

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.Блакитц /

« 28 » июня 2016 г.

Участок механической обработки


шестерни КОМ ведущей

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ЮУрГУ – \_\_\_\_\_ 151900.2016.595.00.00 \_\_\_\_\_ ВКР

Консультант, должность

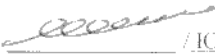
Старший преподаватель

 / О.Б.Кучина /

« 27 » июня 2016 г.

Руководитель, должность

Доцент, к.т.н.

 / Ю.Г.Миков /

« 27 » 06 2016 г.

Консультант, должность

Старший преподаватель

 / Е.С.Шапранова /

« 10 » июня 2016 г.

Автор

студент группы МиМс- 441

 / Е.В.Лапишов /

« 27 » июня 2016 г.

Нормоконтролер, должность

Старший преподаватель

 / Е.С.Шапранова /

« 23 » июня 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 Ми МС - 151900.62

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
15.04 А.В. Плаксин  
2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Латшова Елисея Валерьевича  
(Ф. И.О. полностью)

Группа Ми МС-441

1 Тема работы

Участок механической обработки  
шестерни КОМ ведущей

(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 20 июля 2016 г.

3 Исходные данные к работе

1 Чертеж детали;  
2 Программа втулки - 8500 ш/кал;  
3 Материал пружинной проволоки;  
4 Механические указания.

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

Введение

- 1 Технологический раздел
  - 1.1 Описание конструкции и назначения детали
  - 1.2 Характеристика материала детали
  - 1.3 Анализ существующего технологического процесса
  - 1.4 Разработка проектного варианта
  - 1.5 Выбор способа получения заготовки
  - 1.6 Разработка маршрутного технологического процесса
  - 1.7 Расчет припусков, операционного размера и размера заготовки
    - 1.7.1 Расчет линейного припусков
    - 1.7.2 Расчет углового припусков
  - 1.8 Расчет режущих резаний
    - 1.8.1 Расчет по эмпирическим формулам
    - 1.8.2 Расчет по нормативам
  - 1.9 Нормирование операций обработки детали
- 2 Конструкторский раздел
  - 2.1 Расчет и проектирование стального пружинящего
  - 2.2 Расчет и проектирование дискового шевера
  - 2.3 Расчет и проектирование конусной пружины
  - 2.4 Расчет и проектирование софита робота
- 3 Строительный раздел
  - 3.1 Расчет количества оборудования
  - 3.2 Определение типа привода рабочего
  - 3.3 Определение количества станков
  - 3.4 Определение мощности вращающегося рабочего, УТР и шума
  - 3.5 Определение основных параметров привода рабочего
  - 3.6 Выбор и обоснование метода удаления стружки и метода смазки участка СОЖ
- 4 Безопасность жизнедеятельности
  - 4.1 Воздушная среда и микроклимат на участке
  - 4.2 Пожарная безопасность
  - 4.3 Электробезопасность
  - 4.4 Освещение
  - 4.5 Трубопроводный транспорт

Зачетные  
Библиографический список

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

1	Чертеж заготовки	0,5
2	Чертеж шевера	0,5
3	Размерный анализ	1,0
4	Чертеж станочного приспособления	0,5
5	Чертеж конструкторского приспособления	1,0
6	Схема наладки	0,25
7	Схема наладки	0,25
8	Схема наладки	0,25
9	Схема наладки	0,25
10	3D-модель приспособления	0,5
11	Чертеж сборки работы	1,0
12	Тампировка участка	1,0

Всего 7 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строчный раздел Б.К.Д	О.Б. Куркина	Куз 29.12.15	
	С.С. Шаранова	Куз 29.12.15	

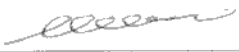
7 Дата выдачи задания 29.12.15  
Руководитель

(подпись) Ю.Г. Мухом (И.О. Ф.)  
Задание принял к исполнению  (подпись студента) С.В. Лашов (И.О. Ф.)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
1 Разработка алгоритма технологического процесса	6.06.2016	done
2 Расчет режимов резания	7.06.2016	done
3 Нормирование операций	9.06.2016	done
4 Расчет и проектирование станочного приспособления	10.06.2016	done
5 Расчет и проектирование режущего инструмента	16.06.2016	done
6 Расчет и проектирование контрольного приспособления	18.06.2016	done
7 Расчет и проектирование схемы работы	19.06.2016	done

Заведующий кафедрой  /А.В. Плаксин/

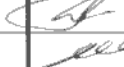



Руководитель работы  /И.О. Ф. Н.Г. Маков/

Студент  /И.О. Ф. Е.В. Латшев/

## АННОТАЦИЯ

Лапшов Е.В. Участок механической обработки шестерни КОМ ведущей.  
 Миасс: МиМс ЮУрГУ, 2016, 80с.  
 Библиографический список литературы – 15 наименований.  
 4 листа чертежей ф. А3;  
 3 листа чертежей ф. А2;  
 5 листов чертежей ф.А1.

По заданию выпускной квалификационной работы разработан участок механической обработки шестерни КОМ ведущей. В ходе выполнения курсового проекта были рассчитаны припуски, операционные размеры и режимы резания, спроектированы и рассчитаны станочное и контрольное приспособления, спроектирован режущий инструмент – шевёр, были рассчитаны количество единиц технологического оборудования и коэффициент загрузки оборудования по операциям. Определена численность станочников, наладчиков, вспомогательных рабочих, ИТР, служащих. Был выбран вид межоперационного транспорта, способ снабжения участка СОЖ, способ удаления стружки с рабочих мест. Выбрано подъемно-транспортное средство и рассчитана высота пролета. Выполнен план расположения оборудования и рабочих мест. Так же была спроектирован схват робота.

					<b>151900.16.595.00.00 ПЗ</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Участок механической обработки шестерни КОМ ведущей	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Е.В. Лапшов		27.06				
Провер.		Ю.Г. Миков		27.06			6	80
Реценз.						ЮУрГУ Кафедра ТИМ		
Н. Контр.		Е.С. Шопранова		28.06.16				
Утверд.		А.В. Плехин		28.06.16				

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	9
1 Технологический раздел.....	11
1.1 Описание конструкции и назначения детали.....	11
1.2 Характеристика материала детали.....	11
1.3 Анализ существующего технологического процесса.....	12
1.4 Разработка проектного варианта.....	13
1.5 Выбор способа получения заготовки.....	13
1.6 Разработка маршрутного технологического процесса.....	16
1.7 Расчет припусков, операционных размеров и размеров заготовки.....	23
1.7.1 Расчет линейных припусков.....	23
1.7.2 Расчет диаметральных припусков.....	26
1.8 Расчет режимов резания.....	29
1.8.1 Расчет по эмпирическим формулам.....	29
1.8.2 Расчет по нормативам.....	31
1.9 Нормирование операций обработки детали.....	35
2 Конструкторский раздел.....	38
2.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для зубофрезерования.....	38
2.2 Расчет и проектирование шевера.....	40
2.3 Расчет и проектирование контрольного приспособления.....	49
2.4 Расчет и проектирование схвата робота.....	50
3 Строительный раздел.....	55
3.1 Расчет количества оборудования.....	55
3.2 Определение числа производственных рабочих.....	56
3.3 Определения количества наладчиков.....	60
3.4 Определение численности вспомогательных рабочих, инженерно- технических работников и служащих.....	61
3.5 Определение основных параметров производственного здания.....	62

4	Безопасность жизнедеятельности.....	65
4.1	Воздушная среда и микроклимат на участке.....	66
4.2	Пожарная безопасность.....	67
4.3	Электробезопасность.....	69
4.4	Освещение.....	70
4.5	Производственный травматизм.....	71
	Заключение.....	73
	Библиографический список.....	74

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



## ВВЕДЕНИЕ

Одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашим обществом - задача повышения научно-технического уровня, обеспечения быстрого роста производительности труда, повышение эффективности общественного производства.

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. От принятой технологии производства во многом зависит надёжность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации.

Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление.

Одной из главных задач технологии машиностроения является изучение закономерностей протекания технологических процессов и выявление параметров, воздействуя на которые можно интенсифицировать производство и повысить его точность. Знание этих закономерностей является основным условием рационального проектирования технологических процессов. Лишь на базе этих закономерностей может решаться задача автоматизации производства. В каждом конкретном случае принятый вариант автоматизации должен подтверждаться точными технологическими и экономическими расчётами.

Задачей данной работы является проектирование нового технологического процесса механической обработки с целью снижения себестоимости детали уменьшению затрат труда на ее изготовление, за счет повышения коэффициента

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				

использования материала (уменьшение припусков на механическую обработку), снижения времени занятости рабочего (применение станков с ЧПУ), снижения стоимости дорогостоящего режущего инструмента и т.д.

Было принято решение о получении центрального отверстия на этапе получения заготовки. Это помогло исключить операцию сверления. Токарные операции было решено выполнять на токарном станке с ЧПУ, что обеспечит более высокое качество и гибкость производства. Сверлильные и фрезерные операции выполняются на обрабатывающем центре модели 500HS, что помогло сократить размер участка.

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

# 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Описание конструкции и назначения детали

Шестерня коробки отбора мощности (КОМ) ведущая представляет собой тело вращения с центральным отверстием для установки на валу КОМ ведущем. Деталь имеет зубчатый венец ( $z = 24$ ) и  $m = 4,25$ . В паре с сопрягаемой деталью представляет собой зубчатое зацепление для передачи крутящего момента.

Коробка отбора мощности относится к механизмам самосвальнoй установки автомобиля «Урал - 5557». Эти механизмы обеспечивают: подъем и опускание платформы, остановку ее в любом положении, закрывание боковых бортов, автоматическое ограничение максимального угла подъема платформы, автоматическое ограничение давления масла в гидросистеме.

КОМ крепится к картеру коробки передач с правой стороны и предназначается для привода масляного насоса. Включение КОМ производят при давлении воздуха в пневмосистеме автомобиля не менее 500 кПа ( $5 \text{ кгс/см}^2$ ) и включенном сцеплении. Между фланцами картеров коробки передач и отбора мощности установлены регулировочные прокладки, с помощью которых регулируется боковой зазор в зацеплении шестерен (по шуму). Управление КОМ - электропневматическое. При включении электропневмоклапана воздух действует на диафрагму, которая через шток с вилкой включения вводит шестерню выходного вала в зацепление с ведущей шестерней.

## 1.2 Характеристика материала детали

В качестве материала детали используется сталь 18ХГТ – конструкционная легированная сталь, 0,18% углерода, по 1% хрома, марганца и титана, остальное железо и примеси. Данная сталь широко используется в промышленности благодаря своим свойствам и химическому составу. Хром в составе увеличивает твердость, а также повышает коррозионностойкость. Марганец обеспечивает прочность, износостойкость, высокую прокаливаемость стали, кроме того, присутствие этого элемента в составе, придает металлу большое упрочнение при пластической деформации и сопротивление ударному износу. Титан в составе

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ					

необходим для обеспечения высокой твердости.

Таблица 1 - Технологические свойства материала сталь 18ХГТ

Флокеночувствительность	Свариваемость	Склонность к отпускной хрупкости
Не чувствительна	без ограничений	малосклонна

Сталь 18ХГТ применяется, в первую очередь, для изготовления деталей со свойствами повышенной прочности, твердости, работающих под действием ударных нагрузок. Из данной стали изготавливаются цанги, разрезные кольца, цапфы, пружинные шайбы, червяки, фрикционные диски, шестерни, коленчатые валы, полуоси.

### 1.3 Анализ существующего технологического процесса

При составлении плана обработки следует соблюдать следующие правила:

- 1) Термообработка деталей (закалка, отпуск) производится перед чистовыми операциями;
- 2) Грубая операция должна предшествовать более точной, т.к. при первых операциях снимается больше слой металла (устраняются дефекты);
- 3) Отделочные операции следует относить к концу (уменьшается возможность повреждения при транспортировке и коробление при обработке других поверхностей);
- 4) Операции, при которых ожидается повышенный брак, следует выполнять как можно раньше;
- 5) В первую очередь выполняют операции, при которых снижается жесткость детали;
- 6) Контрольные операции планируются перед операциями выполняемыми другими цехами (термические, гальванические и т.д.), перед трудоемкими и ответственными операциями, после окончания обработки.

По существующему технологическому процессу:

- 1) Термообработка производится перед операциями шлифования, калибрования цилиндрического отверстия, т.к. эти операции являются чистовыми;
- 2) При обработке отверстия в качестве черновой операции применяется

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				

зенкерование, в качестве чистовой – протягивание. Для обработки наружных поверхностей применяется токарная, а в качестве чистовой – шлифование;

3) Из отделочных операций применяется шлифование, калибрование центрального отверстия которые проводятся в конце технологического процесса;

4) По технологическому процессу предусматривается 5 контрольных операции: перед трудоемкой и дорогостоящей операцией – зубофрезерной, перед термообработкой, после калибрования центрального отверстия и после окончания обработки.

Деталь изготовлена из легированной стали 18Х1Т. Данный материал не относится к группе труднообрабатываемых, но после термообработки возможно коробление детали. Поэтому этого после термообработки вводится дополнительная операция – калибровка отверстия.

Сверление отверстия в сплошном металле поковки вызывает такие трудности, как износ инструмента, трудность подачи СОЖ, смещение оси отверстия.

Обработка наружных поверхностей на токарных полуавтоматах не обеспечивает высокой точности. Поэтому после точения необходимо шлифование торцев.

#### 1.4 Разработка проектного варианта

Т.к. число обрабатываемых деталей в год 8500 штук, то тип производства – крупносерийное.

Предлагаю:

1) Поменять токарные операции на токарные с ЧПУ на станке HAAS TL-15, который обеспечивает более высокое качество и гибкость производства;

2) Сверлильные и фрезерные операции выполнять на обрабатывающем центре 500HS;

3) При получении заготовки получать центральное отверстие. Это позволит исключить операцию сверления;

#### 1.5 Выбор способа получения заготовки

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Выбор методов получения исходной заготовки оказывает влияние на решение задач экономии металла, т.е. на снижение себестоимости детали. При выборе методов получения исходных заготовок следует учитывать потери материала, связанные с этими методами.

Заготовку можно получить двумя способами: прокатом и штамповкой. Предпочтение отдаём штамповке. По сравнению с ковкой, штамповка имеет большую производительность, меньший расход металла, лучшее качество поверхности, в 2-4 раза меньшие припуски и допуски.

Существует три вида получения заготовки с помощью штамповки:

- штамповка в открытых штампах;
- штамповка в закрытых штампах;

Штамповка в открытых штампах – процесс, при котором избыток металла заготовки вытесняется в специальную полость, называемую облойной канавкой. Металл в канавке называется облоем. В простейшем случае, цилиндрическая полость штампа выполнена в одной части штампа, вторая представляет собой плоский боек. Для облегчения удаления поковки из штампа боковые стенки полости выполняются с уклоном. Назначение уклонов приводит к искажению формы поковки и к увеличению ее объема. После извлечения поковки из полости основного штампа облой обрезают в специальном обрезном штампе или на обрезном прессе.

Штамповка в открытых штампах обладает рядом преимуществ, к которым относятся: возможность изготовления поволоков практически любой сложности; удельные усилия отрывной штамповки меньше, чем при закрытой; требования к точности исходной заготовки обычные; высокая стойкость штампов.

Вместе с тем, штамповке в открытых штампах присущ ряд недостатков: повышенный расход металла с облоем; необходимость использования специального оборудования и инструмента – обрезного пресса и обрезных штампов при обрезке облоя; перерезание волокон металла при обрезке облоя; коробление поволоков.

					151900.16.595.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Штамповка в закрытых штампах – процесс, при котором заготовка деформируется, находясь в полости одной части штампа, в которую входит, как в направляющую, другая его часть. При этом штамп не обеспечивает свободного удаления поковки из ручья. Для удаления поковки используются либо выталкиватели (на КГШП), либо часть штампа, в которой расположена полость, выполняется разъемной, состоящей из двух половин (на ГКМ). Практически некоторая часть металла затекает в зазоры между разъемными частями закрытого штампа, образуя незначительный заусенец, объем которого зависит от колебаний объема заготовок вследствие неточности изготовления.

Закрытая штамповка более рациональна, чем открытая, так как при ней возможен только непредусматриваемый и небольшой величины заусенец, качество поковок более высокое. Не требуется специального оборудования для обрезки облоя. Закрытые штампы менее требовательны к фасонированию заготовок, однако, как и в открытых штампах должно быть обеспечено центрирование заготовок.

Основной недостаток способа штамповки в закрытых штампах состоит в неуниверсальности и ограниченности рациональных форм штампуемых поковок. Заготовки должны быть точными по объему, что требует использования специального оборудования для отрезки заготовок. Меньший объем заготовок, чем требующийся, приводит к незаполнению углов штампов и браку поковок. Большой объем заготовки из-за отсутствия возможности фиксировать момент заполнения полости (конец штамповки) приводит к распору штампа, что отрицательно сказывается на его долговечности.

Во избежание перегрузки штампов и оборудования при попадании в штампы заготовок, объем которых превышает некоторый предельный, излишки металла удаляются в специальный приемник – компенсатор. Принцип устройства компенсатора состоит в том, что для каждой конфигурации поковок и соответствующего оформления штампа устанавливают место наиболее трудного заполнения металлом и в нем предусматривают отверстие или щель, в которое

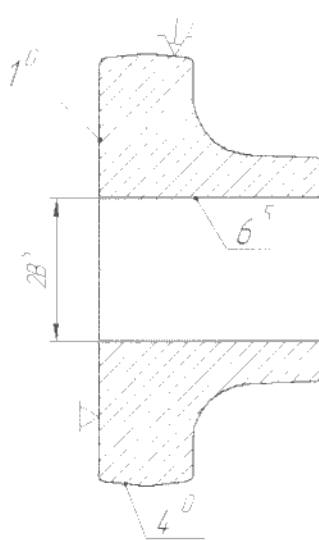
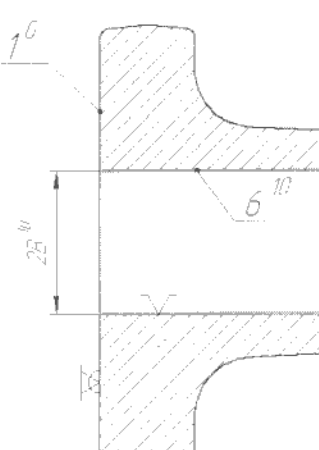
									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				

выдавливается лишний металл после оформления поковки.

Метод получения заготовки – штамповка в закрытых штампах.

1.6 Разработка маршрутного технологического процесса

Таблица 2 - Маршрутный технологический процесс

№ опер.	Наименование операции, содержание переходов.	Эскизы
005	Сверлильная 1. Зенкеровать отверстие 6.	 <p style="text-align: right;"> <math>T_{2B^0} = 0,2</math>  <math>\odot(4^0.6^5) \leq 0,2</math> </p>
010	Горизонтально - протяжная 1. Протянуть отверстие 6.	 <p style="text-align: right;"> <math>T_{2B^{10}} = 0,062</math>  <math>\odot(6^{10}.6^5) = 0</math>  <math>\odot(6^{10}.4^0) \leq 0,02</math> </p>

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

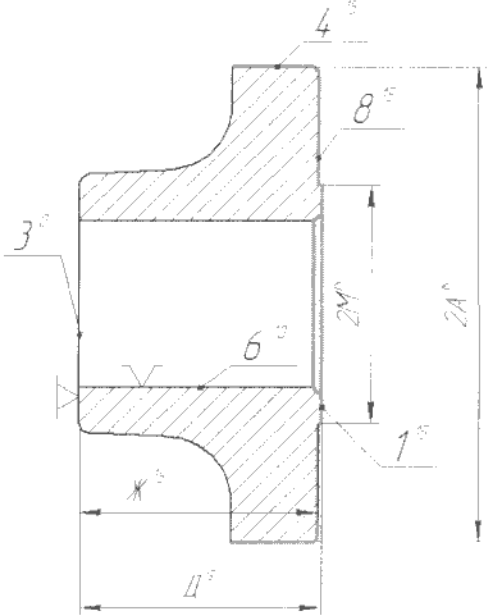
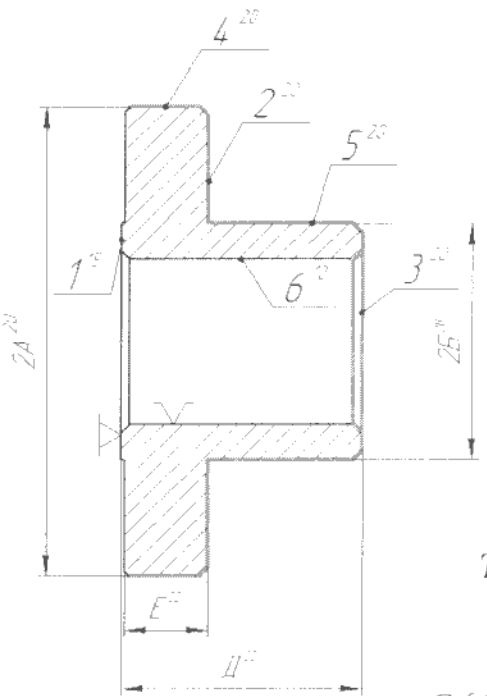
151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

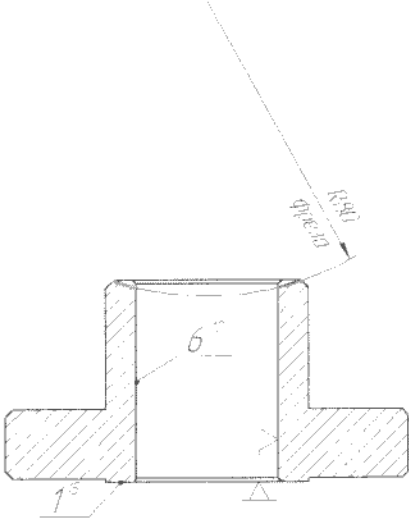
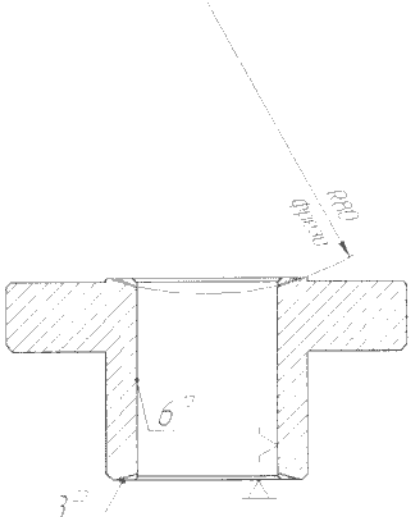
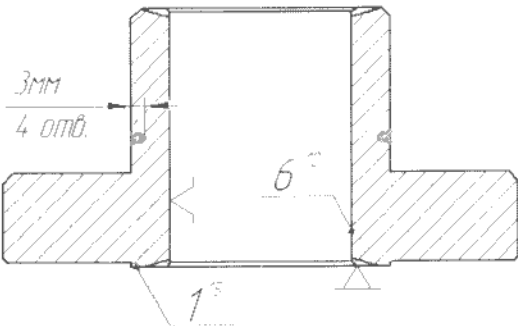
16



Продолжение таблицы 2

<p>015</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напрессовать деталь на оправку.</li> <li>2. Точить наружный диаметр <math>4^{15}</math></li> <li>3. Точить поверхность <math>8^{15}</math>.</li> <li>4. Точить торец <math>1^{15}</math></li> </ol> <p>Точить фаски.</p>	 <p> <math>T_{D^{15}} = 0,3</math>  <math>T_{2A^{15}} = 0,35</math>  <math>T_{2E^{15}} = 0,3</math>  <math>T_{Ж^{15}} = 0,3</math>  <math>\odot(4^{15}.6^{10}) \leq 0,16</math>  <math>\odot(9^{15}.6^{10}) \leq 0,16</math> </p>
<p>020</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Точить наружный диаметр <math>4^{15'}</math>.</li> <li>2. Точить торец <math>2^{15'}</math>.</li> <li>3. Точить наружную поверхность <math>5^{15'}</math>.</li> <li>4. Точить торец <math>3^{15'}</math>.</li> <li>5. Точить фаски.</li> <li>6. Распрессовать деталь с оправки.</li> </ol>	 <p> <math>T_{2B^{20}} = 0,3</math>  <math>T_{2A^{20}} = 0,22</math>  <math>T_{E^{20}} = 0,21</math>  <math>T_{D^{20}} = 0,3</math>  <math>\odot(6^{10}.4^{20}) \leq 0,16</math>  <math>\odot(6^{10}.5^{20}) \leq 0,16</math> </p>

Продолжение таблицы 2

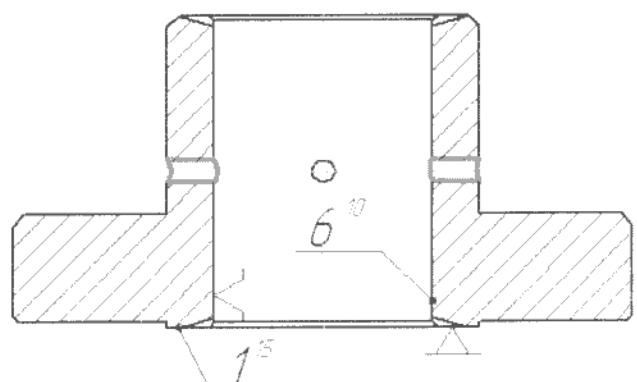
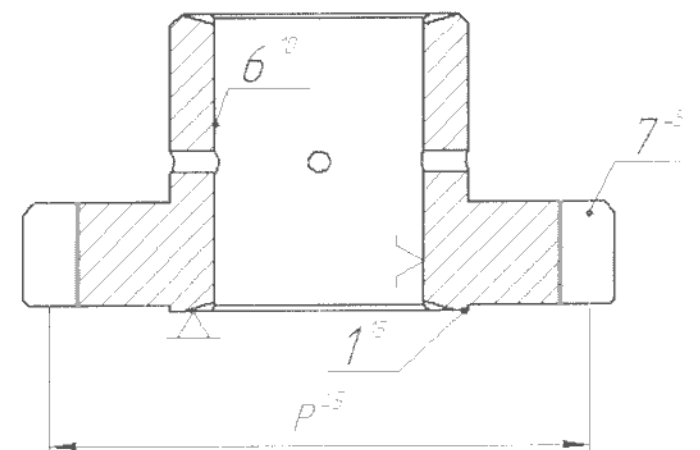
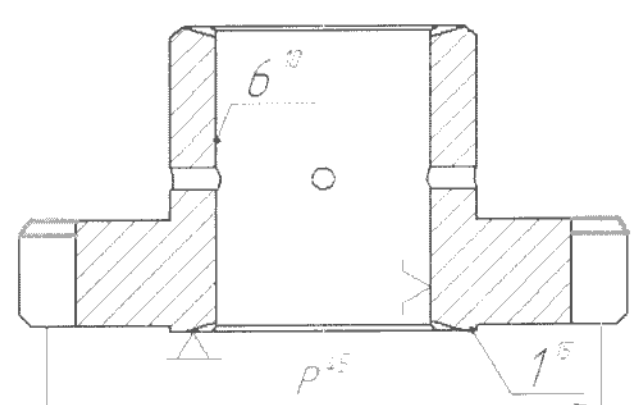
<p>025</p>	<p>Фрезерная</p> <p>Установ 1</p> <p>1. Фрезеровать канавку</p> <p>Установ 2</p> <p>1. Фрезеровать канавку</p>	<p>Установ 1</p>  <p>Установ 2</p> 
<p>030</p>	<p>Слесарная</p>	
<p>035</p>	<p>Сверлильная</p> <p>1. Центровать отверстия;</p> <p>2. Сверлить последовательно четыре отверстия.</p>	<p>1 переход</p> 

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.16.595.00.00 ПЗ

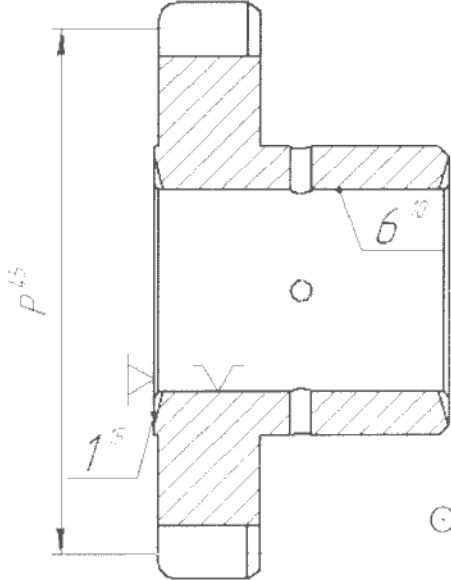
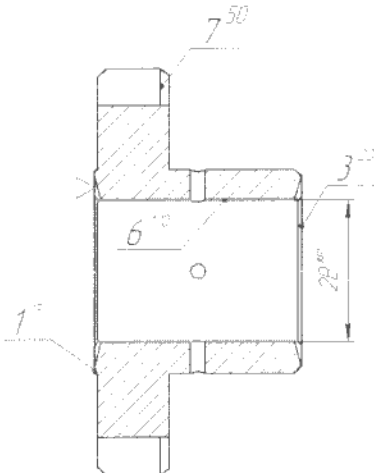
Лист

18

		<p>2 переход</p> 
040	Контрольная	
045	<p>Зубофрезерная 1. Фрезеровать зубья.</p>	 <p>Ст.т. 9-8-7  <math>\odot(6^{10}.7^{50}) \leq \frac{0,06}{2} = 0,03</math></p>
050	<p>Зубозакругляющая 1. Закруглить торцы зубьев.</p>	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

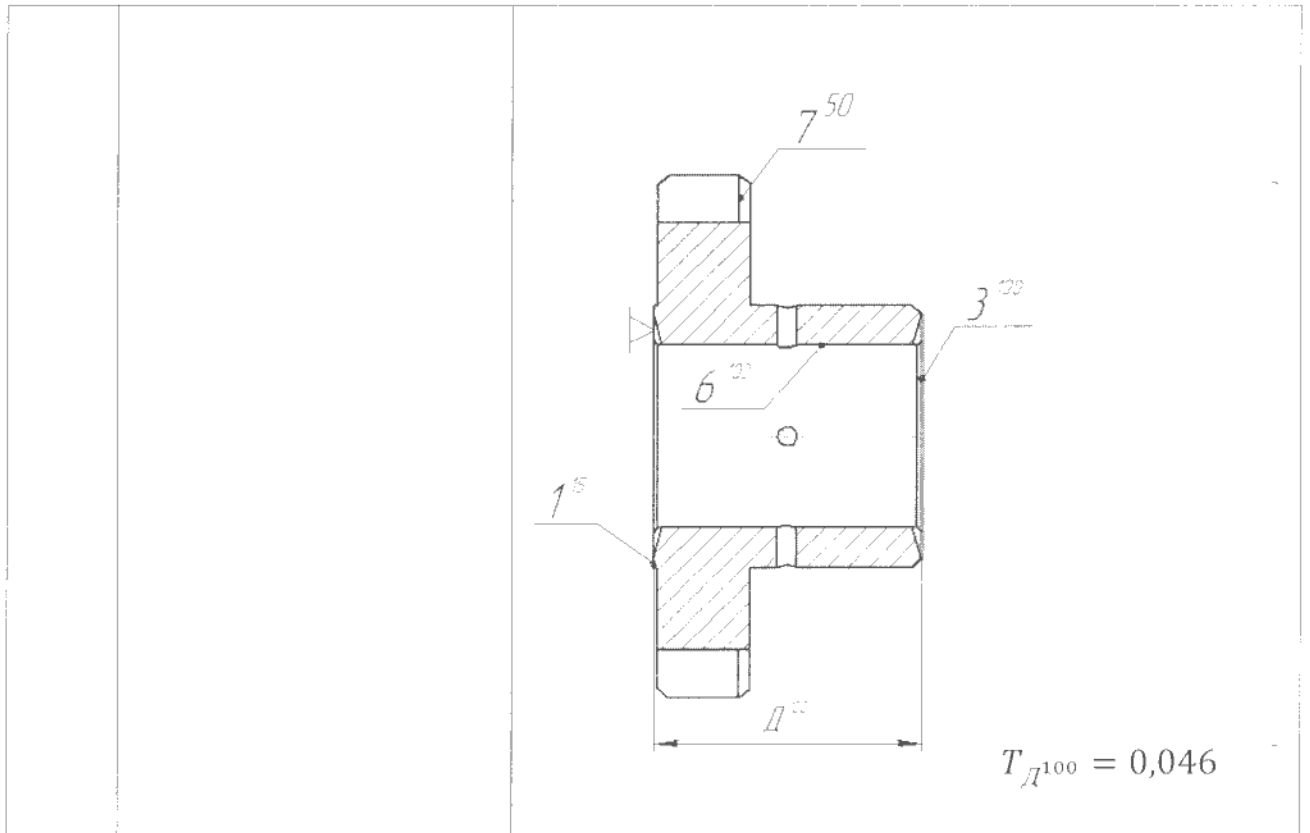
Продолжение таблицы 2

055	Зубошевинговальная 1. Шевинговать зубья.	 <p style="text-align: right;">Ст.т. 8-7-6  <math>\odot(6^{10}.7^{50}) \leq 0,06</math></p>
060	Моечная	
065	Контрольная	
070	Маркировочная	
075	Транспортировочная	
080	Термическая	
085	Транспортировочная	
090	Прошивочная 1. Калибровать отверстие.	
095	Контрольная	
100	Внутришлифовальная 1 переход 1. Шлифовать отверстие.  2 переход 1. Шлифовать торец.	<p style="text-align: center;">1 переход</p>  <p style="text-align: right;"><math>T_{2B100} = 0,039</math>  <math>\odot(7^{50}.6^{10}) \leq 0,03</math></p>

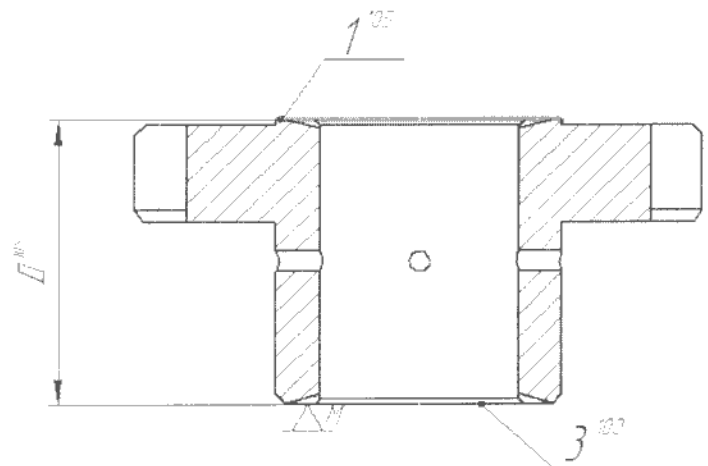
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.16.595.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 2



105 Плоскошлифовальная  
1. Шлифовать торец.



- |     |               |
|-----|---------------|
| 110 | Моечная       |
| 115 | Слесарная     |
| 120 | Контрольная   |
| 125 | Контрольная   |
| 130 | Маркировочная |

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

151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

21

Таблица 3 - Применяемое оборудование

Наименование операции	Оборудование
000 Заготовительная	
005 Вертикально-сверлильная	Обрабатывающий центр 500HS
010 Горизонтально-протяжная	Горизонтально-протяжной 7A523
015 Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS TL-15
020 Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS TL-15
025 Вертикально-фрезерная (установ 1)	Обрабатывающий центр 500HS
030 Слесарная	Машинка шлифовальная пневматическая FUBAG GL103
035 Вертикально-сверлильная	Обрабатывающий центр 500HS
040 Контрольная	Стол БТК
045 Зубофрезерная	Зубофрезерный 53B30П-02
050 Зубозакругляющая	Зубозакругляющий полуавтомат BC-80
055 Зубошевинговальная	Зубошевинговальный BC-E02B-22
060 Моечная	Моечная машина СМК 100
065 Контрольная	Стол БТК
070 Маркировочная	
075 Транспортировочная	
080 Термическая	
085 Транспортировочная	
090 Прошивочная	Пресс гидравлический T61220H
095 Зубообкатывающая	Зубоконтрольный Gleason 512
100 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный 3K228
105 Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный полуавтомат 3Л741
110 Моечная	Моечная машина СМК 100
115 Слесарная	Машинка шлифовальная пневматическая FUBAG GL103
120 Зубоприрабатывающая	Зубоконтрольный Gleason 512
125 Контрольная	Зубоконтрольный Gleason 512
130 Маркировочная	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

22

1.7 Расчет припусков, операционных размеров и размеров заготовки

1.7.1 Расчет линейных припусков

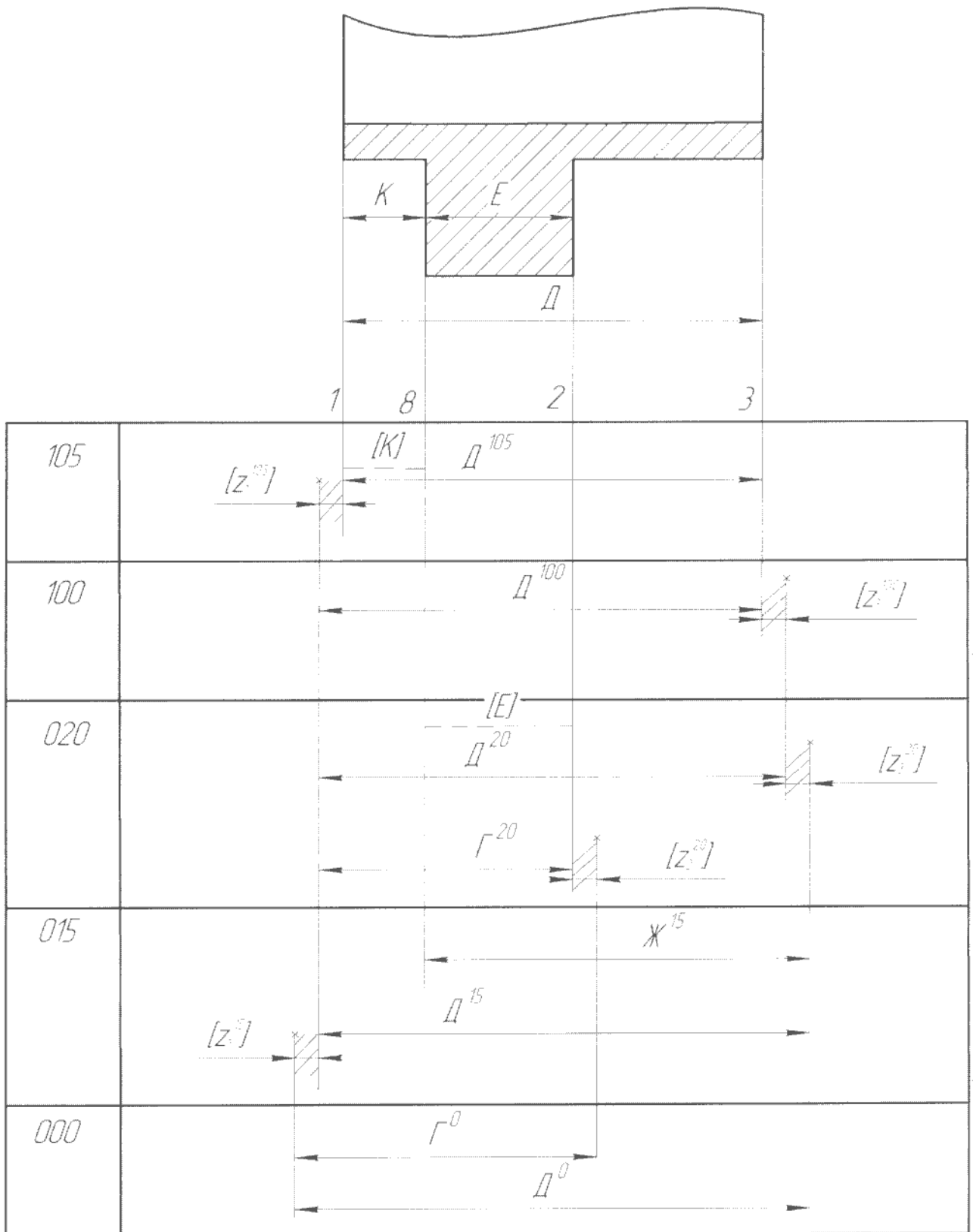


Рисунок 1 – Схема линейных размеров

Минимальные припуски

$$\left. \begin{aligned} [z_1^{15}]_{min} &= 0.36 \text{ мм} \\ [z_2^{20}]_{min} &= 0.36 \text{ мм} \end{aligned} \right\} [\text{т.7, с.31}]$$

$$\left. \begin{aligned} [z_3^{20}]_{min} &= 0.1 \text{ мм} \\ [z_3^{100}]_{min} &= 0.05 \text{ мм} \\ [z_1^{105}]_{min} &= 0.05 \text{ мм} \end{aligned} \right\} [\text{т.9, с.34}]$$

Замыкающие звенья среди размеров

$$[E] = \mathcal{K}^{15} - D^{15} + I^{20}$$

$$0,84 > 0,3 + 0,3 + 0,21$$

$$0,84 > 0,81$$

$$[K] = D^{105} - D^{100} + D^{15} - \mathcal{K}^{15}$$

$$0,7 > 0,039 + 0,046 + 0,3 + 0,3$$

$$0,7 > 0,685$$

Замыкающие звенья среди припусков

$$[z_1^{105}] = D^{100} - D^{105}$$

$$[z_3^{100}] = D^{20} - D^{100}$$

$$[z_2^{20}] = D^{15} - D^{20}$$

$$[z_2^{15}] = I^{20} + D^{15} - D^0 + I^0$$

$$[z_1^{15}] = D^0 - D^{15}$$

$$[z_1^{105}]_{min} = D^{100}_{min} - D^{105}_{max}$$

$$D^{80}_{min} = D^{105}_{max} + [z_1^{105}]_{min}$$

$$D^{80}_{min} = 54.9 + 0.05 = 54.95 \text{ мм}$$

$$D^{80}_{max} = D^{100}_{min} + T_{D^{80}}$$

$$D^{80}_{max} = 54,95 + 0,046 = 54,996 \text{ мм}$$

$$[z_1^{105}]_{max} = T_{D^{100}} + T_{D^{105}}$$

$$[z_1^{105}]_{max} = 0.046 + 0.039 = 0.085 \text{ мм}$$

$$[z_3^{100}]_{min} = D^{20}_{min} - D^{100}_{max}$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



$$D_{\min}^{20} = D_{\max}^{100} + [z_3^{100}]_{\min}$$

$$D_{\min}^{20} = 54.996 + 0.05 = 55,046 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{20} = D_{\min}^{100} + T_{D^{20}}$$

$$D_{\max}^{20} = 55,046 + 0.3 = 55,346 \text{ мм}$$

$$[z_1^{100}]_{\max} = [z_3^{100}]_{\min} + T_{D^{20}} + T_{D^{100}}$$

$$[z_1^{100}]_{\max} = 0.05 + 0,3 + 0.046 = 0.396 \text{ мм}$$

$$[z_3^{20}]_{\min} = D_{\min}^{15} - D_{\max}^{20}$$

$$D_{\min}^{15} = D_{\max}^{20} + [z_3^{20}]_{\min}$$

$$D_{\min}^{15} = 55,346 + 0.1 = 55,446 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{15} = D_{\min}^{15} + T_{D^{15}}$$

$$D_{\max}^{15} = 55,446 + 0.3 = 55,746 \text{ мм}$$

$$[z_3^{20}]_{\max} = [z_3^{20}]_{\min} + T_{D^{15}} + T_{D^{20}}$$

$$[z_3^{20}]_{\max} = 0,1 + 0.3 + 0.3 = 0.7 \text{ мм}$$

$$[z_2^{20}]_{\min} = -E_{\max}^{20} + \mathcal{K}_{\min}^{15} - D_{\max}^0 + \Gamma_{\min}^0$$

$$\Gamma_{\min}^0 = E_{\max}^{20} - \mathcal{K}_{\min}^{15} + D_{\max}^0 + [z_2^{20}]_{\min}$$

$$\Gamma_{\min}^0 = 20.105 - 54.15 + 56.706 + 0.36 = 23.021 \text{ мм}$$

$$\Gamma_{\max}^0 = \Gamma_{\min}^0 + T_{\Gamma^0}$$

$$\Gamma_{\max}^0 = 23,021 + 1,3 = 24,321 \text{ мм}$$

$$[z_2^{20}]_{\max} = [z_2^{20}]_{\min} + T_{\Gamma^0} + T_{E^{20}}$$

$$[z_2^{20}]_{\max} = 0.36 + 1.3 + 0.21 = 1.87 \text{ мм}$$

$$[z_1^{15}]_{\min} = D_{\min}^0 - D_{\max}^{15}$$

$$D_{\min}^0 = D_{\max}^{15} + [z_1^{15}]_{\min}$$

$$D_{\min}^0 = 55,746 + 0.36 = 56,106 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^0 = D_{\min}^0 + T_{D^0}$$

$$D_{\max}^0 = 56,106 + 1.6 = 57,706 \text{ мм}$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$[z_1^{15}]_{\max} = [z_1^{15}]_{\min} + T_{D^0} + T_{D^{15}}$$

$$[z_1^{15}]_{\max} = 0.36 + 1.6 + 0.3 = 2.26 \text{ мм}$$

$$[K]_{\min} = D_{\min}^{105} - D_{\max}^{100} + D_{\min}^{15} - Ж_{\max}^{15}$$

$$Ж_{\max}^{15} = D_{\min}^{105} - D_{\max}^{100} + D_{\min}^{15} - [K]_{\min}$$

$$Ж_{\max}^{15} = 54,7 - 54,996 + 55,446 - 0,7 = 54,45 \text{ мм}$$

$$Ж_{\min}^{15} = Ж_{\max}^{15} - T_{Ж^{15}}$$

$$Ж_{\min}^{15} = 55,45 - 0,3 = 54,15 \text{ мм}$$

### 1.7.2 Расчет диаметральных припусков

Схема диаметральных размеров приведена на рисунке 2.

Минимальные припуски

$$\left. \begin{aligned} [z_5^{20}]_{\min} &= 0.36 \text{ мм} \\ [z_4^{15}]_{\min} &= 0.36 \text{ мм} \\ [z_6^5]_{\min} &= 0.35 \text{ мм} \end{aligned} \right\} [\text{Т.7, с.31}]$$

$$\left. \begin{aligned} [z_6^{10}]_{\min} &= 0.05 \text{ мм} \\ [z_4^{20}]_{\min} &= 0.1 \text{ мм} \\ [z_6^{100}]_{\min} &= 0.02 \text{ мм} \end{aligned} \right\} [\text{Т.9, с.34}]$$

Замыкающие звенья среди припусков

$$[z_6^{100}] = B^{100} - B^{10}$$

$$[z_5^{20}] = -B^{20} - (5^{20}6^{10}) - (6^{10}4^0) - (4^05^0) + B^0$$

$$[z_4^{20}] = -A^{20} - (4^{20}6^{10}) - (6^{10}4^0) + A^{15}$$

$$[z_4^{15}] = -A^{15} - (6^{10}4) + A^0$$

$$[z_6^{10}] = B^{10} - (6^{10}4^0) - (4^06^0) - B^5$$

$$[z_6^5] = B^5 - (6^54^0) - (4^06^0) - B^0$$

$$[z_6^{100}]_{\min} = B_{\min}^{100} - B_{\max}^{10}$$

$$B_{\max}^{10} = B_{\min}^{100} - [z_6^{100}]_{\min}$$

$$B_{\max}^{10} = 19 - 0.02$$

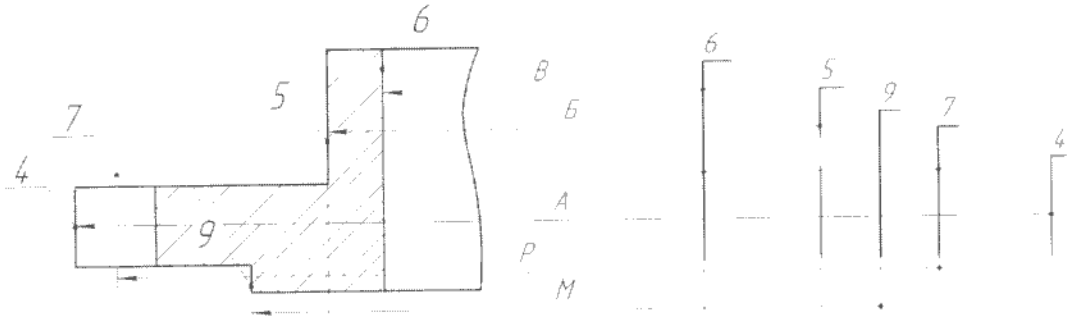
$$B_{\max}^{10} = 18,98 \text{ мм}$$

$$B_{min}^{10} = B_{max}^{10} - T_{B^{10}}$$

$$B_{min}^{10} = 18,98 - 0,031$$

$$B_{min}^{10} = 18,949 \text{ мм}$$

$$[z_6^{100}]_{max} = [z_6^{100}]_{min} + \sum T$$



100		$[z]$	$B^{100}$	$6^{100}$	
055			$P^{55}$		$7^{55}$
045			$P^{45}$		$7^{45}$
020	$[z_9^{20}]$	$[z_5^{20}]$	$B^{20}$	$5^{20}$	$4^{20}$
015	$[z_9^{15}]$	$[z_5^{15}]$	$M^{15}$	$9^{15}$	$4^{15}$
010		$[z]$	$B^{10}$	$6^{10}$	
005		$[z]$	$B^5$	$6^5$	
000			$A^0$		$4^0$
			$B^0$	$5^0$	
			$B^0$	$6^0$	

Рисунок 2 – Схема диаметральных размеров

$$[z_6^{100}]_{\max} = 0.02 + 0.031 + 0.03 = 0.081 \text{ мм}$$

$$[z_5^{20}]_{\min} = -B^{20}_{\max} - (5^{20}6^{10}) - (6^{10}4^0) - (4^05^0) + B^0_{\min}$$

$$B^{20}_{\max} = B^0_{\min} - [z_5^{20}]_{\min} - (5^{20}6^{10}) - (6^{10}4^0) - (4^05^0)$$

$$B^{20}_{\max} = 27.425 + 0.36 - 0.16 - 0.02 - 0.6 = 27.5 \text{ мм}$$

$$B^{20}_{\min} = B^{20}_{\max} - T_{B^{20}}$$

$$B^{20}_{\min} = 27.5 - 0.15 = 27,35 \text{ мм}$$

$$[z_5^{20}]_{\max} = [z_5^{20}]_{\min} + \sum T$$

$$[z_5^{20}]_{\max} = 0.36 + 0.15 + 0.16 + 0.02 + 0.6 + 0.3 = 1.89 \text{ мм}$$

$$[z_4^{20}]_{\min} = -A^{20}_{\max} - (4^{20}6^{10}) - (6^{10}4^0) + A^{15}_{\min}$$

$$A^{15}_{\min} = A^{20}_{\max} + [z_4^{20}]_{\min} + (4^{20}6^{10}) + (6^{10}4^0)$$

$$A^{15}_{\min} = 54.18 + 0.1 + 0.16 + 0.02 = 54.46 \text{ мм}$$

$$A^{15}_{\max} = A^{15}_{\min} + T_{A^{15}}$$

$$A^{15}_{\max} = 54.46 + 0.175 = 54.635 \text{ мм}$$

$$[z_4^{20}]_{\max} = [z_4^{20}]_{\min} + \sum T$$

$$[z_4^{20}]_{\max} = 0.1 + 0.175 + 0.16 + 0.02 + 0.22 = 0.675 \text{ мм}$$

$$[z_4^{15}]_{\min} = -A^{15}_{\max} - (6^{10}4^{15}) - (4^06^{10}) + A^0_{\min}$$

$$A^0_{\min} = A^{15}_{\max} + [z_4^{15}]_{\min} + (6^{10}4^{15}) + (4^06^{10})$$

$$A^0_{\min} = 54,495 + 0,36 + 0,16 + 0,02 = 55,035 \text{ мм}$$

$$A^0_{\max} = A^0_{\min} + T_{A^0}$$

$$A^0_{\max} = 55,035 + 1.1 = 56,135 \text{ мм}$$

$$[z_4^{15}]_{\max} = [z_4^{15}]_{\min} + \sum T$$

$$[z_4^{15}]_{\max} = 0.36 + 1.1 + 0.02 + 0.35 = 1.83 \text{ мм}$$

$$[z_6^{10}]_{\min} = B^{10}_{\min} - (6^{10}4^0) - (4^06^0) - B^5_{\max}$$

$$B^5_{\max} = B^{10}_{\min} - [z_6^{10}]_{\min} - (6^{10}4^0) - (4^06^0)$$

$$B^5_{\max} = 18.949 - 0.05 - 0.02 - 0.2 = 18.679 \text{ мм}$$

					151900.16.595.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$$B_{\min}^5 = B_{\max}^5 - T_{B^5}$$

$$B_{\min}^5 = 18,679 - 0,1 = 18,579 \text{ мм}$$

$$[z_6^{10}]_{\max} = [z_6^{10}]_{\min} + \sum T$$

$$[z_6^{10}]_{\max} = 0,05 + 0,1 + 0,02 + 0,2 + 0,062 = 0,382 \text{ мм}$$

$$[z_6^5]_{\min} = B_{\min}^5 - (6^5 4^0) - (4^0 6^0) - B_{\max}^0$$

$$B_{\max}^0 = B_{\min}^5 - [z_6^5]_{\min} - (6^5 4^0) - (4^0 6^0)$$

$$B_{\max}^0 = 18,579 - 0,35 - 0,2 - 0,6 = 17,429 \text{ мм}$$

$$B_{\min}^0 = B_{\max}^0 - T_{B^0}$$

$$B_{\min}^0 = 17,429 - 0,8 = 16,629 \text{ мм}$$

$$[z_6^5]_{\max} = [z_6^5]_{\min} + \sum T$$

$$[z_6^5]_{\max} = 0,35 + 0,8 + 0,2 + 0,6 + 0,2 = 2,15 \text{ мм}$$

### 1.8 Расчет режимов резания

#### 1.8.1 Расчет по эмпирическим формулам

Режимы резания для операции №005 Зенкерование

Основные параметры резания при зенкеровании:

1) Глубина резания  $t = 2,15$

2) Подача  $S$ , выбираем согласно [3, т.26]

$s = 0,9 \text{ мм/об.}$

3) Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v, \quad (1)$$

где  $T = 50$  – период стойкости, мин; [3, т.30]

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем согласно [т.29, с.279]:

$$C_v = 18,0;$$

$$q = 0,6;$$

$$x = 0,2;$$

$$y = 0,3;$$

$$m = 0,25;$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания,

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{lv} \cdot K_{Пv}, \quad (2)$$

где  $K_{Mv}$  – коэффициент на обрабатываемый материал  $K_{Mv} = 1,415$ ;

$K_{Иv}$  – коэффициент на инструментальный материал,  $K_{Иv} = 1$ ;

$K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину зенкерования,  $K_{lv} = 1$ ;

$K_{Пv}$  – дополнительный коэффициент, вводящийся при зенкеровании штампованных отверстий,  $K_{Пv} = 1$ .

$$K_v = 1,415 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,415$$

$$v = \frac{16,3 \cdot 37,158^{0,6}}{50^{0,35} \cdot 2,15^{0,2} \cdot 0,9^{0,5}} \cdot 1,415 = 46,43 \text{ м/мин}$$

4) Крутящий момент  $M_{кр} = 10 C_M D^q t^x s^y K_p \quad (3)$

Значение коэффициента и показателей степени выбираем согласно [3, т.32]:

$$C_M = 0,09;$$

$$q = 1,0;$$

$$x = 0,9;$$

$$y = 0,8;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 37,158^1 \cdot 2,15^{0,9} \cdot 0,9^{0,8} \cdot 0,77 = 47,13 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

5) Осевая сила  $P_0 = 10 C_p t^x s^y K_p \quad (4)$

Значение коэффициента и показателей степени выбираем согласно [3, т.32]:

$$C_p = 67;$$

$$q = -;$$

$$x = 1,2;$$

$$y = 0,65;$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 2,15^{1,2} \cdot 0,9^{0,65} \cdot 0,77 = 1207,11 \text{ Н}$$

6) Мощность резания  $N = \frac{M_{кр} n}{9750} \quad (5)$

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} \quad (6)$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$n = \frac{1000 \cdot 46,43}{3,14 \cdot 37,158} = 397,96 \text{ об/мин}$$

$$N = \frac{40,7 \cdot 424,95}{9750} = 1,7 \text{ кВт}$$

Режимы резания для операции №100 Внутршлифовальная, 2 переход.

Основные параметры резания при шлифовании:

- 1) Скорость вращательного движения заготовки  $V_3$ , м/мин
- 2) Скорость шлифовального круга  $V_k$ , м/с
- 3) Глубина шлифования  $t$ , мм
- 4) Продольная подача  $s$ , мм/об
- 5) Эффективная мощность  $N = C_N v_f^r t^x b^z$  кВт (7)

1)  $V_3 = 30$  м/мин [3, т.55]

2)  $V_k = 33$  м/с [3, т.55]

3)  $t = 0,396$  мм

4)  $s = 0,05$  [3, т.55]

5) Согласно [3, т.55] выбираем:

$C_N = 1,9; r = 0,5; x = 0,5; z = 0,6; b = 24.$

6)  $N = 1,9 \cdot 3^{0,5} \cdot 0,396^{0,5} \cdot 24^{0,6} = 2,41$  кВт

### 1.8.2 Расчет по нормативам

Режимы резания для операции №45 Зубофрезерная

- 1) Определение величины подачи с учетом условий резания.

Осевую подачу  $S_{o, \text{табл.}}$  определяем по картам 1.2[5, с. 218] и 1.2а[5, с. 219] и затем умножаем на поправочные коэффициенты:

$$S_o^i = S_{o, \text{табл.}} K_{MS} K_{\beta S} K_{\gamma S} K_{zS} K_{tS} \quad (8)$$

$$S_o^i = 2,5 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,575 \text{ мм/об}$$

Принимаем подачу 1,8 мм/об

- 2) Величину нормативной стойкости  $T_{\text{табл}}$  и нормативного износа инструмента  $h$ , определяем исходя из модуля и характера обработки по карте 1.3 [5, с. 227].

$T_{\text{табл}} = 360$  мин;  $h_3 = 0,9$  мм

3) Скорость резания определяем по карте 1.4 [5, с. 223] в зависимости от модуля, характера обработки и величины подачи  $V_{\text{табл}} = 35$  м/мин

Поправочные коэффициенты по карте 1.5 [5, с. 223]  $K_{Mv} = 0,9$ ;  $K_{\beta v} = 1$ ;

$K_{zlv} = 0,75$ ;  $K_{uv} = 1$ ;  $K_{\Delta v} = 1,05$ .

$$V = 35 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,05 = 24,8 \text{ м/мин}$$

Частота вращения фрезы  $n' = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$  (9)

$$n' = \frac{1000 \cdot 24,8}{3,14 \cdot 112} = 70,5 \text{ об/мин}$$

Режимы резания для операции №055 Зубошевинговальная.

1) По карте 5.1 [5, с. 254] определяем величину припуска на обработку зубьев. Для данного колеса припуск на обработку зубьев по межцентровому расстоянию  $h = 0,2$  мм

2) По карте 5.3 [5, с. 254] определяем продольную подачу  $S_{o,\text{табл}} = 0,3$  мм/об, радиальную подачу  $S_{p,\text{табл}} = 0,04$  мм/об, число одинарных ходов без радиальной подачи  $i_3 = 3$ .

Продольная подача стола  $S'_{\text{мин}} = \frac{S_{i \text{ подач}} \cdot z_0 \cdot n}{z}$ , (10)

где  $z_0$  и  $z$  – число зубьев шевера и обрабатываемого колеса соответственно,  
 $n$  – частота вращения шевера.

$$S'_{\text{мин}} = \frac{0,3 \cdot 31 \cdot 190}{24} = 76,8$$

Число рабочих ходов  $i_p = h/S_p$ , (11)

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

$$i_p = 0,2/0,04 = 5$$

Общее число проходов

$$i = 5 + 3 = 8$$

3) По карте 5.4 [5, с. 255] определяем табличную окружную скорость шевера

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32



$v_{0,табл} = 115$  м/мин. По карте 5.5[5, с. 256] поправочный коэффициент на окружную скорость  $K_{T_v} = 0,8$ .

Окружная скорость  $v_0 = 115 \cdot 0,8 = 92$  м/мин

Скорость резания шевера найдем по формуле  $v = v_0 \frac{\sin \Sigma}{\cos \beta}$ , (12)

где  $\Sigma$  – угол скрещивания осей колеса и шевера;

$$v = \frac{92 \cdot 0,26}{1} = 23,9 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шевера  $n' = \frac{1000 \cdot v_0}{\pi \cdot d_0}$  (13)

$$n' = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 180} = 163 \text{ об/мин}$$

Режимы резания для операции №015 Токарная с ЧПУ, переход 2

По карте 4 [4, с.40] для стали 18ХГТ, глубины резания до 2 мм и диаметра детали до 180 мм определяем величину подачи  $S_m = 0,43$  мм/об. С учетом поправочных коэффициентов подача равна:

$$S = s_l \cdot K_{su} \cdot K_{sd} \cdot K_{sh} \cdot K_{sm} \cdot K_w \cdot K_{sn} \cdot K_{sq} \cdot K_s, \quad (14)$$

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

$K_{sd} = 1$  – 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,

$K_{sg} = 0,95$  – коэффициент на геометрические параметры режущей части,

$K_{sj} = 1$  – коэффициент на жесткость станка.

Значения поправочных коэффициентов находим по карте 5[4, с.42].

$$S = 0,43 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,35 \text{ мм/об}$$

По карте 21 [4, с.73] для величины подачи до 0,4 мм/об, глубины резания до 3 мм и состояния поверхности заготовки – с коркой – определяем скорость и мощность резания:  $V_{табл} = 159$  м/мин,  $N_{табл} = 5,8$  кВт. С учетом поправочных

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

коэффициентов скорость равна:

$$V = V_{табл} \cdot K_{vu} \cdot K_{vs} \cdot K_{vo} \cdot K_{vj} \cdot K_{vm} \cdot K_{vt} \cdot K_{vg} \cdot K_{vj}, \quad (15)$$

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

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

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

$K_{vj} = 1$  – коэффициент на жесткость станка,

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

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

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

$K_{vm} = 1$  – коэффициент на наличие охлаждения.

Значения поправочных коэффициентов находим по карте 23[4, с.82].

$$V = 159 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = 166,2 \text{ м/мин}$$

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

$$N = N_{табл} \cdot K_{Nm} \quad (16)$$

$$N = 5,8 \cdot 1 = 5,8 \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000V}{\pi d} \quad (17)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 166,2}{3,14 \cdot 111,2} = 476,8 \text{ об/мин}$$

Остальные режимы резания для обеих деталей посчитаны аналогично и сведены в таблицу

Таблица 4 - Режимы резания

Наименование операции	t, мм	n, об/мин	S, мм/об	V, м/мин
005 Сверлильная	2,15	397,96	0,9	46,43
010 Горизонтально-протяжная	0,9	-	-	5
015 Токарная с ЧПУ (1 переход)	1,83	487,83	0,35	166,2
015 Токарная с ЧПУ (2 переход)	0,685	567,5	0,49	193,32

Продолжение таблицы 4

015 Токарная с ЧПУ (3 переход)	2,26	516,21	0,31	175,87
020 Токарная с ЧПУ (1 переход)	0,675	567,5	0,49	193,32
020 Токарная с ЧПУ (2 переход)	0,685	476,8	0,35	166,2
020 Токарная с ЧПУ (3 переход)	1,89	487,83	0,35	166,2
020 Токарная с ЧПУ (4 переход)	0,7	567,5	0,49	193,32
025 Фрезерная	-	140	0,06	70
035 Сверлильная	2	1160	0,08	3,4
045 Зубофрезерная	-	70,5	1,8	24,8
055 Зубозакругляющая	-	1400	0,12	-
055 Зубошевинговальная	0,2	163	0,3	23,9
100 Внутришлифовальная (1 переход)	0,081	290	0,06	30
100 Внутришлифовальная (2 переход)	0,396	-	0,05	33
105 Плоскошлифовальная	0,085	980	0,27	25

1.9 Нормирование операций обработки детали

Операция № 035 Сверлильная

Основное время  $t_0$  рассчитывается по формуле:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s}, \quad (18)$$

где  $L_{p.x.} = l_1 + l_2 + l_3$ , (19)

где  $l_1 = 2$  - длина подвода инструмента [6, приложение 23];

$l_2 = 8,5$  - длина резания;

$l_3 = 2$  - длина перебега [6, приложение 23].

$n$  – частота вращения инструмента;

$s$  – подача.

$$t_0 = \frac{12,5}{1160 \cdot 0,08} = 0,13 \text{ мин}$$

Сверлятся 4 отверстия, поэтому  $t_0 = 0,13 \cdot 4 = 0,52$  мин

Вспомогательное время  $t_e$ :

$$t_e = t_{a_1} + t_{a_2} + t_{a_3}, \text{ мин} \quad (20)$$

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.

$$t_{a_1} = 0,21 \text{ [6, карта 16];}$$

$$t_{a_2} = 0,08 \text{ [6, карта 27];}$$

$$t_{a_3} = 0,10 \text{ [6, карта 86];}$$

$$t_e = 0,21 + 0,08 + 0,10 = 0,39 \text{ мин}$$

$$t_{\text{опер.}} = t_0 + t_e, \text{ мин}, \quad (21)$$

где  $t_{\text{опер.}}$  - оперативное время.

$$t_{\text{опер.}} = 0,52 + 0,39 = 0,91 \text{ мин}$$

$t_{\text{обс.}}$  - время, связанное с обслуживанием (уборка стружки и т.д.):

$$t_{\text{обс.}} = \frac{0,91}{100} \cdot 4\% = 0,036 \text{ мин [6, карта 28].}$$

$t_{\text{отл.}}$  - время на отдых и личные надобности:

$$t_{\text{отл.}} = \frac{0,91}{100} \cdot 6\% = 0,054 \text{ мин [6, карта 88].}$$

$t_{\text{шт.}}$  - штучно-калькуляционное время:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{опер.}} + t_{\text{обс.}} + t_{\text{отл.}}, \text{ мин} \quad (22)$$

$$\text{где } t_{\text{шт.}} = 0,91 + 0,036 + 0,054 = 1,0 \text{ мин}$$

Нормирование остальных операций производится аналогично.

Времена по всем операциям приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Нормирование операций

Название операции	$t_0$ , мин	$t_e$ , мин	$t_{\text{опер.}}$ , мин	$t_{\text{обс.}}$ , мин	$t_{\text{отл.}}$ , мин	$t_{\text{шт.}}$ , мин
Сверлильная	0,27	0,4	0,75	0,03	0,03	0,81
Горизонтально – протяжн.	0,1	0,2	0,32	0,02	0,02	0,36

Продолжение таблицы 5

Токарная с ЧПУ	1	0,5	1,5	0,06	0,06	1,62
Токарная с ЧПУ	0,52	0,5	1,02	0,04	0,04	1,1
Фрезерная	0,24	0,35	0,59	0,025	0,025	0,64
Сверлильная	0,52	0,39	0,91	0,036	0,054	1,0
Зубофрезерная	3,25	0,57	3,82	0,28	0,28	4,38
Зубозакругляющая	1	0,15	1,15	0,046	0,046	1,24
Зубошевинговальная	3	0,4	3,4	0,14	0,14	3,68
Прошивка	0,26	0,1	0,36	0,015	0,015	0,39
Внутришлифовальная	2,2	0,6	2,8	0,11	0,11	3,02
Плоскошлифовальная	0,02	0,1	0,12	0,005	0,005	0,13

## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Расчет и проектирование станочного приспособления для зубофрезерования

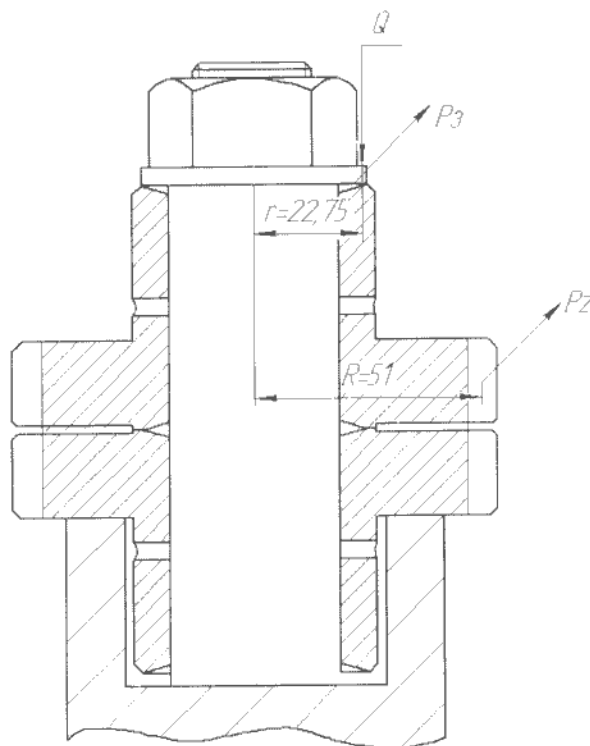


Рисунок 3 - Схема закрепления

Определим необходимое усилие зажима:

$$Q = \frac{P_z \cdot R}{2 \cdot f \cdot K_z}, \quad (23)$$

где  $f = 016$  - коэффициент трения в месте контакта торца заготовки с шайбой;

$P_z = 131,45$  Н - сила резания [с.31, 1.8.2 Расчет по нормативам];

$R = 51$  мм - длина плеча силы  $P_z$ ;

$r = 22.75$  мм – длина плеча силы  $P_z$ ;

$K_z$  - коэффициент, учитывающий неоднородность качества материалов, изменение положений опорных реакций в результате отклонений реальных технологических баз от идеальной геометрической формы и т.д.

$$K_z = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (24)$$

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

$K_1$  - коэффициент, учитывающий состояние технологической базы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

38

При черновых базах  $K_1=1,0$ ;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания в следствии затупления инструмента ( $K_2=1,6$ );

$K_3$  - коэффициент, учитывающий ударную нагрузку на инструмент при обработке прерывистых поверхностей ( $K_3=1,0$ );

$K_4$  - 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  $K_5=1$ .

$K_6$  - коэффициент, учитывающий установку на опорные пластинки  $K_6=1,5$ .

$$K_3 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,6;$$

Тогда усилие зажима:

$$Q = \frac{131,45 \cdot 51}{2 \cdot 0,16 \cdot 3,6} = 6207,36 \text{ Н}$$

Определяем силу  $P_3$  по формуле:

$$P_3 = \frac{P_z \cdot R \cdot K_3}{r}; \quad (25)$$

$$P_3 = \frac{131,45 \cdot 51 \cdot 3,6}{22,75} = 1060,84 \text{ Н}$$

Момент на рукоятке определяется по формуле:

$$M_p = r_{cp} \cdot P_3, \quad (26)$$

где  $r_{cp}=15$  мм – средний радиус резьбы;

$$M_p = 0,15 \cdot 1060,84 = 159,126$$

Момент зажима определяется по формуле:

$$M_3 = r \cdot P_3 \quad (27)$$

$$M_3 = 22,75 \cdot 1060,84 = 24134,11$$

Должны выполняться условия:

$$1) M_3 \geq M_p \cdot K_3$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

24134,11 ≥ 572,85 – условие выполняется

$$2) P_3 \cdot r \geq P_z \cdot R \cdot K_3$$

24115,5 ≥ 23934,8 – условие выполняется

$Q_p$  – сила на рукоятке, необходимая для обеспечения силы  $Q$ ;

$$Q_p = Q \frac{r_{cp}}{l_p} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (28)$$

где  $l_p = 200$  – длина рукоятки [ГОСТ 2906-80];

$\alpha = 60^\circ$  – угол подъема резьбы;

$\varphi$  – угол трения в резьбовой паре;

$\varphi = \operatorname{arctg} f_p$ , где

$f_p$  – коэффициент трения в резьбовой паре;

$$f_p = \frac{f}{\cos 0.5\alpha} \quad (29)$$

$$f_p = \frac{0.16}{\cos 0.5 \cdot 60} = 0.18475$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} 0.18475 = 10.467$$

$$Q_p = 1060,84 \frac{15}{200} \cdot \operatorname{tg}(60 + 10.467) = 324,3 \text{ Н}$$

Условие:

$$P_z \cdot R \leq Q_p \cdot f \cdot r \cdot K$$

$$133,45 \cdot 51 \leq 324,3 \cdot 0,16 \cdot 22,75 \cdot 3,6$$

6803,95 ≤ 17195,724 – условие выполняется.

## 2.2 Расчет и проектирование шевера

Параметры обрабатываемого колеса:

Число зубьев  $z_1 = 24$ ;

Модуль  $m = 4,25$ ;

Угол профиля  $\alpha_d = 20^\circ$ ;

Диаметр делительной окружности  $d_{d1} = 102 \text{ мм}$ ;

Диаметр по вершинам зубьев  $D_{e1} = 108,5 \text{ мм}$ ;

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40



Высота зуба  $h_1 = 7,91$  мм;

Толщина зуба по дуге делительной окружности  $S_{d_1} = 6,676_{-0,18}^{-0,08} = 6,576$  мм;

Диаметр впадин зубьев  $d_i = d_{d_1} - 2,5m = 102 - 2,5 \cdot 4,25 = 91,375$  мм;

Межцентровое расстояние в зубчатой передаче  $A_{1,2} = 97,75$  мм;

Параметры сопряженного колеса  $Z_2 = 23$

Диаметр делительной окружности  $d_{d_2} = 97,75$  мм;

Диаметр по вершинам зубьев  $D_{e_2} = 104,25$  мм

Определяем дополнительные технологические параметры зубчатого колеса для расчета шевера:

1) Угол зацепления по торцу. Т.к. колесо прямозубое, то  $\alpha_d = \alpha_{d_s}$

$$\operatorname{tg} \alpha_{d_s} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_d}{\cos \beta_d}, \quad (30)$$

где  $\beta_d$  – угол наклона винтовой линии.

$$\operatorname{tg} \alpha_{d_s} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 0^\circ} \quad (31)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{d_s} = \operatorname{tg} 20^\circ = \alpha_d = 20^\circ$$

2) Угол подъема винтовой линии на основном цилиндре колеса

$$\cos \sigma = \cos \alpha_d \cdot \sin \beta_d = 0 \Rightarrow \sigma = 90^\circ$$

3) Диаметры основных окружностей цилиндров нарезаемого колеса и сопряженного с ним

$$d_{o_1} = d_{d_1} \cdot \cos \alpha_{d_s} \quad (32)$$

$$d_{o_1} = 102 \cdot \cos 20 = 95,848 \text{ мм}$$

$$d_{o_2} = d_{d_2} \cdot \cos \alpha_{d_s} \quad (33)$$

$$d_{o_2} = 97,75 \cdot \cos 20 = 91,854 \text{ мм}$$

4) Угол зацепления в зубчатой передаче: т.к. передаче некорректированная, то

$$\alpha_s = \alpha_{d_s} = \alpha_d = 20^\circ$$

5) Длина активной линии зацепления сопряженных колес в передаче

$$l = 0,5 \left( \sqrt{D_{e_1}^2 - d_{e_1}^2} + \sqrt{D_{e_2}^2 - d_{e_2}^2} \right) - A_{1,2} \cdot \sin \alpha_d \quad (34)$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$l = 0.5(\sqrt{108.5^2 - 95.848^2} + \sqrt{104.25^2 - 91.854^2}) - 97.75 \cdot \sin 20 = 20.0338 \text{ мм}$$

6) Радиус кривизны в точке начала активной части

$$\rho_1 = 0,5 \sqrt{D_{e1}^2 - d_{o1}^2} - l \quad (35)$$

$$\rho_1 = 0,5 \sqrt{108.5^2 - 95.848^2} - 20.0338 = 5.389$$

7) Необходимое перекрытие обработкой активной части профиля зуба колеса

$$\Delta l = \frac{0.15m}{\sin \alpha_{os}} \quad (36)$$

$$\Delta l = \frac{0.15 \cdot 4.25}{\sin 20} = 1.8639$$

8) Коэффициент перекрытия при зацеплении колеса с шеве́ром

$$\varepsilon = \frac{l + \Delta l}{\sin \sigma \cdot \pi m \cdot \cos \alpha_o} \quad (37)$$

$$\varepsilon = \frac{20.0338 + 1.8639}{\sin 90 \cdot 3.14 \cdot 4.25 \cdot \cos 20} = 1.745$$

Шевингование осуществляется без жесткой кинематической цепи между вращением шевера и колеса, и в этой связи очень важно чтобы  $\varepsilon \geq 1,1$ , в противном случае это хонингование невозможно. В нашем случае это условие выполняется.

Расчет шевера:

9) Угол скрещивания осей шевера и колеса принимаем:  $\gamma = 15^\circ$

10) Угол наклона зубьев на делительной окружности:  $\beta_{\delta_u} = \beta_\delta - \gamma = 15^\circ$

11) Число зубьев шевера:

$$z_u = \frac{(D_{max} - 3m) \cos \beta_{\delta_u}}{m}, \quad (38)$$

Где  $D_{max}$  - наибольший диаметр шевера (принимаем по модели

зубошевинговального станка. Для станка 5702В,  $D_{max} = 250 \text{ мм}$ )

$$z_u = \frac{(250 - 3 \cdot 4,25) \cos 15}{4,25} = 51,92$$

Принимаем  $z_u = 51$

12) Диаметр делительной окружности шевера:

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$d_{o_{и}} = \frac{mz_u}{\cos\beta_{o_{и}}} \quad (39)$$

$$d_{д_{и}} = \frac{4.25 \cdot 53}{\cos 15} = 233.195 \text{ мм}$$

13) Торцовый профильный угол шевера:

$$\operatorname{tg}\alpha_{д_{си}} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_{д}}{\cos\beta_{д_{и}}} \quad (40)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{д_{си}} = \frac{\operatorname{tg}20}{\cos 15} = \frac{0.3639}{0.9659} = 0.37674$$

$$\alpha_{д_{си}} = 20.6437$$

14) Диаметр основного цилиндра:

$$d_{o_{и}} = d_{д_{и}} \cos\alpha_{д_{си}} \quad (41)$$

$$d_{o_{и}} = 233.195 \cdot \cos 20.6437 = 218.22176$$

15) Угол подъема винтовой линии на основном цилиндре:

$$\cos\sigma_{и} = \cos\alpha_{д} \cdot \sin\beta_{д_{и}} \quad (42)$$

$$\cos\sigma_{и} = \cos 20 \cdot \sin 15 = 0.24321$$

$$\sigma_{и} = 75.9239$$

Определение параметров нового шевера:

16) Нормальный угол зацепления на начальном цилиндре:

$$\alpha_{и} = 20^\circ + 1^\circ = 21^\circ$$

17) Угол наклона на новом начальном цилиндре:

$$\sin\beta_{и} = \frac{\cos\sigma_{и}}{\alpha_{и1}} \quad (43)$$

$$\sin\beta_{и} = \frac{\cos 75.9235}{\cos 21} = 0.26052$$

18) Угол наклона на новом начальном цилиндре:

$$\beta_{1} = 0^\circ$$

19) Торцовый угол давления на начальном цилиндре шевера:

$$\operatorname{tg}\alpha_{s_{и}} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_{и1}}{\cos\beta_{и}} \quad (44)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{s_{и}} = \frac{\operatorname{tg}21^\circ}{\cos 15.100919} = 0.39759$$

$$\alpha_{s_{и}} = 21.68227$$

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ					

20) Торцовый угол давления профиля на начальном цилиндре колеса:

$$\alpha_{s1} = \alpha_{и1} = 21^\circ$$

21) Диаметр начального цилиндра шевра:

$$d_{и} = \frac{d_{он}}{\cos\alpha_{s1}} \quad (45)$$

$$d_{и} = \frac{218,22176}{\cos 21,68227} = 234,83721 \text{ мм}$$

22) Диаметр начального цилиндра колеса:

$$d_1 = \frac{d_{o1}}{\cos\alpha_{s1}} \quad (46)$$

$$d_1 = \frac{95,848}{\cos 21} = 102,667105 \text{ мм}$$

23) Длина линии зацепления:

$$L = \frac{\sqrt{d_{и}^2 - d_{o1}^2}}{2 \cdot \sin\sigma} + \frac{\sqrt{d_{и}^2 - d_{он}^2}}{2 \cdot \sin 75,9239} \quad (47)$$

$$L = \frac{\sqrt{234,83721^2 - 95,848^2}}{2 \cdot \sin 90} + \frac{\sqrt{234,83721^2 - 218,22176^2}}{2 \cdot \sin 75,9239} = 151,9179 \text{ мм}$$

24) Наибольший радиус профиля зуба шевра с учетом перекрытия обработкой активной части профиля колеса:

$$\rho_{и} = \left( L - \frac{\rho_1 - \Delta l}{\sin\sigma} \right) \sin\sigma_{и} \quad (48)$$

$$\rho_{и} = \left( 151,9179 - \frac{5,389 - 1,8639}{\sin 90} \right) \cdot \sin 75,9239 = 143,937 \text{ мм}$$

25) Диаметр окружности выступов шевра:

$$D_{еи} = \sqrt{d_{ои}^2 + (2\rho_{и})^2} \quad (49)$$

$$D_{еи} = \sqrt{218,22176^2 + (2 \cdot 143,937)^2} = 244,7363 \text{ мм.}$$

26) Величина радиального зазора шевра и обработанного колеса:

$$2\Delta r = d_1 + d_{и} - D_{еи} - d_i \quad (50)$$

$$2\Delta r = 102,667105 + 234,83721 - 244,663 - 91,375 = 1,4 - \text{удовлетворительно.}$$

27) Шаг по нормали на начальных цилиндрах шевра и колеса:

$$t = \frac{\pi d_1 \cdot \cos\beta_1}{z_1} \quad (51)$$

$$t = \frac{3.14159 \cdot 102.667105}{24} = 13.43908 \text{ мм}$$

28) Толщина зуба колеса по нормали на начальном цилиндре колеса:

$$S = d_1 \left( \frac{S_{d_1}}{d_{d_1} \cdot \cos \beta_d} + \text{inv} \alpha_{d_s} - \text{inv} \alpha_{s_1} \right) \cos \beta_1 \quad (52)$$

$$S = 102.667105 \left( \frac{6.576}{102} + \text{inv} 20 - \text{inv} 21 \right) = 6.36833 \text{ мм}$$

29) Толщина зуба шевера по нормали на начальном цилиндре шевера:

$$S_u = t - S \quad (53)$$

$$S_u = 13.43908 - 6.36833 = 7.07069 \text{ мм}$$

30) Высота головки зуба шевера:

$$h'_{и} = \frac{D_{eu} - d_{и}}{2} \quad (54)$$

$$h'_{и} = \frac{244.7363 - 234.83721}{2} = 4,9495 \text{ мм}$$

31) Угол давления торцовый на диаметре:

$$\cos \alpha_{eus} = \frac{d_{ou}}{D_{eu}} \quad (55)$$

$$\cos \alpha_{eus} = \frac{218.22176}{244.7363} = 0.89166$$

32) Угол наклона зуба на наружном диаметре:

$$\text{tg} \beta_{eu} = \frac{D_{eu} \text{tg} \beta_{ди}}{d_{ди}} \quad (56)$$

$$\text{tg} \beta_{eu} = \frac{244.7363 \cdot \text{tg} 15^\circ}{233.195} = 0.2812$$

$$\beta_{eu} = 15.7059$$

33) Толщина зуба на вершине по нормали:

$$S_{eu} = D_{eu} \left( \frac{S_u}{d_u \cos \beta_u} + \text{inv} \alpha_{su} - \text{inv} \alpha_{eus} \right) \cos \beta_{eu} \quad (57)$$

$$S_{eu} = 244.7363 \left( \frac{7.07069}{234.83721 \cdot \cos 15.100919} + \text{inv} 21.68227 - \text{inv} 26.91741 \right) \cos 15.7059 =$$

$$= 244.7363 \cdot (0.031185 + 0.019163 - 0.037914) \cdot 0.96266 = 2.92942 \text{ мм -}$$

удовлетворительно.

Определение параметров сточенного шевера:

34) Угол зацепления на начальном цилиндре сточенного шевера:

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\alpha_{u2} = 20^\circ - 1^\circ = 19^\circ$$

35) Угол наклона зубьев на начальном цилиндре сточенного шевера:

$$\sin\beta_u = \frac{\cos\sigma_u}{\cos\alpha_{u1}} \quad (58)$$

$$\sin\beta_u = \frac{\cos 75.9239}{\cos 19^\circ} = 0.25722$$

$$\beta_u = 14.90517$$

36) Угол наклона зубьев:

$$\beta_1 = 0^\circ$$

37) Торцовый угол давления профиля на начальном цилиндре шевера:

$$\operatorname{tg}\alpha_{su} = \frac{\operatorname{tg}\alpha_{u1}}{\cos\beta_u} \quad (59)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{su} = \frac{\operatorname{tg} 19^\circ}{\cos 14.90517} = 0.35631$$

$$\alpha_{su} = 19.61149$$

38) Торцовый угол давления профиля на начальном цилиндре колеса:

$$\alpha_{s1} = \alpha_{u1} = 19^\circ$$

39) Диаметр начального цилиндра шевера:

$$d_u = \frac{d_{ou}}{\cos\alpha_{su}} \quad (60)$$

$$d_u = \frac{218.22176}{\cos 19.61149} = 231.66033 \text{ мм}$$

40) Диаметр цилиндра колеса:

$$d_1 = \frac{d_{o1}}{\cos\alpha_{su}} \quad (61)$$

$$d_1 = \frac{95.848}{\cos 19^\circ} = 101.37082 \text{ мм}$$

41) Длина линии при шевинговании :

$$L = \frac{\sqrt{d_1^2 - d_{o1}^2}}{2\sin\sigma} + \frac{\sqrt{d_u^2 - d_{ou}^2}}{2\sin\sigma_u} \quad (62)$$

$$L = \frac{\sqrt{101.37082^2 - 95.848^2}}{2\sin 90^\circ} + \frac{\sqrt{231.66033^2 - 218.22176^2}}{2 \cdot \sin 75.9239} = 16.50154 + 40.08076 = 56.582304 \text{ мм}$$

42) Наибольший радиус профиля зуба шевера с учетом перекрытия обработки активной части профиля колеса:

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$\rho_u = \left( L - \frac{\rho_1 - \Delta l}{\sin \sigma} \right) \sin \sigma_u \quad (63)$$

$$\rho_u = \left( 56.582304 - \frac{5.389 - 1.8659}{\sin 90^\circ} \right) \cdot \sin 75.9239 = 51.56108 \text{ мм}$$

43) Диаметр окружности выступов шевера:

$$D_{eu} = \sqrt{(2\rho_u)^2 + d_{ou}^2} \quad (64)$$

$$D_{eu} = \sqrt{(2 \cdot 51.56108)^2 + (218.22176)^2} = 241.36052$$

44) Величина радиусного зазора шевера и обрабатываемого колеса:

$$2\Delta r = d_1 + d_u - D_{eu} - d_i \quad (65)$$

$$2\Delta r = 101.37082 + 231.66033 - 241.36052 - 91.375 = 1.295 -$$

удовлетворительно

44) Шаг по нормали на начальном цилиндре шевера и колеса:

$$t = \frac{\pi d_1}{z_1} \cos \beta_1 \quad (66)$$

$$t = \frac{3.14159 \cdot 101.37082}{24} = 13.26268 \text{ мм}$$

45) Толщина зуба колеса по нормали на начальном цилиндре колеса:

$$S = d_1 \left( \frac{S_{d1}}{d_{d1} \cdot \cos \beta_{d1}} + \text{inv} \alpha_{d_s} - \text{inv} \alpha_{s1} \right) \quad (67)$$

$$S = 101.37082 \left( \frac{6.376}{102 \cdot \cos 0} + \text{inv} 20 - \text{inv} 19 \right) = 6.55848 \text{ мм}$$

46) Толщина зуба шевера по нормали на начальном цилиндре шевера:

$$S_{ш} = t - S \quad (68)$$

$$S_{ш} = 13.26268 - 6.55848 = 6.7042 \text{ мм}$$

47) Высота головки зуба шевера:

$$h'_{ш} = \frac{D_{eu} - d_{ш}}{2} \quad (69)$$

$$h'_{ш} = \frac{241.36052 - 231.66053}{2} = 4.850095 \text{ мм}$$

48) Наименьший радиус кривизны профиля сточенного шевера:

$$\rho_{ин} = \rho'_{ш} - \frac{(l + \Delta l) \sin \sigma_{ш}}{\sin \sigma} \quad (70)$$

$$\rho_{ин} = 51.56108 - \frac{(20.0338 + 1.8639) \sin 75.9239}{1} = 21.24018 \text{ мм}$$

Определение конструктивных элементов шевера:

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

49) Диаметр окружности в точке начала зацепления:

$$D_{нз} = \sqrt{d_{он}^2 + (2\rho_{ин})^2} \quad (71)$$

$$D_{нз} = \sqrt{218,22176^2 + (2 \cdot 21,24018)^2} = 220,2997 \text{ мм}$$

50) Диаметр окружности ножек:

$$d_{iu} = D_{нз} - a \quad (72)$$

$$d_{iu} = 223,2997 - 3 = 220,2997 \text{ мм}$$

51) Угол давления торцовый на ножке зуба:

$$\cos\alpha_{ius} = \frac{d_{он}}{d_{iu}} \quad (73)$$

$$\cos\alpha_{ius} = \frac{218,22176}{220,2997} = 0,99056$$

$$\alpha_{ius} = 7,8789$$

52) Торцовая толщина ножки зуба:

$$S_{ius} = d_{iu} \left( \frac{S_n}{d_n \cdot \cos\beta_n} + \text{inv}\alpha_{su} - \text{inv}\alpha_{ius} \right) \quad (74)$$

$$S_{ius} = 220,2997 \left( \frac{6,7042}{231,66033 \cdot \cos 0,25722} + \text{inv}21,68227 - \text{inv}7,8789 \right) = 10,404 \text{ мм}$$

53) Ширина впадин зубьев по окружности ножек:

$$T_i = \frac{\pi d_{iu}}{z_n} - S_{ius} \quad (75)$$

$$T_i = \frac{3,14159 \cdot 220,2997}{53} - 10,40477 = 2,65343 - \text{удовлетворительно.}$$

54) Диаметр сверла для сверления отверстий в шевуре, предназначенных для выхода гребенки:

$$d_{св} = T_i + \left( \frac{2}{2,5} \right) \quad (76)$$

$$d_{св} = 2,65343 + 0,8 = 3,45343 \text{ мм}$$

55) Диаметр окружности центров отверстия:

$$D_{ц} = d_{iu} - \sqrt{d_{св}^2 - T_i^2} \quad (77)$$

$$D_{ц} = 220,2997 - \sqrt{3,45343^2 - 2,65343^2} = 218,08938 \text{ мм}$$

						Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ	



56) Угол наклона оси сверла:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{d_{iu} \cdot \operatorname{tg}\beta_{ди}}{d_{ди}} \quad (78)$$
$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{220,2997 \cdot \operatorname{tg}15^\circ}{233,195} = 0,25313$$

57) Полная высота зуба шевера:

$$h_{и} = \frac{D_{еи} - d_{iu}}{2} \quad (79)$$
$$h_{и} = \frac{244,7363 - 220,2997}{2} = 12,2183 \text{ мм}$$

58) Ширина шевера:

$$\beta_{и} = 25 \text{ мм}$$

Размеры канавок и прочие параметры шевера приведены в таблице 11[7, с.146]:  $t=1,8$ ;  $a=1,2$ ;  $e=1,0$ .

### 2.3 Расчет и проектирование контрольного приспособления

Приспособление проверяет расстояние между центрами при зацеплении без зазора с мерительной шестерней.

Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот колеса  $0,112 \text{ мм}$

Общая суммарная погрешность измерений контрольного приспособления определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{мет}} = \sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_z^2 + \Delta_n^2}, \quad (80)$$

где  $\varepsilon$  - погрешность положения детали в контрольном приспособлении;

$\Delta_p$  - погрешность передаточного механизма;

$\Delta_z$  - погрешность эталона, по которому настраивают контрольное приспособление;

$\Delta_n$  - погрешность измерительного прибора.

При этом должно выполняться условие:

$$\Delta_{\text{мет}} \leq \Delta_{\text{изм}},$$

где  $\Delta_{\text{изм}}$  - допускаемая погрешность контрольного приспособления

$$\Delta_{\text{изм}} = kT, \quad (81)$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $k$  – коэффициент, зависящий от точности обработки.  $K=0,35$

$$\Delta_{\text{изм}} = 0,35 \cdot 0,112 = 0,039 \text{ мм}$$

1) Погрешность положения детали в контрольном приспособлении:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{\text{зак}}^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (82)$$

где  $\varepsilon_6$  - погрешность базирования детали в контрольном приспособлении;

$$\varepsilon_6 = S_{\text{max1}} + S_{\text{max2}} \quad (83)$$

$$\varepsilon_6 = 0,016 + 0,011 = 0,027 \text{ мм}$$

где  $S_{\text{max1}}$  – максимальный зазор по 7 качеству,

$S_{\text{max2}}$  - максимальный зазор по 5 качеству.

$\varepsilon_{\text{зак}}$  - погрешность закрепления детали в контрольном приспособлении,  $\varepsilon_{\text{зак}} = 0$

$\varepsilon_{\text{пр}}$  - погрешность изготовления приспособления: в данном случае определяется

точностью центрирования пальца,  $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,01 \text{ мм}$

$$\varepsilon = \sqrt{0,027^2 + 0,01^2} = 0,028 \text{ мм}$$

2) Погрешность передаточного механизма,  $\Delta_p = 0$

3) Погрешность эталона, по которому настраивают контрольное приспособление:

Степень точности изготовления эталона – 5; согласно ГОСТ 1543-81, погрешность эталона определяется допуском на колебание измерительного межосевого расстояния за один оборот колеса и составляет:  $\Delta_3 = 0,025 \text{ мм}$ ;

4) Погрешность измерительного прибора.

$$\Delta_{\text{п}} = 0,002$$

$$\Delta_{\text{мет}} = \sqrt{0,028^2 + 0,025^2 + 0,002^2} = 0,037$$

$$\Delta_{\text{мет}} \leq \Delta_{\text{изм}}$$

$$0,037 \leq 0,039 - \text{условие выполняется}$$

## 2.4 Расчет и проектирование схвата робота

Исходные данные:

- транспортируемая деталь – цилиндрическая деталь типа “шестерня”

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

диаметром от 55 до 110,1 мм;

- масса детали – 5000 г;

- максимальная длина детали –  $l = 59$  мм;

- принятое максимальное ускорение при переносе детали –  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>;

- принятая схема схвата – реечного типа.

Определим требуемое усилие  $P_1$  для удержания транспортируемой детали, считая, что удержание детали происходит за счет сил трения:

$$P_1 = m \cdot (g + a) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (84)$$

где  $m$  – масса удерживаемой детали, кг;

$g$  – ускорение силы тяжести (9,8 м/с<sup>2</sup>);

$a$  – ускорение центра масс при транспортировке, м/с<sup>2</sup>;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от формы губок схвата, положения детали по отношению к губкам схвата и направления действия силы тяжести ( $K_1 = \frac{\sin 45^\circ}{2 \cdot 0.15}$ ); (85)

$K_2$  – 1,5...2,0 – коэффициент запаса.

$$P_1 = 5 \cdot (9,81 + 5) \cdot \frac{\sin 45^\circ}{2 \cdot 0.15} \cdot 1.5 = 174.418 \text{ Н}$$

Усилие привода  $P_2$  для принятой схемы схвата согласно приложения 1:

$$P_2 = \frac{4 \cdot P_1 \cdot \cos \theta}{D} \quad (86)$$

Из конструктивных соображений принимаем  $l = 59$  мм

Угол  $\theta$  определим из величины максимального перемещения губок:

$$S = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} + \Delta \quad (87)$$

$$S = \frac{110,1 - 55}{2} + 20 = 46.75 \text{ мм}$$

где  $D_{\max}$  – максимальный диаметр детали, мм;

$D_{\min}$  – минимальный диаметр детали, мм;

$\Delta$  – дополнительный ход губок для выхода губок от поверхности детали.

Тогда:

$$\theta = \arcsin \frac{S}{l} \quad (88)$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\theta = \arcsin \frac{46.75}{59} = \arcsin 0.79237 = 52^{\circ}40'$$

Радиус зубчатого сектора R определяем из расчета зубчато – реечной передачи на выносливость по изгибу:

$$m = 14 \sqrt[3]{\frac{Y_F \cdot K_{F\beta} \cdot T}{z^2 \cdot \psi_{bd} \cdot \delta_{FP}}} \quad (89)$$

где Z – число зубьев;

$Y_F = 4,26$  – коэффициент формы зуба;

$\psi_{bd} = 0,6$  – коэффициент ширины венца;

$K_{F\beta} = 1,08$  – коэффициент, учитывающий распределение нагрузки по ширине венца;

$\delta_{FP} = 320 \text{ МПа}$  – допускаемое напряжение при расчете на изгибную прочность (принимается сталь 18ХГТ с закалкой ТВЧ  $K_{FL} = 1$ )

T –  $50 \cdot 0.15 \text{ Нм}$  – крутящий момент, передаваемый реечным колесом.

Тогда:

$$m = 14 \sqrt[3]{\frac{4.26 \cdot 1.08 \cdot 50 \cdot 0.15}{17^2 \cdot 0.6 \cdot 320}} = 1,857 \text{ мм}$$

Принимаем  $m=2$ .

При этом радиус зубчатого сектора

$$R = \frac{m \cdot z}{2} \quad (90)$$

$$R = \frac{2 \cdot 17}{2} = 17 \text{ мм}$$

Зная параметры зубчатого сектора рассчитываем требуемое усилие привода:

$$P_2 = \frac{4 \cdot P_1 \cdot \cos \theta}{D} \quad (91)$$

$$P_2 = \frac{4 \cdot 174.418 \cdot \cos 52.407}{0,34} = 1251,8 \text{ Н}$$

Определим силу действия пружины:

$$P_{пр} = \frac{P_2}{2} \quad (92)$$

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$P_{np} = \frac{1251,8}{2} = 625,9 \text{ Н}$$

Округляем силу пружины по ГОСТ 18793 – 80:

$$P_{np} = 630 \text{ Н}$$

Определим необходимый диаметр гидроцилиндра привода схвата:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{np}}{\rho \cdot \pi}} \quad (93)$$

где  $\rho$  – давление масла в гидроцилиндре, МПа. Принимаем  $\rho = 12,5$  МПа

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 630}{12,5 \cdot 3,14}} = 8,9 \text{ мм}$$

Принимаем стандартное значение диаметра гидроцилиндра  $d=10$  мм (ГОСТ 6540-68 Гидроцилиндры).

Из конструкторских соображений принимаем расстояние между шарнирами в рычагах  $c = 130$  мм . Тогда усилие, действующее на шарниры

$$F_{ш} = \frac{P_1 \cdot l}{c} \quad (94)$$

$$F_{ш} = \frac{174,418 \cdot 0,59}{1,30} = 100,88 \text{ Н}$$

Диаметр шарниров выбираем из расчета на срез:

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ш}}{\pi \cdot [i_{cp}]}} \quad (95)$$

где  $[i_{cp}] = 140$  МПа – допускаемое напряжение среза для стали 18ХГТ

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot 100,88}{3,14 \cdot 140}} = 1,05 \text{ мм}$$

Принимаем  $d_{ш} = 4$  мм

Принимаем шарниры на смятие, задаваясь допускаемым напряжением на смятие для стали 18ХГТ  $[\delta_{cm}] = 340$  МПа

$$[\delta_{cm}] = \frac{F_{ш}}{\pi \cdot d_{ш} \cdot b} \quad (96)$$

где  $b=25$  мм – принятая ширина шарнира.

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$[\delta_{см}] = \frac{100,88}{3,14 \cdot 4 \cdot 25} = 0,321 < 340 \text{ МПа}$$

Таким образом, для данного схвата принимаем модуль зубчато-реечной передачи  $m=2$  мм, диаметр делительной окружности  $D = 34$  мм, диаметр гидроцилиндра привода схвата  $d=10$  мм, диаметр шарниров в рычагах  $d_{ш} = 4$  мм

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

### 3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Расчет количества оборудования

Номинальный такт выпуска:

$$\tau_p = \frac{F_0 \cdot 60}{N}, \text{ мин} \quad (97)$$

где  $F_0$  – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$N$  – годовая программа выпуска, шт.

$$\tau_p = \frac{4060 \cdot 60}{8500} = 28,66 \text{ мин}$$

Действительный такт выпуска:

$$\tau = \tau_p \left(1 - \frac{\beta}{100}\right), \quad (98)$$

где  $\beta = 6 \dots 8\%$  – потери времени, оперативного времени, на организационно-техническое обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы.

$$\tau = 28,66 \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 26,4$$

Число станков:

$$C_{\text{расч } i} = \frac{t_{\text{шт.к}}}{\tau}, \quad (99)$$

где  $i$  – номер операции;

$t_{\text{шт.к}}$  – штучно-калькуляционное время выполнения операции, мин;

$\tau$  – такт выпуска деталей с линии, мин

$$C_{\text{расч}005} = \frac{1,11}{26,4} = 0,04; \text{ принимаем 1 станок.}$$

Коэффициент загрузки:

$$K_{з i} = \frac{C_{\text{расч}}}{C_{\text{пр}}}, \quad (100)$$

где  $i$  – номер операции;

$C_{\text{расч}}$  – расчетное число станков;

$C_{\text{пр}}$  – принятое число станков.

$$K_{з005} = \frac{0,03}{1} = 0,03;$$

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				

Число станков и коэффициенты загрузки на остальные операции приведены в таблице

Таблица 6 - Число станков и количество операций

Номер операции	Расчетное число станков, $C_{расч}$	Принятое число станков, $C_{пр}$	Коэффициент загрузки, $K_z$
005	0,04	1	0,04
010	0,03	1	0,03
015	0,12	1	0,12
020	0,03	1	0,03
025	0,05	1	0,05
035	0,03	1	0,03
045	0,05	1	0,05
050	0,15	1	0,15
055	0,02	1	0,02
090	0,18	1	0,18
100	0,11	1	0,11
105	0,02	1	0,02

Средний коэффициент загрузки:

$$K_{z\text{ ср.}} = 0,07$$

Станки будем дозагружать обработкой других деталей.

### 3.2 Определение числа производственных рабочих

При организации многостаночного обслуживания необходимо определить следующие параметры:

1) количество одновременно обслуживаемых единиц оборудования –  $n$ ;



2) длительность цикла многостаночного обслуживания –  $T_{мс}$ ;

3) величина свободного времени рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания –  $K_{з.мс}$ .

Время простоя станка определяется по формуле:

$$t_{пр\ i} = T_{мс} - t_{оп\ i}, \quad (101)$$

где  $i$  – номер операции;

$t_{зан}$  – время занятости рабочего на станке;

$t_{а.р.}$  – время автоматической работы станка.

Коэффициент загрузки оборудования определяется по формуле:

$$k_{з.мс} = \frac{T_{мс} - t_{пр\ i}}{T_{мс}}, \quad (102)$$

где  $i$  – номер операции

Операции 010,045-055:

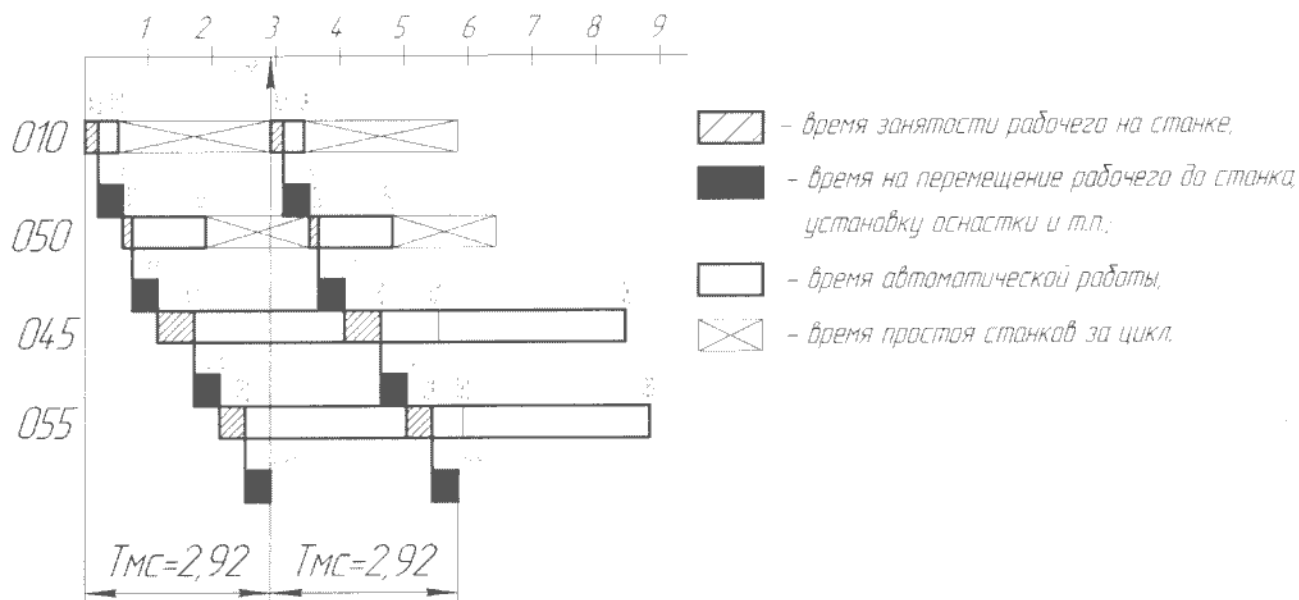


Рисунок 4 - Циклограмма операций 010,045-055

Для 010 операции:

Время простоя:  $t_{пр010} = 2,92 - 0,52 = 2,4$  мин

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс010} = \frac{2,92 - 2,4}{2,92} = 0,17$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс010} \geq K_{з010}$

$$0,17 \geq 0,03 - \text{условие выполняется.}$$

Для 045 операции:

$$\text{Время простоя: } t_{пр045} = 4,07 - 1,72 = 2,35 \text{ мин}$$

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс045} = \frac{2,92 - 2,35}{2,92} = 0,14$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс045} \geq K_{з045}$

$$0,20 \geq 0,15 - \text{условие выполняется.}$$

Для 050 операции:

$$\text{Время простоя: } t_{пр050} = 5,54 - 4,07 = 1,4 \text{ мин}$$

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс050} = \frac{2,92 - 1,47}{2,92} = 0,49$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс050} \geq K_{з050}$

$$0,49 \geq 0,02 - \text{условие выполняется.}$$

Для 055 операции:

$$\text{Время простоя: } t_{пр055} = 5,92 - 5,04 = 0,88 \text{ мин}$$

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс055} = \frac{2,92 - 0,88}{2,92} = 0,69$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс055} \geq K_{з055}$

$$0,69 \geq 0,02 - \text{условие выполняется.}$$

Станки с операций № 010, 045, 050 и 055 будет обслуживать один станочник.

Операции 090,100,105

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

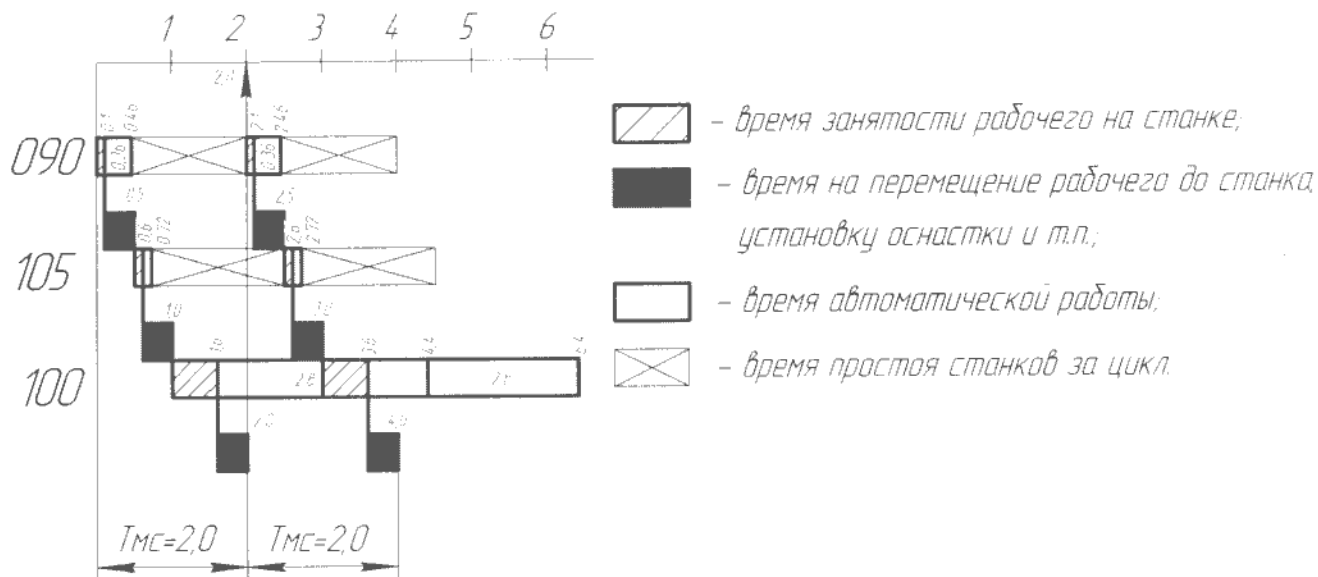


Рисунок 5 - Циклограмма операций 090,100,105

Для 090 операции:

Время простоя:  $t_{пр090} = 2,0 - 0,46 = 1,54$  мин

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс090} = \frac{2,0 - 1,54}{2,0} = 0,23$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс090} \geq K_{з090}$

$$0,23 \geq 0,18 \text{ — условие выполняется.}$$

Для 100 операции:

Время простоя:  $t_{пр100} = 4,4 - 3,0 = 1,4$  мин

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс100} = \frac{2,0 - 1,4}{2,0} = 0,3$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс100} \geq K_{з100}$

$$0,3 \geq 0,11 \text{ — условие выполняется.}$$

Для 105 операции:

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

151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

59

Время простоя:  $t_{пр105} = 2,5 - 0,72 = 1,78$  мин

Коэффициент загрузки рабочего внутри цикла многостаночного обслуживания:

$$K_{з.мс105} = \frac{2,0 - 1,78}{2,0} = 0,11$$

Условие многостаночного обслуживания:  $K_{з.мс105} \geq K_{з105}$

$0,11 \geq 0,02$  – условие выполняется.

Станки с операций № 090,100 и 105 будет обслуживать один станочник.

Вывод: Для двухсменной работы необходимо 4 станочника и 2 оператора-наладчика на операциях № 005,015,020,025 и 035.

### 3.3 Определения количества наладчиков

При определении количества наладчиков следует иметь в виду целесообразность обслуживания одним наладчиком нескольких групп оборудования.

Перечень применяемого оборудования на участке:

Обрабатывающий центр 500HS – 1 станок;

Горизонтально-протяжной 7A523 – 1 станок;

Токарный с ЧПУ HAAS TL-15 – 1 станок;

Зубофрезерный 53B30П-02 – 1 станок;

Зубозакругляющий полуавтомат BC-80 – 1 станок;

Зубошевинговальный BE-E02B-22 – 1 станок;

Пресс пневматический Pemsertter 2000 – 1 станок;

Внутришлифовальный 3K228 – 1 станок;

Плоскошлифовальный полуавтомат 3Д725 – 1 станок.

Таблица 7 - Загрузка наладчика и оператора-наладчика

№ наладчика	1 (оператор-наладчик)	2 (наладчик)
1	Обрабатывающий центр 500HS (1) -35%	Горизонтально-протяжной 7A523 (1) – 10%

Продолжение таблицы 7

2	Токарный с ЧПУ HAAS TL-15 (1) - 35%	Зубофрезерный 53B30П-02 (1) - 10%
3		Зубозакругляющий BC-80 (1) - 10%
4		Зубошевинговальный BC-E02B- 22 (1) - 10%
5		Пресс гидравлический T61212B (1) – 5%
6		Внутришлифовальный 3К228 (1) – 15%
7		Плоскошлифовальный 3Л741 (1) – 10%
Суммарн ое время занятости наладчик а в %		70%

Для двухсменной работы необходим 2 наладчика станков полуавтоматов.

### 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 механическом цехе составляет 20...35% от числа производственных рабочих. С учетом двухсменного графика работы, число рабочих составляет 7 человек. Значит число вспомогательных рабочих составляет 2 рабочих.

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

К категории инженерно-технических работников (ИТР) относятся лица, осуществляющие руководство цехом и его структурными подразделениями, а также инженеры технологи, техники, экономисты, нормировщики и тд. Число ИТР составляет 21-15% от числа основных станков механического цеха. Т.к. количество основных станков = 9, число ИТР составляет 4 работника.

К категории служащих относится персонал выполняющий работы по счету, отчетности, снабжению, оформлению: бухгалтеры, кассиры, копировальщики, секретари, учетчики, заведующие складов и кладовых. Численность служащих составляет 1% от числа производственных рабочих. Т.к. производственных рабочих 7 человек, то число служащих оставляет 1 работник.

### 3.5 Определение основных параметров производственного здания

Для организации механосборочного производства рекомендуется применять одноэтажное здание, т.к в этом случае облегчается установка тяжелого оборудования, а также упрощаются транспортные связи между отдельными цехами.

Ширину пролета выбирают такой, чтобы можно было рационально разместить четное число рядов оборудования. Сетка колонн для одноэтажного здания оборудованного мостовым краном принимаем 18x12.

Выбираем кран мостовой электрический однобалочный опорный:  
1-А-5-16,5-12-380 ГОСТ 22045-89.

Таблица 8 - Габаритные размеры станков.

Станок	Габариты,мм
Обрабатывающий центр 500HS	2280x3530x3200
Горизонтально-протяжной 7A523	6000x1940x2300
Токарный с ЧПУ HAAS TL-15	2625x1825x1360
Зубофрезерный 53B30П-02	2300x1300x1950
Зубозакругляющий полуавтомат ВС-80	1675x1110x1810
Зубошевинговальный ВС-Е02В-22	2100x1600x2150
Пресс гидравлический Т61220Н	350x550x700
Внутришлифовальный 3К228	3535x1460x1870
Плоскошлифовальный 3Л741	2860x2730x2660

Высоту пролета выбирают исходя из схемы, приведенной на рис. 1

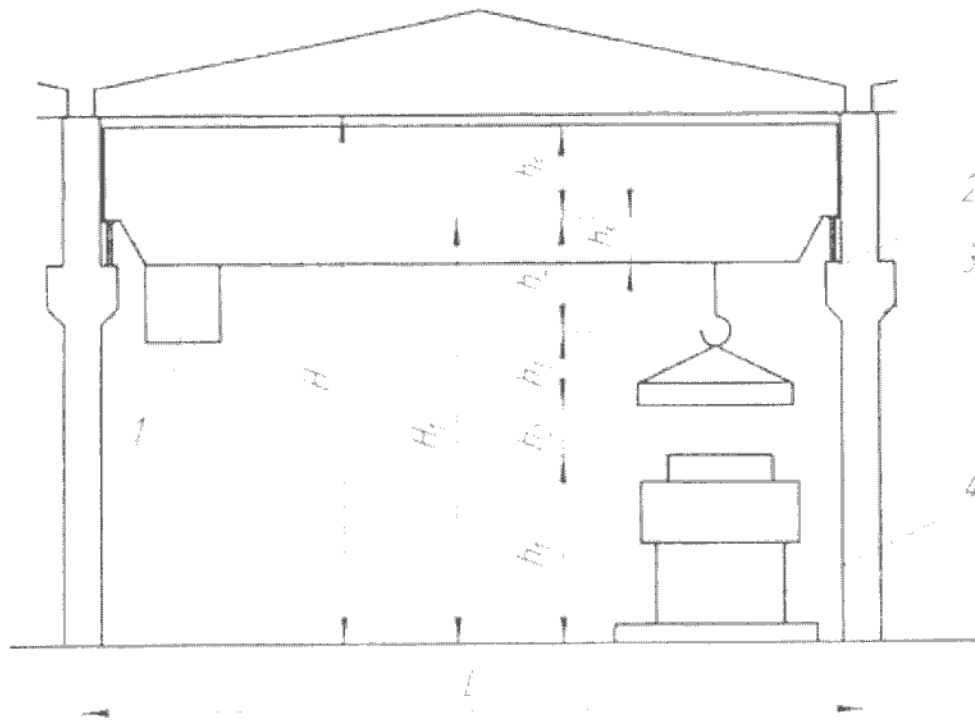


Рисунок 6 - Схема поперечного разреза

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:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (103)$$

где  $h_1$  – максимальный габаритный размер оборудования;

$h_2$  – минимально расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом;

$h_3$  – размер по высоте транспортируемых грузов;

$h_4$  – расстояние от верхнего положения крюка до рельсового пути.

$$H_1 = 3,2 + 0,4 + 2,2 + 1,1 = 6,9 \text{ м}$$

Принимаем  $H_1 = 6,95 \text{ м}$

Расчетная высота цеха определяется по формуле:

$$H_{1 \text{ расч}} = H_1 + h_5 + h_6, \quad (104)$$

где  $h_5 = 0,960$  – габаритный размер крана;

$h_6 = 0,100$  – расстояние от крана до верхней точки цеха.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.16.595.00.00 ПЗ

Лист

63

$$H_{1 \text{ расч}} = 6,95 + 0,960 + 0,100 = 8,01 \text{ м}$$

Принимаем  $H = 9,6 \text{ м}$

Для здания высотой 9,6м и крана грузоподъемностью 5т принимаем по ГОСТ 25628-90 колонну типоразмера 7КК96. Размеры колонны 400х600 мм.

3.6 Выбор и обоснования метода удаления стружки и метода снабжения участка СОЖ.

Выбор системы удаления стружки зависит от вида производства, марки обрабатываемого металла, вида стружки, её количества и площади, на которой она образуется. В нашем случае рационально принять систему удаления стружки для условий крупносерийного производства.

Для сбора стружки на территории цеха используются специальные контейнеры для транспортировки. Заполненная стружкой тара вывозится на накопительную площадку, а затем – на участок переработки.

Способ подачи СОЖ – децентрализованный: жидкость доставляется на участок с помощью передвижного раздаточного комплекса СОЖ - Piusi Viscontroll AC-K400. В основной состав комплекса входят: усиленная тележка, насос для СОЖ, заливной пистолет, датчик давления, напорный шланг, всасывающий шланг. Пистолет данного комплекса вставляется в заливную горловину станка, после чего СОЖ закачивается в бак станка.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				64



#### 4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда – это система законодательных актов, социально – экономических, организационно – технических мероприятий и средств по созданию условий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека.

Конечная цель охраны труда – полная ликвидация производственного травматизма, профессиональных заболеваний путем создания безопасных и безвредных условий труда на производстве.

Рассматривая вопросы охраны труда, необходимо разрабатывать мероприятия по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Охрана труда выявляет и изучает возможные причины производственных несчастных случаев, профессиональных заболеваний, аварий, взрывов, пожаров и требований и системе мероприятий с целью устранения этих причин, и создания безопасных и благоприятных для человека условий труда. При этом наряду с огромным социальным эффектом достигается и определенный экономический эффект.

К технологическому процессу механической обработки шестерни КОМ предъявляют ряд требований, обеспечение которых способствует безопасности работы, а именно:

- применение комплексной механизации, автоматизации и дистанционного управления в тех случаях, когда действие вредных и опасных производственных факторов нельзя устранить.

- обеспечение надлежащей герметизации производственного оборудования.

- применение средств защиты работающих.

- применение системы контроля и управления технологическим процессом, обеспечивающей защиту работающих и аварийное отключение производственного оборудования.

- оснащение технологических процессов устройствами, обеспечивающими

					151900.16.595.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

получение своевременной информации о возникновении опасных и вредных производственных факторов.

- своевременное удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источником вредных и опасных производственных факторов.

- применение рациональных режимов труда и отдыха с целью предупреждения возникновения психофизических опасных и вредных производственных факторов.

Учитывая данные требования, на станке предусмотрены ограждения подвижных частей, необходимые электрические блокировки, устройства аварийной остановки.

Учитывая, что трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, которые определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, на рабочем месте необходимо создать оптимальные микроклиматические условия, которые при длительном и систематическом воздействии на человека, обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции. Они обеспечивают ощущения теплового комфорта и создают предпосылки для хорошей работоспособности.

#### 4.1 Воздушная среда и микроклимат на участке

Оптимальные параметры микроклимата приведены в таблице 1

Таблица 9 – Оптимальные параметры микроклимата

Сезон	Категория работ	Температура воздуха, С°	Относительная влажность, φ %	Скорость движения воздуха, V м/с не более
Холодный	I	21 – 24	40 – 60	0,1
	II	18 – 20		0,2
	III	16 – 18		0,3

Продолжение таблицы 9

Теплый	I	22 – 25	40 – 60	0,1
	II	20 – 23		0,2
	III	18 - 21		0.3

Производственные процессы могут сопровождаться выделением тепла, вредных газов, паров пыли, влаги, вследствие чего метеорологические параметры и состав воздуха в производственных помещениях отличаются от нормального.

Создание оптимальных и допустимых метеорологических условий, удаление и разбавление вредных веществ, выделяющихся при различных работах, достигается вентиляцией производственных, вспомогательных, бытовых помещений.

Для данных условий труда применяется:

Приточная вентиляция – обеспечивает подачу чистого воздуха в производственные помещения и вытяжная вентиляция – применяется для удаления вредных паров и газов. Также должна быть предусмотрена аварийная вентиляция, которая предназначена для быстрого удаления из помещений значительных объемов воздуха с большим содержанием вредных и взрывоопасных веществ, поступающих в помещение при нарушении технологического режима и авариях. Аварийная вентиляция спроектирована вытяжкой.

Для отопления производственных помещений применяется система водяного отопления. Основными задачами отопления является нагревание воздуха, поступающего в помещение извне, нагревание воздуха, поступающего в помещение через приточную систему вентиляции, если он не подогрет.

#### 4.2 Пожарная безопасность

По нормам технологического проектирования категория пожароопасности данного производства – “Д” (производство, где обрабатываются вещества и материалы в холодном состоянии). В оценке противопожарных качеств зданий и сооружений большое значение имеет их огнестойкость. Выбранное здание по группе возгораемости относится к негорячим.

Для обеспечения при пожаре безопасной эвакуации людей предусмотрены эвакуационные выходы. Двери, предназначенные для эвакуации, должны открываться в сторону выхода из здания.

Одним из условий борьбы с пожарами является немедленное уведомление пожарной команды. Очень надежной является электрическая пожарная сигнализация. Для быстрого обнаружения очага выгорания применяются тепловые, дымовые и световые извещатели. Кроме того, цех должен быть оборудован специальной пожарной сигнализацией, датчики которой должны находиться во всех вспомогательных помещениях.

Для тушения начавшегося пожара твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на участке предусмотрено использование огнетушителей ОХП – 10 (химический пенный ручной). Для данного участка необходимо иметь два таких огнетушителя.

Все поступающие на работу проходят инструктаж о правилах пожарной безопасности, введенных на предприятии и порядке использования средств пожаротушения и пожарной сигнализации и связи.

Ответственность за пожарную безопасность возлагается на руководителя предприятия. Руководитель предприятия обязан назначить приказом должностных лиц, ответственных за пожарную безопасность отдельных объектов (цехов, участков, установок). Фамилии этих лиц должны быть вывешены на видных местах. В обязанности руководителей входит:

- организация пожарной охраны;
- организация обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности;
- разработка мероприятий по повышению уровня пожарной безопасности предприятия;
- разработка инструкции о порядке работы пожароопасными веществами материалами, а также инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ					

- изготовления и применения средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

Для предотвращения пожаров используются следующие меры:

- предотвращение образования горючей смеси
- предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- поддержание температуры и давления горючей среды, ниже минимального;
- применение средств пожаротушения;
- эвакуация людей;
- организация пожарной охраны объектов;
- ограничение количества горючих веществ и их надлежащее хранение.

#### 4.3 Электробезопасность

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока следующие:

Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.

Появление напряжения на металлических корпусах, кожухах и т.п. электрооборудования, в результате повреждения изоляции и др. причин.

Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки.

Основными мерами защиты от поражения током являются: обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения, а именно: электроаппаратура станков размещена в специальных шкафах, расположенных рядом со станком. Разводка электрооборудования выполнена в специальных корпусах. А также защитное разделение сети; устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, применением двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и др.; применение специальных защитных средств – переносных

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

приборов и приспособлений. От случайного включения электромагистралей в местах включения вывешивают специальные знаки, информирующие об опасности.

#### 4.4 Освещение

Свет имеет важное значение для человека, обеспечивая связь организма с окружающей средой. Назначение производственного освещения – обеспечить прежде всего нормальные зрительные условия работы в производственных помещениях в течение рабочего времени.

В дневное время на участке используется естественное освещение, в темное время суток или при недостатке естественного освещения используется искусственное освещение. Искусственное освещение проектируется комбинированно, к общему освещению добавляют местное.

Многоцелевой станок освещается общим освещением от магистральных ламп, создается освещенность на рабочем месте не менее 200 лк. Кроме того в цехе предусмотрено аварийное освещение для обеспечения минимальной освещенности в производственном помещении на случай внезапного отключения рабочего освещения.

Гигиенические требования к производственному освещению основаны на психофизических особенностях восприятия света и его влияния на организм человека сведены к следующему: должна быть обеспечена равномерность и устойчивость уровня освещенности в помещении. Осветительная установка должна быть безопасной и безвредной в процессе эксплуатации. Величина освещенности должна быть постоянной во времени, направленность светового потока на рабочую поверхность должна быть оптимальной.

Параметры освещения:

- рабочее – не менее 100 люкс;
- аварийное – не менее 5 люкс;
- эвакуационное – от 3 до 5 люкс;
- дежурное – не менее 0,2 люкс;

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

- сигнальное – 0,2 люкс.

#### 4.5 Производственный травматизм

Несчастный случай на производстве – это случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей.

Порядок расследования несчастных случаев на производстве определен Положением о порядке расследования и учета несчастных случаев на производстве. Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, повлекшие за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности, либо его смерть, и происшедшие при выполнении работником своих трудовых обязанностей на территории завода или вне его, а также во время следования к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном автозаводом.

Расследование несчастных случаев проводится комиссией, включающей специалиста по охране труда, а также профсоюзного органа. В состав комиссии входит не менее трех человек. Результаты расследования несчастных случаев на производстве оформляются актами по форме Н-1. Эти документы хранятся на предприятии в течении 45 лет и используются при учете и анализе производственного травматизма.

При анализе травматизма определяются основные причины несчастного случая, чтобы в последующем стараться их избежать. Это могут быть:

Технические причины:

- конструктивные недостатки машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;
- неисправность машин, механизмов, оборудования, приспособлений и инструментов;
- неудовлетворительное техническое состояние здания, сооружений и их элементов;
- несовершенство технологических процессов;

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ				

Организационные причины:

- нарушение технологических процессов;
- нарушение правил дорожного движения;
- неудовлетворительная организация работ;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- недостатки в обучении и инструктировании работающих по безопасным приемам труда;
- использование работающих не по специальности;
- нарушение трудовой дисциплины;

Личностные причины:

- неосторожность или невнимательность, ошибочные действия.

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>72</i>



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы отметить, что задачи, поставленные в начале дипломной работы были выполнены. Данная работа представляет собой вариант механической обработки детали «Шестерня КОМ ведущая», который удовлетворяет требованиям по точности, эксплуатационным условиям детали, с меньшими затратами средств и времени, а так же уменьшением затрат труда на ее изготовление.

Так же в данной работе учтены все тонкости технологии производства данной детали, применено оборудование с ЧПУ, спроектировано приспособление для зубофрезерования, приведен расчет режущего инструмента, применяемого при обработке данной детали и спроектирован схват робота.

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заготовки в машиностроении: учебное пособие к курсовому проекту; Ю.Г.Миков, С.В. Балинский, – Чел: изд. ЮУрГУ 1999-37с.
2. Размерный анализ технологических процессов механической обработки: Учебное пособие для самостоятельной работы; Ю.Г. Миков, – Чел: изд. ЮУрГУ 2010-96с.
3. Справочник технолога-машиностроителя, II том; под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой; Москва: Машиностроение, 2003.-944с.
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. 368с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, 2 том; А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев и др.; Москва: Машиностроение, 1991.-640с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство; Москва: Машиностроение, 1974.-423с.
7. Справочник инструментальщика: Справочник; под ред. Г.В. Боровского, С.Н. Григорьева, А.Р. Маслова. М.: Машиностроение, 2007. 464с.
8. Станочные приспособления: Справочник. Т. 1; под ред. Б.Н. Вардашкина; Москва: Машиностроение, 1984.-592с.
9. Машиностроительное производство: учебник / В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе, В.Н. Брюханов; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высш. школа, 2001. – 304 с.
10. Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим заданиям. О.Б Кучина – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007 – 63 с.
11. Попов Л.М. Схваты промышленных роботов: Учебное пособие для курсового проектирования. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 39с.
12. Ю.Г.Козырев. Промышленные роботы: Справочник, 2-е изд.,

					<i>151900.16.595.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

переработанное и дополненное. – М.: Машиностроение, 1988г – 392с.

13. Механика промышленных роботов, Т.3. – М.: Машиностроение, 1998г – 383с.

14. Проектирование заготовок: учебное пособие для практических занятий и самостоятельной работы студентов/ О.Б. Кучина под ред. Ю.Г. Микова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.-102с.

15. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 2. Производство машин: Учебник для вузов, В.В. Бурцев, А.С. Васильев, О.М. Деев и др.; Под ред. Г.Н. Мельникова. – 3-е изд. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.- 512с.

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.16.595.00.00 ПЗ					

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			151900.16.595.04.00 СБ	Приспособление для зубофрезерования	1	
						Детали		
Справ. №			1		151900.16.595.04.01	Корпус	1	
			7		151900.16.595.04.02	Оправка	1	
			9		151900.16.595.04.03	Кольцо	1	
						Стандартные изделия		
			2			Шайба 12.01.05 ГОСТ 6958-78	6	
			3			Гайка М12 ГОСТ 5927-70	6	
			4			Болт М12х65 ГОСТ 12201-66	6	
			5			Гайка М24 ГОСТ 5927-70	1	
			6			Шайба 24.01.05 ГОСТ 6958-78	1	
			8			Винт М3х8 ГОСТ 11074-93	1	
			10			Винт ГОСТ 11738-84	3	
			11			Шайба 7019-0509 ГОСТ 4087-69	1	
			12			Гайка М22 ГОСТ 5915-70	1	
Подп. и дата					151900.16.595.04.00			
Подп. и дата		Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.		Разраб.	Е.В. Лапшов	<i>[Подпись]</i>	27.06	Приспособление для зубофрезерования	Лист	Листов
		Проб.	Ю.Г. Миков	<i>[Подпись]</i>	27.06			1
		Н.контр.	Е.С. Шапранова	<i>[Подпись]</i>	28.06.11	ЮУрГУ кафедра ТПМ		
		Утв.	А.В. Плещин	<i>[Подпись]</i>	28.06	Формат А4		



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		29		Установ		
		30		Упор		
		32		Пластина		
		34		Пружина		
		35		Сухарь		
		40		Рычаг		
		41		Ось		
				Стандартные изделия		
		9		Винт М6х20 ГОСТ 17475-72	2	
		11		Винт М4х12 ГОСТ 17475-72	1	
		15		Винт М6х16 ГОСТ 1491-72	9	
		22		Винт М3х6 ГОСТ 1491-72	15	
		25		Шарик V 10 ГОСТ 3722-60	8	
		31		Винт М8х25 ГОСТ 1478-75	4	
		32		Табличка ГОСТ 12971-67	1	
		35		Винт М8х40 ГОСТ 1478-75	1	
		37		Гайка М8 ГОСТ 5927-70	5	
		38		Винт М6х25 ГОСТ 1491-72	2	
		39		Штифт 6Гх28 ГОСТ 3128-70	2	
		42		Штифт 8Гх28 ГОСТ 3128-70	2	
		43		Винт М8х30 ГОСТ 11738-72	6	
				Средства измерения		
		2		Индикатор ИЧ 10 КЛ.1 ГОСТ 577-68		

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	151900.16.595.05.00	Лист
						2

Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подпу.	Дата	151900.16.595.11.00	Лит.	Лист	Листов	Инв. № подл.	Вып. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
															A1						
																			Документация		
																			Схват робота		
																			Детали		
																	1	151900.595.16.11.01	Пружина	4	
																	4	151900.595.16.11.02	Ось	4	
																	5	151900.595.16.11.03	Шпиндель	1	
																	6	151900.595.16.11.04	Микровыключатель	1	
																	7	151900.595.16.11.05	Датчик	1	
																	8	151900.595.16.11.06	Корпус	1	
																	9	151900.595.16.11.07	Схват	1	
																	10	151900.595.16.11.08	Пружина	1	
																	11	151900.595.16.11.09	Коническая шестерня	1	
																	12	151900.595.16.11.10	Зубчатый сектор	1	
																	13	151900.595.16.11.11	Зубчатая рейка	1	
																	14	151900.595.16.11.12	Шток	1	
																			Стандартные изделия		
																	2		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	4	
																	3		Шайба М10 ГОСТ 6402-70	4	
																	15		Болт М6 ГОСТ 10602-94	4	

Схват робота

ЮУрГУ  
кафедра ТПМ

Инв. № подл.	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
								Изм.	Лист	№ докум.				
												Документация		
								A1			151900.595.16.12.00	Планировка участка		
								A4			151900.595.16.00.00 ПЗ	Пояснительная записка		
												Технологическое оборудование		
									1		500HS	Обработывающий центр	1	
									2		7A523	Горизонтально-протяжной	1	
									3		HAAS TL-15	Токарный с ЧПУ	1	
									4		53B30П-02	Зубофрезерный полуавтомат	1	
									5		BC-80	Зубозакругляющий полуавтомат	1	
									6		BC-E02B-22	Зубошевинговальный полуавтомат	1	
									7		СМК 100	Моечная машина	1	
									8		T61220H	Пресс гидравлический	1	
									9		Gleason 512	Зубоконтрольный	1	
									10		3K228	Внутришлифовальный	1	
									11		3Л741	Плоскошлифовальный	1	
												Подъемно-транспортные средства		
									12		1-A-5-16,5-12-380 ГОСТ22045-89	Кран мостовой электрический однобалочный опорный	1	Q=5т
									13		ABB IRB 2600/20-165 M2004	Промышленный робот	1	
									14			Автоматизированный накопитель	4	
151900.16.595.12.00														
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Е.В. Лапшов	<i>[Подпись]</i>	27.6.16									1	
Проб.		О.Б. Кучина	<i>[Подпись]</i>	27.6.16										
И.контр.		Е.С. Шопренова	<i>[Подпись]</i>	28.06.16							ЮУрГУ кафедра ТПМ			
Утв.		А.В. Плоскош	<i>[Подпись]</i>	28.06.16										
Планировка участка														
Копировал												Формат А4		