на производстве. В связи приведенными выше обстоятельствами предприятие несет большие затраты на ремонт и исправление брака.

Деталь последовательно проходит следующие операции: вертикально–сверлильная, вертикально–протяжная, горизонтально–протяжная, токарная, прошивка, токарная, зубофрезерная, зубофасочная, зубошеввинговальная, термическая обработка, внутришлифовальная, плоскошлифовальная, вертикально–протяжная.

На токарных операциях – 015 и 025 используются два различных станка токарный 8–ми шпиндельный п/а и токарный п/а модели 1734, что увеличивает количество оборудования и время на обработку, что нецелесообразно, т.к эти операции могут выполняться, и на одном станке.

### 1.2 Метод получения заготовки

Заготовку для детали шестерни высшей передачи первичного вала получают способом горячей объемной штамповки на паровоздушных штамповочных молотах в многоручьевых штампах открытого типа, что не требует строгого соблюдения равенства объемов заготовки и поковки. Технологический процесс изготовления поковок для шестерни начинается с отрезки проката на мерные заготовки, нагрева, штамповки, обрезки облоя и пробивки пленок, правки, термообработки, очистки от окалины и контроля готовой поковки.

Пробивка пленки и обрезка облоя осуществляется при помощи пуансона при укладке поковки в матрицу.

Очистка поковок от окалины применяется в основном для облегчения условий работы режущего инструмента при последующей обработке. Очистку осуществляют дробью размером 1...3 мм. При большой скорости дробь сбивает окалину с поковки.

Материал детали – легированная сталь марки 12Х2Н4А.

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 113					













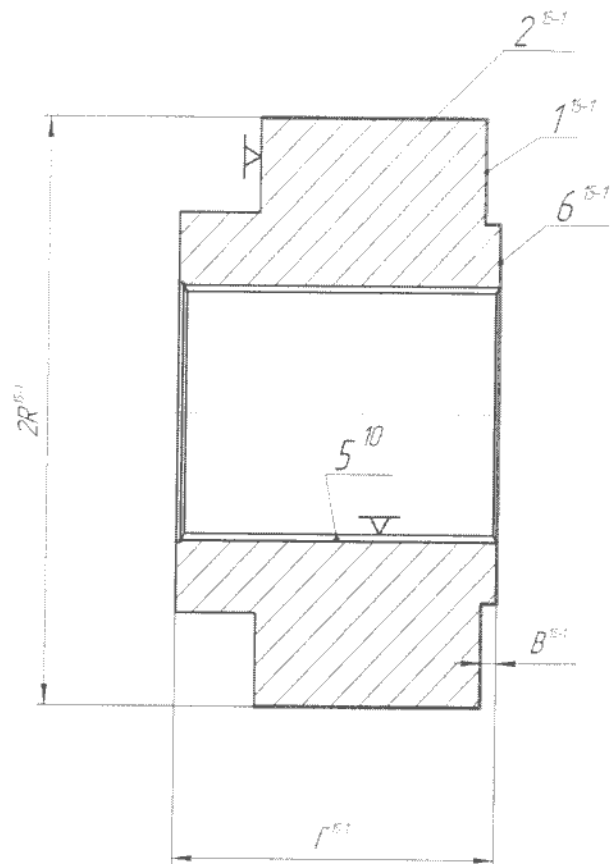


Рисунок 5 –токарная операция операция (2 установ)

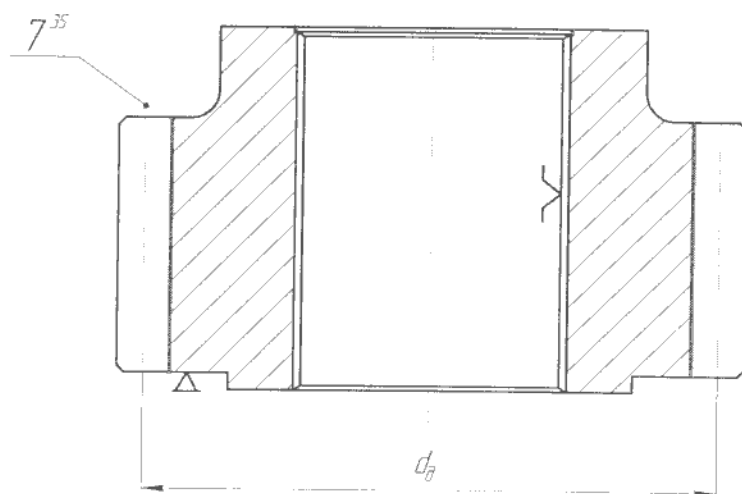


Рисунок 6 –зубофрезерная операция

070 операция– внутришлифовальная, рисунок 8

Допуски на размеры определим табличным методом

$T_{Г70} = 0,025$ ;  $T_{Ж70} = 0,025$ ;

[2, с.62, прил. 3].

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14





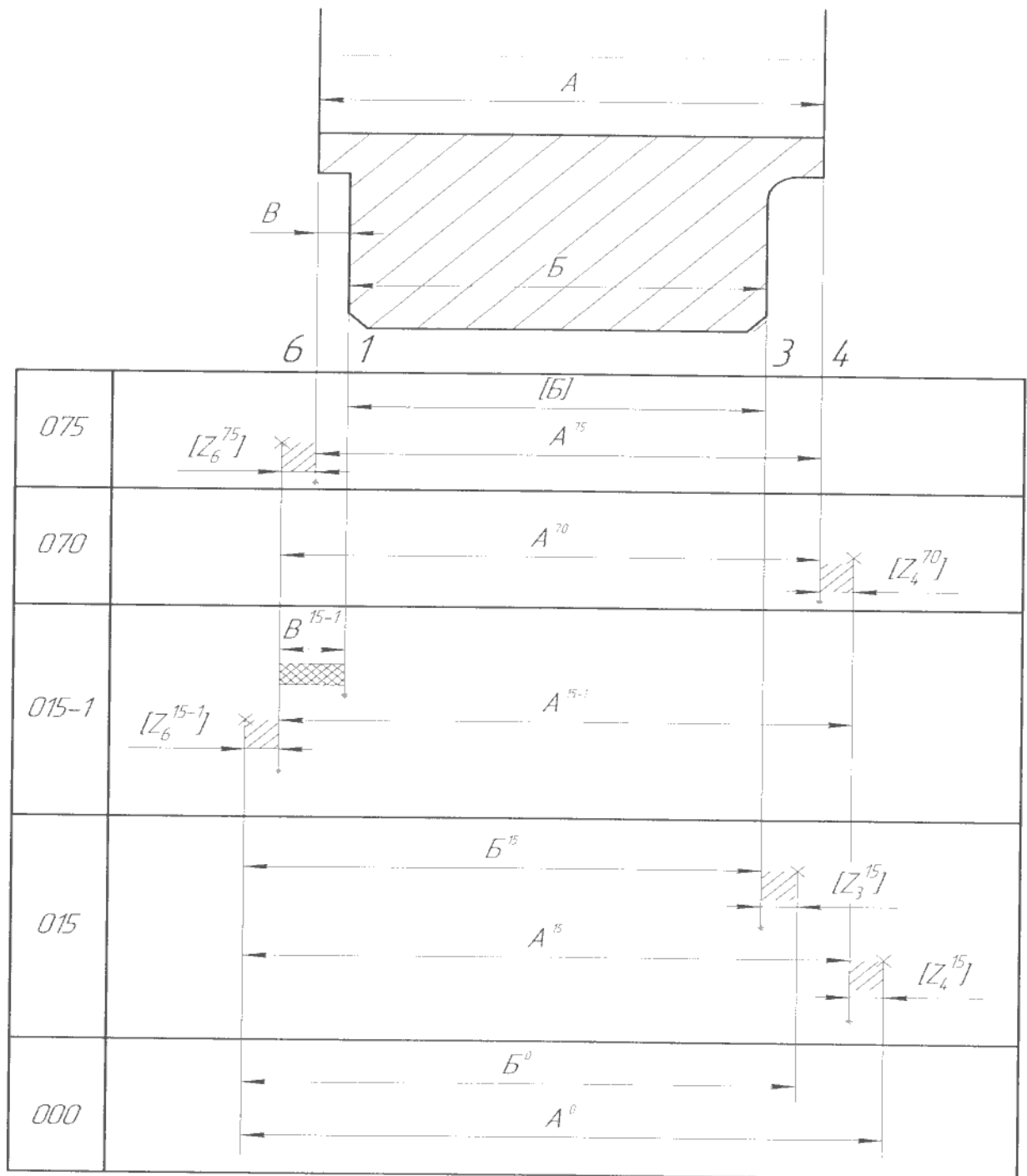


Рисунок 10– Линейный размерный анализ

$$A_{\max}^{70} = A_{\min}^{70} + TA^{70} = 81,52 + 0,025 = 81,545$$

$$A^{70} = 81,545_{-0,025}$$

$$[Z_6^{75}]_{\max} = [Z_6^{75}]_{\min} + 0,025 = 0,045$$

$$[Z_4^{70}]_{\min} = A_{\min}^{15-1} - A_{\max}^{70}$$

$$A_{\min}^{15-1} = A_{\max}^{70} + [Z_4^{70}]_{\min}$$

$$A_{\min}^{15-1} = 81,545 + 0,49 = 82,035$$

$$A_{\max}^{70} = A_{\min}^{15-1} + TA^{15-1} = 82,035 + 0,03 = 82,065$$

$$A^{15-1} = 82,065_{-0,03}$$

$$[Z^{70}_4] \max = [Z^{70}_4] \min + 0,03 = 0,05$$

$$[Z^{15-1}_6] \min = A_{\min}^{15} - A_{\max}^{15-1}$$

$$A_{\min}^{15} = A_{\max}^{15-1} + [Z^{15-1}_6] \min$$

$$A_{\min}^{15} = 81 + 0,49 = 81,49$$

$$A_{\max}^{15} = A_{\min}^{15} + TA^{15} = 81,49 + 0,14 = 86,63$$

$$A^{15} = 86,63_{-0,14}$$

$$[Z^{15-1}_6] \max = [Z^{15-1}_6] \min + 0,14 = 0,63$$

$$[Z^{15}_3] \min = B_{\min}^0 - B_{\max}^{15}$$

$$B_{\min}^0 = B_{\max}^{15} + [Z^{15}_3] \min$$

$$B_{\min}^0 = 67 + 0,49 = 67,49$$

$$B_{\max}^0 = B_{\min}^0 + TB^0 = 67,49 + 2,8 = 70,29$$

$$B^0 = 70,29_{-2,8}$$

$$[Z^{15}_3] \max = [Z^{15}_3] \min + 2,8 = 3,29$$

$$[Z^{15}_4] \min = A_{\min}^0 - A_{\max}^{15}$$

$$A_{\min}^0 = A_{\max}^{15} + [Z^{15}_4] \min$$

$$A_{\min}^0 = 62 + 0,49 = 62,49$$

$$A_{\max}^0 = A_{\min}^0 + TA^0 = 62,49 + 2,8 = 65,29$$

$$B^0 = 65,29_{-2,8}$$

$$[Z^{15}_4] \max = [Z^{15}_4] \min + 2,8 = 3,29$$

### 1.6 Расчет радиального размерного анализа

Произведем последовательно расчет размерной цепи.

Определим минимальные припуски

[3, с.34, таблица 9].

$$[Z^{70}_5] \min = 0,02$$

$$[Z^{15-1}_2] \min = 0,1$$

$$[Z^{10}_5] \min = 0,49$$

$$[Z^{15}_8] \min = 0,1$$

$$[Z^5_5] \min = 0,49$$

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



Радиальный размерный анализ для детали шестерня высшей передачи  
промежуточного вала

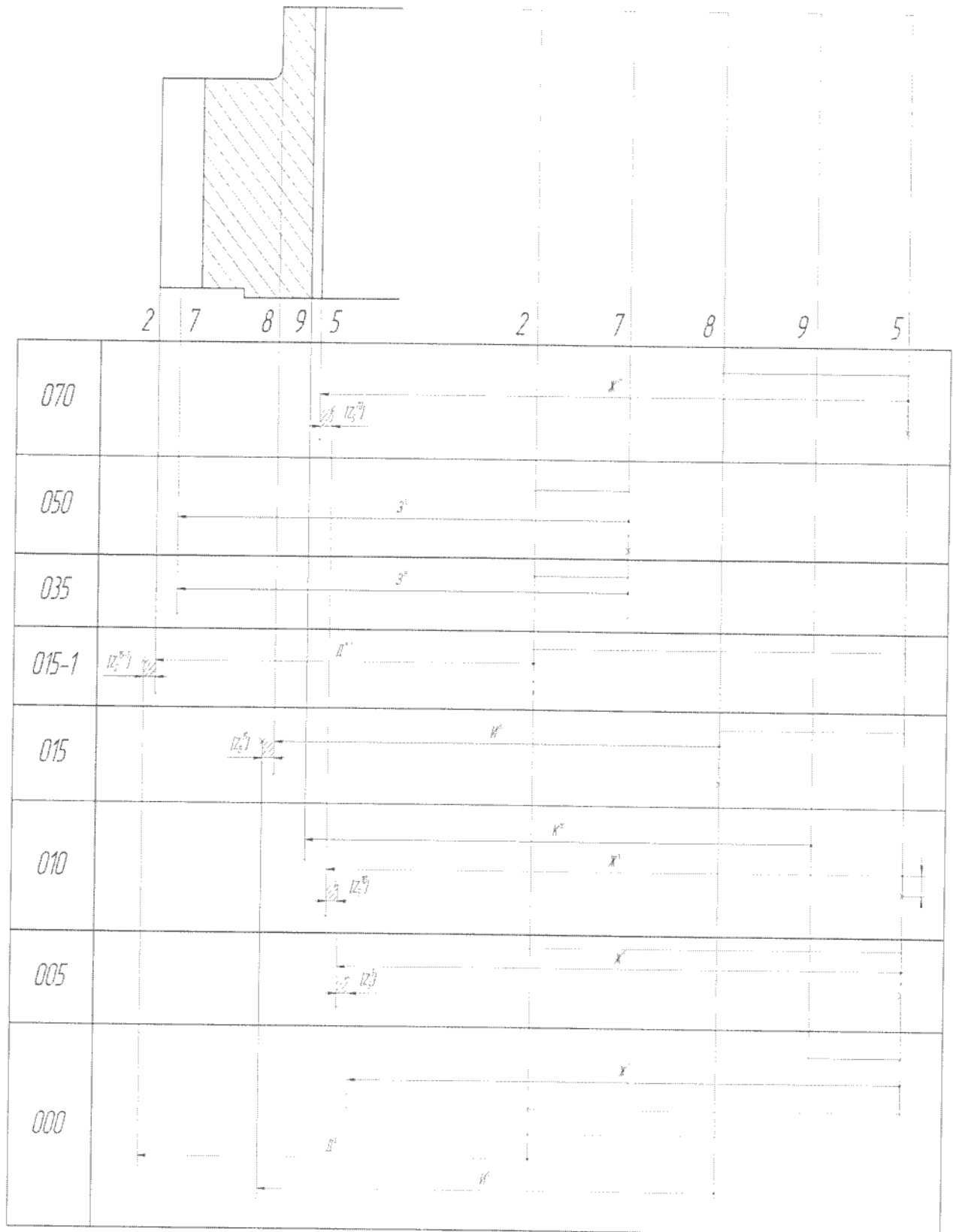


Рисунок 11 – Радиальный размерный анализ





Подставив значения в формулу (3) получим:

$$V = \frac{163 \cdot 66^{0,3}}{100^{0,3} \cdot 5,55^{0,2} \cdot 1,5^{0,5}} \cdot 0,57 = 4,76 \text{ м/мин.}$$

Корректируем по станку  $V = 12$  (м/мин).

Крутящий момент, Н м.

[4, с. 277].

$$M_{кр} = 10 C_M D^q t^x S^y K_p, \quad (5)$$

где  $K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_p = K_{mp} = 1,35 \quad [4, \text{с. 280}].$$

$$C_M = 0,09; q = 1,0; x = 0,9; y = 0,8 \quad [4, \text{таблица 32}].$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 66^1 \cdot 5,55^{0,9} \cdot 1,5^{0,8} \cdot 1,35 = 514 \text{ (Н м)}.$$

Осевая сила, Н.

[4, с. 277].

$$P_o = 10 C_p t^x S^y K_p \quad (6)$$

$$C_p = 67; x=1,2; y = 0,65;$$

$$K_p = 0,75 \quad [4, \text{таблица 32}].$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 1,25^{1,2} \cdot 1,1^{0,65} \cdot 1 = 931,7 \text{ (Н)}.$$

Мощность резания, кВт

[4, с. 280 ].

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750}, \quad (7)$$

где  $n$  – частота вращения инструмента или заготовки, об/мин;

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (8)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 4,76}{3,14 \cdot 66} = 23 \text{ об/мин.}$$

Корректируем по станку  $n = 145$  (об/мин).

Мощность резания:

$$N_e = \frac{514 \cdot 23}{9750} = 1,23 \text{ кВт.}$$

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Расчет по нормативам для токарных станков с ЧПУ

Определим режимы резания для операции №015 Токарная с ЧПУ.

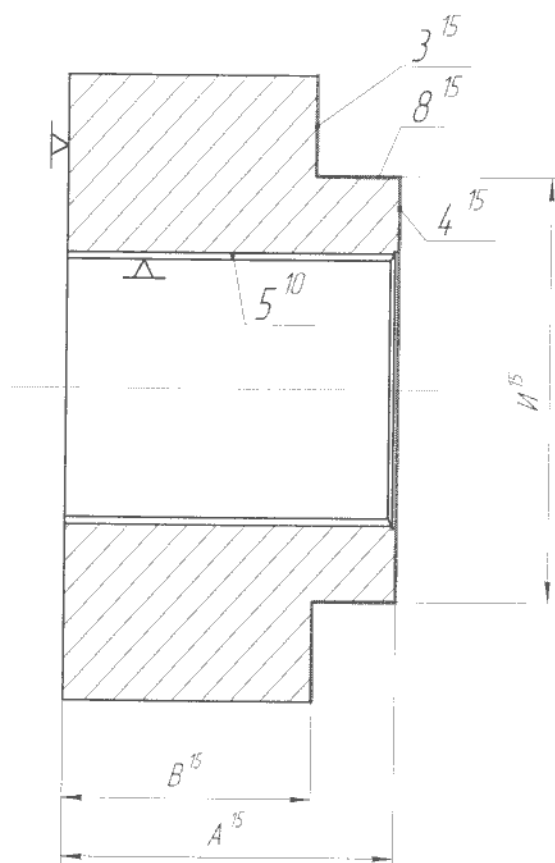


Рисунок 12– 1 установ

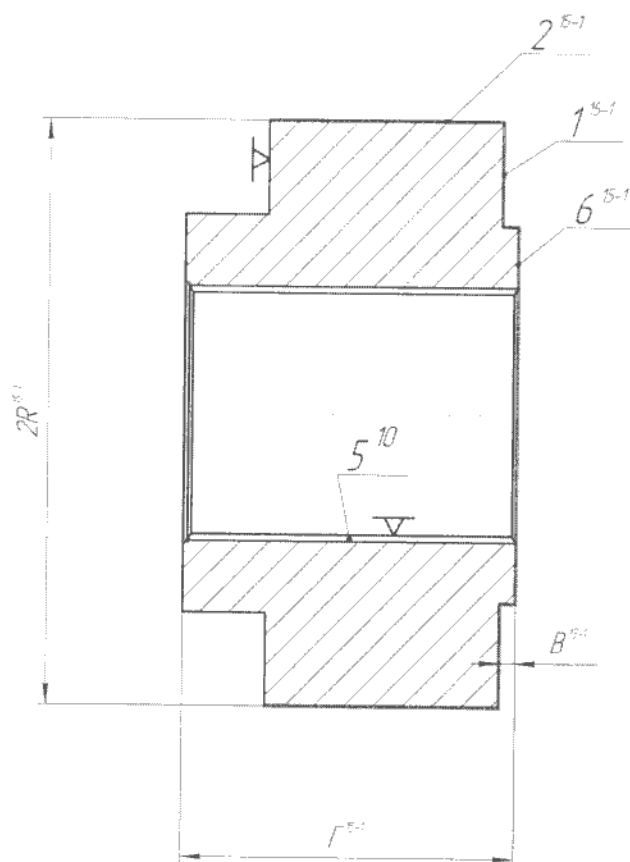


Рисунок 13– 2 установ

Технология: 1 установ: подрезка торца (обработка поверхности 3), чистовое растачивание цилиндрической части (обработка поверхности 8), подрезка торца (обработка поверхности 4).

2 установ: предварительная обработка наружного диаметра (обработка поверхности 2), подрезка торцов окончательная (обработка поверхностей 1 и 6), точить фаску.

Режущий инструмент: 1 установ: поверхность 3–резец подрезной упорный, поверхность 8–резец упорный, поверхность 4–резец подрезной отогнутый.

2 установ: поверхность 2–резец проходной прямой, поверхность 1–резец подрезной упорный, поверхность 6–резец подрезной отогнутый.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.577.00 ПЗ

Лист

23

1 установ:

Для стали 12Х2Н4А , глубины резания до 3 мм и диаметра детали до 180мм определяем величину подачи  $s_{прод} = s_{попер} = 0,39$  мм/об.

С учетом поправочных коэффициентов подача равна: [4,карта 4, с.40].

$$S = s^T \cdot K_{su} \cdot K_{sd} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{sp} \cdot K_{sj} , \quad (9)$$

где:  $K_{su} = 1$  – коэффициент на инструментальный материал,

$K_{sd} = 0,95$  – коэффициент на сечение державки резца,

$K_{sh} = 1$  – коэффициент на прочность режущей части,

$K_{sm} = 0,80$  – коэффициент на обрабатываемый материал,

$K_{sy} = 1$  – коэффициент на схему установки заготовки,

$K_{sn} = 0,85$  – коэффициент на состояние поверхности заготовки,

$K_{sp} = 1,15$  – коэффициент на геометрические параметры реж. части,

$K_{sj} = 0,70$  – коэффициент на жесткость станка.

$$S = 0,39 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,15 \cdot 0,70 = 0,20 \text{ мм/об.}$$

Для величины подачи до 0,3 мм/об, глубины резания 3 мм и состояния поверхности заготовки – определяем скорость и мощность резания:

$$V_{табл} = 171 \text{ м/мин}, N_{табл} = 4,9 \text{ кВт.} \quad [4,карта 21,с.73].$$

С учетом поправочных коэффициентов скорость равна:

$$V = V_{табл} \cdot K_{vu} \cdot K_{vs} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{vf} \cdot K_{vp} \cdot K_{vj} , \quad (10)$$

где  $K_{vu} = 0,85$  – коэффициент на инструментальный материал,

$K_{vs} = 1$  – коэффициент на группу обрабатываемости материала,

$K_{vo} = 1$  – коэффициент на вид обработки,

$K_{vj} = 0,70$  – коэффициент на жесткость станка,

$K_{vm} = 1$  – коэффициент на обрабатываемый материал,

$K_{vp} = 0,95$  – коэффициент на геометрические параметры резца,

$K_{vf} = 1$  – коэффициент на период стойкости режущей части,

$K_{vj} = 0,75$  – коэффициент на наличие охлаждения.

$$V = 171 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,75 = 116 \text{ м/мин.}$$

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Сила резания  $P_z$

[4, карта 32 с.98].

$$P_z = 342$$

Частота вращения шпинделя находится по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = 464 \text{ об /мин} \quad (11)$$

С учетом поправочного коэффициента  $K_{Nm} = 1,15$  на обрабатываемый материал мощность равна:

$$N = N_{\text{табл}} \cdot N_{Nm} = 4,9 \cdot 1,15 = 5,6 \text{ кВт.} \quad (12)$$

2 установ:

Для стали 12Х2Н4А, глубины резания до 0,63 мм и диаметра детали до 180мм определяем величину подачи  $s_{\text{прод}} = s_{\text{попер}} = 0,61$  мм/об.

С учетом поправочных коэффициентов подача равна: [4, карта 4, с.40].

$$S = s^T \cdot K_{su} \cdot K_{sd} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_{sy} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj}, \quad (13)$$

где:  $K_{su} = 1$  – коэффициент на инструментальный материал,

$K_{sd} = 0,95$  – коэффициент на сечение державки резца,

$K_{sh} = 1$  – коэффициент на прочность режущей части,

$K_{sm} = 1$  – коэффициент на обрабатываемый материал,

$K_{sy} = 1$  – коэффициент на схему установки заготовки,

$K_{sn} = 0,85$  – коэффициент на состояние поверхности заготовки,

$K_{s\phi} = 1,40$  – коэффициент на геометрические параметры реж. части,

$K_{sj} = 0,70$  – коэффициент на жесткость станка.

$$S = 0,61 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,40 \cdot 0,70 = 0,48 \text{ мм/об.}$$

Для величины подачи до 0,6 мм/об, глубины резания до 3 мм и состояния поверхности заготовки – с коркой – определяем скорость и мощность резания:

$$V_{\text{табл}} = 136 \text{ м/мин, } N_{\text{табл}} = 6,5 \text{ кВт.} \quad [4, \text{ карта 21, с.73}].$$

С учетом поправочных коэффициентов скорость равна:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_{vu} \cdot K_{vs} \cdot K_{vo} \cdot K_{vy} \cdot K_{vm} \cdot K_{vt} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vj}, \quad (14)$$

где  $K_{vu} = 0,85$  – коэффициент на инструментальный материал,

$K_{vs} = 1$  – коэффициент на группу обрабатываемости материала,

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				



Поправочные коэффициенты:

[4, карта 1.5, с.223].

$$K_{Mv} = 0,9; K_{\beta v} = 0,9; K_{z1v} = 0,75; K_{uv} = 1,2; K_{\Delta v} = 1,0.$$

$$v = v_{\text{табл}} K_{Mv} K_{\beta v} K_{\Delta v} K_{uv} K_{Tv} K_{z1v} \quad (17)$$

$$v = 37 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,05$$

$$v = 26,2 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения фрезы определяем по формуле:

$$n' = \frac{1000V}{\pi D} \quad (18)$$

$$n' = \frac{1000 \cdot 26,2}{3,14 \cdot 100} = 83,4 \text{ об/мин.}$$

Нормирование режимов резания для операции №050 Зубошевинговальная.

Определяем величину припуска на обработку зубьев

Для данного колеса припуск на обработку зубьев по межцентровому

расстоянию  $h = 0,3$  мм.

[4, карта 5.2, с.254].

Определяем продольную подачу  $S_{o,\text{табл.}} = 0,4$  мм/об, радиальную подачу

$S_{p,\text{табл.}} = 0,05$  мм/об, число одинарных ходов без радиальной подачи  $i_3 = 2$ .

Продольная подача стола

$$S'_{\text{min}} = \frac{S_{o,\text{табл.}} \cdot z_0 \cdot n}{z} \quad (19)$$

где  $z_0$  и  $z$  – число зубьев шевера и обрабатываемого колеса ,

$n$  – частота вращения шевера.

$$S'_{\text{min}} = \frac{0,4 \cdot 33 \cdot 158}{24} = 86,9 \text{ мм/об ;}$$

Общее число проходов на обработку:

$$i = i_p + i_3, \quad (20)$$

где  $i_p$  – число рабочих ходов,

$i_3$  – число радиальных ходов без радиальной подачи;

Число рабочих ходов определяется по формуле:

$$i_p = h/S_p, \quad (21)$$

где  $h$  – припуск на обработку колеса по межцентровому расстоянию ;

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				





Окончание таблицы 1

050	Зубошевинговальная	0,4	105	334	–	3,18
070	Внутришлифовальная	0,45	40	160	–	1,5
075	Плоскошлифовальная	0,27	25	150	–	2,3

### 1.8 Нормирование операций обработки детали

С учетом расчетной длины обработки, числа переходов, вида обработки и режимов резания, можно определить машинное время обработки деталей.

015 операция токарная с ЧПУ, которая складывается из двух установов детали на станке.

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обсл} + T_{отл}, \quad (25)$$

где  $T_{шт}$  – время на одну операцию;

$T_o$  – основное время;

$T_v$  – вспомогательное время;

$T_{обсл}$  – время на обслуживание рабочего места;

$T_{отл}$  – время на личные надобности.

Для токарной обработки на станках с числовым программным управлением

$$T_o = \sum \frac{L}{nS} i, \quad (26)$$

где  $L$  – длина обработки, мм

$L_1 = 72,77$  мм;  $L_2 = 20,31$  мм;  $L_3 = 52,46$  мм;  $L_4 = 10$  мм;  $L_5 = 96$  мм;  $L_6 = 160$  мм;

$n$  – число оборотов, мм/об;

$S$  – подача, об/мин;

$i$  – число проходов,  $i_1 = i_2 = 1$ ;  $i_4 = i_6 = 2$ .

$$T_o = \frac{72,77}{600 \cdot 3,0} \cdot 3 + \frac{20,31}{2,9 \cdot 560} \cdot 1 + \frac{52,46}{2,5 \cdot 550} + \frac{10}{2,5 \cdot 550} \cdot 2 + \frac{160 \cdot 2}{2,9 \cdot 540} \cdot 2 = 6,9 \text{ (мин)} \quad (27)$$

$$T_v = T_{v1} + T_{v2} + T_{v3}, \quad (28)$$

где  $T_{v1}$  – время на установку и снятие заготовки,  $T_{v1} = 0,42$ ;

$T_{v2}$  – время, связанное с переходом,  $T_{v2} = 0$ ;

$T_{v3}$  – время на контроль,  $T_{v3} = 0$ .

[5, с. 32].

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$T_{\text{обсл.}} = T_{\text{тех.обсл.}} + T_{\text{орг. обсл.}} \quad (29)$$

$T_{\text{тех. обсл.}}$  – обслуживание станка, связанное с конкретной операцией

$$T_{\text{тех. обсл.}} = \acute{\alpha} \cdot T_0, \quad (30)$$

$$T_{\text{тех. обсл.}} = 3\% \cdot 6,9 = 0,25 \text{ (мин);}$$

$T_{\text{орг.обсл.}}$ – время на обслуживание, не привязанное к операции, мин;

$$T_{\text{орг. обсл.}} = \beta \cdot t_{\text{операт.}}, \quad (31)$$

$t_{\text{операт.}}$  – оперативное время, мин;

$$t_{\text{операт.}} = T_0 + T_{\text{всп.}}, \quad (32)$$

$$t_{\text{операт.}} = 6,9 + 0,42 = 7,32 \text{ (мин);}$$

$$T_{\text{орг. обсл.}} = 3\% \times 7,32 = 0,2 \text{ (мин);}$$

где  $T_{\text{отл}}$  – время на личные нужды, мин;

$$T_{\text{отл}} = 4\% \cdot t_{\text{операт.}}, \quad [5, \text{с.203}].$$

$$T_{\text{отл}} = 4\% \cdot 7,32 = 0,25 \text{ (мин).}$$

Подставим полученные значения в формулу :

$$T_{\text{шт}} = 6,9 + 0,42 + 0,5 + 0,35 = 8,17 \text{ (мин).}$$

Для серийного производства используется штучно–калькуляционное время.

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (33)$$

где  $T_{\text{п.з.}}$  – подготовительно–заключительное время,  $T_{\text{п.з.}} = 14$  мин,

$$T_{\text{шт-к}} = 8,17 + \frac{14}{76} = 8,35 \text{ (мин).}$$

Аналогично рассчитываем остальные нормы времени на операциях.

Результаты расчета заносим в таблицу 2.

Таблица 2–Нормы времени на обработку детали

Операция	$T_{\text{маш.}}$	$T_{\text{всп.}}$	$T_{\text{тех. обсл.}}$	$T_{\text{орг. обсл.}}$	$T_{\text{Л.пад.}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п.з.}}$	$T_{\text{шт-к}}$
005 Вертикально–сверлильная	1	0,314	0,002	0,008	0,027	1,219	7	1,44
010 Вертикально – протяжная	0,57	0,182	0,002	0,079	0,027	0,86	10	0,99

Окончание таблицы 2

015 Токарная с ЧПУ	6,9	0,42	0,25	0,25	0,35	8,17	14	8,35
035 Зубофрезерная	8,3	0,397	0,302	0,158	0,606	9,763	24	10,19
045 Зубофасочная	1,12	0,61	0,26	0,023	0,104	2,117	13	2,29
050 Зубошевингов.	5,99	0,36	0,148	0,119	0,271	6,888	19	7,343
070 Внутришлифов.	5,42	0,428	0,136	0,105	0,292	6,381	0,4	6,78
075 Плоскошлифов.	0,64	0,222	0,01	0,006	0,029	0,907	0	0,907

					151900.2016.577.00 113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе дипломного проекта спроектирована и рассчитана протяжка шлицевая, произведен расчет станочного и контрольного приспособлений.

### 2.1 Расчет и проектирование шлицевой протяжки

Для протягивания 10 прямобочных шлиц на операции №010 вертикально протяжная применяется шлицевая протяжка.

Исходные данные для проектирования шлицевой протяжки:

Протягиваемая заготовка: материал – сталь 12Х2Н4А с отжигом; твердость 228 НВ;

Состояние поверхности штамповка, диаметр отверстия до протягивания  $d_0 = 54,9^{+0,5}$  мм

Внутренний диаметр шлицев  $d = 56^{+0,03}$ ; наружный диаметр шлицев  $D = 65,2^{+0,6}$ ; ширина шлицев  $B = 10^{+0,08}$ ; параметр шероховатости поверхности боковых сторон шлицев  $R_z$  20 мкм; параметр шероховатости внутреннего диаметра шлицев  $R_a$  1,25 мкм; длина протягивания  $l = 70,5$  мм, число шлицев  $z = 10$ , размер фаски  $0,5 \times 45^\circ$

1. Устанавливаем группу обрабатываемости с помощью [3, таблица 8, с.310]: Сталь 12Х2Н4А с твердостью 269 НВ относится ко II группе обрабатываемости.

2. Устанавливаем группу качества по [6, таблица 9, с.311]. Принимаем II группу качества по шероховатости и качеству.

3. Материал режущей части протяжки принимаем в соответствии с рекомендациями [6, таблица 10, с.311] – быстрорежущая сталь Р6М5.

4. Конструкцию протяжки принимаем с приваренным хвостовиком, т.к. протяжка выполнена из быстрорежущей стали, а диаметр её составляет больше 40 мм. Материал хвостовика – сталь 45Х, а размеры принимаем по ГОСТ 4044–70 [6, таблица 12, с.312].

Параметры хвостовика:  $d_1 = 50$  мм;  $d_2 = 38$ ;  $d_4 = 50$ ;  $l_2 = 32$ ;  $l_3 = 32$ ;  $l_4 = 20$ ;  $l_6 = 160$ ;

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					

$r_1=0,5; r_2=2,5; c=1,5; \alpha=30^\circ; F_{оп}=1134,1 \text{ мм}^2$ . [3, таблица 4, с.306].

Сила, допустимая прочностью хвостовика, рассчитывается по формуле:

$$P_{хв} = [\sigma]_p F_{оп}, \quad (34)$$

где  $[\sigma]_p$  – допустимое напряжение при растяжении, МПа;

$F_{оп}$  – площадь опасного сечения хвостовика,  $\text{мм}^2$ .

Для хвостовика из стали 45Х принимаем  $[\sigma]_p = 300$  МПа, тогда

$$P_{хв} = 300 \cdot 1134,1 = 340230 \text{ Н.}$$

5. Передние и задние углы выбираем по [6, таблица 14 с.313].

Группа заточки зубьев: I. Форма: А. Передний угол черновых и переходных зубьев  $\gamma = 20^\circ$ , у чистовых и калибрующих зубьев форма А, а  $\gamma = 20^\circ$ . Задний угол черновых и переходных зубьев  $\alpha_0 = 3^\circ$ , чистовых  $\alpha_ч = 2^\circ$ , калибрующих  $\alpha_к = 1^\circ$ .

6. Скорость резания выбирают по [6, таблица 15, с.314] в зависимости от типа производства, группы качества и группы обрабатываемости :

$v = 7$  м/мин.

7. Подъем черновых зубьев  $S_{zc}$  определяем из условия равной стойкости черновой и чистовой частей по [6, таблица 24, с.322] для II группы обрабатываемости. Вначале для скорости резания  $v = 6$  м/мин и подачи чистовых зубьев  $S_{zc} = 0,02$  мм устанавливаем наработку чистовой части  $T_m = 73$  м. По той же скорости резания и стойкости черновых зубьев  $T = 73$  м находим подъем черновых зубьев  $S_{z0} = 0,25$  мм на зуб на сторону. Для II группы обрабатываемости и II группы качества при скорости резания  $v = 7$  м/мин по [6, таблица 26, с.324] ограничиваем подъем черновых зубьев до  $S_{z0} = 0,15$  мм. Поправочные коэффициенты на наработку принимаем по [6, таблица 27, с.325]:  $K_{Tв} = 1; K_{Tр} = 1; K_{Tз} = 1,0; K_{Td} = 0,75; K_{Tм} = 1,0; K_{T0} = 1,0$

Нарботка с поправочными коэффициентами:

$$T_{м.н} = T_m K_{Tв} K_{Tр} K_{Tз} K_{Tм} K_{T0} \quad (35)$$

$$T_{м.н} = 73 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 54,75 \text{ мм.}$$

8. Определяем глубину стружечной канавки  $h$ , необходимой для

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					





12.Диаметр  $D_E$ , проходящий через точку пересечения исходных профилей фаски и прямоугольного паза по формулам:

$$\sin \lambda = \frac{b+2c}{d} \quad (47)$$

$$\sin \lambda = \frac{10,14 + 2 \cdot 0,5}{56,03} = 0,198 \rightarrow \lambda = 11^\circ 25'$$

$$\operatorname{ctg} \lambda_E = \frac{(b+2c)\operatorname{ctg} \lambda + 2c \cdot \operatorname{ctg} \beta_\phi}{b} \quad (48)$$

$$\operatorname{ctg} \lambda_E = \frac{(10,14 + 2 \cdot 0,5)\operatorname{ctg} 11^\circ 25' + 2 \cdot 0,5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ}{10,14} = 5,745 \rightarrow \lambda_E = 9^\circ 52'$$

$$D_E = \frac{b}{\sin \lambda_E} \quad (49)$$

$$D_E = \frac{10,14}{\sin 9^\circ 52'} = 59,2 \text{ м}$$

$$D_\phi = 59,2 + 0,8 = 60,09 \text{ мм}$$

Припуск на фасочные зубья определяем по формуле:

$$A_\phi = D_\phi - d_0 \quad (50)$$

$$A_\phi = 60,09 - 54,9 = 5,19 \text{ мм}$$

Припуск на круглую часть находим по формуле:

$$A_K = d_{max} - d_{0 min} \quad (51)$$

$$A_K = 56,03 - 54,9 = 1,13 \text{ мм}$$

Припуск на черновые зубья  $A_{K0}$  определяем по формуле:

$$A_{K0} = A_K - (A_{K.п.} + A_{K.ч.}) \quad (52)$$

где  $A_{K.п.}$  – припуск на переходные круглые зубья, определяемые по [6, таблица 23, с.320];  $A_{K.п.} = 0,16 \text{ мм}$ ;

$A_{K.ч.}$  – припуск на чистовые круглые зубья, определяемые по [6, таблица 22, с.319];  $A_{K.ч.} = 0,12 \text{ мм}$ .

$$A_{K0} = 1,13 - (0,16 + 0,12) = 0,85 \text{ мм}$$

Припуск на шлицевую часть находим по формуле:

$$A_{ш} = D_{max} - D_{ш1} \quad (53)$$

где  $D_{ш1}$  – диаметр первого шлицевого зуба

$$D_{ш1} = D_E + 2 \cdot S_{z0} \quad (54)$$

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ИЗ				



$$D_{ш1} = 59,29 + 2 \cdot 0,15 = 59,59 \text{ мм}$$

$$A_{ш} = 65,859,596 = 6,21 \text{ мм}$$

Припуск на черновые шлицевые зубья определяем по формуле:

$$A_{ш0} = A_{ш} - (A_{ш.п.} + A_{ш.ч.})$$

где  $A_{ш.п.}$  из [6, таблица 23, с.321];  $A_{ш.п.} = 0,04 \text{ мм}$

$A_{ш.ч.}$  из [6, таблица 22, с.319];  $A_{ш.ч.} = 0,14 \text{ мм}$

$$A_{ш0} = 6,21 - (0,04 + 0,14) = 5,83 \text{ мм}$$

Находим число групп черновых зубьев  $i_0$ , остаточный припуск  $A_{ост}$  и его распределение. Число групп черновых зубьев  $i_0$  определяем по формуле:

$$i_0 = \frac{A_0}{2 \cdot S_{z0}} \quad (55)$$

подставив в нее существующие значения  $A_0$  и  $S_{z0}$ , принятые для каждой части; остаточный припуск находим по формуле:

$$A_{ост} = A_0 - 2S_{z0} \cdot i_0 \quad (56)$$

$$i_{\phi} = \frac{A_{\phi}}{2 \cdot S_{z\phi}} = \frac{5,198}{2 \cdot 0,15} = 17,32$$

Принимаем  $i_{\phi} = 17$

$$A_{ост.ф} = 5,198 - 2 \cdot 0,15 \cdot 17 = 0,098 \text{ мм}$$

$$i_{ко} = \frac{A_{ко}}{2 \cdot S_{z0к}} = \frac{0,85}{2 \cdot 0,15} = 2,83 \quad (57)$$

Принимаем  $i_{ко} = 2$

$$A_{ост.к} = 0,85 - 2 \cdot 0,15 \cdot 2 = 0,25 \text{ мм}$$

$$i_{ш0} = \frac{A_{ш0}}{2 \cdot S_{zш0}} = \frac{5,83}{2 \cdot 0,15} = 19,43 \quad (58)$$

Принимаем  $i_{ш0} = 19$

$$A_{ост.ш} = 5,83 - 2 \cdot 0,15 \cdot 19 = 0,13 \text{ мм}$$

14. Общее число зубьев определяем по формуле:

$$\Sigma Z = z_{\phi} + z_k + z_{ш} \quad (59)$$

Число фасочных зубьев:

$$z_{\phi} = i_{\phi} \cdot z_{с.ф} = 17 \cdot 2 = 34 \quad (60)$$

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					



$$l_{ш} = t_0(z_{ш0} + z_{ш.п.} + 1) + t_ч(z_{ш.ч.} + z_{ш.к.} - 1) \quad (67)$$

$$l_{ш} = 14(39 + 4 + 1) + 11(5 + 4 - 1) = 704 \text{ мм}$$

$$L_p = l_{\phi} + l_k + l_{ш} = 476 + 127 + 704 = 1308 \text{ мм} \quad (68)$$

17. Рассчитываем силу протягивания на каждой части протяжки :  
на фасочной части:

$$P_{\phi} = \frac{B_{\phi \max} \cdot z \cdot q_0 \cdot z_p \cdot K_p}{z_{с.ф.}} = \frac{12,1 \cdot 10 \cdot 286 \cdot 6 \cdot 1}{2} = 103818 \text{ Н} \quad (69)$$

на круглой части:

$$P_k = \frac{B_{k \max} \cdot z \cdot q_0 \cdot z_p \cdot K_p}{z_{с.к.}} = \frac{6,584 \cdot 10 \cdot 286 \cdot 6 \cdot 1}{2} = 55770 \text{ Н} \quad (70)$$

на шлицевой части:

$$P_{ш} = \frac{B_{ш \max} \cdot z \cdot q_0 \cdot z_p \cdot K_p}{z_{с.ш.}} = \frac{10,10 \cdot 10 \cdot 286 \cdot 6 \cdot 1}{2} = 87001,2 \text{ Н.} \quad (71)$$

18. Рассчитываем дополнительные варианты, увеличивая число одновременно работающих зубьев  $z_p$ : II вариант  $z_p=7$ , III вариант  $z_p=8$ .  
Для дополнительных вариантов рассчитываем шаги черновых зубьев и по формуле:

$$t_0 = \frac{l}{z_p - 1} \quad (72)$$

берем ближайшие большие к ним значения из [6, таблица 19, с.318].

Находим все необходимые параметры протяжки для всех вариантов и сводим их в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет параметров протяжки

Искомый параметр	Варианты		
	I	II	III
$Z_p$	6	7	8
$t_0$	14	12	9
$h_0$	6	4,5	3
$b_0$	4,5	5	4,3
$S_{z0}$	0,15	0,02	0,04
$Z_{сф}, Z_{ск}, Z_{сш}$	2,2,1	1,1,1	2,1,2
$\Lambda_{\phi}$	5,19	5,19	5,19



Окончание таблицы 3

$Z_{ш0}$	39	21	22
$Z_{кп}$	2	2	–
$Z_{кч}$	4	4	3
$Z_{кк}$	4	4	2
$Z_{к}$	14	13	11
$Z_{шп}$	4	4	–
$Z_{шч}$	5	4	2
$Z_{шк}$	4	4	5
$Z_{ш}$	52	33	36
$\sum z$	100	61	75
$t_ч, t_к$	11	9	8
$h_ч$	4	3	2
$b_ч$	4,5	3,3	2,5
$l_ф$	476	180	360
$l_к$	127	123	105
$l_{ш}$	704	375	336
$L_p$	1307	678	801

Таблица 4– Расчет диаметров зубьев протяжки

№ зуба	Наименование зуба	Допуск	$S_{zc},$ мм/зуб	D, мм
1	Фасочные	–0,016	0,06	55,02
2				54,99
3				55,14
4				55,11
5				55,26
6				55,23
7				55,38
8				55,35
9				55,5

										Лист
										41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					

Продолжение таблицы 4

10				55,47
11				55,62
12				55,59
13				55,74
14				55,71
15				55,86
16				55,83
17				55,98
18				55,95
19				56,1
20				56,07
21				56,22
22				56,19
23				56,34
24				56,31
25				56,46
26				56,43
27				56,58
28				56,55
29				56,70
30				56,67
31				56,82
32				56,79
33				56,94
34				56,91
35				57,06
36				55,02



Окончание таблицы 4

93	Шлицевые чистовые	-0,007	0,04	64,49
94				64,55
95				65,82
96				65,8
97	Шлицевые колибрующие			65,8
98				65,8
99				65,8
100				65,8

## 2.2 Расчет и проектирование контрольного приспособления.

Данное контрольное приспособление проверяет межцентровое расстояние между проверяемым и эталонными колесами в процессе их безззорного зацепления. Выявляет суммарное влияние погрешностей неравномерности основного шага, толщины зуба, биение зубчатого венца и погрешности профиля. (рисунок 14)

Контролируемое зубчатое колесо 1 устанавливают на неподвижную оправку 2 и сцепляют с точным колесом 3, одевающимся на перемещающуюся оправку 4. Измерительную каретку 5 поджимают для осуществления безззорного контакта в паре.

Неточности отдельных элементов зубчатого колеса при непрерывной обкатке вручную, вызывают изменения межцентрового расстояния, что отмечается индикатором 6.

Приспособление работает с индикатором (13) ИЧ 10 кл 1 с ценой деления 0,01 мм ГОСТ 577-68. Погрешность индикатора  $\delta_{и} = 0,01$  мм.

Общая погрешность приспособления должна быть:

$$\delta_{пр} \leq 0,25 T, \quad (73)$$

где  $T$  – измеряемый допуск на межцентровое расстояние  $T = 0,15$  мм.

$$\delta_{пр} \leq 0,0375.$$

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ИЗ				







где  $Q$  – сила прижимающая заготовку, Н;

$f$  – коэффициент трения,  $f = 0,2$ ;

$K$  – коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (77)$$

где  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;  $K_0 = 1,5$

$K_1$  – коэффициент, учитывающий изменение силы резания, обусловленный неравномерностью снимаемого при обработке припуска

$$K_1 = 1$$

$K_2$  – коэффициент, учитывающий возрастание сил резания при затуплении инструментов,  $K_2 = 1,5$

$K_{3,4,5,6}$  – коэффициенты, учитывающие специфику условий закрепления и обработки заготовки,  $K_3 = 1$ ,  $K_4 = 1,0$ ,  $K_5 = 1,0$ ,  $K_6 = 1,0$ .

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,25.$$

Из условия найдем силу зажима  $Q$  :

$$Q = \frac{P_{yk}}{f} \quad (78)$$

$$Q = \frac{204,9 \cdot 2,25}{0,2} = 2306 \text{ Н. Здесь } Q = F_{np} = 2306 \text{ Н.}$$

Найдем силу на штоке пневмоцилиндра из условия:

$$Q = F_{np} k \quad (79)$$

$$Q = 2306 \cdot 2,25 = 5188,5 \text{ Н.}$$

Диаметр цилиндра вычислим по формуле:

$$D = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{p}}, \quad (80)$$

где  $p$  – давление воздуха,  $p = 0,39$  МПа.

$$D = 1,4 \sqrt{\frac{5188,5}{0,39}} = 187 \text{ мм.}$$

По нормализованному стандартному ряду принимаем  $D_{нл} = 200$  мм.

Обоснование и выбор пневматического привода.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

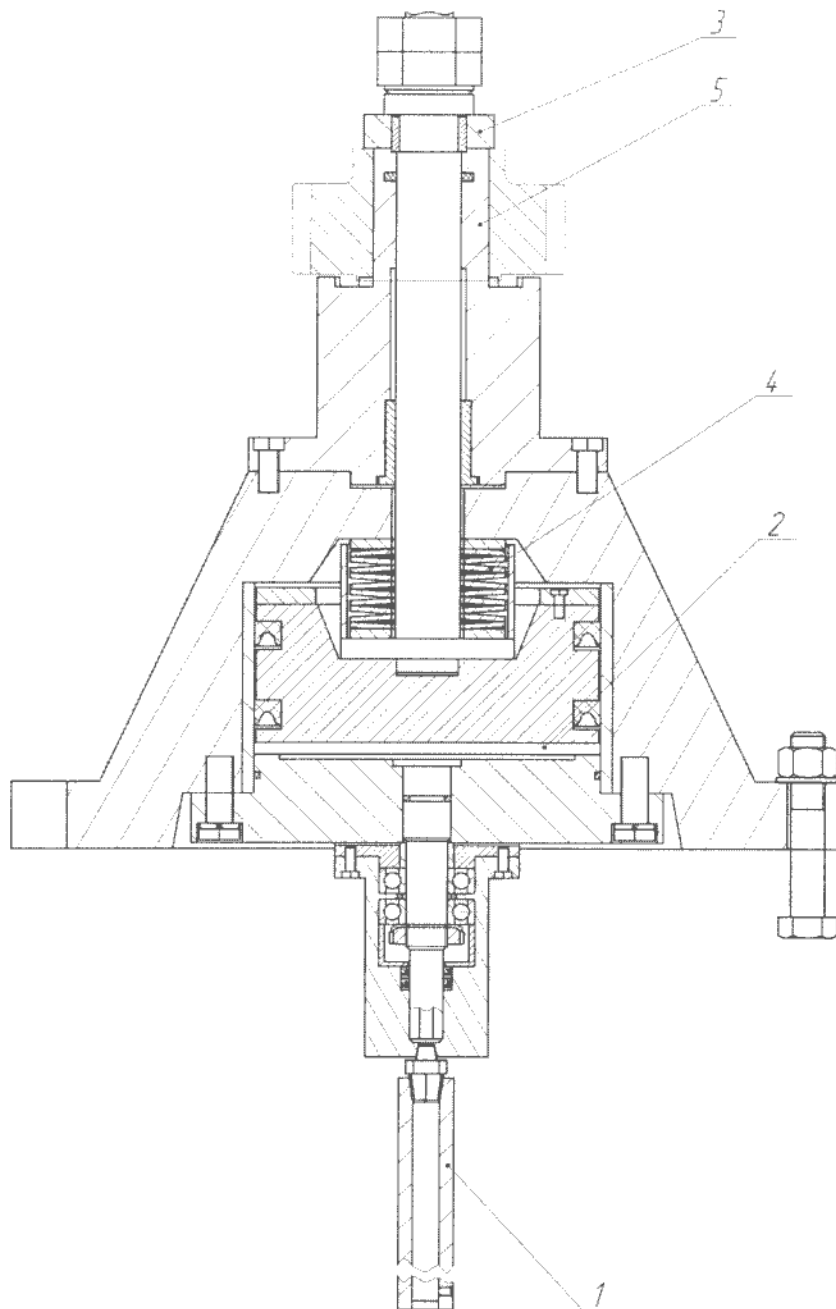


Рисунок 16 - Приспособление для фрезерования зубьев

Современное производство характеризуется высокими скоростями резания, повышенными точностями обработки и высокой производительностью, при которой вспомогательное время должно быть доведено до минимума.

Силовым приводом рассматриваемого станочного приспособления является пневматический цилиндр.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Для достижения высоких скоростей резания и повышенной точности обработки необходимо обеспечить жесткое и надежное крепление обрабатываемой детали при помощи пневматического цилиндра, не допуская в то же время ее деформации.

Зажим детали – это основная функция любого зажимного приспособления. От неправильного зажима, особенно если зажим производится бесконтрольно, вручную, даже массивные на вид детали часто деформируются, вследствие чего после снятия их с приспособления обнаруживаются неточности, например после фрезерования или шлифования плоскости – неплоскостность или непараллельность плоскостей, после развертывания или расточки – эллиптичность отверстий или непараллельность их осей.

В то же время при ручном зажиме не всегда обеспечивается и жесткое крепление на все время, в течение которого длится дан-ная операция, так как это зависит от индивидуальных данных рабочего. Поэтому ручные зажимы нередко во время работы сдают, и их приходится подтягивать на ходу, подстукивая молотком. Это все влияет как на качество, так и на производительность.

К основным преимуществам пневматических устройств относятся относительная простота конструкции и эксплуатационного обслуживания обусловленные одноканальным питанием исполнительных пневмо–механизмов (отработавший воздух выпускается непосредственно в атмосферу без отводящих трубопроводов), а следовательно, низкая стоимость и быстрая окупаемость затрат; надежность работы в широком диапазоне температуры, высокой влажности и запыленности окружающей среды; пожаро– и взрывобезопасность; большой срок службы, достигающий 10 000–20 000 ч (10–50 млн. циклов); высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100 000 об/мин); легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя (сжатого воздуха), возможность снабжения

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				

им большого количества потребителей от одного источника; отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке (пневмодвигатели могут быть заторможены до полной остановки без опасности повреждения и могут оставаться под нагрузкой практически без потребления энергии).

					151900.2016.577.00 113	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе выполнен расчет количества единиц технологического оборудования и коэффициента загрузки оборудования по операциям, определена численность станочников, наладчиков, вспомогательных рабочих, ИТР и служащих.

#### 3.1 Расчет количества единиц технологического оборудования и коэффициента загрузки оборудования по операциям.

В серийном производстве применяют переменнo-поточные или групповые поточные многопредметные линии. Различие переменнo-поточных и групповых поточных линий состоит в том, что первые при переходе на изготовление другой детали переналаживают, и такт выпуска для различных деталей различный, во втором случае на линии одновременно либо последовательно изготавливаются несколько деталей без переналадки.

Для переменнo-поточных и групповых поточных линий число станков на каждую операцию рассчитывают по штучно-калькуляционному времени и программе выпуска каждой закрепленной за линией детали: [7, с.20]

$$C_{\text{расч}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{ш-к}} N_i}{F_0 \cdot 60}, \quad (81)$$

где  $t_{\text{ш-к } i}$  и  $N_i$  — соответственно штучно-калькуляционное время операции изготовления  $i$ -ой детали на станке и ее программа выпуска;

$F_0$  — эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$n$  — количество разных деталей, изготавливаемых на данной линии.

Вычисленное значение  $C_{\text{расч}}$  округляют до ближайшего большего целого числа, получая при этом количество технологического оборудования  $C_{\text{пр}}$ , принятое для выполнения данной операции. Коэффициент загрузки технологического оборудования на данной операции: [7, с.19]

$$k_z = \frac{C_{\text{расч}}}{C_{\text{пр}}}, \quad (82)$$

где  $C_{\text{расч}}$  — расчетное число станков;

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$C_{пр}$  – принятое число станков.

Расчет количества оборудования, определяемый по формуле (82) и коэффициента загрузки определяемый по формуле (83) сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет количества оборудования и коэффициентов его загрузки.

Расчетное число станков $C_{расч}$	Принятое число станков $C_{пр}$	Коэффициент загрузки оборудования $k_3$
$C_{расч1} = \frac{1,44 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,06$	$C_{пр1}=1$	$k_{31} = \frac{0,06}{1} = 0,06$
$C_{расч2} = \frac{0,99 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,04$	$C_{пр2}=1$	$k_{32} = \frac{0,04}{1} = 0,04$
$C_{расч3} = \frac{8,35 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,35$	$C_{пр3}=1$	$k_{33} = \frac{0,35}{1} = 0,35$
$C_{расч4} = \frac{10,19 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,43$	$C_{пр4}=1$	$k_{34} = \frac{0,43}{1} = 0,43$
$C_{расч5} = \frac{0,907 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,03$	$C_{пр5}=1$	$k_{35} = \frac{0,03}{1} = 0,03$
$C_{расч6} = \frac{7,343 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,31$	$C_{пр6}=1$	$k_{36} = \frac{0,31}{1} = 0,31$
$C_{расч7} = \frac{5,88 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,25$	$C_{пр7}=1$	$k_{37} = \frac{0,25}{1} = 0,25$
$C_{расч8} = \frac{2,29 \cdot 10000}{3890 \cdot 60} = 0,09$	$C_{пр8}=1$	$k_{38} = \frac{0,09}{1} = 0,09$

### 3.2 Определение числа производственных рабочих для многостаночного обслуживания оборудования.

Число производственных рабочих-станочников определяют на основе анализа условий многостаночного обслуживания с учетом плана размещения оборудования. Под многостаночным обслуживанием понимается одновременная работа станочника на нескольких единицах полуавтоматического технологического оборудования. Основное условие



многостаночного обслуживания: станочник может выполнить ручные и машинно-ручные приемы работы на каждом станке за время автоматической работы остальных станков.

Основные параметры многостаночного обслуживания определяем путем построения циклограммы. На циклограмме изображаем в масштабе временные отрезки, отображающие структуру цикла многостаночного обслуживания.

Условные обозначения к циклограмме многостаночного обслуживания представлены на рисунке 17.



Рисунок 17- Условные обозначения

После построения циклограммы производится расчет величин простоя оборудования внутри цикла —  $t_{\text{прост}}$  по формуле (83) и коэффициентов загрузки оборудования в течении цикла —  $k_{з,мс}$  по формуле (84). [7, с.30]

При построении циклограммы должны соблюдаться следующие условия:

Для станков с различной продолжительностью операций при определении длительности цикла сопоставляют время занятости рабочего обслуживанием станков  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i}$  с наибольшим оперативным временем обработки на станке, входящем в предполагаемую зону обслуживания  $t_{оп,макс}$ .

Если  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} > t_{оп,макс}$ , то длительность цикла принимают равной суммарному времени обслуживания станков:  $T_{мс} = \sum_{i=1}^n t_{зан.i}$ .

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					

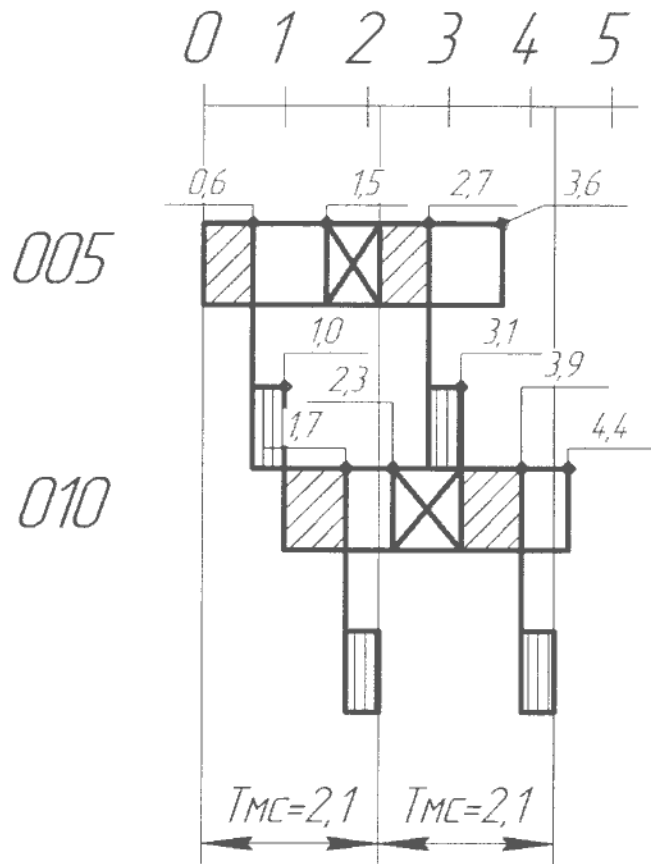


Рисунок 18– Циклограмма многостаночного обслуживания

Коэффициент загрузки оборудования в течении цикла определяется по формуле (84):

$$K_{з.мс1} = \frac{T_{мс} - t_{прот.}}{T_{мс}}$$

$$K_{з.мс1} = \frac{2,1 - 0,6}{2,1} = 0,71.$$

После определения коэффициента загрузки оборудования в течении цикла должно выполняться следующее условие:

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з.мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{C_{расч}}{C_{лр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з.мс1} > k_{з1}$$

$$0,71 > 0,06 \text{ – условие выполняется.}$$

Расчет операции 010:

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

151900.2016.577.00 ПЗ





Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з.мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{c_{расч}}{c_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з.мс3} > k_{з3}$$

$1,0 > 0,37$  – условие выполняется.

Расчет операции 035:

Т.к  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} > t_{оп.мах}$ , то длительность цикла принимают равной суммарному времени обслуживания станков:  $T_{мс} = \sum_{i=1}^n t_{зан.i}$ . Время простоя  $i$ -го станка, формула (83), возникающее при этом составит:

$$t_{прост4} = T_{мс} - t_{оп}$$

$$t_{прост4} = 9,7 - 8,1 = 1,6.$$

Коэффициент загрузки оборудования в течении цикла определяется по формуле (84):

$$K_{з.мс4} = \frac{T_{мс} - t_{прост.}}{T_{мс}}$$

$$K_{з.мс4} = \frac{8,8 - 1,6}{8,8} = 0,81.$$

После определения коэффициента загрузки оборудования в течении цикла должно выполняться следующее условие:

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з.мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{c_{расч}}{c_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з.мс4} > k_{з4}$$

$0,81 > 0,46$  – условие выполняется.

Расчет операции 045:

Т.к  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} > t_{оп.мах}$ , то длительность цикла принимают равной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ	Лист 59

суммарному времени обслуживания станков:  $T_{мс} = \sum_{i=1}^n t_{зан.i}$ . Время простоя  $i$ -го станка, формула (83), возникающее при этом составит:

$$t_{прост5} = T_{мс} - t_{оп}$$

$$t_{прост5} = 10,4 - 2,8 = 7,6.$$

Коэффициент загрузки оборудования в течении цикла определяется по формуле (84):

$$K_{з.мс5} = \frac{T_{мс} - t_{прост.}}{T_{мс}}$$

$$K_{з.мс5} = \frac{8,8 - 7,6}{8,8} = 0,13.$$

После определения коэффициента загрузки оборудования в течении цикла должно выполняться следующее условие:

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з.мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з.мс5} > k_{з5}$$

$$0,13 > 0,04 - \text{условие выполняется.}$$

Таким образом, исходя из данного расчета для операций 015, 035 и 045 принимаем одного станочника.

Построение циклограммы многостаночного обслуживания для операций 050–зубошлефовальная, 070 – внутришлифовальная и 075 – плоскошлифовальная, приведена на рисунке 20

Расчет циклограммы многостаночного обслуживания для операций 050–зубошлефовальная, 070 – внутришлифовальная и 075 плоскошлифовальная.  
Расчет операции 050:

Т.к.  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} \leq t_{оп.макс}$ , то длительность цикла принимают равной максимальному оперативному времени:  $T_{мс} = t_{оп.макс}$ . Время простоя станка, имеющего меньшее оперативное время:

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з,мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з,мс6} > k_{з6}$$

$$1,0 > 0,33 - \text{условие выполняется.}$$

Расчет операции 070:

Т.к  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} > t_{оп.мах}$ , то длительность цикла принимают равной суммарному времени обслуживания станков:  $T_{мс} = \sum_{i=1}^n t_{зан.i}$ . Время простоя  $i$ -го станка, формула (83), возникающее при этом составит:

$$t_{прост7} = T_{мс} - t_{оп}$$

$$t_{прост7} = 7,7 - 6,9 = 0,8.$$

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла определяется по формуле (84):

$$K_{з,мс7} = \frac{T_{мс} - t_{прост.}}{T_{мс}}$$

$$K_{з,мс7} = \frac{6,69 - 0,8}{6,69} = 0,88.$$

После определения коэффициента загрузки оборудования в течение цикла должно выполняться следующее условие:

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з,мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_з = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з,мс7} > k_{з7}$$

$$0,88 > 0,26 - \text{условие выполняется.}$$

Расчет операции 075:

Т.к  $\sum_{i=1}^n t_{зан.i} > t_{оп.мах}$ , то длительность цикла принимают равной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						62



суммарному времени обслуживания станков:  $T_{мс} = \sum_{i=1}^n t_{зан.i}$ . Время простоя  $i$ -го станка, формула (83), возникающее при этом составит:

$$t_{прост8} = T_{мс} - t_{оп}$$

$$t_{прост8} = 8,5 - 3,8 = 4,7.$$

Коэффициент загрузки оборудования в течении цикла определяется по формуле (84):

$$K_{з.мс8} = \frac{T_{мс} - t_{прост.}}{T_{мс}}$$

$$K_{з.мс8} = \frac{6,69 - 4,7}{6,69} = 0,29.$$

После определения коэффициента загрузки оборудования в течение цикла должно выполняться следующее условие:

Коэффициент загрузки оборудования в течение цикла  $k_{з.мс}$  должен быть не менее ранее рассчитанного  $k_3 = \frac{C_{расч}}{C_{пр}}$ , иначе принятого количества станков будет недостаточным для выполнения программы выпуска.

$$K_{з.мс8} > k_{з8}$$

$$0,29 > 0,10 - \text{условие выполняется.}$$

Таким образом, исходя из данного расчета для операций 050, 070 и 075 принимаем одного станочника.

Общее число производственных рабочих – 3, для двухсменного режима работы число производственных рабочих – 6.

### 3.3 Определение количества наладчиков

В условиях серийного производства для обслуживания станков в составе основных производственных рабочих предусматривают наладчиков, численность которых определяют по нормам обслуживания [7, с. 34, таблица 4.1] установленным для каждого типа оборудования. При определении числа наладчиков следует иметь в виду целесообразность обслуживания одним наладчиком нескольких групп оборудования.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6 – Загрузка наладчиков.

Станки	наладчик		
	1	2	3
Вертикально–сверлильный станок с 2С152 (1)	–	–	15%
Вертикально–протяжной автомат МП–7Б34 (1)	50%	–	–
Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3 (1)	–	–	30%
Зубофрезерный станок с ЧПУ 53С80Ф4 (1)	–	46%	–
Зубофасочный п/а ВС–500 (1)	–	17%	–
Зубошевинговальный п/а ВСН–732СNC2 (1)	40%	–	–
Внутришлифовальный п/а Si 6/1 ASA (1)	–	–	27%
Плоскошлифовальный станок 3Б722 (1)	–	10%	–
Суммарное время занятости наладчика в %	90%	73%	72%

Вывод: для двухсменной работы необходимо 6 наладчиков.

#### 3.4 Определение численности вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и служащих.

К вспомогательным относятся рабочие, выполняющие техническое обслуживание производственных участков: рабочие ремонтных и инструментальных служб, транспортные и подсобные рабочие, уборщики производственных помещений, рабочие складов и кладовых и др. Численность вспомогательных рабочих в механосборочных цехах составляет 20...35% от числа производственных рабочих.

Таким образом, число вспомогательных рабочих:

$$(6+6) \cdot 25\% = 3 \quad (85)$$

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями, а также инженеры технологи, техники, экономисты, нормировщики, инженеры-механики, инженеры-энергетики т. д.. Численность ИТР механических цехов

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

определяем по нормам в зависимости от числа основных станков цеха. Таким

определяем по нормам в зависимости от числа основных станков цеха. Таким образом, число ИТР при количестве оборудования 8 единиц составляет:

$$8 \cdot 25\% = 2 \quad (86)$$

К категории служащих относится персонал, выполняющий работы по счету, отчетности, снабжению, оформлению: бухгалтеры, кассиры, копировщики, секретари, учетчики, заведующие складами и кладовых. Число служащих механических и сборочных цехов определяют в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических цехов крупносерийного производства в зависимости от числа производственных рабочих число служащих составляет 0,6–1,6%. Таким образом, число служащих при численности производственных рабочих - 12 человек, составляет:

$$12 \cdot 1,6\% \approx 2. \quad (87)$$

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В данном дипломном проекте спроектирован и организован участок механической обработки по изготовлению шестерен высшей передачи промежуточного вала автомобиля «Урал».

Для организации механосборочного производства рекомендуется применять одноэтажные здания, т.к. в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования, а также упрощаются транспортные связи между отдельными цехами. Многоэтажные здания проектируют в случае ограниченности территории завода и при наличии относительно мелкого оборудования. Исходя из этой рекомендации выбираем одноэтажное здание.

Металлорежущие станки расположены последовательно в соответствии с технологическим процессом обработки детали. Расположение станков обеспечивает кратчайший путь движения детали в процессе обработки, и не допускает обратные, кольцевые и петлеобразные движения, создающие встречные потоки и затрудняющие транспортирование обрабатываемой детали, что обеспечивает удобство многостаночного обслуживания.

В начале участка размещается складская площадка для заготовок. Вдоль нее предусмотрен проезд для большегрузного транспорта для доставки поковок. Рационально использовать пролеты с мостовыми кранами, причем одна из причин применения мостовых кранов состоит в обеспечении высокой мобильности при перестановке и замене оборудования, кроме этого удастся обеспечить более рациональное использование производственной площади за счет снижения числа внутрицеховых проездов.

Для заготовок, собираемых на термообработку и с термообработки предусмотрены специальные площадки. Перемещение деталей на термическую обработку и с нее осуществляется при помощи электрокаров.

Для перемещения тары с деталями планировкой предусмотрен мостовой подвесной кран. Его грузоподъемность определяется максимальной массой перемещаемого груза. На данном участке для перемещения грузов выбран

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кран мостовой электрический однобалочный опорный типа I грузоподъемностью 5 тонн: 1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89. [7, с.60, таблица 1]

Ширину пролета выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить кратное число рядов оборудования — обычно от двух до четырех рядов станков в зависимости от габаритных размеров и варианта размещения.

Сетку колонн (ширину пролета  $L$  и шаг колонн  $t$  в метрах) и выбираем из унифицированного ряда указанных величин [7, с. 41]:  $18 \times 12$  м.

Высоту пролета выбирают исходя из схемы, приведенной на рисунке 21

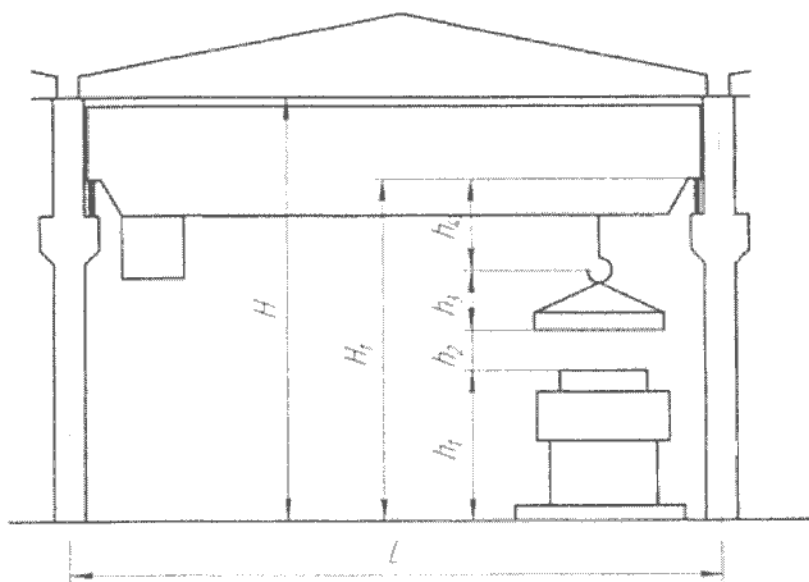


Рисунок 21— Схема поперечного разреза.

Исходя из максимального габаритного размера оборудования по высоте  $h_1$ , минимального расстояния  $h_2$  между оборудованием и перемещаемым грузом, а также размеров по высоте транспортируемых грузов  $h_3$  и подъемно транспортных средств  $h_4$  определяют высоту  $H_1$  до головки подкранового рельса:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (88)$$

где  $H_1$  — высота верхней точки рельса, м;

$h_1$  — высота самого высокого оборудования,  $h_1 = 3,1$  м;

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

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				

$h_3$  - высота груза со стропами,  $h_3 = 2,5$  м;

$h_4$  - размер крана, учитывает верхнее положение крюка,  $h_4 = 2,24$  м.

$$H_{1 \text{ расч}} = 3,1 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,8 \text{ м.}$$

Расчетное значение корректируется с учетом величин из унифицированного ряда и принимается  $H_1 = 6,95$  м. Соответственно высота пролета  $H = 9,6$  м.

Исходя из определенных параметров, согласно ГОСТ 2568–90 для высоты здания 9,6 м и крана грузоподъемностью 5 т принимаем колонны железобетонные типоразмера 10КК96.

- размеры подошвы фундамента  $5200 \times 3600$  мм;

- размеры сечения колонны  $400 \times 600$  мм.

При расстановке 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.

В процессе обработки детали образуются в основном два вида стружки, элементная и сливная. Критерием выбора системы удаления стружки служит количество стружки в год, приходящейся на 1 кв. метр участка.

Выход стружки в год составляет:

$$m_{\text{стр}} = (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}})Q, \quad (89)$$

где:  $m_{\text{заг}}$  - масса заготовки,  $m_{\text{заг}} = 9$  кг;

$m_{\text{дет}}$  - масса детали,  $m_{\text{дет}} = 4,6$  кг;

$Q$  - годовой объем выпуска деталей,  $Q = 10000$  шт.

$$m_{\text{стр}} = (9 - 4,6) \cdot 10000 = 44000 \text{ кг} = 44 \text{ т.}$$

Площадь участка по планировке составляет  $600 \text{ м}^2$ .

$$m_{\text{стр}}/S_{\text{пл}} = 44/600 = 0,073 \text{ т/м}^2. \quad (90)$$

При количестве стружке до 0,3 т в год, приходящейся на  $1 \text{ м}^2$  площади цеха, целесообразно собирать стружку в специальные емкости, установленные

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

151900.2016.577.00 ПЗ

с тыльной стороны станков, и доставлять к месту сбора или переработки напольным транспортом. Цеховые отделения сбора и переработки стружки размещают у наружной стены здания, вблизи выезда из цеха. Стружку в процессе переработки необходимо промыть и обезжирить.

Крупную витую стружку подвергают дроблению. Стружку брикетируют на специальных брикет-прессах. После этого стружка грузится на автомобиль и увозится на дальнейшую переработку. [8, с.175]

В качестве межоперационного транспорта применяются специальные ручные тележки, которые предназначены для транспортировки деталей между операциями, а также эти тележки используются в качестве накопительных столов. В условиях среднесерийного производства это достаточно гибкий транспорт, движение которого не препятствует многостаночному обслуживанию оборудования.

Для снабжения станков смазывающе-охлаждающей жидкостью (СОЖ) принят централизованно-групповой способ. Охлаждающая жидкость подается из центральной установки по трубопроводам к разборным кранам, установленным на участке для обслуживания отдельных групп станков. Наиболее универсальной СОЖ для токарных, сверлильных, фрезерных, протяжных и зубообрабатывающих станков является Росойл–МР–99. [9, с.119]. Для каждого станка циркуляция жидкости осуществляется при помощи индивидуального насоса. Отработавшие эмульсии и водные растворы сливаются в канализацию. Отработавшие масла передаются в таре в помещение регенерации масел.

Проектирование технологической оснастки транспортер-накопитель

В качестве транспортера-накопителя был выбран лотковый транспортер-накопитель простой прямой типа в качестве ската для перемещения деталей между станками. ( рисунок–22), [10, с. 79]

Проектируемый лоток является одноручьевым открытым, самотечным – детали движутся самотеком (под действием собственного веса).

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Лотки изготавливают из листового металла или из сортового проката. Проектируемый лоток будет изготавливаться из сортового проката (горячекатаный сортовой) из углеродистой стали обыкновенного качества, с толщиной листа 5 мм [11, с.84], марка стали СтЗсп. Тип лотка принимаем открытый коробчатый.

Для установки лотка используем уголки стальные горячекатаные равнополочные [11, с.136]. Основные размеры: ширина  $b = 50$  мм, толщина  $t = 5$  мм.

Расчет основных геометрических параметров лотка.

При проектировании лотков для перемещения деталей рассчитывают их геометрические параметры по формулам, выведенным В.П. Бобровым. Расчетная ширина лотка (мм) для нормальной проходимости детали определяется по формуле:

$$B = D_d + \Delta, \quad (91)$$

где  $D_d$  - диаметр детали, мм;  $\Delta$  - зазор между деталью и стенкой лотка, мм.

Предельный зазор между деталью и стенкой станка:

$$\Delta = \left( \frac{\sqrt{2D_d^2}}{\sqrt{1+f^2}} \right) - D_d, \quad (92)$$

где  $f$  - коэффициент трения детали о борт лотка;  $f = (0,1 \div 0,25)$ ,  $\text{tg}\alpha = f$ .

$$\Delta = \left( \frac{\sqrt{2 \cdot 145^2}}{\sqrt{1 + 0,25^2}} \right) - 145 = 54 \text{ мм}$$

$$B = 145 + 54 = 199 \text{ мм}$$

Высота бортов лотка принимается из формулы :

$$H = 0,4 \cdot H_d,$$

где  $H_d$  - высота детали, мм.

$$H = 0,4 \cdot 86 = 34 \text{ мм}$$

Угол наклона лотка принимается  $\beta = 5^\circ$ . [10, с. 79].

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2016.577.00 ПЗ



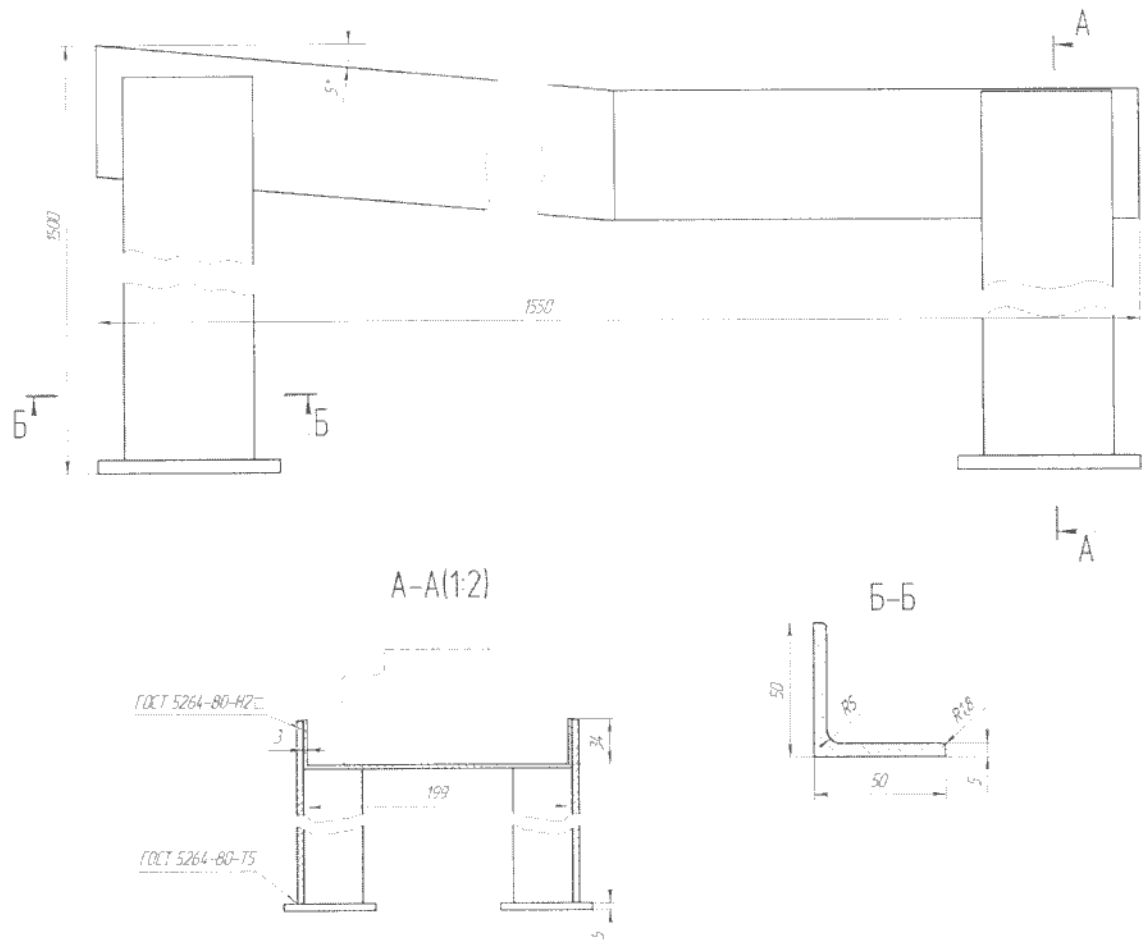


Рисунок 22—Схема транспортера-накопителя

										Лист
										71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2016.577.00 И3

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Микроклимат производственного помещения

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. Не имея возможности эффективно влиять на протекающие в атмосфере климатообразующие процессы, люди располагают качественными системами управления факторами воздушной среды внутри производственных помещений.

Микроклимат производственного помещения — это климат внутренней среды данного помещения, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Для обеспечения нормальной работы на участке должны соблюдаться оптимальные параметры микроклимата приведенные в ГОСТ 12.1.005.

Для поддержания в холодное время года заданной температуры воздуха помещения должны быть отапливаемыми. На проектируемом участке применяются воздушная система отопления.

Воздушная система отопления характерна тем, что подаваемый воздух предварительно нагревается в калориферах. Устройство системы воздушного отопления – центральное. Оно совмещается с приточными вентиляционными системами и нагретый воздух подаётся по системе воздуховодов от калорифера.

Помимо теплого помещения оно должно быть и хорошо вентилируемым. Вентиляция достигается за счет удаления загрязненного воздуха из помещения и подачи в него свежего. Для подачи воздуха используется приточная вентиляция, а для его удаления вытяжная.

На участке в зоне расположения станков предусмотрена местная вытяжная вентиляция в виде зонтов.

Для эффективной работы системы вентиляции на участке выполняются следующие технические и санитарно-гигиенические требования:

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2016.577.00 ПЗ



отключение рабочего освещения (при аварии) предусмотрено аварийное освещение для продолжения работы. Светильники аварийного освещения работают от независимого источника. Данный вид освещения должен быть не менее 2 люкс.

При аварийном отключении рабочего освещения в местах опасных для прохода рабочих, на лестничных клетках, предусмотрено эвакуационное освещение. Светильниками эвакуационного освещения служат только лампы накаливания и люминесцентные лампы, которые присоединяют к сети, независимой от рабочего освещения. Эвакуационное освещение должно быть не менее 0,2 люкс. В нерабочее время для несения дежурств охраны обеспечивается минимальное искусственное освещение не менее 0,2 люкс, называемое дежурным.

Защита от производственного шума также очень важна для поддержания рабочего состояния людей и достижения необходимой производительности труда. Шум возникает при механических колебаниях в твердых, жидких газообразных средах. Ухо человека может воспринимать колебания 16-20 тыс. Гц. Для того чтобы уменьшить воздействие шума на рабочего необходимо использовать СИЗ: наушники, беруши.

### 5.3 Электробезопасность производственного помещения

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Оборудование, установленное на проектируемом участке групповой механической обработки шестерен высшей передачи первичного вала находится под напряжением, поэтому возможно возникновение опасности поражения электротоком рабочего. Это может быть в случае прикосновения к

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				

токоведущим частям, находящимся под напряжением, в случае прикосновения к корпусам, нормально не находящимся под напряжением, но оказывающимся под ним в результате повреждения изоляции.

Действие электрического тока на организм человека нередко приводит к различным электротравмам, это могут быть электрические ожоги, электрические знаки, металлизация кожи, механические повреждения и т. п. Данные электротравмы относятся к местным. К общим электротравмам относят электрический удар, который подразделяется на судорожное сокращение мышц без потери сознания и с потерей, но с сохранившимся дыханием и работой сердца; на потери сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания; на клиническую смерть и биологическую смерть. Для обеспечения электробезопасности на проектируемом участке предусмотрены: недоступность токоведущих частей электроустановок с помощью их изоляции и размещения за ограждением. Также предусматривается электрическое разделение сети на отдельные, не связанные между собой участки. На операциях зачистки применяется ручной электроинструмент и поэтому для устранения опасности он питается напряжением не выше 42 В. На ведущих частях электроустановки предусмотрена двойная изоляция. Все электрооборудование на участке находится под защитным заземлением.

#### 5.4 Пожарная безопасность производственного помещения

Большую опасность для рабочих и огромный материальный ущерб на машиностроительных предприятиях представляют пожары.

Проектируемый участок механической обработки располагается в Агрегатном производстве. Данный тип производства относится к категории пожаробезопасности Д, в котором обрабатываются пегорючие вещества и материалы в холодном состоянии: цех холодной обработки материалов. В оценке противопожарных качеств зданий и сооружений большое значение имеет их огнестойкость. Выбранное здание по группе возгораемости

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ				



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе был спроектирован участок механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала автомобиля «Урал».

Была произведена замена старого оборудования на более современное, производительное (оборудование с ЧПУ).

Применение нового оборудования позволило сократить трудоемкость обработки детали, количество операций, производственную площадь участка и облегчить труд рабочего. При переходе на двухсменный режим работы уменьшилось число металлорежущих станков, а следовательно число наладчиков.

При сокращении площадей, затрат на электроэнергию, теплоэнергию, и заработную плату рабочих снижены общепроизводственные расходы, что приводит к росту прибыли.

Таким образом, эффективность применения данного проекта достигается за счет роста производительности труда, повышения качества выпускаемой продукции, снижения себестоимости изготовления детали, увеличения выпуска конкурентоспособной продукции уменьшения трудоемкости обработки и ритмичности ее выпуска.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.577.00 ПЗ					

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миков Ю. Г., Балинский С. В. Заготовки в машиностроении: Учебное пособие к курсовому проекту. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999. – 37с.
2. Размерный анализ технологических процессов в механической обработки: учебное пособие для самостоятельной работы / Ю.Г. Миков. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 96 с.
3. Миков Ю.Г. Технология машиностроения: Учебное пособие к курсовому проектированию.–Челябинск: Изд–во БУрГУ, 2005–39с.
4. Режимы резания для токарных и сверлильно–фрезерно–расточных станков с числовым программным управлением: Справочник.2–е изд./Под ред. В.И.Гузеева. М.: Машиностроение,2007.368 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2–е изд., уточ. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 411 с.
6. Протяжной инструмент/ Д.К. Маргулис, М.М. Тверской, В.А. Вакурова и др. Под ред. Д.К. Маргулиса.–2–е изд.,перераб. и доп.– Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение, 1992.–336с.
7. Кучина, О.Б. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим занятиям / под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2007. – 63 с.
8. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. Для сред. Спец. Учеб. Заведений/ Под ред. Ю.М. Соломенцева.–М.: Высш. школа, Издательский центр «Академия», 2001.– 304 с.:ил.
9. Худобин Л.В., Бабичев А.П. Смазочно–охлаждающие технологические средства. Справочник. изд./Под ред. Худобин Л.В. М.: Машиностроение,2006.–544 с.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78



10. Автоматизация процессов в машиностроении. / А.П. Белоусов, А.И. Дашенко, П.М. Полянский и др.– М.: Высшая школа, 1979. – 456 с.
11. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т./ под ред. И.Н. Жестковой, – 8–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – Т.1.– 912 с.

					151900.2016.577.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.			Листов												
						Лит.	Лист	Листов													
Справ. №	Подп. и дата	Инв. №	Инв. № докл.	Взл.	Подп. и дата	151900.2016.557.07.00 СП			ЮрГУ Кафедра ТПМ												
						Документация															
						A1	151900.2016.577.07.00 СБ	Сборочный чертеж													
						Сборочные единицы															
						1	151900.2016.577.01	Труба		1											
						Детали															
						2	151900.2016.577.02	Корпус		1											
						3	151900.2016.577.03	Фланец		1											
						4	151900.2016.577.04	Втулка		1											
						5	151900.2016.577.05	Корпус		1											
						6	151900.2016.577.06	Кольцо		1											
						7	151900.2016.577.07	Втулка		1											
						8	151900.2016.577.08	Палец		1											
						9	151900.2016.577.09	Крышка		1											
						10	151900.2016.577.10	Поршень		1											
						11	151900.2016.577.11	Кольцо ограничительное		1											
12	151900.2016.577.12	Втулка	1																		
13	151900.2016.577.13	Пружина	1																		
14	151900.2016.577.14	Втулка	1																		
15	151900.2016.577.15	Оправка	1																		
16	151900.2016.577.16	Тяга	1																		
<table border="1"> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Тагиров А.И.</td> <td>15.06.16</td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td>Высогорец Я.В.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Шапранова Е.С.</td> <td>28.06.16</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Плаксин А.В.</td> <td>29.06.16</td> </tr> </table>						Разраб.	Тагиров А.И.	15.06.16	Пров.	Высогорец Я.В.		Н.контр.	Шапранова Е.С.	28.06.16	Утв.	Плаксин А.В.	29.06.16	151900.2016.557.07.00 СП Приспособление для фрезерования зубьев			Лит. 1 Лист 2
Разраб.	Тагиров А.И.	15.06.16																			
Пров.	Высогорец Я.В.																				
Н.контр.	Шапранова Е.С.	28.06.16																			
Утв.	Плаксин А.В.	29.06.16																			

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Слов. №	A1			151900.2016.577.06.00 СБ	Сборочный чертеж			
					Документация			
						Детали		
			1	151900.2016.577.01	Плита	1		
			2	151900.2016.577.02	Установ	1		
			3	151900.2016.577.03	Планка	1		
			4	151900.2016.577.04	Планка	1		
			5	151900.2016.577.05	Рукоятка	1		
			6	151900.2016.577.06	Стойка	1		
			7	151900.2016.577.07	Кожух	1		
			8	151900.2016.577.08	Рычаг	1		
			9	151900.2016.577.09	Втулка	1		
			10	151900.2016.577.10	Палец	1		
			11	151900.2016.577.11	Палец	1		
			12	151900.2016.577.12	Рычаг	1		
			13	151900.2016.577.13	Втулка	1		
			14	151900.2016.577.14	Палец	1		
			15	151900.2016.577.15	Втулка	1		
			16	151900.2016.577.16	Крышка	2		
			17	151900.2016.577.17	Втулка	1		
			18	151900.2016.577.18	Палец	1		
		19	151900.2016.577.19	Втулка	1			
		20	151900.2016.577.20	Палец	1			
				151900.2016.577.06.00 СП				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.	Тагиров А.И.	15.06		15.06			
	Проб.	Высогорец Я.В.						
	И.контр.	Шапранова Е.С.	28.06.14			ЮУрГУ кафедра ТПМ		
Утв.	Плаксин А.В.	28.06.14						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
A1			151900.2016.577.09.00	Планировка участка			
A4			151900.2016.577.00 ПЗ	Пояснительная записка			
<i>Технологическое оборудование</i>							
		1	2С152	Вертикально-сверлильный	1		
		2	МП-7Б34	Вертикально-протяжной	1		
		3	16К20Ф3	Токарный с ЧПУ	1		
		4	153С80Ф4	Зубофрезерный с ЧПУ	1		
		5	ВС-500	Зубофасочный п/а	1		
		6	ВСН-732NC2	Зубошевинговальный п/а	1		
		7	Si 6/1 ASA	Внутришлифовальный п/а	1		
		8	3Б722	Плоскошлифовальный п/а	1		
		9	№ 06806	Моечная машина	1		
<i>Подъемно транспортное средство</i>							
		10	1-А-5-16,5-12-380	Кран мостовой электрический однобалочный опорный ГОСТ 22045-89	1		
<b>151900.2016.577.09.00</b>							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Тагиров А.И.	Лист	17.6.16				
Проб.	Кучина О.Б.	Лист	27.6.16				
Н.контр.	Шапранова Е.С.	Лист	18.06.16				
Утв.	Плаксин А.В.	Лист	28.06.16				
				Планировка участка механической обработки шестерни высшей передачи первичного вала			
				Копировал			
				Лит.		Лист	
				Листов		1	
				ЮУрГУ кафедра ТПМ			
				Формат А4			

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Изм. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.