

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(национальный исследовательский университет)»  
в г. Миассе  
Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Технология производства машин»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, к.т.н.  
\_\_\_\_\_ А.В. Плаксин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

---

Участок механической обработки картера ДОМ автомобиля «Урал»

---

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
ЮУрГУ – 15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ ВКР

Консультант, должность  
Строительный раздел  
ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ / О.Б. Кучина /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Руководитель, должность  
Доцент, кандидат технических наук  
\_\_\_\_\_ / Ю.Г. Миков /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Консультант, должность  
Автоматизированное проектирование  
ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ / Я.В. Высогорец /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор студент группы МиМс-441  
\_\_\_\_\_ / А.С. Бахтеев /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Консультант, должность  
БЖД  
ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ / Е.С. Шапранова /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер, должность  
ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ / Е.С. Шапранова /  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ А.В. Плаксин  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

### ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента  
Бахтеева Александра Сергеевича

(Ф. И.О. полностью)

Группа МиМс-441

1. Тема работы

Участок механической обработки картера ДОМ автомобиля «Урал»

(название)

утверждена приказом по университету от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной работы 16.06.2017

3. Исходные данные к работе

1 Чертеж детали «Картер дополнительного отбора мощности»;

2 Годовая программа выпуска  $N = 10000$  шт;

3 Режим работы двухсменный;

4 Отчет по практике;

5 Методические указания к выполнению ВКР.

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

1 Технологический раздел:

1.1 Описание конструкции и назначения детали;

1.2 Обоснование типа производства;

1.3 Выбор и описание заготовки;

1.4 Выбор технологических баз;

1.5 Выбор метода обработки поверхностей;

1.6 Выбор маршрута обработки с разработкой операционных эскизов;

1.7 Размерный анализ;

1.8 Расчет режимов резания:

1.8.1 Аналитический расчет режимов резания;

1.8.2 Табличный расчет режимов резания;

1.8.3 Расчет штучного времени и нормирование.

2. Конструкторский раздел:

2.1 Проектирование и расчет станочного приспособления на III позицию;

2.2 Проектирование и расчет станочного приспособления на II позицию;

2.3 Проектирование и расчет контрольного приспособления;

2.4 Проектирование вспомогательного инструмента.

3 Строительный раздел:

3.1 Расчет количества единиц оборудования и их загрузка;

3.2 Расчет числа производственных рабочих;

3.3 Выбор подъемно-транспортного средства, описание участка;

3.4 Выбор и описание здания.

4 Автоматизированное проектирование:

4.1 Выполнить симуляцию механической обработки на станке с ЧПУ;

4.2 Построить 3D модель станочного приспособления.

5 Безопасность жизнедеятельности:

5.1 Производственный микроклимат;

5.2 Производственное освещение;

5.3 Пожарная безопасность;

5.4 Вентиляция;

5.5 Несчастные случаи.

Заключение

Библиографический список

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

1 Заготовка «Картер дополнительного отбора мощности»	(А1)
2 Размерный анализ технологического процесса	(А1)
3 Станочное приспособление на III позицию	(А1)
4 Станочное приспособление на III позицию 3D модель	(А1)
5 Станочное приспособление на II позицию	(А1)
6 Контрольное приспособление	(А1)
7 Вспомогательный инструмент расточная оправка	(А2)
8 Планировка участка и разрез здания	(А1)

Всего 7,5 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	О.Б.Кучина		
Безопасность жизнедеятельности	Е.С.Шапранова		
Автоматизированное проектирование	Я.В.Высогорец		

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_ Ю.Г.Миков  
(подпись) (И.О. Ф.)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ А.С.Бахтеев  
(подпись студента) (И.О. Ф.)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Технологический раздел	03.04.2017-28.04.2017	
Конструкторский раздел	17.04.2017-05.06.2017	
Строительный раздел	01.06.2017-11.06.2017	
Безопасность жизнедеятельности	01.06.2017-11.06.2017	
Оформление пояснительной записки	12.06.2017-15.06.2017	
Представление ВКР руководителю	16.06.2017-20.06.2017	
Нормоконтроль	20.06.2017-26.06.2017	
Утверждение	20.06.2017-26.06.2017	

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

Руководитель работы \_\_\_\_\_ /Ю.Г. Миков/

Студент \_\_\_\_\_ /А.С.Бахтеев/

## АННОТАЦИЯ

А.С.Бахтеев. Участок механической обработки картера ДОМ автомобиля «Урал». – Миасс: ЮУрГУ, МиМс, 2017, 109 с., библиографический список – 19 наим., 9 таблиц, 30 рисунков, 7,5 чертежей формата А1.

Технологический раздел содержит разработку технологического процесса, с использованием прогрессивных технологий, нового инструмента оснащенного режущими пластинами, применение новейшего оборудования, специальной технологической оснастки и выполняется его размерный анализ. Рассчитываются режимы резания по операциям, и выполняется нормирование.

Спроектирован гибкий автоматизированный участок механического цеха обработки картера ДОМ автомобиля «УРАЛ», включающий в себя один обрабатывающий центр Victor VCenter AX-800 (который позволил объединить на станке, выполнение всех операций), верстак, моечную машину и контрольный стол.

Разработаны маршрутный, операционный технологический процессы. Рассчитаны и спроектированы под данный технологический процесс станочные приспособления, контрольное приспособление и инструмент.

					<i>15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Участок механической обработки картера ДОМ автомобиля «Урал»</i>					
<i>Разраб.</i>	<i>Бахтеев</i>							<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Миков</i>							Д	4	109
<i>Реценз.</i>								<i>ЮУрГУ Кафедра ТПМ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Шапранова</i>									
<i>Утверд.</i>	<i>Плаксин</i>									

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 Назначение и принцип работы детали.....	8
1.2 Обоснование типа производства .....	11
1.3 Анализ существующего технологического процесса.....	12
1.4 Характеристика материала детали.....	12
1.5 Выбор заготовки и метод ее получения.....	13
1.6 Оценка технологичности детали.....	14
1.7 Разработка технологического процесса обработки детали.....	14
1.7.1 План обработки детали и выбор технологических баз.....	15
1.7.2 Выбор нового оборудования.....	22
1.8 Расчет припусков, операционных размеров и размеров заготовки.....	24
1.8.1 Линейный размерный анализ.....	25
1.8.2 Диаметральный размерный анализ.....	28
1.9 Расчет режимов резания.....	33
1.9.1 Расчет режимов резания на 005 комплексную операцию I позицию.....	34
1.9.2 Расчет режимов резания на III позицию.....	43
1.9.3 Сводная таблица режимов резания.....	56
1.9.4 Нормирование операций.....	57
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	61
2.1 Проектирование расточной оправки.....	61
2.2 Расчет станочного приспособления.....	61
2.2.1 Расчет станочного приспособления на III позицию.....	61
2.2.2 Расчет станочного приспособления на II позицию.....	69
2.3 Проектирование и расчет контрольного приспособления.....	77
2.3.1 Расчет погрешности измерения допуска плоскостности.....	79
2.3.2 Расчет погрешности измерения допуска параллельности.....	81

2.3.3 Расчет погрешности измерения допуска плоскостности.....	81
3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	85
3.1 Расчет количества основного технологического оборудования .....	85
3.2 Определение числа основных производственных рабочих.....	86
3.3 Определение числа вспомогательных производственных рабочих.....	86
3.4 Определение основных параметров производственного здания.....	87
3.5 Выбор варианта расположения оборудования на участке механической обработки.....	88
3.6 Способ удаления стружки и способ снабжения СОЖ.....	89
4 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	90
4.1 Симуляция механической обработки на станке с ЧПУ .....	91
4.2 Построение 3D модели станочного приспособления.....	92
4.3 Создание технологического процесса в программах САПР.....	94
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	97
5.1 Микроклимат.....	98
5.2 Освещение.....	99
5.3 Пожарная безопасность .....	100
5.4 Вентиляция.....	103
5.5 Несчастный случай.....	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	108

## ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А Спецификации к чертежам

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Графическая часть на 7,5 листах формата А1

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – основа отечественной промышленности. Уровень автоматизации и механизации машиностроения определяют значимость страны. Ведь именно машиностроение должно развиваться с опережающим темпом.

В настоящее время предъявляются жесткие требования к проектированию производств. Процесс работы производства должен быть гибким, перенастраиваемым и приспособлен к изменчивым условиям производства.

Выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящена актуальной теме – участок механической обработки картера ДОМ автомобиля «Урал», с максимальной приспособленностью к изменениям технологического процесса в результате его развития.

В ВКР рассматривается технологический вопрос, анализ существующего технологического процесса и разработка нового с использованием прогрессивных технологий (сокращение количества операций по сравнению с базовым), выбор нового режущего инструмента, технологической оснастки и нового высокоточного оборудования. Применение технологии обработки всей детали на одном станке. Приводится расчет режимов резания двумя методами по эмпирическим формулам и табличным методом. Рассчитывается нормирование операций.

Конструкторский вопрос в ВКР включает в себя, проектирование вспомогательного режущего инструмента при растачивании отверстия, который оснащается реечным механизмом, для перемещения резца. Расчет и проектирование двух станочных приспособлений, с использованием гидропривода. Расчет и проектирование контрольного приспособления, которое позволяет контролировать три параметра точности детали: допуск плоскостности, параллельности и радиального биения. Контрольное приспособление оснащено индикаторами часового типа.

Строительный раздел ВКР содержит расчет такта выпуска изделий, на

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

основании которого рассчитывается загрузка технологического оборудования. Выполняется расчет основных производственных и вспомогательных рабочих. Описывается расположение оборудования на участке и перемещение детали внутри участка. Приводится расчет параметров здания, проектируется монтажный чертеж участка механической обработки детали картер ДОМ автомобиля «УРАЛ».

Раздел автоматизированного проектирования в ВКР, содержит визуализацию механической обработки детали в программе Feature Cam и 3D моделирование одного станочного приспособления на базе программы Kompas-3D.

В разделе безопасность жизнедеятельности ВКР рассматривается микроклимат на участке механической обработки картера ДОМ автомобиля «УРАЛ», освещение с использованием естественного светоаэрационный фонаря. Пожарная безопасность, категория пожароопасности участка, противопожарные мероприятия и действия персонала во время пожара. Вентиляция. Несчастные случаи их причины, тяжести и мероприятия по расследованию

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 Служебное назначение и принцип работы детали

Картер дополнительного отбора мощности (ДОМ) является корпусом для деталей входящих в коробку ДОМ. Коробка ДОМ представляет собой отдельный сборочный узел, который устанавливается на раздаточную коробку автомобиля Урал. Служит для отбора мощности от первичного вала раздаточной коробки через подвижную муфту и предназначен для привода вспомогательных агрегатов и механизмов, установленный на автомобилях Урал.

Коробка ДОМ установленная на раздаточной коробке выполняет функцию масляного насоса, подает трансмиссионное масло, находящее в нижней части полости картера в верхнюю его часть (масляный канал первичного вала и шестерни первичного вала для смазки бронзовых втулок шестерен), т.к. при нейтральной передаче в раздаточной коробке вращается только первичный вал (остальные валы и шестерни не вращаются, т.е. смазка деталей не происходит).

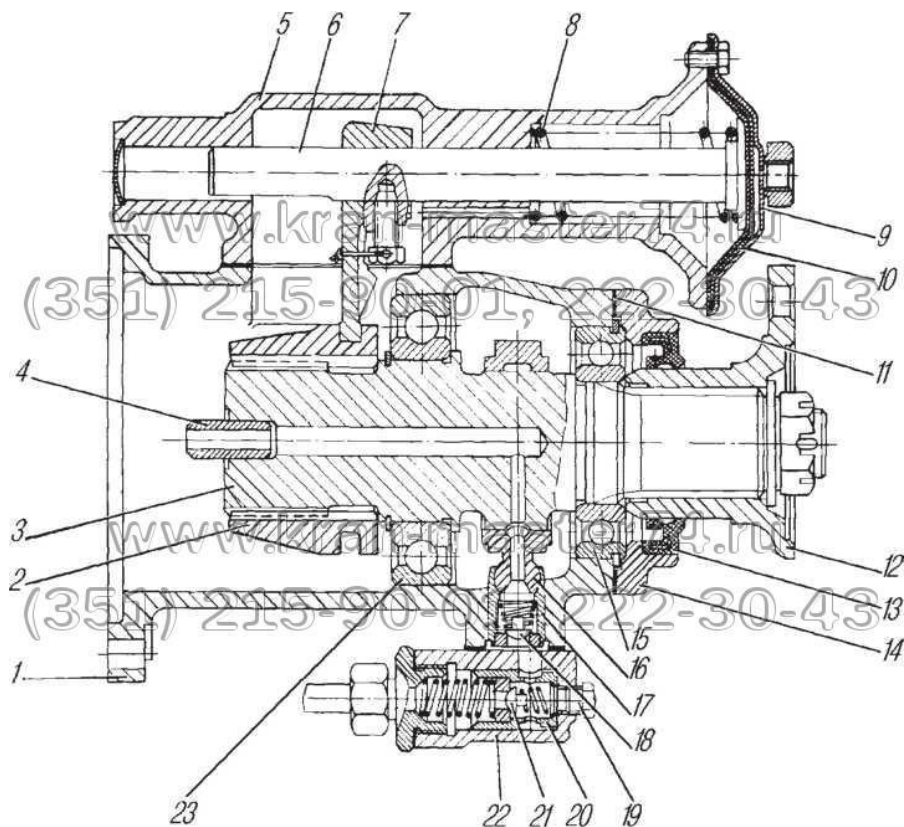


Рисунок 1 – Коробка ДОМ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

9

1 - картер ДОМ; 2 - муфта; 3 - вал; 4 - втулка вала; 5 - корпус камеры включения; 6 - шток включения; 7 - вилка; 8 - пружина; 9 - крышка; 10 - диафрагма; 11 – прокладка; 12 - фланец; 13 – манжета; 14 - крышка; 15,23 – шарикоподшипники; 16 - шатун насоса; 17 – поршень; 18,21 – клапаны насоса; 19 – заглушка; 20 – клапан предохранителя; 22 – корпус клапана.

Коробка ДОМ по конструкции представляет отдельный агрегат. Внутри картера – корпуса расположен вал на двух шариковых подшипниках. На выходном шлицевом конце вала установлен фланец для соединения с карданным валом. Для устранения утечки масла, шейку фланца облегчает резиновая манжета. Манжета запрессована в крышку и совместно с ней закрывает подшипник и полость корпуса. На другом, внутреннем шлицевом конце вала расположена муфта включения. При включении коробки ДОМ, муфта перемещается по шлицам вала ДОМ и входит в зацепление со шлицами первичного вала раздаточной коробки и передает вращение на вал ДОМ. Для включения коробки ДОМ и выключения служит механизм, закрепленный сбоку корпуса. Он фактически перемещает муфту по шлицам вала ДОМ наружу или вовнутрь.

Управление коробкой ДОМ пневматическое. При подаче сжатого воздуха к крышке включения диафрагма, расположенная на механизме между крышкой включения и корпусом включения перемещает шток с закрепленной на нем вилкой. При этом преодолевается усилие пружины. Вилка расположена лапками к пазу муфты. За счет этого и происходит перемещение – включается коробка ДОМ.

При отключении воздуха – пружина возвращает детали в исходное положение, т.е. рассоединяет вал раздаточной коробки от коробки ДОМ перемещением муфты.

Шатун, расположенный на эксцентрик вала ДОМ выполняет роль поршня. При включении коробки ДОМ – шатун совершает возвратно-поступательное движение и за счет системы клапанов нагнетает масло в масляной канал вала ДОМ, первичного вала и шестерни раздаточной коробки.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

В зависимости от комплектации автомобиля, раздаточная коробка бывает с коробкой ДОМ и без нее. В варианте без использования коробки ДОМ, место под ее установку закрывается крышкой.

Также одно из основных назначений коробки ДОМ привод лебедки для самовытаскивания автомобиля, так же на специальных автомобилях коробка ДОМ может служить для привода других агрегатов (например привод насоса пожарных машин, привод бетономешалки).

Для проверки работоспособности коробки ДОМ и обкатки применяется контрольно – обкаточный стенд.

Стенд представляет собой поднятую над уровнем пола металлическую плиту на опорах. На плите закреплен электродвигатель с фланцевой резиновой муфтой. Базовый установочный узел со шлицевым выступающим валом. Вал вращается на шарикоподшипниках. Ванна для масла также закреплена на плите ниже вала (почти под плитой). Имеется оградительный экран с фиксатором, закрывающий при обкатке вращающийся фланец ДОМ. В масляной ванне расположен сетчатый фильтр с маслоподающей трубкой. Имеется пневмошланг для подачи сжатого воздуха. Сбоку стенда закреплена электрическая станция управления кнопочного типа. Стенд позволяет проводить обкатку четырех модификаций коробок ДОМ, за счет быстросъемных базовых колец.

## 1.2 Анализ существующего технологического процесса

В базовом технологическом процессе используется большое разнообразие станков, при изготовлении детали «Картер ДОМ» 18 единиц оборудования, некоторые из них требуют длительного времени для переналадки на другое изделие. В проектном варианте 18 единиц оборудования заменяются на один обрабатывающий центр с ЧПУ (Victor VCenter AX-800). В связи с этим, было существенно снижено количество операций с 27 до 6, благодаря объединению переходов. Применение ОЦ с ЧПУ повышает гибкость механического участка, позволяя переналаживать оборудование на изготовление других деталей.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Участок универсален для серийного производства. Также благодаря ОЦ повышается точность обработки детали, снижает время обработки детали, повышается производительность.

### 1.3 Обоснование типа производства

Серийное производство, т.к. изделия выпускаются сериями, которые повторяются. Годовая программа составляет 10000 ед/год.

Характеристика серийного производства: ограниченная номенклатура; большие программы выпуска; изделия однотипные; периодически повторяющаяся серия.

Оборудование используется универсальное, станки с ЧПУ, гибкие, переналаживаемые, специализированные.

Оснастка используется универсальная, быстропереналаживаемая под конкретную группу деталей, сборно-разборные.

Режущий инструмент применяется стандартный и специальный.

Рабочие кадры высокой квалификации.

Участок сборки неподвижен, сборщики, выполнив комплекс работ на одном рабочем месте, переходят на другое рабочее место.

Метод производства может быть: поточное и не поточное.

В зависимости от вида машиностроения, легкое, среднее, тяжелое, определяется тип подъемно-транспортного средства используемого на производстве. При проектировании участка механической обработки картера ДМ будет использоваться кран мостовой электрической однобалочный опорный.

### 1.4 Характеристика материала детали

Для изготовления детали «Картер дополнительного отбора мощности» используют материал СЧ20 ГОСТ 1412-85. Серый чугун – серый чугун, предел

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

прочности, при растяжении которого  $\sigma_T = 200$  МПа, технологичный материал, с хорошей жидкотекучестью, малой склонностью к образованию усадочных дефектов. Механические свойства обеспечиваются в литом состоянии или после термической обработки, в зависимости от скорости охлаждения.

Таблица 1 - Химический состав СЧ20 ГОСТ 1412-85

С Углерод %	Si Кремний %	Mn Марганец %	S Сера %	P Фосфор
3,5	2,0	1,0	До 0,15	До 0,2

### 1.5 Выбор заготовки и метод ее получения

Заготовки корпусных коробчатых деталей, в которых монтируют рабочие механизмы и узлы машин, независимо от типа производства целесообразно изготавливать литьем.

Выбрано литье в песчано-глинистые формы, для данного технологического процесса литья выбирается седьмой класс размерной точности. [1, с.12]

Сущность заключается в заливке расплавленного металла в тонкостенную разъемную литейную форму, изготовленную из песчано-глинистой смеси, которая в дальнейшем затвердевает, охлаждается и выбивается из нее. Отличительная особенность заключается в малой интенсивности теплообмена между отливкой и формой, использование огнеупорного материала для получения пониженной шероховатости поверхностей заготовок. [3, с.181]

Масса заготовки 6,1 кг. Точность отливки 7-0-12-0 по ГОСТ 26645-85 (7 класс размерной точности, 12 степень точности поверхностей).

Коэффициент использования материала, рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{з}}}, \quad (1)$$

где  $G_{\text{д}}$  - масса детали;

$G_{\text{з}}$  - масса заготовки [3].

$$K_{\text{им}} = \frac{4,95}{6,1} = 0,81$$

Следует вывод, что выбранная заготовка имеет экономичные конструктивные формы, обеспечивающая обработку с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла.

#### 1.6 Оценка технологичности детали

Заданная деталь относится к классу корпусных деталей. Изготавливается из серого чугуна СЧ20 ГОСТ 1412-85. Поверхности изделия не допускают обработку поверхностей на проход, т.к. конструкция детали сложна и на пути инструмента встречаются переходы поверхностей, отверстия, окна. Для изготовления заготовки, используется метод - литье в песчано-глинистые формы.

Для обработки данной детали используется обрабатывающий центр с ЧПУ Victor VCenter AX-800.

#### 1.7 Разработка маршрутного технологического процесса обработки детали

Таблица 2 - Назначение операций по номерам поверхностей [2. с.55]

№ пов-ти	Операция 1	Операция 2	Операция 3	Операция 4
1	Заготовка	Фрезерование торцевой фрезой (9 IT)		
2	Заготовка	Фрезерование торцевой фрезой (10 IT)		
3	Заготовка	Растачивание (п./чистовое 12IT)	Растачивание (чистовое 10IT)	Растачивание (тонкое 8IT)
4				
5				
6				
7				
8	Заготовка	Цекование (12IT)		
9	Заготовка	Сверление (12-14IT)	Развертывание (п./чистовое 9IT)	
9'	Заготовка	Сверление (12IT)		



## Окончание таблицы 2

№ пов-ти	Операция 1	Операция 2	Операция 3	Операция 4
10	Заготовка	Сверление (12IT)	Зенковка (фаска)	Нарезание резьбы метчиком (6-8IT)
11	Заготовка	Фрезерование торцовой фрезой (чистовое 10IT)		
12	Заготовка	Сверление (12IT)	Зенковка (фаска)	Нарезание резьбы метчиком (6-8IT)
13	Заготовка	Сверление (12IT)	Растачивание (чистовое 9IT)	Растачивание (тонкое 7IT)
14	Заготовка	Сверление (12IT)	Зенковка (фаска)	Нарез. резьбы метчиком (6-8IT)
16	Заготовка	Сверление (12IT)		
17	Заготовка	Фрезерование торцовой фрезой (чистовое 10IT)		

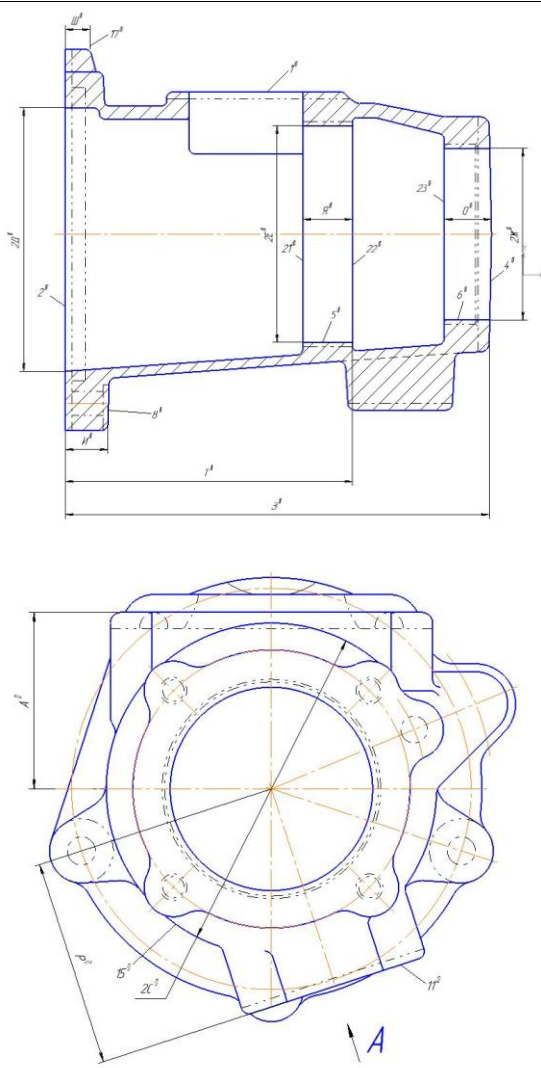
## 1.7.1 План обработки детали и выбор технологических баз

План содержит указания по каждой операции технологического процесса обработки детали «Картер ДОМ» баз, размерных стрелок и технических требований, допусков на размеры.

Таблица 3 - Маршрут обработки

№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
--------------	-------	------------------

Продолжение таблицы 3

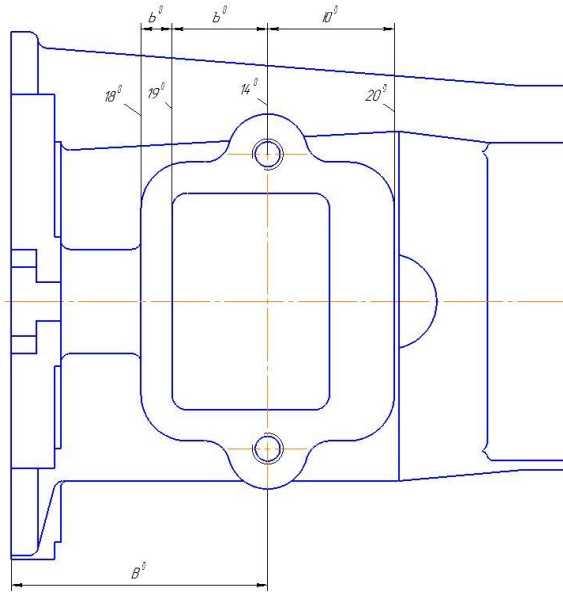
№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
<p>000</p> <p>Заготовительная</p> <p>Литье в песчано-глинистые формы,</p> <p>7 класс точности</p> <p>заготовки</p>		<p><math>TЗ^0 = 2,8 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТА^0 = 2,0 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТР^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТИ^0 = 1,4 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТШ^0 = 1,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТВ^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТБ^0 = 1,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТЪ^0 = 1,8 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТЮ^0 = 2,0 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТТ^0 = 2,4 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТЯ^0 = 1,6 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТО^0 = 1,4 \text{ мм}</math></p> <p><math>ТН^0 = 1,8 \text{ мм}</math></p> <p><math>Т2Е^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>Т2Ж^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>Т2С^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p> <p><math>Т2Д^0 = 2,2 \text{ мм}</math></p>

Продолжение таблицы 3

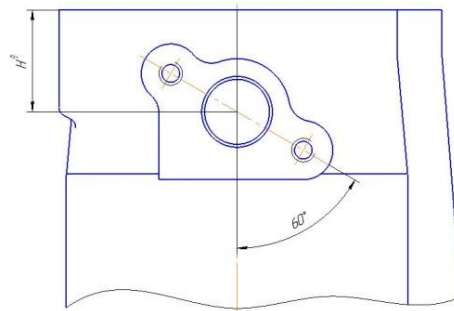
№ и название

Эскиз

Допуски [2,с.62]



A-A



$$\textcircled{C} 15^0; 5^0 \leq \frac{2,0}{2} = 1,0 \text{ мм}$$

$$\textcircled{C} 15^0; 6^0 \leq \frac{2,0}{2} = 1,0 \text{ мм}$$

$$\textcircled{C} 15^0; 7^0 \leq \frac{2,0}{2} = 1,0$$

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

17

Продолжение таблицы 3

№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
<p>005</p> <p>I позиция</p> <p>Комплексная на ОЦ с ЧПУ</p> <p>Фрезеровать начерно пов. 1</p> <p>Фрезеровать начисто пов. 1</p> <p>Сверлить два отв. 14</p> <p>Зенковать два отв. 14</p> <p>Нарезать резьбу в двух отв.14</p> <p>Фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor VCenter AX-800</p>	<p>© 14<sup>5</sup>; 15<sup>0</sup> ≤ 0,1/2 = 0,05 мм</p>	<p>ТА<sup>5</sup> = 0,074</p> <p>ТА<sup>5-1</sup> = 0,1</p> <p>ТВ<sup>5</sup> = 0,087</p> <p>ТГ<sup>5</sup> = 0,087</p> <p>ТЦ<sup>5</sup> = 0,062</p>

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

18

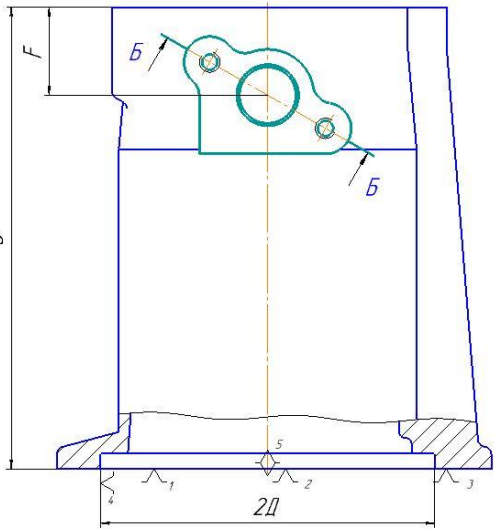
Продолжение таблицы 3

№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
<p>II позиция</p> <p>Комплексная на ОЦ с ЧПУ</p> <p>Фрезеровать пов. 2,4</p> <p>Расточить начерно отв. 7,5,6</p> <p>Расточить начисто отв. 7,5,6</p> <p>Расточить тонко отв. 7,5,6</p> <p>Сверлить пять сквозных отв. 9</p> <p>Цековать три отв.</p> <p>Фрезеровать одну пов. 18</p> <p>Сверлить четыре отв. 10</p> <p>Зенковать 4 отв.</p> <p>Нарезать резьбу четырех отв. 10</p> <p>Фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor VCenter AX-800</p>		<p><math>T_3^{10} = 0,185</math></p> <p><math>T_3^{10-1} = 0,2</math></p> <p><math>T_3^{10-2} = 0,3</math></p> <p><math>T_3^{10-3} = 0,4</math></p> <p><math>T_K^{10} = 0,018</math></p> <p><math>T_K^{10-1} = 0,046</math></p> <p><math>T_K^{10-2} = 0,12</math></p> <p><math>T_I^{10} = 0,18</math></p> <p><math>T_B^{10} = 0,087</math></p> <p><math>T_A^{10} = 0,074</math></p> <p><math>T_{2D}^{10} = 0,063</math></p> <p><math>T_{2D}^{10-1} = 0,16</math></p> <p><math>T_{2D}^{10-2} = 0,4</math></p> <p><math>T_{2E}^{10} = 0,054</math></p> <p><math>T_{2E}^{10-1} = 0,14</math></p> <p><math>T_{2E}^{10-2} = 0,35</math></p> <p><math>T_{2Ж}^{10} = 0,046</math></p> <p><math>T_{2Ж}^{10-1} = 0,12</math></p> <p><math>T_{2Ж}^{10-2} = 0,3</math></p> <p><math>T_{2Ф}^{10} = 0,087</math></p> <p><math>T_{2У}^{10} = 0,1</math></p>

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 3

№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
	<p>© 5<sup>10</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,04/2 = 0,02 мм</p> <p>© 5<sup>10-1</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,06/2 = 0,03 мм</p> <p>© 5<sup>10-2</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,16/2 = 0,08 мм</p> <p>© 6<sup>10</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,04/2 = 0,02 мм</p> <p>© 6<sup>10-1</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,06/2 = 0,03 мм</p> <p>© 6<sup>10-2</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,16/2 = 0,08 мм</p> <p>© 7<sup>10</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,05/2 = 0,025 мм</p> <p>© 7<sup>10-1</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,08/2 = 0,04 мм</p> <p>© 7<sup>10-2</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,2/2 = 0,1 мм</p> <p>© 9<sup>10</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,08/2 = 0,04 мм</p> <p>© 10<sup>10</sup>; 14<sup>5</sup> ≤ 0,06/2 = 0,03 мм</p>	
<p>III позиция</p> <p>Комплексная на ОЦ с ЧПУ</p> <p>Фрезеровать пов.11</p> <p>Сверлить два отв. 12</p> <p>Зенковать фаску двух отв.12</p> <p>Нарезать резьбу</p>		<p>ТН<sup>15</sup> = 0,039</p> <p>ТР<sup>15</sup> = 0,046</p> <p>ТР<sup>15-1</sup> = 0,1</p> <p>Т2Х<sup>15</sup> = 0,03</p> <p>Т2Х<sup>15-1</sup> = 0,074</p> <p>Т2Х<sup>15-2</sup> = 0,3</p> <p>Т2П<sup>15</sup> = 0,021</p> <p>Т2П<sup>15-1</sup> = 0,052</p> <p>Т2П<sup>15-2</sup> = 0,21</p> <p>Т2Ц<sup>20</sup> = 0,3</p>

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

20

Окончание таблицы 3

№ и название	Эскиз	Допуски [2,с.62]
<p>двух отв. 12                      Сверлить отв. 13                      Расточить начерно отв. 13                      Расточить начисто отв. 13                      Центровать отв.16                      Сверлить отв.16                      Рассверлить отв.16                      Фрезеровать две повер.                      Фрезерный ОЦ с ЧПУ Victor VCenter AX-800</p>		<p><math>T2\text{Ч}^{20} = 0,3</math>  <math>T3^{10} = 0,185</math></p>

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

21



## 1.7.2 Выбор нового оборудования

Высокоскоростной 5-ти осевой фрезерный обрабатывающий центр с числовым программным обеспечением VCenter-AX800.

Обрабатывающий центр предназначен для обработки деталей типа корпус, плоских поверхностей, рычагов, фланцев, 5-ти осевая обработка. Новый 5-ти осевой фрезерный обрабатывающий центр отличается своей многофункциональностью и множеством реализованных технических решений.



Рисунок 2 - Victor VCenter AX 800

Особенности конструкции:

- а. Система ЧПУ Fanuc 0i-MD
- б. Масляное охлаждение шпинделя
- в. Комплект инструментов для обслуживания станка
- г. Система охлаждения электрического шкафа
- д. Сигнал предупреждения, состоящий из трех ступеней
- е. Маслосборник

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



ж. Кожух целиком закрывается зону обработки у станка

з. Функция жесткого нарезания резьбы

и. Автоматическая система отключения питания

к. Выравнивающие блоки

л. 2 шнековых конвейера внутри станины

м. Встроенная лампа освещения рабочей зоны

Дополнительные возможности:

а. Fanuc 31i-B5 / Heidenhain 640

б. Транспортер стружки с тележкой

в. Охлаждение через шпиндель

г. Автоматическая дверь

д. Система контроля износа инструмента

е. Система обмера детали

ж. Оптические линейки

з. Система обмыва рабочего стола

и. Система воздушного обдува



Рисунок 3 - поворотный стол и шпиндель станка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

23





Составление уравнений для замыкающих звеньев линейного размерного анализа

- 1)  $[z_{13}^{15}] = \Pi^{15} - \Pi^{15-1}$
- 2)  $[z_{13}^{15-1}] = \Pi^{15-1} - \Pi^{15-2}$
- 3)  $[z_3^{10}] = K^{10} - K^{10-1}$
- 4)  $[z_3^{10-1}] = K^{10-1} - K^{10-2}$
- 5)  $[z_8^{10}] = И^0 - B^5 + B^{10} - И^{10}$
- 6)  $[z_2^{10}] = -3^{10} + 3^{10-1}$
- 7)  $[z_4^{10}] = -3^{10-1} + 3^{10-2}$
- 8)  $[z_2^{10-1}] = -3^{10-2} + 3^{10-3}$
- 9)  $[z_4^{10-1}] = 3^0 - 3^{10-3}$

Назначение минимальных припусков [11, с.20]

- 1)  $[z_{13}^{15}]_{min} = 0,05$
- 2)  $[z_{13}^{15-1}]_{min} = 0,1$
- 3)  $[z_3^{10}]_{min} = 0,05$
- 4)  $[z_3^{10-1}]_{min} = 0,1$
- 5)  $[z_8^{10}]_{min} = 0,40$
- 6)  $[z_2^{10}]_{min} = 0,05$
- 7)  $[z_4^{10}]_{min} = 0,05$
- 8)  $[z_2^{10-1}]_{min} = 0,1$
- 9)  $[z_4^{10-1}]_{min} = 0,1$

Последовательный расчет размерных цепей:

- 1)  $[z_{13}^{15}]_{min} = \Pi^{15}_{min} - \Pi^{15-1}_{max}$   
 $\Pi^{15-1}_{max} = \Pi^{15}_{min} - [z_{13}^{15}]_{min} = 11 - 0,05 = 10,95$   
 $\Pi^{15-1}_{min} = 10,95 - 0,026 = 10,924$   
 $2\Pi^{15-1} = 21,95_{-0,052}$   
 $[z_{13}^{15}]_{max} = 0,05 + 0,0105 + 0,026 = 0,0865$
- 2)  $[z_{13}^{15-1}]_{min} = \Pi^{15}_{min} - \Pi^{15-2}_{max}$

$$\Pi^{15-2}_{max} = \Pi^{15}_{min} - [z_{13}^{15-1}]_{min} = 10,924 - 0,1 = 10,824$$

$$\Pi^{15-2}_{min} = 10,824 - 0,105 = 10,719$$

$$2\Pi^{15-2} = 21,648_{-0,21}$$

$$[z_{13}^{15}]_{max} = 0,1 + 0,026 + 0,105 = 0,231$$

$$3) [z_3^{10}]_{min} = K^{10}_{min} - K^{10-1}_{max}$$

$$K^{10-1}_{max} = K^{10}_{min} - [z_3^{10}]_{min} = 5,85 - 0,05 = 5,8$$

$$K^{10-1}_{min} = 5,8 - 0,046 = 5,754$$

$$K^{10-1} = 5,8_{-0,046}$$

$$[z_3^{10}]_{max} = 0,05 + 0,012 + 0,03 = 0,092$$

$$4) [z_3^{10-1}]_{min} = K^{10-1}_{min} - K^{10-2}_{max}$$

$$K^{10-2}_{max} = K^{10-1}_{min} - [z_3^{10-1}]_{min} = 5,754 - 0,1 = 5,654$$

$$K^{10-2}_{min} = 5,654 - 0,12 = 5,534$$

$$K^{10-2} = 5,654_{-0,12}$$

$$[z_3^{10-1}]_{max} = 0,1 + 0,03 + 0,12 = 0,25$$

$$5) [z_8^{10}]_{min} = I^0_{min} - B^5_{max} + B^{10}_{min} - I^{10}_{max}$$

$$I^0_{min} = [z_8^{10}]_{min} + B^5_{max} - B^{10}_{min} + I^{10}_{max} = 0,4 + 83,54 - 83 + 14 = 14,94$$

$$I^0_{max} = 14,94 + 1,4 = 16,34$$

$$I^0 = 15,64 \pm 0,7$$

$$[z_8^{10}]_{max} = 0,4 + 1,4 + 0,14 + 0,14 + 0,07 = 2,15$$

$$6) [z_2^{10}]_{min} = -3^{10}_{max} + 3^{10-1}_{min}$$

$$3^{10-1}_{min} = 3^{10}_{max} + [z_2^{10}]_{min} = 181,0 + 0,05 = 181,05$$

$$3^{10-1}_{max} = 181,05 + 0,2 = 181,25$$

$$3^{10-1} = 181,15^{+0,15}$$

$$[z_2^{10}]_{max} = 0,05 + 0,185 + 0,2 = 0,435$$

$$7) [z_4^{10}]_{min} = -3^{10-1}_{max} + 3^{10-2}_{min}$$

$$3^{10-2}_{min} = 3^{10-1}_{max} + [z_4^{10}]_{min} = 181,25 + 0,05 = 181,3$$

$$3^{10-2}_{max} = 181,3 + 0,3 = 181,6$$

$$3^{10-2} = 181,45 \pm 0,15$$

$$[z_4^{10}]_{max} = 0,05 + 0,2 + 0,3 = 0,55$$

$$8) [z_2^{10-1}]_{min} = -3^{10-2}_{max} + 3^{10-3}_{min}$$

$$3^{10-3}_{min} = 3^{10-2}_{max} + [z_2^{10-1}]_{min} = 181,6 + 0,1 = 181,7$$

$$3^{10-3}_{max} = 181,7 + 0,4 = 182,1$$

$$3^{10-3} = 181,9 \pm 0,2$$

$$[z_2^{10}]_{max} = 0,1 + 0,3 + 0,4 = 0,8$$

$$9) [z_4^{10-1}]_{min} = 3^0_{min} - 3^{10-3}_{max}$$

$$3^0_{min} = 3^{10-3}_{max} + [z_4^{10-1}]_{min} = 182,1 + 0,1 = 182,2$$

$$3^0_{max} = 182,2 + 2,8 = 186$$

$$3^0 = 185 \pm 1,0$$

$$[z_4^{10}]_{max} = 0,1 + 2,8 + 0,4 = 3,3$$

### 1.8.2 Диаметральный размерный анализ

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

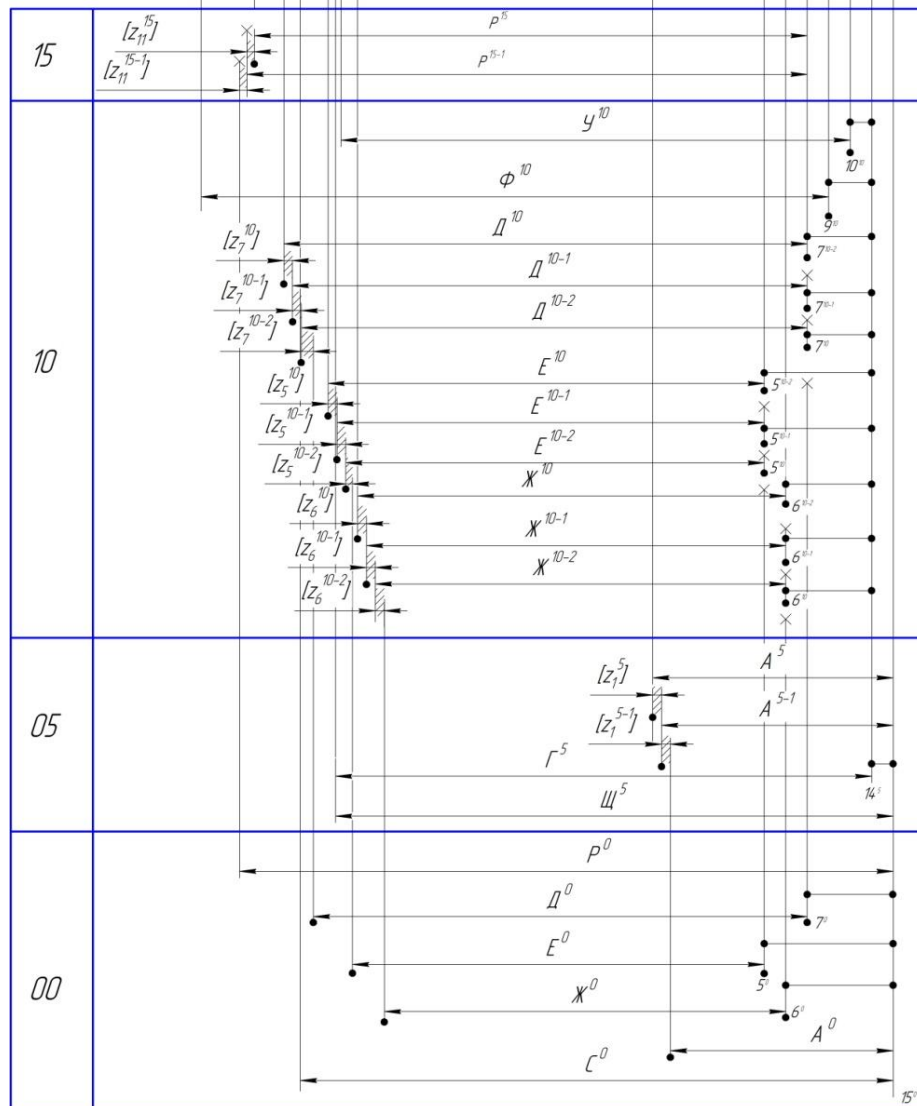
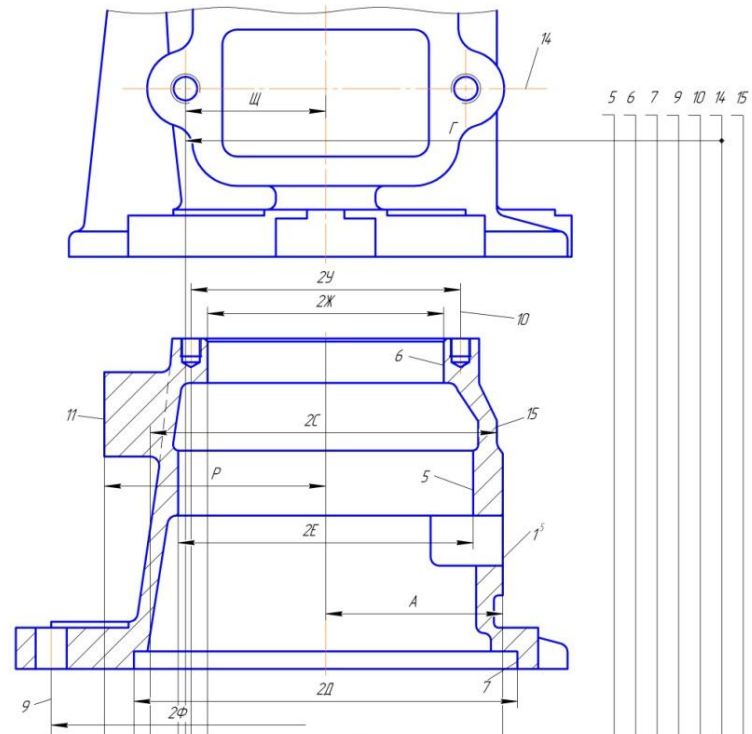


Рисунок 5 - Схема диаметального РА

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

29





$$13) [z_1^{5-1}]_{min} = 0,4$$

Последовательный расчет размерных цепей:

$$1) [z_{11}^{15}]_{min} = -P_{max}^{15} + P_{min}^{15-1}$$

$$P_{min}^{15-1} = P_{max}^{15} + [z_{11}^{15}]_{min} = 74,53 + 0,1 = 74,63$$

$$P_{max}^{15-1} = 74,63 + 0,1 = 74,73$$

$$P^{15-1} = 74,68 \pm 0,05$$

$$[z_{11}^{15}]_{max} = 0,1 + 0,046 + 0,4 = 0,546$$

$$2) [z_{11}^{15-1}]_{min} = P_{min}^0 - (15^0; 14^5)_{min} - (14^5; 7^{10-1})_{min} - P_{max}^{15-1}$$

$$P_{min}^0 = P_{max}^{15-1} + [z_{11}^{15-1}]_{min} + (15^0; 14^5)_{min} + (14^5; 7^{10-1})_{min} \\ = 74,73 + 0,4 + 0,05 + 0,04 = 75,22$$

$$P_{max}^0 = 75,22 + 2,2 = 77,42$$

$$P^0 = 77,32 \pm 1,1$$

$$[z_{11}^{15}]_{max} = 0,4 + 2,2 + 0,05 + 0,04 + 0,1 = 2,79$$

$$3) [z_7^{10}]_{min} = D_{min}^{10} - (7^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 7^{10-1})_{min} - D_{max}^{10-1}$$

$$D_{max}^{10-1} = D_{min}^{10} - (7^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 7^{10-1})_{min} - [z_7^{10}]_{min} \\ = 65 - 0,1 - 0,04 - 0,05 = 64,81$$

$$D_{min}^{10-1} = 64,81 - 0,08 = 64,73$$

$$2D^{10-1} = 129,6_{-0,14}^{+0,2}$$

$$[z_7^{10}]_{max} = 0,04 + 0,1 + 0,04 + 0,08 = 0,26$$

$$4) [z_7^{10-1}]_{min} = D_{min}^{10-1} - (7^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 7^{10})_{min} - D_{max}^{10-2}$$

$$D_{max}^{10-2} = D_{min}^{10-1} - (7^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 7^{10})_{min} - [z_7^{10-1}]_{min} \\ = 64,73 - 0,04 - 0,025 - 0,1 = 64,565$$

$$D_{min}^{10-2} = 64,565 - 0,2 = 64,365$$

$$2D^{10-2} = 128,8_{-0,07}^{+0,33}$$

$$[z_7^{10-1}]_{max} = 0,08 + 0,04 + 0,025 + 0,1 + 0,2 = 0,445$$

$$5) [z_7^{10-2}]_{min} = D_{min}^{10-2} - (7^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 7^0)_{min} -$$

$$D_{max}^0$$

						15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			31

$$D_{max}^0 = D_{min}^{10-2} - (7^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 7^0)_{min} - [z_7^{10-2}]_{min} = 64,365 - 0,025 - 0,05 - 1,0 - 0,4 = 62,89$$

$$D_{min}^0 = 62,89 - 1,1 = 61,79$$

$$2D^0 = 125_{-1,42}^{+0,78}$$

$$[z_7^{10-2}]_{max} = 0,4 + 0,2 + 0,025 + 0,05 + 1 + 1,1 = 2,775$$

$$6) [z_5^{10}]_{min} = E_{min}^{10} - (5^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 5^{10-1})_{min} - E_{max}^{10-1}$$

$$E_{max}^{10-1} = E_{min}^{10} - (5^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 5^{10-1})_{min} - [z_5^{10}]_{min} = 50 - 0,08 - 0,03 - 0,05 = 49,84$$

$$E_{min}^{10-1} = 49,84 - 0,07 = 49,77$$

$$2E^{10-1} = 99,6_{-0,06}^{+0,08}$$

$$[z_5^{10}]_{max} = 0,05 + 0,035 + 0,08 + 0,03 + 0,07 = 0,265$$

$$7) [z_5^{10-1}]_{min} = E_{min}^{10-1} - (5^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 5^{10})_{min} - E_{max}^{10-2}$$

$$E_{max}^{10-2} = E_{min}^{10-1} - (5^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 5^{10})_{min} - [z_5^{10-1}]_{min} = 49,77 - 0,03 - 0,02 - 0,1 = 49,62$$

$$E_{min}^{10-2} = 49,62 - 0,175 = 49,445$$

$$2E^{10-2} = 99,24_{-0,35}$$

$$[z_5^{10-1}]_{max} = 0,1 + 0,07 + 0,03 + 0,02 + 0,175 = 0,395$$

$$8) [z_5^{10-2}]_{min} = E_{min}^{10-2} - (5^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 5^0)_{min} -$$

$$E_{max}^0$$

$$E_{max}^0 = E_{min}^{10-2} - (5^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 5^0)_{min} - [z_5^{10-2}]_{min} = 49,445 - 0,02 - 0,05 - 1,0 - 0,4 = 47,975$$

$$E_{min}^0 = 47,975 - 1,1 = 46,875$$

$$2E^0 = 95_{-1,25}^{+0,95}$$

$$[z_5^{10-2}]_{max} = 0,4 + 0,175 + 0,02 + 0,05 + 1,0 + 1,1 = 2,745$$

$$9) [z_6^{10}]_{min} = \mathcal{K}_{min}^{10} - (6^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 6^{10-1})_{min} - \mathcal{K}_{max}^{10-1}$$

$$\mathcal{K}_{max}^{10-1} = \mathcal{K}_{min}^{10} - (6^{10-2}; 14^5)_{min} - (14^5; 6^{10-1})_{min} - [z_6^{10}]_{min} = 40 - 0,08 - 0,03 - 0,05 = 39,84$$

$$\mathcal{K}^{10-1}_{min} = 39,84 - 0,06 = 39,78$$

$$2\mathcal{K}^{10-1} = 79,68_{-0,12}$$

$$[z_6^{10}]_{max} = 0,05 + 0,023 + 0,08 + 0,03 + 0,06 = 0,243$$

$$10) [z_6^{10-1}]_{min} = \mathcal{K}^{10-1}_{min} - (6^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 6^{10})_{min} - \mathcal{K}^{10-2}_{max}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{K}^{10-2}_{max} &= \mathcal{K}^{10-1}_{min} - (6^{10-1}; 14^5)_{min} - (14^5; 6^{10})_{min} - [z_6^{10-1}]_{min} \\ &= 39,78 - 0,03 - 0,02 - 0,1 = 39,63 \end{aligned}$$

$$\mathcal{K}^{10-2}_{min} = 39,63 - 0,15 = 39,48$$

$$2\mathcal{K}^{10-2} = 79,26_{-0,3}$$

$$[z_6^{10-1}]_{max} = 0,1 + 0,12 + 0,3 + 0,03 + 0,02 = 0,57$$

$$11) [z_6^{10-2}]_{min} = \mathcal{K}^{10-2}_{min} - (6^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 6^0)_{min} -$$

$$\mathcal{K}^0_{max}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{K}^0_{max} &= \mathcal{K}^{10-2}_{min} - (6^{10}; 14^5)_{min} - (14^5; 15^0)_{min} - (15^0; 6^0)_{min} \\ &\quad - [z_6^{10-2}]_{min} = 39,48 - 0,02 - 0,05 - 1,0 - 0,4 = 38,01 \end{aligned}$$

$$\mathcal{K}^0_{min} = 38,01 - 1,1 = 36,91$$

$$2\mathcal{K}^0 = 75^{+1,02}_{-1,18}$$

$$[z_6^{10-2}]_{max} = 0,4 + 0,15 + 0,02 + 0,05 + 1 + 1,1 = 2,72$$

$$12) [z_1^5]_{min} = -A^5_{max} + A^{5-1}_{min}$$

$$A^{5-1}_{min} = A^5_{max} - [z_1^5]_{min} = 60,1 - 0,1 = 60,0$$

$$A^{5-1}_{max} = 60,0 + 0,1 = 60,1$$

$$A^{5-1} = 60 \pm 0,1$$

$$[z_1^5]_{max} = 0,1 + 0,074 + 0,1 = 0,274$$

$$13) [z_1^{5-1}]_{min} = -A^{5-1}_{max} + A^0_{min}$$

$$A^0_{min} = A^{5-1}_{max} + [z_1^{5-1}]_{min} = 60,3 + 0,4 = 60,7$$

$$A^0_{max} = 60,7 + 2,0 = 62,7$$

$$A^0 = 61,5^{+1,0}_{-1,2}$$

$$[z_1^5]_{max} = 0,4 + 0,1 + 2,0 = 2,5$$

### 1.9 Расчет режимов резания

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ				

### 1.9.1 Расчет режимов резания на 005 комплексную операцию, I позицию

Таблица 5 - Исходные данные

1 переход	Фрезерование поверхности 1 черновое
2 переход	Фрезерование поверхности 1 чистовое
3 переход	Сверление двух глухих отверстий 14
4 переход	Зенкование двух фасок отверстий 14
5 переход	Нарезание резьбы в двух глухих отверстиях 14

1 переход, фрезерование черновое

Фреза торцевая R590-100HA06-11M (R – правое исполнение; 590 – код модификации; 100 рабочий диаметр фрезы; HA06 – тип соединения, хвостовик HSK-A63; 11 – размер пластины; M- нормальный шаг). [17, с.D51]

Пластина R590-110508H-KW (R – правое исполнение; 590 – код модификации, ширина пластины 11 мм, 05 толщина пластины – 5 мм, 08 – радиус при вершине – 1 мм, H состояние режущей кромки, высокая острота и высокая точность, K область применения чугун, W возможность работы при больших подачах). [17, с.D57]

Расчет режимов резания производится по справочнику [4]

1 Подача при фрезеровании [4, с.283]

$$S_z = \frac{S}{Z} \quad (2)$$

$$S_z = 0,3 \text{ мм/об}$$

2 Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_V, \quad (3)$$

где  $T$  - период стойкости инструмента;

$C_V$  – постоянный показатель;

$T$  - период стойкости;

$B$  - ширина фрезерования;

$K_V$  – поправочный коэффициент на скорость.

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{UV}, \quad (4)$$

где  $K_{MV}$  - коэффициент качества обрабатываемого материала;

$K_{NV}$  - коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_{UV}$  - коэффициент материала режущей части.

$$C_V = 445; q = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; m = 0,32 \quad [4, \text{с.289}]$$

$$T = 180 \text{ мин}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \quad [4, \text{с.261}]$$

$$n_V = 1,25 \quad [4, \text{с.262}]$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$$

$$K_{NV} = 0,85 \quad [4, \text{с.262}]$$

$$K_{UV} = 0,83 \quad [4, \text{с.263}]$$

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,7055$$

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,3^{0,35} \cdot 82^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,7055 = 82,36 \text{ м/мин}$$

3 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (5)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 82,36}{3,14 \cdot 100} = 262 \text{ об/мин}$$

4 Сила резания

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{np}, \quad (6)$$

где  $C_p$  – постоянный показатель;

$K_{np}$  - поправочный коэффициент на силу резания.

$$K_{np} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} = 1 \quad [4, \text{с.261}]$$

$$C_p = 825; q = 1,3; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; w = 0,2 \quad [4, \text{с.291}]$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 82^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 262^{0,2}} \cdot 1 = 8785 \text{ H}$$

5 Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} \quad (7)$$

$$M_{кр} = \frac{8785 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 4392,5 \text{ Нм}$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} \quad (8)$$

$$N_e = \frac{8785 \cdot 82,36}{1020 \cdot 60} = 11,82 \text{ кВт}$$

8 Длина рабочего хода фрезы

$$L_{px} = l_{рез} + l_{врез} + l_{пероб} \quad (9)$$

$$L_{px} = 121 + 20 = 141 \text{ мм}$$

9 Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L_{px}}{S_M} \quad (10)$$

$$S_M = S_z n z \quad (11)$$

$$S_M = 0,3 \cdot 262 \cdot 10 = 786 \text{ мм/мин}$$

$$t_o = \frac{141}{786} = 0,17 \text{ мин} = 10,2 \text{ сек}$$

2 переход, фрезерование чистовое

Фреза торцевая R590-100HA06-11M (R – правое исполнение; 590 – код модификации; 100 рабочий диаметр фрезы; HA06 – тип соединения, хвостовик HSK-A63; 11 – размер пластины; M- нормальный шаг). [17, с.D51]

Пластина R590-110508H-KW (R – правое исполнение; 590 – код модификации, ширина пластины 11 мм, 05 толщина пластины – 5 мм, 08 – радиус при вершине – 1 мм, H состояние режущей кромки, высокая острота и высокая точность, K область применения чугун, W возможность работы при больших подачах). [17, с.D57]

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

Расчет режимов резания производится по справочнику [4]

1 Подача при фрезеровании

При  $Ra = 3,2$  подача на чистовое фрезерование  $S = 0,5 \div 1,0 \text{ мм/об}$

Тогда  $S_z = \frac{1,0}{10} = 0,1 \text{ мм/об}$

2 Скорость резания, по формулам 3,4

Коэффициенты:

$$C_V = 445; q = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; m = 0,32$$

$$T = 180 \text{ мин}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V}$$

$$n_V = 1,25$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$$

$$K_{NV} = 0,85$$

$$K_{UV} = 0,83$$

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,7055$$

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,27^{0,15} \cdot 0,1^{0,35} \cdot 82^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,7055 = 173,41 \text{ м/мин}$$

3 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 173,41}{3,14 \cdot 100} = 551,98 \text{ об/мин}$$

4 Сила резания

$$K_{np} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} = 1$$

$C_p = 825; q = 1,3; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; w = 0,2$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,27^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 82^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 551,98^{0,2}} \cdot 1 = 358 \text{ Н}$$

5 Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{358 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 179 \text{ Нм}$$

6 Мощность резания

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$N_e = \frac{358 \cdot 173,41}{1020 \cdot 60} = 1,04 \text{ кВт}$$

8 Длина рабочего хода фрезы

$$L_{px} = l_{рез} + l_{врез} + l_{переб}$$

$$L_{px} = 121 + 20 = 141 \text{ мм}$$

9 Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L_{px}}{S_M}$$

$$S_M = S_z n z$$

$$S_M = 0,1 \cdot 551,98 \cdot 10 = 551,98 \text{ мм/мин}$$

$$t_o = \frac{141}{551,98} = 0,25 \text{ мин} = 15 \text{ сек}$$

3 переход, сверление

Сверло  $D = 9$  мм; быстрорежущая сталь Р6М5

Расчет режимов резания производится по справочнику [4]

1 Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ мм}$$

2 Подача при сверлении

$$S = 0,24 \div 0,31 = 0,24 \text{ мм/об} \text{ [Т.25]}$$

$$S = S \cdot K_{OS}, \quad (12)$$

где  $K_{OS} = 0,5$  – коэффициент под последующее нарезание резьбы

$$S = 0,24 \cdot 0,5 = 0,12 \text{ мм/об}$$

3 Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m S^y} K_V \quad (13)$$

$$C_V = 14,7; q = 0,25; y = 0,55; m = 0,125 \text{ [Т.28]}$$

$$T = 35 \text{ [Т.30]}$$

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{UV}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \text{ [Т.1]} \quad n_V = 1,3 \text{ [Т.2]}$$



$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,3} = 1$$

$$K_{NV} = 1,0 \text{ [Т.3]}$$

$$K_{UV} = 1,0 \text{ [Т.4]}$$

$$K_V = 1$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 9^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 1 = 52,39 \text{ м/мин}$$

4 Крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p, \quad (14)$$

где  $K_p$  - поправочный коэффициент на крутящий момент.

$$K_p = K_{MP}, \quad (15)$$

где  $K_{MP}$  - коэффициент качества обрабатываемого материала.

$$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$$

$$K_{MP} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,6} = 1$$

$$C_M = 0,021; q = 2; y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 9^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 3,11 \text{ Нм}$$

5 Осевая сила

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p \quad (16)$$

$$C_p = 42,7; q = 1; y = 0,8$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 9 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 1 = 704,71$$

6 Частота вращения шпинделя

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

$$n = \frac{1000 \cdot 52,39}{3,14 \cdot 9} = 1852,91 \text{ мм/об}$$

7 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} \quad (18)$$

$$N_e = \frac{3,11 \cdot 1852,91}{9750} = 0,59 \text{ кВт}$$

7 Длина рабочего хода сверла

$$L_{px} = l_{рез} + l_{врез} + l_{переб} \quad (19)$$

$$L_{px} = 20 + 5 = 25 \text{ мм}$$

8 Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L_{px}}{nS_o} \quad (20)$$

$$t_o = \frac{25}{1852,91 \cdot 0,12} = 0,11 \text{ мин} = 6,6 \text{ сек}$$

4 переход, зенкование

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 51,52,53 [5].

Цековка из быстрорежущей стали Р6М6

Карта 51:

$$\text{Подача } S_{om} = 0,09 \text{ мм/об}$$

$$\text{Скорость резания } V_m = 19,4 \text{ м/мин}$$

$$\text{Осевая сила резания } P_m = 145 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания } N_m = 0,26 \text{ кВт}$$

Карта 52 (корректировка табличных значений):

$$\text{Подача } S = S_{om} K_{S_m}$$

$$\text{Скорость резания } V = V_m K_{V_m} K_{V_3} K_{V_{жс}} K_{V_m} K_{V_n} K_{V_u} K_{V_w}$$

$$\text{Осевая сила резания } P = \frac{P_m}{K_{M_p}}$$

$$\text{Мощность резания } N = \frac{N_m}{K_{N_m}}$$

Карта 53 (поправочные коэффициенты):

Подача

$K_{S_m} = 1,0$  – поправочный коэффициент на подачу ;

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

$$S = 0,09 \cdot 1,0 = 0,09 \text{ мм/об}$$

Скорость

$K_{V_m} = 1,0$  – поправочный коэффициент на скорость;

$K_{V_{жс}} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от применения охлаждения;

$K_{V_w} = 0,85$  – поправочный коэффициент, зависящий от поверхности заготовки;

$K_{V_u} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от материала инструмента;

$K_{V_z} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от заточки инструмента;

$K_{V_n} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от износостойкости покрытия;

$K_{V_m} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от периода стойкости;

$$V = 19,4 \cdot 0,85 = 16,49 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания

$K_{M_p} = 1,0$  – поправочный коэффициент на осевую силу резания;

$$P = \frac{145}{1} = 145 \text{ Н}$$

Мощность резания

$K_{N_m} = 1,0$  – поправочный коэффициент на мощность резания;

$$N = \frac{0,24}{1} = 0,26 \text{ кВт}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по 14 формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 16,49}{3,14 \cdot 12} = 437,41 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = l_{рез} \quad (21)$$

$$L_{px} = 1,5 \text{ мм}$$

Основное технологическое время [5, с.610]

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$t_o = \frac{L_{px}}{nS_o} \quad (22)$$

$$t_o = \frac{1,5}{437,41 \cdot 0,09} = 0,04 \text{ мин} = 2,4 \text{ сек}$$

5 переход, нарезание резьбы

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 50,52,53.

Карта 50

$$\text{Подача } S = 1,0 \text{ мм/об}$$

$$\text{Скорость резания } V_m = 8,1 \text{ м/мин}$$

$$\text{Осевая сила резания } P_{mx} = 5 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания } N_m = 0,11 \text{ кВт}$$

$$\text{Момент крутящий } M_{крт} = 0,53 \text{ Нм}$$

Карта 52 (корректировка табличных значений):

$$\text{Скорость резания } V = V_m K_{V_m} K_{V_k}$$

$$\text{Осевая сила резания } P = \frac{P_m}{K_{M_p}}$$

$$\text{Мощность резания } N = \frac{N_m}{K_{N_m}}$$

$$\text{Момент крутящий } M_{кр} = \frac{M_{крт}}{K_{M_m}}$$

Карта 53 (поправочные коэффициенты):

Скорость резания

$$K_{V_m} = 1,0 \text{ – поправочный коэффициент на скорость;}$$

$$K_{V_k} = 0,8 \text{ – поправочный коэффициент, зависящий от степени точности резьбы;}$$

$$V = 8,1 \cdot 0,8 = 6,48 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания

$$K_{M_p} = 1,0 \text{ – поправочный коэффициент на осевую силу резания;}$$

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$P_x = \frac{5}{1} = 5 \text{ Н}$$

Мощность резания

$K_{N.M} = 1,0$  – поправочный коэффициент на мощность резания;

$$N = \frac{0,11}{1} = 0,11 \text{ кВт}$$

Момент крутящий

$K_{M.M} = 1,0$  – поправочный коэффициент на момент крутящий;

$$M_{кр} = \frac{0,53}{1} = 0,53 \text{ Нм}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по 14 формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 6,48}{3,14 \cdot 10} = 206,2 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = l_{рез} + l_{вр} \quad (23)$$

$$L_{px} = 9 + 2 = 11 \text{ мм}$$

Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L_{px} + L_{всп}}{nP} \quad (24)$$

$$t_o = \frac{11 + 6}{206,2 \cdot 1} = 0,08 \text{ мин} = 4,8 \text{ сек}$$

### 1.9.2 Расчет режимов резания на III переход

Таблица 6 – Исходные данные

1 переход	Фрезерование поверхности 11 черновое
2 переход	Фрезерование поверхности 11 чистовое
3 переход	Сверление двух отверстий 12
4 переход	Зенкование фасок двух отверстий 12
5 переход	Нарезание резьбы в двух отверстиях 12
6 переход	Сверление отверстия 13

7 переход	Растачивание отверстия 13 (чистовое)
8 переход	Растачивание отверстия 13 (тонкое)

1 переход, фрезерование черновое

Фреза торцевая R590-100HA06-11M (R – правое исполнение; 590 – код модификации; 100 рабочий диаметр фрезы; HA06 – тип соединения, хвостовик HSK-A63; 11 – размер пластины; M- нормальный шаг). [17, с.D51]

Пластина R590-110508H-KW (R – правое исполнение; 590 – код модификации, ширина пластины 11 мм, 05 толщина пластины – 5 мм, 08 – радиус при вершине – 1 мм, H состояние режущей кромки, высокая острота и высокая точность, K область применения чугуна, W возможность работы при больших подачах). [17, с.D57]

Расчет режимов резания производится по справочнику [4]

1 Подача при фрезеровании

$$S_z = 0,3 \text{ мм/об}$$

2 Скорость резания рассчитывается по 5 формуле

Данные для формулы выбираются по справочнику [4].

$$C_V = 445; q = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; m = 0,32$$

$$T = 180 \text{ мин [Т.40]}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \text{ [Т.1]} \quad n_V = 1,25$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$$

$$K_{NV} = 0,85$$

$$K_{UV} = 0,83$$

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,7055$$

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 2,79^{0,15} \cdot 0,3^{0,35} \cdot 46^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,7055 = 90,88 \text{ м/мин}$$

4 Частота вращения шпинделя рассчитывается по 14 формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 90,88}{3,14 \cdot 100} = 289,42$$

5 Сила резания

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

$$K_{np} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} = 1$$

$$C_p = 825; q = 1,3; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; w = 0,2 \text{ [т.41]}$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,79^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 46^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 289,42^{0,2}} \cdot 1 = 5088,93 \text{ Н}$$

6 Крутящий момент рассчитывается по 7 формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{5088,93 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 2544 \text{ Нм}$$

7 Мощность резания рассчитывается по 8 формуле:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{5088,93 \cdot 90,88}{1020 \cdot 60} = 7,55 \text{ кВт}$$

8 Длина рабочего хода фрезы рассчитывается по 9 формуле:

$$L_{px} = 76 + 20 = 96 \text{ мм}$$

9 Основное технологическое время рассчитывается по 10 формуле:

$$S_M = 0,3 \cdot 289,42 \cdot 10 = 686 \text{ мм/мин}$$

$$t_o = \frac{96}{686} = 0,14 \text{ мин} = 8,4 \text{ сек}$$

2 переход, фрезерование чистовое

Фреза торцевая R590-100HA06-11M (R – правое исполнение; 590 – код модификации; 100 рабочий диаметр фрезы; HA06 – тип соединения, хвостовик HSK-A63; 11 – размер пластины; M- нормальный шаг). [17, с.D51]

Пластина R590-110508H-KW (R – правое исполнение; 590 – код модификации, ширина пластины 11 мм, 05 толщина пластины – 5 мм, 08 – радиус при вершине – 1 мм, H состояние режущей кромки, высокая острота и высокая точность, K область применения чугун, W возможность работы при больших подачах). [17, с.D57]

Расчет режимов резания производится по справочнику [4]

1 Подача при фрезеровании

При  $Rz = 20$  подача на черновое фрезерование  $S = 0,8 - 1,7 \text{ мм/об}$

Тогда  $S_z = \frac{1,0}{10} = 0,1 \text{ мм/об}$

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

2 Скорость резания рассчитывается по 5 формуле

Данные для формулы выбираются по справочнику [4].

$$C_V = 445; q = 0,2; x = 0,15; y = 0,35; u = 0,2; p = 0; m = 0,32$$

$$T = 180 \text{ мин}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \quad n_V = 1,25$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$$

$$K_{NV} = 0,85$$

$$K_{UV} = 0,83$$

$$K_V = 1 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,7055$$

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,546^{0,15} \cdot 0,1^{0,35} \cdot 46^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,7055 = 170 \text{ м/мин}$$

3 Сила резания рассчитывается по 6 формуле:

$$K_{np} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,4} = 1$$

$$C_p = 825; q = 1,3; x = 1; y = 0,75; u = 1,1; w = 0,2$$

4 Частота вращения шпинделя рассчитывается по 14 формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot 170}{3,14 \cdot 100} = 540$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 0,546^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 46^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 540^{0,2}} \cdot 1 = 385 \text{ Н}$$

5 Крутящий момент рассчитывается по 7 формуле:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{385 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 192,5 \text{ Нм}$$

6 Мощность резания рассчитывается по 8 формуле:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{385 \cdot 170}{1020 \cdot 60} = 1,06 \text{ кВт}$$

7 Длина рабочего хода фрезы рассчитывается по 9 формуле:

$$L_{px} = 76 + 20 = 96 \text{ мм}$$

8 Основное технологическое время рассчитывается по 10 формуле:

$$S_M = 0,1 \cdot 540 \cdot 10 = 540 \text{ мм/мин}$$

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					



$$t_o = \frac{96}{540} = 0,17 \text{ мин} = 10,2 \text{ сек}$$

3 переход, сверление

Сверло  $D = 7$  мм; быстрорежущая сталь Р6М5

1 Глубина резания

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

2 Подача

$$S = 0,18 \div 0,24 = 0,2 \text{ мм/об} \text{ [Т.25]}$$

$$S = S \cdot K_{OS}, \quad (25)$$

где  $K_{OS} = 0,5$  – коэффициент под последующее нарезание резьбы.

$$S = 0,2 \cdot 0,5 = 0,1 \text{ мм/об}$$

3 Скорость резания

$$C_V = 14,7; q = 0,25; y = 0,55; m = 0,125 \text{ [Т.28]}$$

$$T = 35 \text{ [Т.30]}$$

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{UV}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \text{ [Т.1]} \quad n_V = 1,3 \text{ [Т.2]}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,3} = 1$$

$$K_{NV} = 1,0 \text{ [Т.3]}$$

$$K_{UV} = 1,0 \text{ [Т.4]}$$

$$K_V = 1$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 7^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,1^{0,55}} \cdot 1 = 54,39 \text{ м/мин}$$

4 Крутящий момент

$$K_{MP} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,6} = 1$$

$$C_M = 0,021; q = 2; y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 7^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 1,63 \text{ Нм}$$

5 Осевая сила

										Лист
										47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

$$C_p = 42,7; q = 1; y = 0,8$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 7 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1 = 473,724$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{1,63 \cdot 2473,62}{9750} = 0,41 \text{ кВт}$$

7 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 54,39}{3,14 \cdot 7} = 2473,62$$

8 Длина рабочего хода сверла

$$L_{px} = 20 + 5 = 25 \text{ мм}$$

9 Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{25}{2473,62 \cdot 0,1} = 0,101 \text{ мин} = 6,06 \text{ сек}$$

4 переход, зенкование

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 51,52,53.

Цековка из быстрорежущей стали P6M6

Карта 51:

$$\text{Подача } S_{om} = 0,09 \text{ мм/об}$$

$$\text{Скорость резания } V_m = 19,4 \text{ м/мин}$$

$$\text{Осевая сила резания } P_m = 145 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания } N_m = 0,26 \text{ кВт}$$

Карта 52 (корректировка табличных значений):

$$\text{Подача } S = S_{om} K_{Sm}$$

$$\text{Скорость резания } V = V_m K_{Vm} K_{Vz} K_{Vжс} K_{Vm} K_{Vn} K_{Vu} K_{Vw}$$

$$\text{Осевая сила резания } P = \frac{P_m}{K_{Mp}}$$

$$\text{Мощность резания } N = \frac{N_m}{K_{Nm}}$$

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Карта 53 (поправочные коэффициенты):

Подача

$K_{S.M} = 1,0$  – поправочный коэффициент на подачу

$$S = 0,09 \cdot 1,0 = 0,09 \text{ мм/об}$$

Скорость

$K_{V.M} = 1,0$  – поправочный коэффициент на скорость;

$K_{V.жс} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от применения охлаждения;

$K_{V.W} = 0,85$  – поправочный коэффициент, зависящий от поверхности заготовки;

$K_{V.u} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от материала инструмента;

$K_{V.z} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от заточки инструмента;

$K_{V.n} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от износостойкости покрытия;

$K_{V.m} = 1,0$  – поправочный коэффициент, зависящий от периода стойкости;

$$V = 19,4 \cdot 0,85 = 16,49 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания

$K_{M.p} = 1,0$  – поправочный коэффициент на осевую силу резания;

$$P = \frac{145}{1} = 145 \text{ Н}$$

Мощность резания

$K_{N.M} = 1,0$  – поправочный коэффициент на мощность резания;

$$N = \frac{0,24}{1} = 0,26 \text{ кВт}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 16,49}{3,14 \cdot 10} = 524,89 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = l_{рез} \quad (26)$$

$$L_{px} = 1,5 \text{ мм}$$

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L_{px}}{nS_o} \quad (27)$$

$$t_o = \frac{1,5}{524,89 \cdot 0,09} = 0,04 \text{ мин} = 2,4 \text{ сек}$$

5 переход, нарезание резьбы

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 50,52,53.

Карта 50

$$\text{Подача } S = 1,0 \text{ мм/об}$$

$$\text{Скорость резания } V_m = 10,7 \text{ м/мин}$$

$$\text{Осевая сила резания } P_{mx} = 5 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания } N_m = 0,16 \text{ кВт}$$

$$\text{Момент крутящий } M_{крт} = 0,4 \text{ Нм}$$

Карта 52 (корректировка табличных значений):

$$\text{Скорость резания } V = V_m K_{V_m} K_{V_k}$$

$$\text{Осевая сила резания } P = \frac{P_m}{K_{M_p}}$$

$$\text{Мощность резания } N = \frac{N_m}{K_{N_m}}$$

$$\text{Момент крутящий } M_{кр} = \frac{M_{крт}}{K_{M_m}}$$

Карта 53 (поправочные коэффициенты):

Скорость резания

$$K_{V_m} = 1,0 \text{ – поправочный коэффициент на скорость;}$$

$$K_{V_k} = 1,0 \text{ – поправочный коэффициент, зависящий от степени точности резьбы;}$$

$$V = 10,7 \cdot 0,8 = 8,5 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$K_{Mp} = 1,0$  – поправочный коэффициент на осевую силу резания;

$$P_x = \frac{5}{1} = 5 \text{ Н}$$

Мощность резания

$K_{Nm} = 1,0$  – поправочный коэффициент на мощность резания;

$$N = \frac{0,16}{1} = 0,16 \text{ кВт}$$

Момент крутящий

$K_{Mm} = 1,0$  – поправочный коэффициент на момент крутящий;

$$M_{кр} = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ Нм}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 8,5}{3,14 \cdot 8} = 338 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = 15 + 2 = 15 \text{ мм}$$

Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{15 + 6}{338 \cdot 1} = 0,06 \text{ мин} = 3,6 \text{ сек}$$

6 переход, сверление

Расчет режимов резания производится по справочнику [5]

Сверло  $D = 20$  мм; быстрорежущая сталь Р6М5

1 Глубина резания

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ мм}$$

2 Подача

$$S = 0,47 \div 0,54 = 0,54 \text{ мм/об} \text{ [Т.25]}$$

$K_{OS} = 0,5$  – коэффициент под последующее нарезание резьбы

$$S = 0,54 \cdot 0,5 = 0,27 \text{ мм/об}$$

3 Скорость резания

$$C_V = 14,7; q = 0,25; y = 0,55; m = 0,125 \text{ [Т.28]}$$

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$T = 75 \text{ [Т.30]}$$

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{UV}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_V} \text{ [Т.1]} \quad n_V = 1,3 \text{ [Т.2]}$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,3} = 1$$

$$K_{NV} = 1,0 \text{ [Т.3]}$$

$$K_{UV} = 1,0 \text{ [Т.4]}$$

$$K_V = 1$$

$$V = \frac{14,7 \cdot 20^{0,25}}{75^{0,125} \cdot 0,27^{0,55}} \cdot 1 = 37,23 \text{ }^M/\text{мин}$$

4 Крутящий момент

$$K_{MP} = \left(\frac{190}{190}\right)^{0,6} = 1$$

$$C_M = 0,021; q = 2; y = 0,8$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,021 \cdot 20^2 \cdot 0,27^{0,8} \cdot 1 = 29,46 \text{ Нм}$$

5 Осевая сила

$$C_P = 42,7; q = 1; y = 0,8$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 20 \cdot 0,27^{0,8} \cdot 1 = 2996,04$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{29,46 \cdot 592,23}{9750} = 1,78 \text{ кВт}$$

7 Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 37,23}{3,14 \cdot 20} = 592,23$$

8 Длина рабочего хода сверла

$$L_{px} = 25 + 5 = 30 \text{ мм}$$

9 Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{30}{592,23 \cdot 0,27} = 0,187 \text{ мин} = 11,22 \text{ сек}$$

7 переход, растачивание чистовое

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 12,14,22,23,32,33

Карта 12

$$\text{Подача } S_m = 0,14 \text{ мм/об}$$

Карта 14

$K_{S_m} = 1,0$  – поправочный коэффициент на подачу ;

$K_{S_l} = 1,0$  – поправочный коэффициент на вылет резца;

$K_{S_r} = 1,0$  – поправочный коэффициент на радиус вершины резца;

$K_{S_k} = 1,0$  – поправочный коэффициент на качество обрабатываемой детали;

$K_{S_{\varphi k}} = 1,0$  – поправочный коэффициент на кинематический угол в плане;

$K_{S_D} = 1,0$  – поправочный коэффициент на диаметр детали ;

$$S = S_m \cdot K = 0,14 \cdot 1,0 = 0,14 \text{ мм/об}$$

Карта 22

$$\text{Скорость резания } V_m = 255 \text{ м/мин}$$

Карта 23

$K_{V_u} = 0,3$  – поправочный коэффициент в зависимости от материала инструмента;

$K_{V_s} = 1,0$  – поправочный коэффициент на группу обрабатываемости ;

$K_{V_o} = 0,9$  – поправочный коэффициент на вид обработки ;

$K_{V_J} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от жесткости станка;

$K_{V_M} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от механических свойств;

$K_{V_{\varphi}} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от геометрии резца;

$K_{V_T} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от периода стойкости резца;

$K_{V_{ж}} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от наличия охлаждения;

$$V = V_m \cdot K = 255 \cdot 0,9 \cdot 0,3 = 68,85 \text{ м/мин}$$

Карта 32

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$P_x = 440 \text{ Н}$$

$$P_y = 120 \text{ Н}$$

Карта 33

$K_{PM} = 1,0$  – поправочный коэффициент от механических свойств материала

$K_{P\varphi} = 1,0$  – поправочный коэффициент от главного угла в плане

$K_{P\gamma} = 1,0$  – поправочный коэффициент от переднего угла

$K_{P\lambda} = 1,0$  – поправочный коэффициент от наклона режущей кромки

$$P_x = 440 \text{ Н}$$

$$P_y = 120 \text{ Н}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 68,85}{3,14 \cdot 21,5} = 1019,33 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = l_{рез} + l_{вр}$$

$$L_{px} = 25 + 3 = 28 \text{ мм}$$

Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{L}{nS}$$

$$t_o = \frac{28}{1019,33 \cdot 0,14} = 0,196 \text{ мин} = 11,76 \text{ сек}$$

8 переход, растачивание тонкое

Расчет режимов резания производится по справочнику [6]

Для расчета будут использоваться номера карт 13,14,22,23,32,33

Карта 13

$$\text{Подача } S_m = 0,13 \text{ мм/об}$$

Карта 14

$K_{Sm} = 1,0$  – поправочный коэффициент на подачу ;

$K_{Sl} = 1,0$  – поправочный коэффициент на вылет резца;

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54



$K_{Sr} = 1,0$  – поправочный коэффициент на радиус вершины резца;

$K_{Sk} = 0,85$  – поправочный коэффициент на качество обрабатываемой детали;

$K_{S\varphi k} = 1,0$  – поправочный коэффициент на кинематический угол в плане;

$K_{SD} = 1,0$  – поправочный коэффициент на диаметр детали ;

$$S = S_m \cdot K = 0,13 \cdot 0,85 = 0,11 \text{ мм/об}$$

Карта 22

Скорость резания  $V_m = 450 \text{ м/мин}$

Карта 23

$K_{Vu} = 0,3$  – поправочный коэффициент в зависимости от материала инструмента;

$K_{Vs} = 1,0$  – поправочный коэффициент на группу обрабатываемости ;

$K_{Vo} = 0,9$  – поправочный коэффициент на вид обработки ;

$K_{VJ} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от жесткости станка;

$K_{VM} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от механических свойств;

$K_{V\varphi} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от геометрии резца;

$K_{VT} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от периода стойкости резца;

$K_{Vж} = 1,0$  – поправочный коэффициент зависящий от наличия охлаждения;

$$V = V_m \cdot K = 450 \cdot 0,3 \cdot 0,9 = 121,5 \text{ м/мин}$$

Карта 32

$$P_x = 440 \text{ Н}$$

$$P_y = 120 \text{ Н}$$

Карта 33

$K_{PM} = 1,0$  – поправочный коэффициент от механических свойств материала;

$K_{P\varphi} = 1,0$  – поправочный коэффициент от главного угла в плане;

$K_{P\gamma} = 1,0$  – поправочный коэффициент от переднего угла ;

$K_{P\lambda} = 1,0$  – поправочный коэффициент от наклона режущей кромки;

$$P_x = 440 \text{ Н}$$

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$P_y = 120 \text{ Н}$$

Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 121,5}{3,14 \cdot 22} = 1757,93 \text{ мм/об}$$

Длина рабочего хода зенковки

$$L_{px} = 25 + 3 = 28 \text{ мм}$$

Основное технологическое время [5, с.610]

$$t_o = \frac{28}{1757,93 \cdot 0,11} = 0,144 \text{ мин} = 8,64 \text{ сек}$$

### 1.9.3 Сводная таблица режимов резания

Таблица 7 – Сводная таблица

Переход	$t$	$S$	$V$	$n$	$P$	$M_{кр}$	$N$	$L_{px}$	$t_o$ , мин
I позиция									
Фрезерование черн.	2,5	0,3	82,3	262	8785	4392,5	11,82	141	0,17
Фрезерование чист.	0,27	0,1	173,4	551,9	358	179	1,04	141	0,25
Сверление	4,5	0,12	52,39	1852,91	704,71	3,11	0,59	25	0,11
Зенкование	1,5	0,09	16,49	437,41	145	-	0,26	1,5	0,04
Нарезание резьбы	1,0	1,0	6,48	206,2	5	0,53	0,11	11	0,08
II позиция									
Фрезерование черн. пов.2	0,8	0,3	137,14	436,53	391,81	195,9	0,87	471	0,35
Фрезерование чист. пов.2	0,435	0,1	220,73	702,6	84,9	42,45	0,3	471	0,67
Фрезерование черн. пов.4	3,3	0,3	110,88	352,94	1686,43	843,21	3,05	471	0,44
Фрезерование чист. пов.4	0,55	0,1	213,1	678,31	108,2	54,1	0,37	471	0,69
Сверление	5,25	0,3	32,89	997,06	1711,25	4,25	1,34	17	0,07
Сверление	4,25	0,24	36,27	1215,27	1158,81	3,05	1,1	28	0,124
Зенкование	1,5	0,09	16,49	437,41	145	-	0,26	1,5	0,04
Нарезание резьбы	1,0	1,0	8,1	257,83	5	0,53	0,11	20	0,1
Цекование	2,0	0,36	11,9	189,39	468	3,11	4,38	4	0,05
Растачивание черн. отв.7	2,77	0,4	132,72	324,96	1281,77	-	2,77	11	0,08
Растачивание	0,44	0,21	198,97	487,18	125,57	-	0,4	11	0,1

## Окончание таблицы 7

Переход	$t$	$S$	$V$	$n$	$P$	$M_{кр}$	$N$	$L_{px}$	$t_o$ , мин
чист. отв.7									
Растачивание тон. отв.7	0,25	0,1	251,15	614,58	40,9	-	0,16	11	0,17
Растачивание черн. отв.5	2,74	0,4	132,94	423,16	1267,89	-	2,75	28	0,16
Растачивание чист. отв.5	0,36	0,21	202,6	644,89	111,3	-	0,36	28	0,2
Растачивание тон. отв.5	0,25	0,1	251,22	799,6	40,9	-	0,16	28	0,35
Растачивание черн. отв.6	2,72	0,4	133,09	529,5	1258,64	-	2,73	20	0,09
Растачивание чист. отв.6	0,57	0,21	191,39	761,51	162,67	-	0,5	20	0,12
Растачивание тон. отв.6	0,24	0,1	252,76	1005,7	39,26	-	0,16	20	0,19
Фрезерование поверх.	7/14	0,15	60,94	323,29	1645,75	493,75	1,6	18	0,04
III позиция									
Фрезерование черновое	2,79	0,3	90,8	289,4	5088,9	2544	7,55	96	0,14
Фрезерование чистовое	0,54	0,1	170	540	385	192,5	1,06	96	0,17
Фрезерование трех поверх.	23/2	0,15	60,28	319,79	631,05	189,45	0,62	30	0,08
Сверление	3,5	0,1	54,39	2473,62	473,72	1,63	0,41	25	0,101
Зенкование	1,5	0,09	16,49	524,9	145	-	0,26	1,5	0,04
Нарезание резьбы	1,0	1,0	8,5	338	5	0,4	0,16	15	0,06
Сверление	10	0,27	37,23	592,23	2996,04	29,46	1,78	30	0,18
Растач. чист.	0,75	0,14	68,85	1019,33	440 / 120	-	0,36	28	0,19
Растач. тон.	0,25	0,11	121,5	1757,93	440 / 120	-	0,56	28	0,14
Центровать отв.	2,0	0,36	11,9	189,39	468	3,11	4,38	4	0,05
Сверлить отв.	3,5	0,2	37,15	1689,31	824,8	2,83	0,49	183,5	0,54
Рассверлить отв.	1,5	0,3	41,47	1320,03	1735,25	5,8	0,78	185	0,46

## 1.9.4 Нормирование операций

В процессе нормирования определяется штучное время выполнения операции и время вспомогательной работы. [7]

Норма штучного времени рассчитывается по формуле

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс} + T_{отл}, \quad (27)$$

где  $T_{оп}$  - оперативное время, мин

$T_{обс}$  - время на организационное и техническое обслуживание, мин

$T_{отл}$  - время на отдых и личные надобности, мин

Оперативное время рассчитывается по формуле

$$T_{оп} = T_o + T_{во}, \quad (28)$$

где  $T_o$  - основное время, мин

$T_{во}$  - вспомогательное время, мин

Вспомогательное время  $T_{во}$  заключается в установлении времени выполнения комплексов приемов: установку и снятие детали, на выполнение каждого перехода, на контроль размеров детали и прочих приемов, не вошедших в комплекс. Вспомогательное время на операцию равно сумме всех затрат вспомогательного времени.

Время на организационное и техническое обслуживание  $T_{обс}$  рабочего места приводится в процентах от оперативного времени и составляет 6%.

Время на отдых и личные надобности  $T_{отл}$  составляет 4% от оперативного времени.

Подробное нормирование времени на 005 комплексную операцию сведено в таблице 8

Таблица 8 - Нормирование операций

Время на открытие/закрытие заградительного щитка	$T_{в1}$	0,03
Время на установку и снятие детали в специальном приспособлении	$T_{в2}$	0,15
Время на закрепление и открепление детали	$T_{в3}$	0,04
Время на очистку приспособления от стружки	$T_{в4}$	0,07
Время на включение/выключение станка	$T_{в5}$	0,04
Время на смену инструмента	$T_{в6}$	0,05
	$\sum T_{в}$	0,38

## Продолжение таблицы 8

	T <sub>о</sub>	$\sum$ T <sub>в</sub>	T <sub>в.перех</sub>	T <sub>в.ИЗМ*</sub>	T <sub>во</sub>	T <sub>оп</sub>	T <sub>обс</sub>	T <sub>отл</sub>	T <sub>шт</sub>
I позиция									
Фрезерование	0,17		0,06		0,17	0,34	0,02	0,01	0,37
Фрезерование	0,25		0,06	0,08	0,24	0,49	0,03	0,02	0,54
Сверление	0,22		0,14		0,25	0,47	0,03	0,02	0,52
Зенкование	0,08		0,08		0,19	0,27	0,02	0,01	0,29
Нарезание резьбы	0,16		0,16	0,02	0,28	0,44	0,03	0,02	0,49
$\sum$	0,88		0,53	0,5	0,10	1,13	2,01	0,12	0,08
II позиция									
Фрезерование черн. пов.2	0,35		0,06		0,12	0,47	0,03	0,02	0,52
Фрезерование чист. пов.2	0,67		0,06		0,12	0,79	0,05	0,03	0,87
Фрезерование черн. пов.4	0,44		0,06		0,12	0,56	0,03	0,02	0,62
Фрезерование чист. пов.4	0,69		0,06		0,12	0,81	0,05	0,03	0,89
Сверление	0,35		0,25	0,03	0,34	0,69	0,04	0,03	0,76
Сверление	0,50		0,20	0,02	0,28	0,78	0,05	0,03	0,86
Зенкование	0,16		0,16		0,22	0,38	0,02	0,02	0,42
Нарезание резьбы	0,40		0,32	0,04	0,42	0,82	0,05	0,03	0,9
Цекование	0,15		0,05		0,11	0,26	0,02	0,01	0,29
Растачивание черн. отв.7	0,08		0,47	0,05	0,58	0,66	0,04	0,03	0,73
Растачивание чист. отв.7	0,10		0,47	0,05	0,58	0,68	0,04	0,03	0,75
Растачивание тон. отв.7	0,17		0,47	0,05	0,58	0,75	0,04	0,03	0,82
Растачивание черн. отв.5	0,16		0,47		0,53	0,69	0,04	0,03	0,76
Растачивание чист. отв.5	0,20		0,47		0,53	0,73	0,04	0,03	0,80
Растачивание тон. отв.5	0,35		0,47		0,53	0,88	0,05	0,04	0,97
Растачивание черн. отв.6	0,09		0,47	0,08	0,6	0,69	0,04	0,03	0,76
Растачивание чист. отв.6	0,12		0,47	0,08	0,61	0,73	0,04	0,03	0,80
Растачивание тон. отв.6	0,19		0,47	0,08	0,61	0,80	0,05	0,03	0,88



## 2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Проектирование расточной оправки

На II позиции, при растачивании отверстия  $\varnothing 80 \pm 0,046$  используется сборная расточная оправка.

Сборная расточная оправка включает в себя хвостовик SK-40 DIN 69871, который соответствует шпинделю обрабатывающего центра Victor VCenter AX-800. Резцедержатель для резца, который имеет зубчатую рейку  $m = 1; z = 12; 10 \times 50$  мм, для перемещения относительно оправки. Шестерня цилиндрическая прямозубая  $m = 1; z = 12; 10 \times 50$  мм устанавливается в отверстие оправки и фиксируется ступенчатом валом [12, с.164].

Передача крутящего момента осуществляется при вращении бобышки вала, через шпонку, вращательное движение передается на шестерню, через шестерню на зубчатую рейку, тем самым заставляет перемещаться резцедержатель на определенное расстояние. Гайка фиксирует положение вала.

Резец выбирается по каталогу STACR1010-E09 (S прижим режущей пластины осуществляется винтом, Т форма пластины треугольная, А тип державки, С задний угол СМП 7 градусов, R исполнение правое, 10 мм высота державки, 10 мм ширина державки, Е длина державки 70 мм, 09 мм длина режущей кромки). [16, с.В116]

Режущая пластина TCMA090202-VM (Т форма пластины треугольная, С задний угол 7 градусов, М класс точности пластины, А тип пластины с отверстием под винт, 09 мм номинальная длина режущей кромки, 02 высота пластины 2,38 мм, 02 значение радиуса округления 0,2 мм, VM тип стружколома для получистового, чистового точения). [16, с.В16]

### 2.2 Расчет станочного приспособления

#### 2.2.1 Расчет станочного приспособления на III позицию

Для 015 комплексной операции предложена схема базирования, которая

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

реализуется установкой на оправку и ромбический палец.

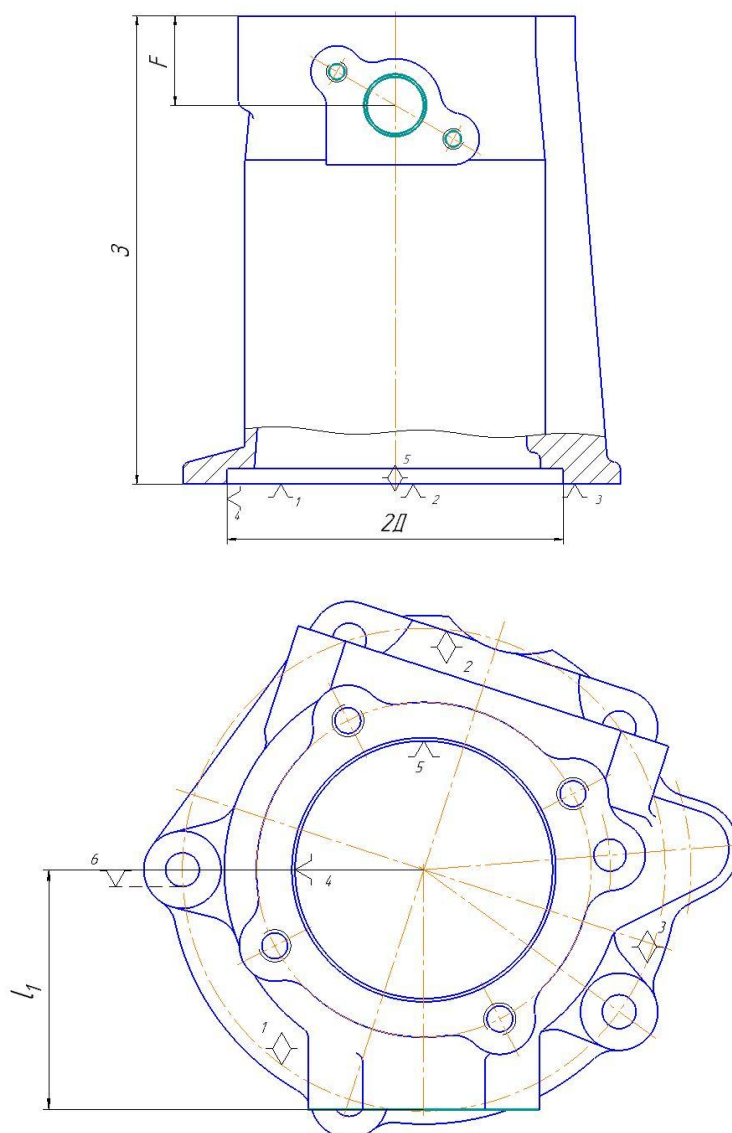


Рисунок 6 - Схема базирования заготовки

Заготовка лишается шести степеней свободы, установочная база лишает трех степеней свободы, двойная опорная база двух степеней свободы и опорная база одной степени свободы.

При данной схеме базирования размер F будет иметь погрешность, которая определяется допуском на размер 3.

$$\varepsilon_{6F} = T_3 = 0,3 = 0,3 \text{ мм}$$

Базирование по установочной базе, реализуется установкой на оправку с упором в ее фланец. Точность ее изготовления по 6 качеству. Диаметр

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

62



оправки назначается  $\varnothing 130g6 = \varnothing 130_{-0,034}^{-0,014}$  мм. Назначаем материал оправки – сталь 20Х, подвергаемая цементации на глубину 0,8...1,2 мм и закалке до твердости 55...60 HRC. Оправка запрессовывается в корпус приспособления по посадке  $\frac{H7}{p6}$  [8, с.200; 9, с.140]

Диаметр отверстия детали  $\varnothing 130_{+0,02}^{+0,06}$  мм. Тогда максимальный зазор между отверстием заготовки и оправкой находится по формуле  $S_{max} = D_{отв} - D_{опрmin} = 130,06 - 129,966 = 0,094$  мм.

При такой схеме базирования возникает погрешность размера  $l_1$  которая равна максимальному зазору между отверстием заготовки и оправки  $\varepsilon_{6l_1} = 0,094$  мм.

Ожидаемая точность выполнения размера  $l_1$  рассчитывается по формуле  $T_{l_1} = \varepsilon_{6l_1} + \omega = 0,094 + 0,12 = 0,214$  мм. Допуск размера  $l_1$  по чертежу составляет 0,3 мм. Условие выполняется т.к. расчетное значение допуска меньше заданного на чертеже.

Установочный элемент реализующий опорную базу точки 6, является палец срезанный по ГОСТ 17775-72. Палец запрессовывается в корпус приспособления по посадке  $\frac{H7}{m6}$ . При проектировании необходимо определить конструктивные параметры пальца. По обозначениям Палец 7030-1269-10 g6 ГОСТ 17775-72. Точность изготовления пальца ромбического  $\varnothing 10_{-0,014}^{-0,005}$  мм.

Расчет усилия закрепления при выполнении операции сверление отверстия  $\varnothing 20$  мм.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

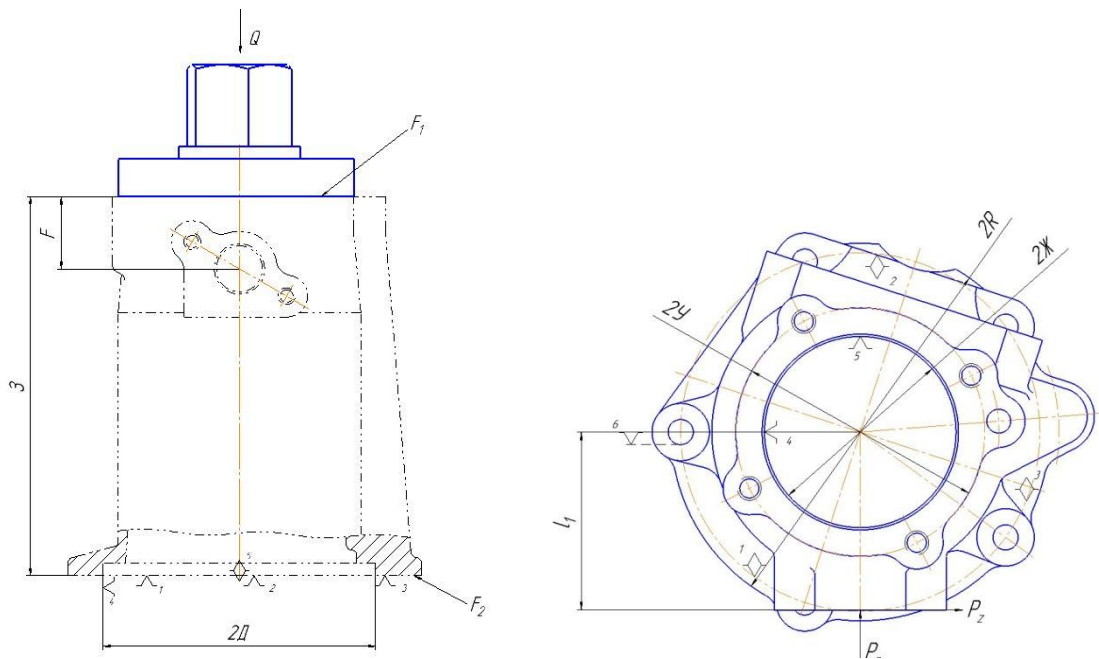


Рисунок 7 - Схема обработки при сверлении отверстия  $\varnothing 20$  мм

Расчет необходимого усилия закрепления, при условии поворота заготовки вокруг своей оси.

$$\sum M_{уд} = K \sum M_{сдв} \quad (30)$$

Коэффициент К рассчитываем по формуле [10, с.95]

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где  $K_0 = 1,5$  гарантированный запас

$K_1 = 1,2$  черновая обработка;

$K_2 = 1,3$  метод обработки сверление, коэффициент запаса;

$K_3 = 1,2$  резание является прерывистым;

$K_4 = 1,0$  гидропривод двухстороннего действия;

$K_5 = 1,0$  удобство;

$K_6 = 1,5$  точки контакта расположены неопределенно;

$$K = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,51$$

Принимаем  $K = 3,51$

$$\sum M_{уд} = M_{тр1} + M_{тр2}$$

$$\sum M_{сдв} = P_z \cdot l_1 = \frac{2M_{св}}{D_{св}} \cdot l_1 = \frac{2 \cdot 29460}{20} \cdot 74,5 = 219477 \text{ Нмм}$$

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

64

$$M_{\text{тр}1} = Qf_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right)$$

где  $Q$  - необходимое усилие закрепления

$f_1$  - коэффициент трения, при чистовой обработке равен 0,16

$$M_{\text{тр}2} = Qf_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)$$

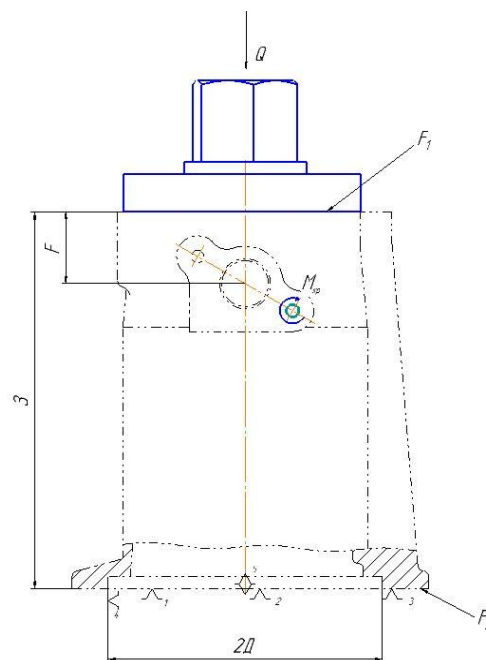
$$Qf_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right) + Qf_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right) = K \cdot M_{\text{сдв}}$$

$$Q \left( f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right) + f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right) \right) = K \cdot M_{\text{сдв}}$$

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{сдв}}}{f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right) + f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)}$$

$$Q = \frac{3,51 \cdot 219477}{0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{104^3 - 80^3}{104^2 - 80^2} \right) + 0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{158^3 - 130^3}{158^2 - 130^2} \right)} = 40635 \text{ Н}$$

Расчет усилия закрепления при выполнении операции сверление отверстия  $\varnothing 9$  мм.



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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

65

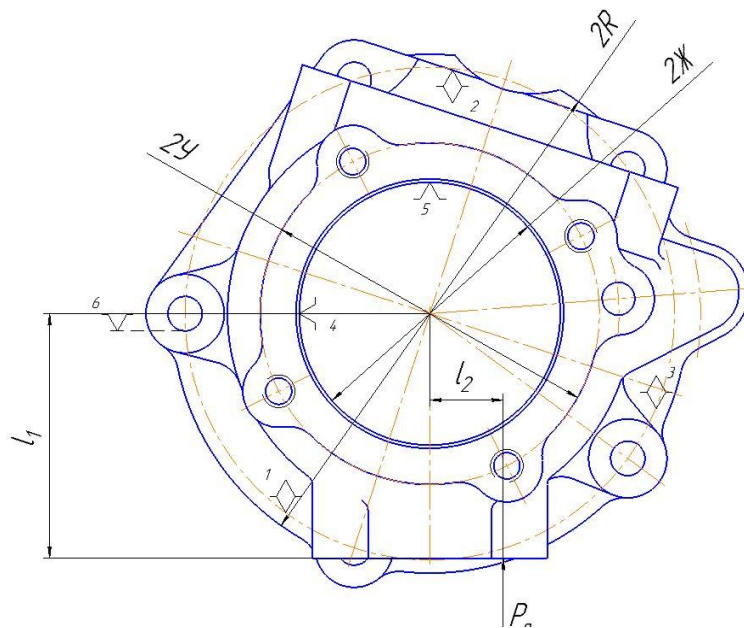


Рисунок 8 - Схема обработки при сверлении отверстия  $\varnothing 9$  мм

$$\sum M_{уд} = K \sum M_{сдв}$$

$$\sum M_{уд} = M_{тр1} + M_{тр2}$$

$$\sum M_{сдв} = P_o \cdot l_2 = 473,724 \cdot 74,5 = 35292 \text{ Нмм}$$

$$M_{тр1} = Q f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right)$$

где  $f_1$  - коэффициент трения, при чистовой обработке равен 0,16

$$M_{тр2} = Q f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)$$

$$Q = \frac{K \cdot M_{сдв}}{f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right) + f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)}$$

$$Q = \frac{3,51 \cdot 35292}{0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{104^3 - 80^3}{104^2 - 80^2} \right) + 0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{158^3 - 130^3}{158^2 - 130^2} \right)} = 6534,16 \text{ Н}$$

Расчет усилия закрепления при выполнении операции фрезерования.

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

66

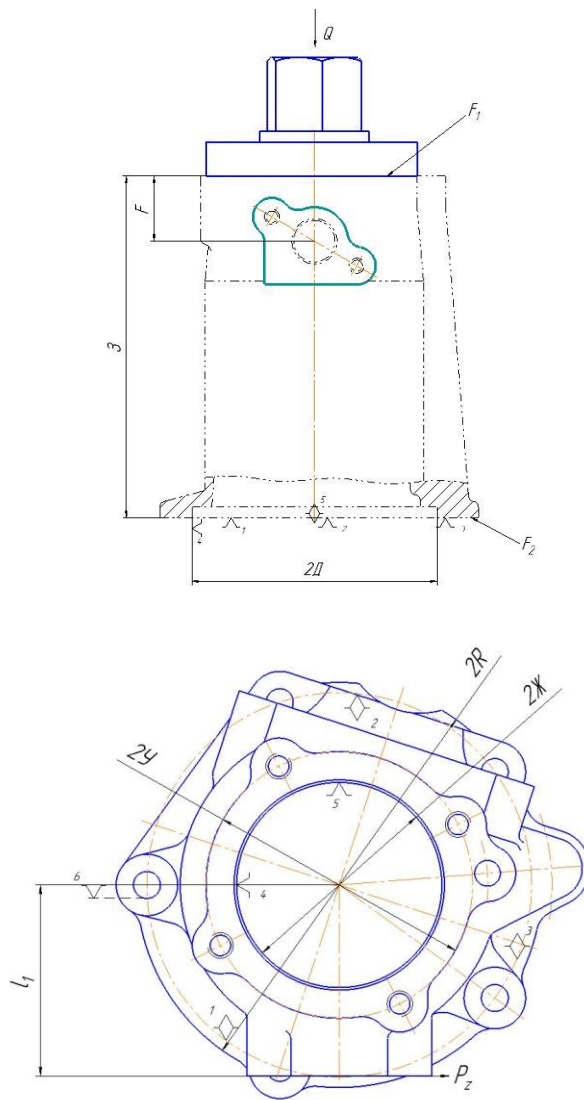


Рисунок 9 - Схема обработки при фрезеровании

$$\sum M_{уд} = K \sum M_{сдв}$$

$$\sum M_{уд} = M_{тр1} + M_{тр2}$$

$$\sum M_{сдв} = P_z \cdot l_2 = 5088,9 \cdot 74,5 = 74802,47 \text{ Нмм}$$

$$M_{тр1} = Q f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right)$$

где  $f_1$  - коэффициент трения, при чистовой обработке равен 0,16

$$M_{тр2} = Q f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)$$

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

67

$$Q = \frac{K \cdot M_{\text{сдв}}}{f_1 \frac{1}{3} \left( \frac{2Y^3_1 - 2Ж^3_1}{2Y^2_1 - 2Ж^2_1} \right) + f_2 \frac{1}{3} \left( \frac{2R^3_2 - 2D^3_2}{2R^2_2 - 2D^2_2} \right)}$$

$$Q = \frac{3,51 \cdot 74802,47}{0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{104^3 - 80^3}{104^2 - 80^2} \right) + 0,16 \cdot \frac{1}{3} \left( \frac{158^3 - 130^3}{158^2 - 130^2} \right)} = 13849,36 \text{ Н}$$

Расчет усилия закрепления при условии опрокидывания заготовки относительно точки О.

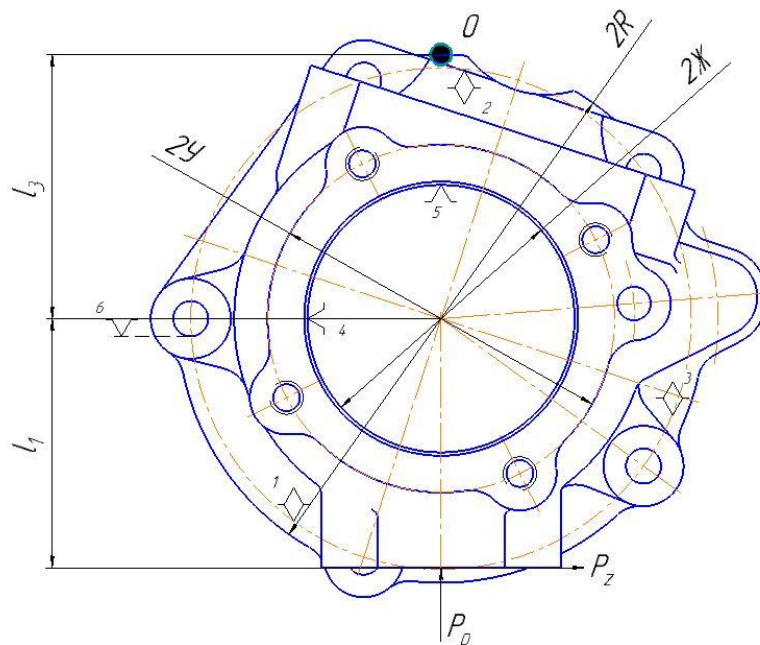


Рисунок 10 - Схема обработки при условии опрокидывания заготовки

$$\sum M_{\text{уд}} = K \sum M_{\text{сдв}}$$

$$l_3 Q = K P_0 (3 - F)$$

$$79Q = 3,51 \cdot 2996,04 \cdot (181 - 34,5)$$

$$Q = \frac{3,51 \cdot 2996,04 \cdot (181 - 34,5)}{79} = 19501 \text{ Н}$$

Из четырех сил, выбираем большую  $Q = 40635 \text{ Н}$ , при сверлении отверстия  $\varnothing 20 \text{ мм}$ .

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

68

Расчет диаметра цилиндра [10, с.93]

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\rho}}, \quad (31)$$

где  $\rho = 10$  МПа давление гидроцилиндра

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40635}{3,14 \cdot 10}} = 71,92 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр гидроцилиндра 100 мм. Гидроцилиндр 7021-0079.

Подбираем материал шпильки:

ХН35ВТ сплав жаропрочный, хрома до 1,5%, никеля 35%, вольфрама до 1,5%, титана до 1,5%, остальное железо и примеси.

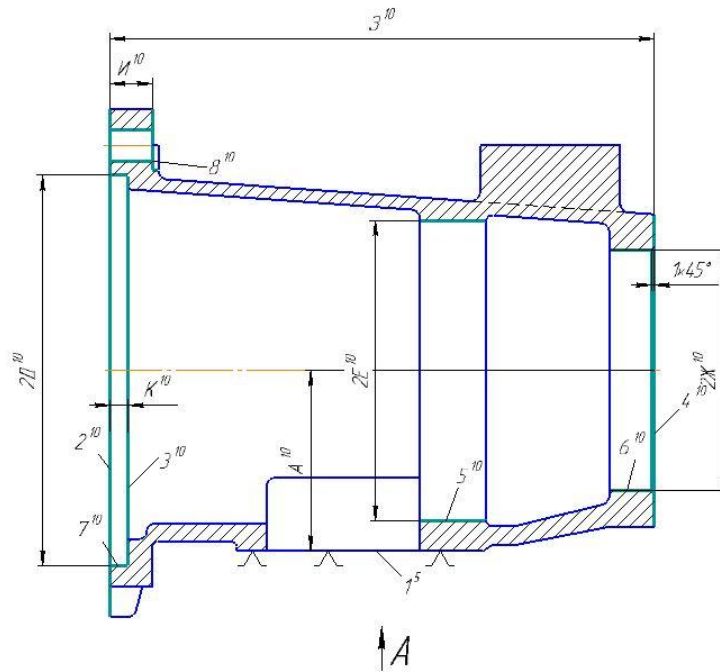
Расчет действительного усилие зажима

$$Q = \frac{(D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2)\pi\rho\eta}{4} = \frac{(100^2 - 45^2) \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,95}{4} = 59503 \text{ Н}$$

Т.к. действительное усилие зажима больше чем расчетное, необходимее усилие закрепления обеспечивается.

### 2.2.2 Расчет станочного приспособления на II позицию

Для II позиции предложена схема базирования, которая реализуется установкой по плоскости и двум отверстиям.



Вид А

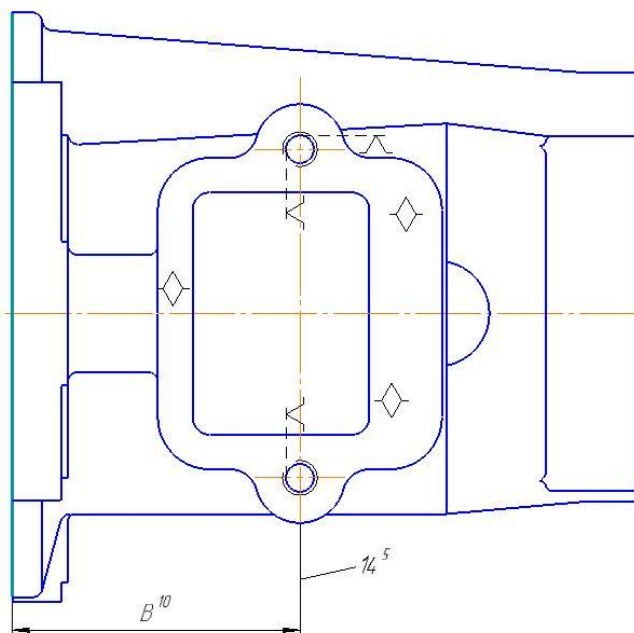


Рисунок 11 – Схема базирования заготовки

Заготовка лишается шести степеней свободы, установочная база лишает трех степеней свободы, установкой на опору, два болта лишают заготовку трех степеней свободы.

При данной схеме базирования присутствует погрешность базирования, которая равна допуску размера А

$$\varepsilon_{6A} = TA = 0,2 \text{ мм}$$



Базирование по установочной базе, реализуется установкой заготовки на опору, изготовленную по 6 качеству точности.

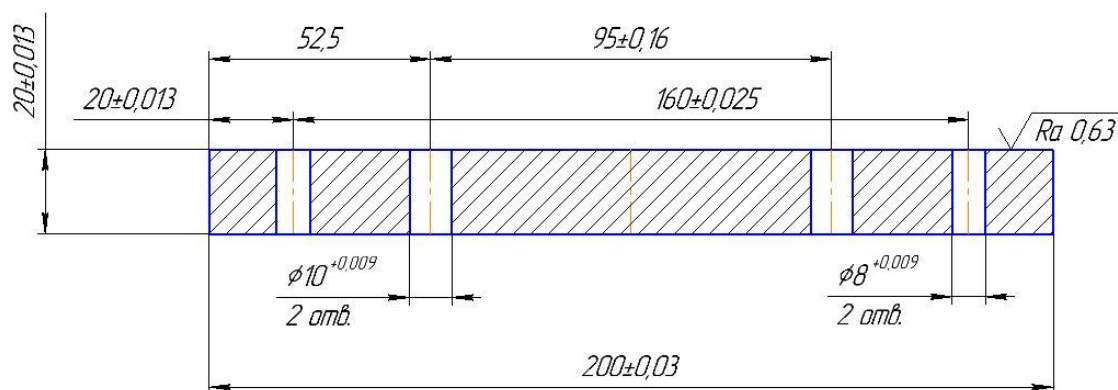
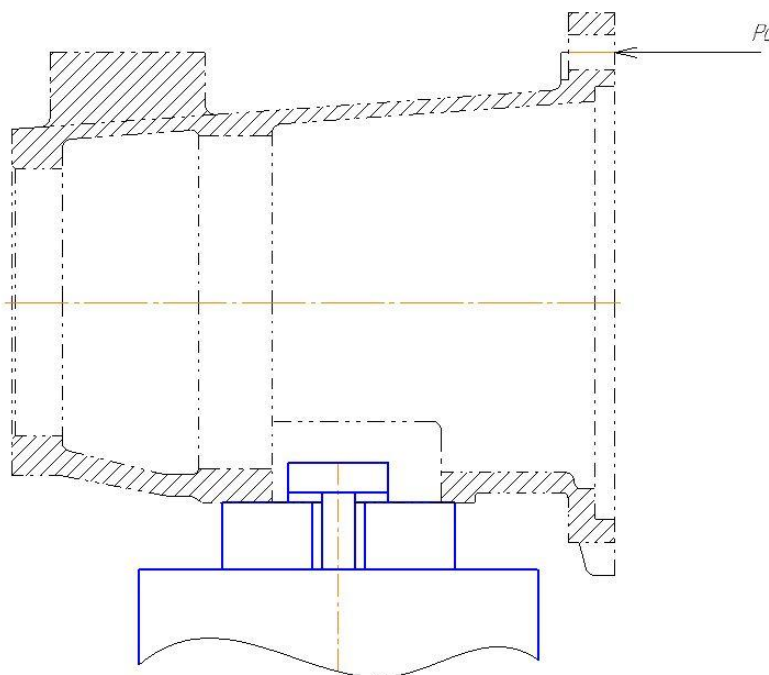


Рисунок 12 – опора

Крепление заготовки к опоре осуществляется за счет двух болтов М10 6Н ГОСТ 7798.

Опора базируется по двум пальцам, цилиндрический 7030-1235-8 g6 ГОСТ 17774-72, диаметром  $\varnothing 8_{-0,014}^{-0,005}$  и срезанный палец 7030-1263-8 g6 ГОСТ 17775-72, диаметром  $\varnothing 8_{-0,014}^{-0,005}$ . Закрепляется двумя прихватами 7011-0533 В ГОСТ 4735-69.

Расчет усилия закрепления винтовым зажимом при выполнении операции сверление



					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

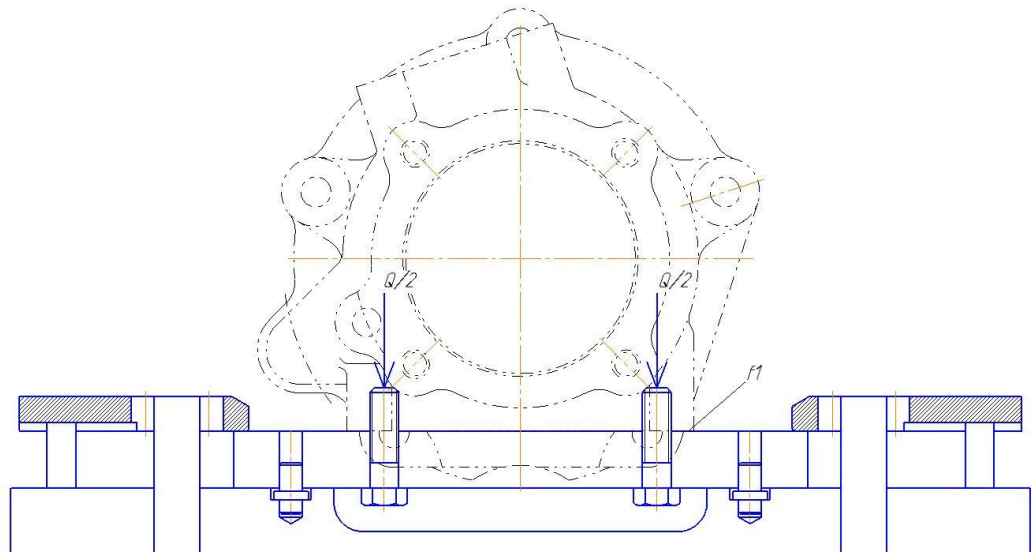


Рисунок 13 – Схема обработки при сверлении

$$\sum P_{уд} = K \sum P_{сдв}$$

$$\sum P_{уд} = Q \cdot f_1$$

$$\sum P_{сдв} = P_o = 1711,25 \text{ Н}$$

Коэффициент К рассчитываем по формуле

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

где  $K_0 = 1,5$  гарантированный запас

$K_1 = 1,2$  черновая обработка;

$K_2 = 1,2$  метод обработки сверление;

$K_3 = 1,2$  резание является прерывистым;

$K_4 = 1,0$  гидропривод одностороннего действия;

$K_5 = 1,2$  удобство;

$K_6 = 1,0$  точки контакта расположены неопределенно;

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,11$$

Принимаем  $K = 3,11$

$f_1$  коэффициент трения между опорой и заготовкой, равен 0,16 при чисто обработанной поверхности.

$$Q \cdot f_1 = K \cdot P_o$$

$$Q = \frac{K \cdot P_o}{f_1} = \frac{3,11 \cdot 1711,25}{0,16} = 33262,42 \text{ Н}$$

Находим необходимое усилие закрепления одним болтом.

$$Q' = \frac{Q}{2} = \frac{33262,42}{2} = 16631,21 \text{ Н}$$

Выбор типа и материала болтов. Под действием нагрузки не должно произойти растяжение или смятие болта. Для этого, рассчитываются действительные пределы прочности, по ним выбирается предельно допустимые параметры болта.

Определение предела прочности болта на растяжение

$$[\sigma_B] = \frac{Q}{S_{\text{поп}}}, \quad (32)$$

где  $\sigma_B$  - предел прочности на растяжение;

$Q = 28281,83$  – прилагаемое усилие;

$S_{\text{поп}}$  – площадь поперечного сечения болта.

Диаметр болта ограничен диаметром отверстия заготовки М10 6Н. Площадь поперечного сечения болта рассчитывается:

$$S_{\text{поп}} = \pi R^2 \quad (33)$$

$$S_{\text{поп}} = 3,14 \cdot 5^2 = 78,53 \text{ мм}^2$$

Тогда предел прочности будет равен

$$[\sigma_B] = \frac{28281,83 \text{ Н}}{78,53 \text{ мм}^2} = 360,14 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 360 \text{ МПа}$$

Предел прочности болта на смятие, рассчитывается по формуле:

$$[\sigma_{\text{смят}}] = \frac{Q}{A_{\text{см}}}, \quad (34)$$

где  $A_{\text{см}}$  - поверхность смятия;

$$A_{\text{см}} = Db \quad (35)$$

где  $b = 26$  мм - длина смятия;

Тогда предел прочности на смятие будет равен:

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

$$[\sigma_{\text{смят}}] = \frac{Q}{Db} = \frac{28281,83}{10 \cdot 26} = 108,7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} = 109 \text{ МПа}$$

Выбираем Болт М10 – 6g x 35.58 ГОСТ 7798-70, материал Сталь20. Класс прочности 5.8, без покрытия.

$$\sigma_{\text{в}} \geq [\sigma_{\text{в}}]$$

500 ≥ 360, условие выполняется

$$\tau_{\text{срез}} \geq [\tau_{\text{срез}}]$$

400 ≥ 180, условие выполняется

$$\sigma_{\text{смят}} \geq [\sigma_{\text{смят}}]$$

400 ≥ 109, условие выполняется

Для выбранного болта проверяется выполнение условия, действительное усилие зажима должно быть больше или равно действующей нагрузке.

При завинчивании болта момент силы, приложенной к гаечному ключу, расходуется на преодоление момента силы трения в резьбовом соединении, и моментом силы трения опорной поверхности головки болта.

Момент завинчивания болта:

$$M = P \cdot l, \quad (36)$$

где  $P = 98,06 \text{ Н}$  - сила, приложенная к гаечному ключу;

$l = 310 \text{ мм}$  - расчетная длина ключа или рукоятки.

Момент силы трения в резьбовом соединении:

$$M_1 = Q \cdot \frac{d_{\text{ср}}}{2} \cdot \text{tg}(\lambda + \rho'), \quad (37)$$

где  $Q$  - осевая сила зажима;

$d_{\text{ср}} = 9,026 \text{ мм}$  - средний диаметр резьбы;

$\lambda = 2^\circ$  - угол подъема винтовой линии резьбы;

$\rho' = 4^\circ$  - приведенный угол трения в резьбе.

Момент силы трения на опорной поверхности головки болта:

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$M_2 = Q \cdot f_1 \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{D^3 - D_0^3}{D^2 - D_0^2}\right), \quad (38)$$

где  $f_1 = 0,16$  - коэффициент трения на опорной поверхности головки болта;

$D = 17$  мм – диаметр опорной поверхности;

$D_0 = 10$  мм – диаметр отверстия.

Из условия равновесия затянутой системы деталей можно записать:

$$M = M_1 + M_2 \quad (39)$$

$$P \cdot l = Q \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\lambda + \rho') + Q \cdot f_1 \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{D^3 - D_0^3}{D^2 - D_0^2}\right)$$

$$Q'' = \frac{P \cdot l}{\frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\lambda + \rho') + f_1 \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{D^3 - D_0^3}{D^2 - D_0^2}\right)}$$

$$= \frac{98,06 \cdot 310}{\frac{9,026}{2} \cdot tg(2^\circ + 6^\circ) + 0,16 \cdot \left(\frac{1}{3}\right) \cdot \left(\frac{17^3 - 10^3}{17^2 - 10^2}\right)} = 17485,95 \text{ Н}$$

Действительное усилие закрепления  $Q'' = 17485,95$  Н больше необходимого усилия закрепления  $Q' = 16631,21$  Н. Следовательно условие выполняется.

Расчет усилия закрепления на опрокидывание относительно точки О

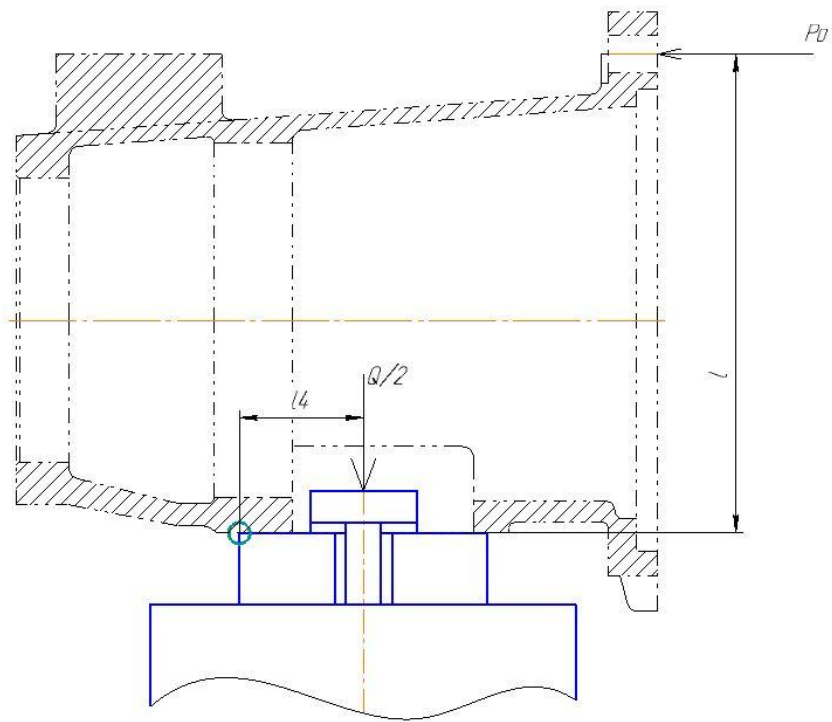


Рисунок 14 – Схема обработки при условии опрокидывания

$$\sum M_{уд} = K \sum M_{сдв}$$

$$l_4 Q = K P_0 l$$

$$35 Q = 3,11 \cdot 1711,25 \cdot 135$$

$$Q = \frac{3,11 \cdot 1711,25 \cdot 135}{35} = 20527,66 \text{ Н}$$

Расчет усилия закрепления на прихвате, при выполнении операции фрезерование.

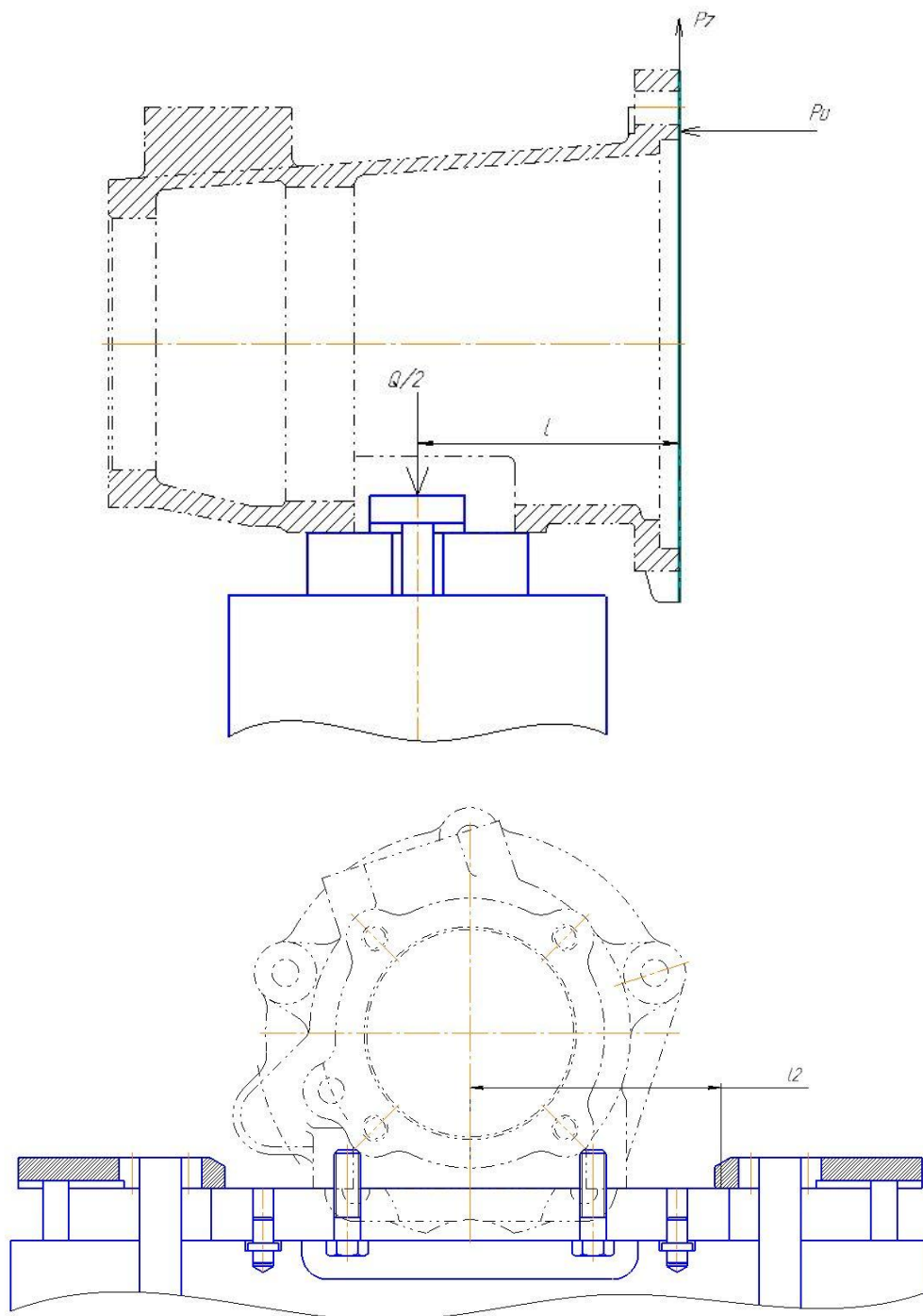


Рисунок 15 – Схема обработки при операции фрезерования

$$\sum M_{уд} = K \sum M_{сдв}$$

$$\sum M_{уд} = M_{тр1} + M_{тр2}$$

$$M_{тр1} = Q \cdot f_1 \cdot l_2$$

$$M_{тр2} = Q \cdot f_2 \cdot l_2$$

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

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

77

$$\sum M_{\text{сдв}} = P_Z \cdot l = 1686,43 \cdot 83 = 139973,69 \text{ Нмм}$$

$$Q = \frac{K \cdot P_Z \cdot l}{f_1 \cdot l_2 + f_2 \cdot l_2} = \frac{3,11 \cdot 139973,69}{31,04} = 14024,42 \text{ Н}$$

Из двух сил, выбираем большую  $Q = 20527,66 \text{ Н}$ , при сверлении отверстия.

Необходимое усилие закрепления на одном прихвате:

$$Q' = \frac{Q}{2} = \frac{20527,66}{2} = 10263,83$$

Расчет диаметра цилиндра [10, с.93]

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\rho}}$$

где  $\rho = 10 \text{ МПа}$  давление гидроцилиндра

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10263,83}{3,14 \cdot 10}} = 36,15 \text{ мм}$$

Принимаем гидроцилиндр диаметром 50 мм. Гидроцилиндр 7021-0065.  
Диаметр штока 25 мм.

Расчет действительного усилия зажима

$$Q = \frac{(D_{\text{ц}}^2 - d_{\text{шт}}^2)\pi\rho\eta}{4} = \frac{(50^2 - 25^2) \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,95}{4} = 14431,69 \text{ Н}$$

Действительное усилие зажима больше расчетного, следовательно, условие закрепления выполняется.

### 2.3 Проектирование и расчет контрольного приспособления

Проектируется контрольное приспособление, для контроля трех параметров точности:

- а Допуск плоскостности не более 0,05 мм;
- б Допуск параллельности поверхности, не более 0,1 мм, относительно базы Е;



в Допуск радиального биения, не более 0,05 мм, относительно базы E.

### 2.3.1 Расчет погрешности измерения допуска плоскостности [13, с. 136].

Погрешность контрольного приспособления определяется путем последовательного вычисления погрешностей, составляющих общую погрешность  $\Delta_{\text{изм}}$  и сравнивая ее с допустимым значением  $[\Delta_{\text{изм}}]$ :

$$\Delta_{\text{изм}} \leq [\Delta_{\text{изм}}], \quad (40)$$

$$\sqrt{\varepsilon^2 + \Delta_p^2 + \Delta_s^2 + \Delta_{\text{II}}^2} \leq (0,2 \dots 0,35)T, \quad (41)$$

где  $\varepsilon$  - погрешность положения детали в приспособлении, определяемая тремя величинами

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (42)$$

где  $\varepsilon_0^2$  - погрешность базирования,  $\varepsilon_0 = 0$

$\varepsilon_3^2$  - погрешность закрепления детали при измерении,  $\varepsilon_3 = 0$

$\varepsilon_{\text{пр}}^2$  - погрешность изготовления приспособления,  $\varepsilon_{\text{пр}} \neq 0$

Погрешность приспособления связанная с параллельностью поверхности втулки к поверхности корпуса,  $\varepsilon_{\text{пр1}} = 0,01$

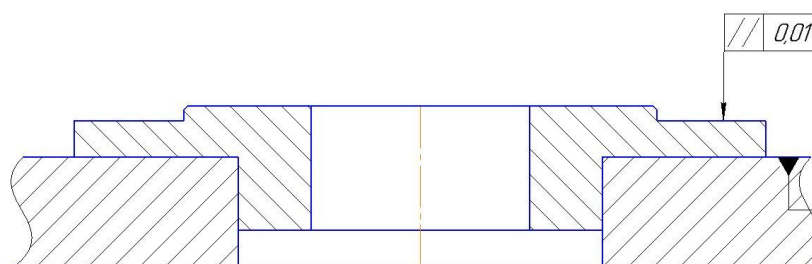


Рисунок 16 – Погрешность расположения втулки

Погрешность приспособления связанная с параллельностью передвижной опоры к поверхности корпуса,  $\varepsilon_{\text{пр2}} = 0,01$

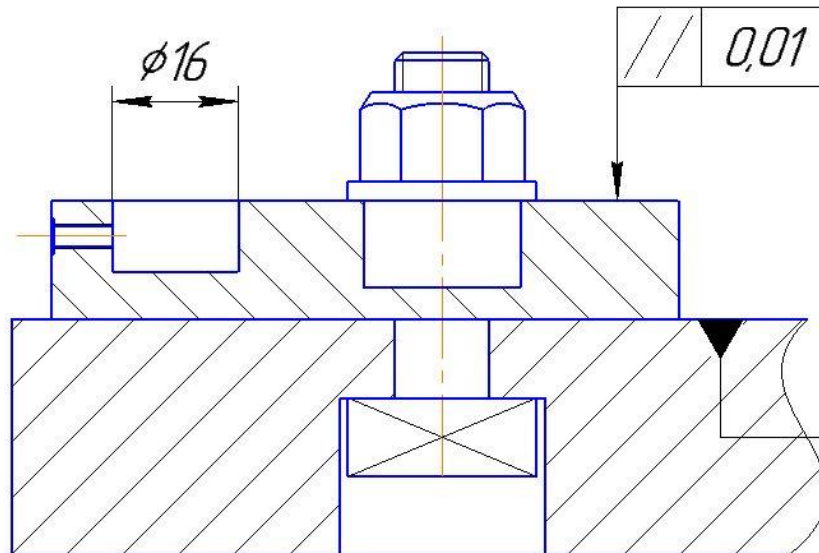


Рисунок 17 – Погрешность расположения опоры

Тогда погрешность положения детали будет равна:

$$\varepsilon = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2} = 0,014 \text{ мм}$$

$\Delta_p$  - погрешность передаточных устройств приспособления,  $\Delta_p = 0$

$\Delta_э$  - погрешность изготовления эталона,  $\Delta_э = 0,004$ .

$\Delta_{II}$  - погрешность измерительного прибора, был выбран индикатор 1 МИГ – 1 ГОСТ 9696-82, в этом случае  $\Delta_{II} = 0,0025$  мм

Тогда

$$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{0,014^2 + 0,0025^2 + 0,004^2} = 0,014 \text{ мм}$$

$$[\Delta_{\text{изм}}] = (0,2 \dots 0,35)T = 0,3 \cdot 0,05 = 0,015 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{изм}} < [\Delta_{\text{изм}}]$$

$$0,014 < 0,015$$

Условие выполняется, таким образом погрешность контрольного приспособления 0,014 мм не превышает допустимого значения погрешности измерения 0,015 мм.

### 2.3.2 Расчет погрешности измерения допуска параллельности

Контроль допуска параллельности осуществляется аналогично контролю плоскостности, следовательно погрешность контрольного приспособления равна 0,014 мм, что не превышает допустимое значение погрешности измерения равное 0,1 мм, следовательно условие выполняется

2.3.3 Расчет погрешности измерения допуска радиального биения [13, с. 136].

Погрешность контрольного приспособления при проверке допуска радиального биения относительно базы E, определяется путем последовательного вычисления погрешностей, составляющих общую погрешность  $\Delta_{\text{изм}}$  и сравнивая ее с допустимым значением  $[\Delta_{\text{изм}}]$  по формулам 23,24,25.

где  $\varepsilon_6^2$  - погрешность базирования,  $\varepsilon_6 = 0$

$\varepsilon_3^2$  - погрешность закрепления детали при измерении,  $\varepsilon_3 = 0$ .

$\varepsilon_{\text{пр1}}^2$  - погрешность приспособления связанная с параллельностью поверхности втулки к поверхности корпуса,  $\varepsilon_{\text{пр1}} = 0,01$

$\varepsilon_{\text{пр2}}^2$  - погрешность приспособления при установке корпуса индикаторной установки на оправке

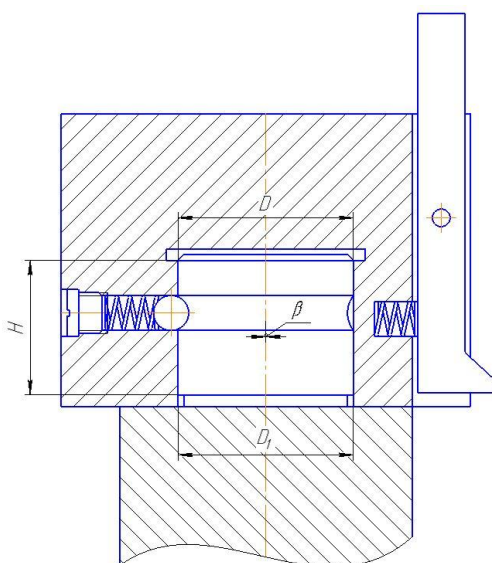


Рисунок 18 – Схема установки корпуса индикаторной установки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ

Лист

81

Погрешность приспособления рассчитывается по формуле 26

$a$  - измеряемая погрешность  $a = 0,05$

$$\beta = \arctg\left(\frac{S}{H}\right) = \arctg\left(\frac{0,026}{23}\right) = 0,001 \text{ мм}$$

$D_1$  - диаметр отверстия корпуса. Корпус изготавливается по 6 качеству точности следовательно он равен  $\varnothing 30^{+0,013}$

$D$  - диаметр отверстия оправки  $\varnothing 30_{-0,013}$

$$S = D_{1max} - D_{min} = 30,013 - 29,987 = 0,026$$

Тогда

$$\varepsilon_6 = 0,05 \left( \frac{1}{\cos 0,001} - 1 \right) + 0,05 \cdot \operatorname{tg} 0,001 = 0,00005 \text{ мм}$$

Тогда погрешность положения детали будет равна:

$$\varepsilon = \sqrt{0,01^2 + 0,00005^2} = 0,01 \text{ мм}$$

$\Delta_p$  - погрешность передаточных устройств приспособления,  $\Delta_p =$

$$\sqrt{\Delta_{p1}^2 + \Delta_{p2}^2}$$

$\Delta_{p1}$  - погрешность вследствие неточности изготовления плеч рычагов (рис.2). Рычаги изготавливают по 6 качеству точности. Где длины сторон рассчитываются как  $l_2 = l_{ном} + ei = 58 - 0,029 = 57,971$ ;  $l_1 = l_{ном} + es = 58 - 0,01 = 57,99$

Погрешность рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{p1} = \left( 1 - \frac{l_2}{l_1} \right) a_1 \quad (43)$$

$$\Delta_{p1} = \left( 1 - \frac{57,971}{57,99} \right) \cdot 0,2 = 0,00006 \text{ мм}$$

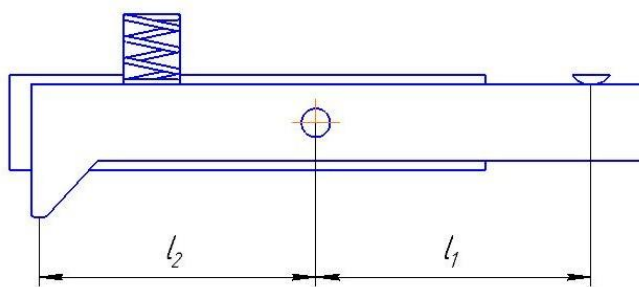


Рисунок 19 - Прямые равноплечие рычаги

$\Delta_{p2}$  – погрешность вследствие зазора между отверстием и осью рычага.

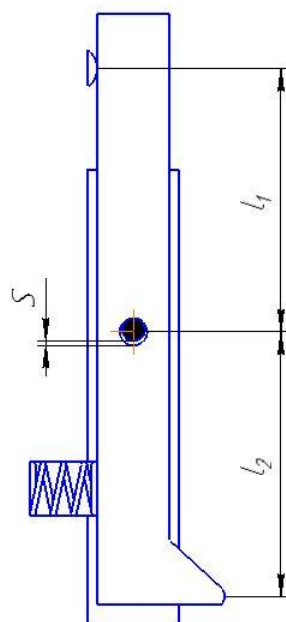


Рисунок 20 - Схема для определения  $\Delta_{p2}$

Рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{p2} = S(1 + k), \quad (44)$$

$$\Delta_{p2} = 0,013 \cdot (1 + 0,99) = 0,01 \text{ мм}$$

где  $S$  - минимальный зазор между осью рычага и отверстием находится.

Рычаг выполнен по 6 качеству, следовательно, отверстие  $\varnothing 6^{+0,008}$ ; ось выполняется по 5 качеству с размерами  $\varnothing 6_{-0,005}$ . Отсюда максимальный зазор между отверстием рычага и осью будет составлять  $S = 6,008 - 5,995 = 0,013$  мм

$$k = \frac{l_2}{l_1}$$

Тогда погрешность передаточных устройств приспособления будет равна:

$$\Delta_p = \sqrt{0,00006^2 + 0,03^2} = 0,03 \text{ мм}$$

$\Delta_э$  - погрешность изготовления эталона  $\Delta_э = 0,004$ .

$\Delta_{п}$  - погрешность измерительного прибора, был выбран индикатор 1 МИГ – 1 ГОСТ 9696-82, в этом случае  $\Delta_{п} = 0,0025$  мм

Тогда

$$\Delta_{изм} = \sqrt{0,01^2 + 0,01^2 + 0,004^2 + 0,0025^2} = 0,014 \text{ мм}$$

$$[\Delta_{изм}] = (0,2 \dots 0,35)T = 0,35 \cdot 0,05 = 0,0175 \text{ мм}$$

$$\Delta_{изм} < [\Delta_{изм}]$$

$$0,014 < 0,0175$$

Условие выполняется, таким образом погрешность контрольного приспособления 0,014 мм не превышает допустимого значения погрешности измерения 0,0175 мм.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

### 3 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Расчет количества основного технологического оборудования

Расчет выполняется по литературе [16, с.24].

Такт выпуска:

$$\tau_p = \frac{F_0 \cdot 60}{N}, \quad (45)$$

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

$N$  – годовая программа выпуска для двух сменного производства, шт.

$$\tau_p = \frac{3890 \cdot 60}{10000} = 23,34 \text{ мин}$$

Действительный такт выпуска:

$$\tau = \tau_p \left(1 - \frac{\beta}{100}\right), \quad (46)$$

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

$$\tau = 23,34 \left(1 - \frac{6}{100}\right) = 21,93 \text{ мин},$$

Число станков:

$$C_{\text{расч}} = \frac{\sum t_{\text{ш.к}}}{\tau}, \quad (47)$$

где  $t_{\text{ш.к}}$  – сумма штучно калькуляционных времен (станкочасов) выполнения операции на трех позициях, мин.

$$C_{\text{расч}} = \frac{2,21 + 13,58 + 5,95}{21,93} = 0,99; \quad C_{\text{пр}} = 1$$

Технологический процесс механической обработки детали картер ДОМ содержит одну операцию и три позиции, каждая из которых имеет свое специальное приспособление. Все приспособления одновременно устанавливаются на рабочий стол станка Victor VCenter AX-800, следовательно для выполнения технологического процесса используется один станок.

Коэффициент загрузки оборудования

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85







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

$h_3 = 2$  – высота транспортируемого груза (тара и стропы), м;

$h_4$  - высота подъемно-транспортного средства до головки подкранового рельса, м.

$$H_1 = 3,232 + 0,4 + 2,0 + 1,1 = 6,732 \text{ м}$$

Принимаем:  $H_1 = 6,95$  м

Высота пролета:

$$H = H_1 + A + M, \quad (50)$$

где  $A$  – габаритный размер крана

$M$ - минимальное расстояние от потолка до крана.

$$H = 6,95 + 1,0 + 0,1 = 8,05 \text{ м}$$

Принимаем  $H = 9,6$  м

Для здания высотой 9,6 м и крана грузоподъемностью 5т принимаем по ГОСТ 25628-90 колонну с размерами 400х600 мм обозначение 5КК96.

Расчет выполнялся по литературе [16, с.41; 15, с.84].

### 3.5 Выбор варианта расположения оборудования на участке механической обработки

Расположение оборудования выбирается исходя из формы производственного процесса, длины участка, количества оборудования, видом межоперационного транспорта, способом удаления стружки.

Расположение оборудования координируется относительно колонн.

Заготовка поступает на участок в производственной таре 1-1-160-100-65-1 ГОСТ 14861-91 (1640х1040х650), после чего устанавливается на I, II, III позиции обрабатывающего центра. В рабочей зоне обрабатывающего центра имеется стол-подставка под документацию, средства индивидуальной защиты, необходимый мерительный инструмент, образец внешнего вида детали. Стеллажи для хранения режущего инструмента, тех. оснастки.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

После обработки детали на ОЦ, детали складываются в небольшую тару 1-1-800-600-50-0,25 ГОСТ 14861-91 (800 х 600 х 500) на столе-подставке, с которой передаются на слесарную обработку.

После слесарной обработки деталь проходит мойку и контроль после чего укладывается в тару и отправляется на сборку.

### 3.6 Способ удаления стружки и снабжение СОЖ

Т.к. производство серийное, обрабатываются различные материалы заготовок. В процессе обработки детали картер «ДОМ», образуется в основном элементная стружка, т.к. обрабатывается серый чугун. На основании вышесказанного, рационально стружку собирать на накопительной площадке, расположенной в начале участка. Стружка, образовавшаяся в процессе обработки детали картер «ДОМ», собирается автоматически на станке, после заполнения данной емкости ее вывозят на накопительную площадку [14, с.115]

Способ снабжения станка СОЖ: децентрализованный, при котором СОЖ доставляют к станку в таре и также удаляют отработанную.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

## 4 АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Проектирование – процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта, на основе первичного описания данного объекта и (или) алгоритма его функционирования.

Автоматизированное проектирование – проектирование, при котором процесс составления описания, осуществляется при помощи взаимодействия человека и компьютера.

Преимуществом автоматизированного проектирования является возможность проводить на компьютере эксперименты на математических моделях, что сокращает дорогостоящее физическое моделирование.

Система автоматизированного проектирования (САПР) – комплекс средств автоматизации, взаимосвязанные с необходимыми подразделениями проектной организации или группой специалистов, выполняющих автоматизированное проектирование.

Системы САПР, как правило подразделяют в соответствии с международной классификацией на системы CAD, CAM, CAE, PLM, PDM.

CAD, CAE представляют собой конструкторские продукты, предназначенные для двухмерного и трехмерного проектирования, а также расчетов на прочность, долговечность и др.. Относят такие программы как, Компас-3D, SolidWorks, T-Flex, AutoCAD, ANSYS, PRO/ENGINEER, Unigraphics и CATIA, которые объединяют в себе CAD, CAM и CAE технологии.

PLM и PDM системы, обеспечивающие управление информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла, например Лоцман, Гольфстрим.

CAM - системы призваны автоматизировать технологический труд. Примерами таких программ являются: GeMMa-3D, Edgcam, ESPRIT, Mastercam, FeatureCAM, Винтех RCAM.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

#### 4.1 Симуляция механической обработки на станке с ЧПУ

Симуляция механической обработки детали картер ДОМ автомобиля «УРАЛ» выполняется в программе FeatureCAM.

005 Комплексная операция, I позиция, фрезерная обработка, сверление отверстий и нарезание резьбы окна картера ДОМ

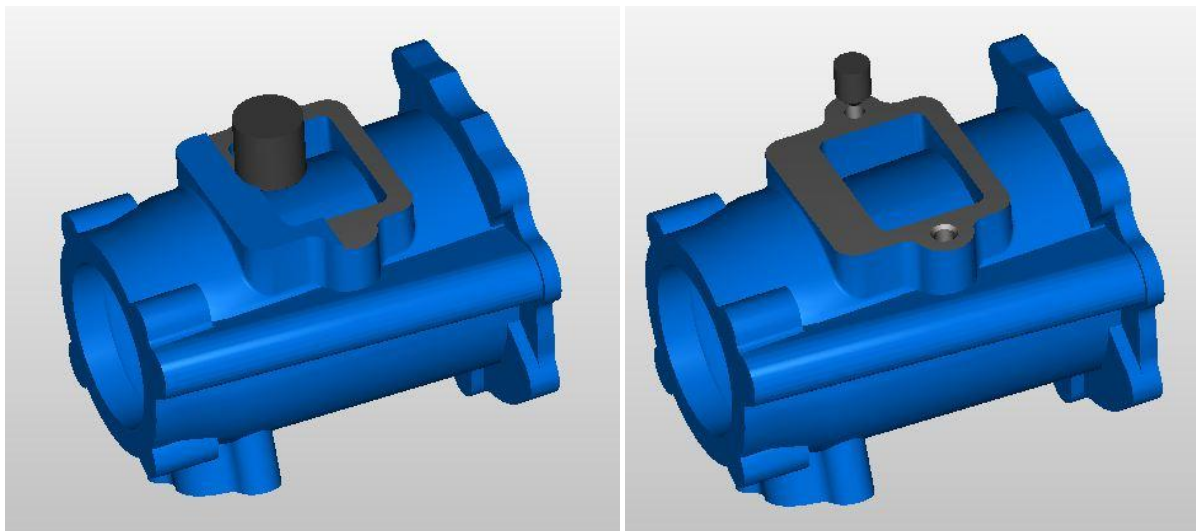


Рисунок 22 - I позиция

005 Комплексная операция, II позиция, фрезерование торца детали торцевой фрезой.

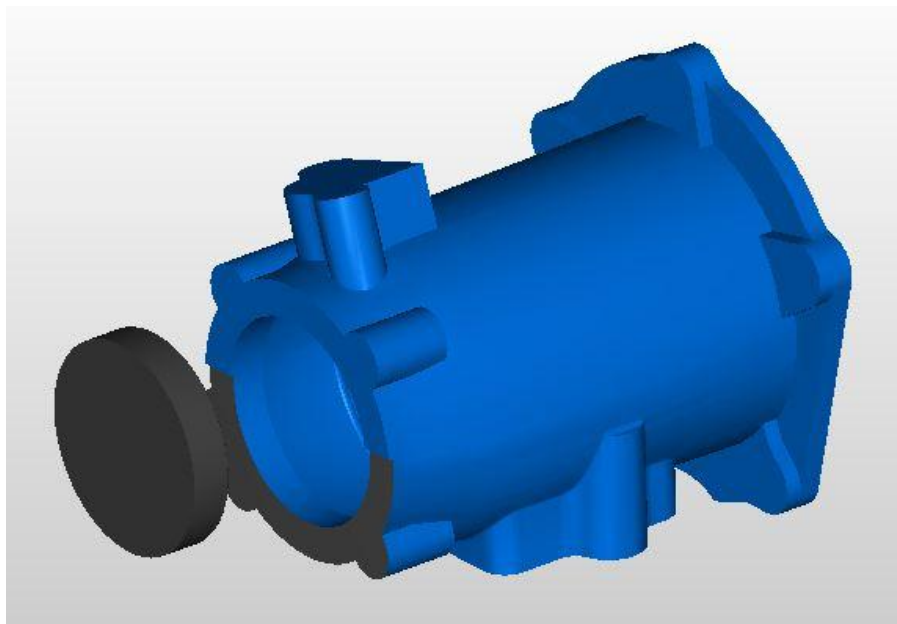


Рисунок 23 - II позиция

005 Комплексная операция, фрезерование окна детали, сверление двух отверстий, нарезание резьбы в двух отверстиях. Сверление и растачивание центрального отверстия  $\varnothing 22$  мм.



Рисунок 24 - III позиция

#### 4.2 Построение 3D модели станочного приспособления

3D модель станочного приспособления на 005 комплексную операцию III позицию была разработана в программе Компасс-3D.

Этапы сборки станочного приспособления состоят из проектирование гидроцилиндра, включающий в себя гильзу, крышку, шток, манжеты, штуцера. И проектирования основных элементов приспособления, корпус, оправка, втулка, срезанный ромбический палец.

Данное приспособление имеет особенность, при закреплении заготовки, быстросъемная шайба должны быть повернута прорезом в сторону углового отверстия. Во избежание столкновения сверла (при сверлении глубокого углового отверстия) с шайбой.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

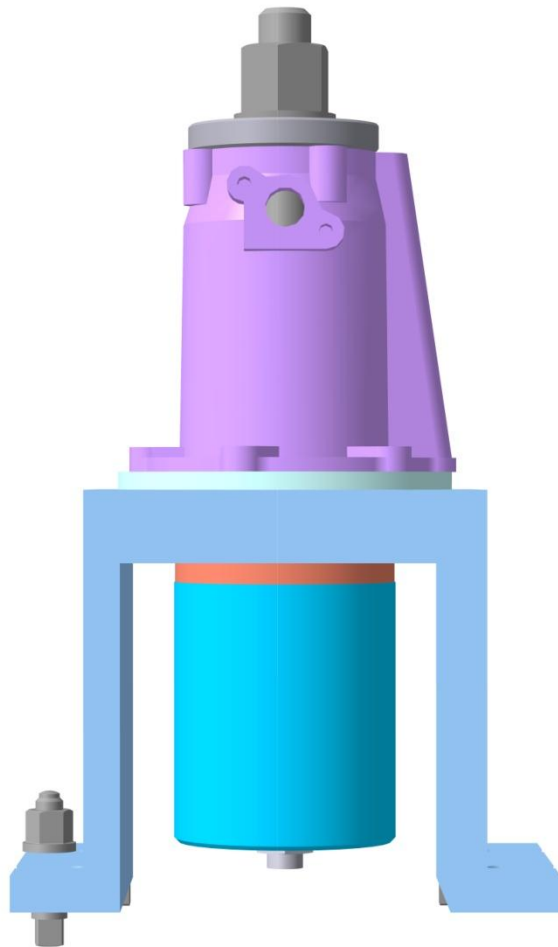


Рисунок 25 - Сборочная конструкция

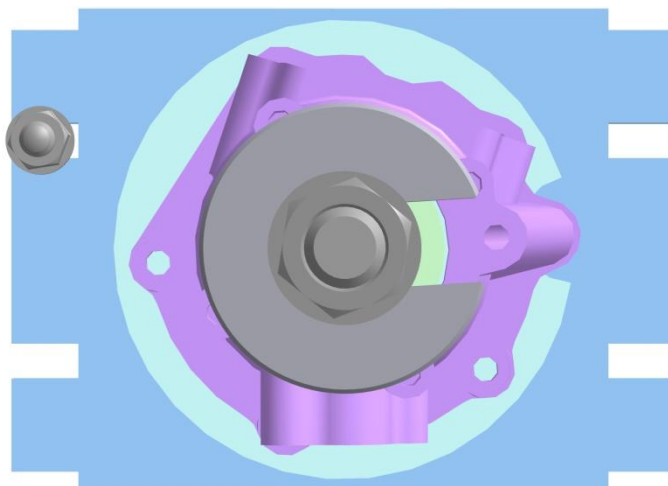


Рисунок 26 - вид сверху

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

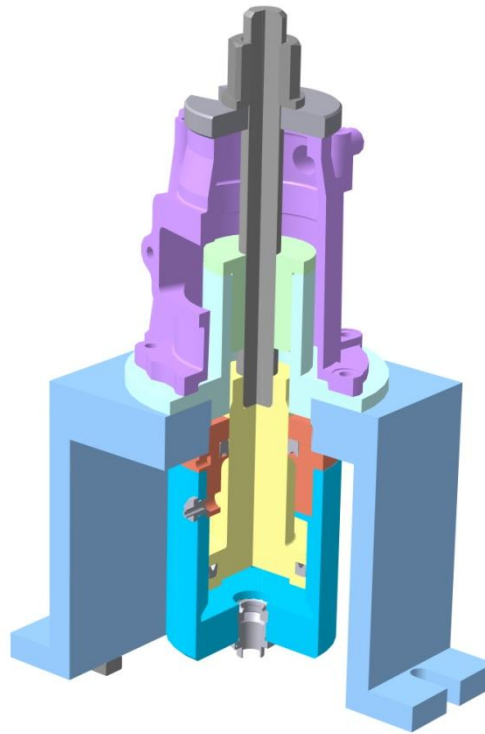


Рисунок 27 - Сборочная конструкция в разрезе

#### 4.3 Создание технологического процесса в программах САРР

Для создания технологического процесса механической обработки детали картер «ДОМ» использовалась система автоматизированного проектирования технологических процессов «Вертикаль», решающая задачи автоматизации процессов технологической подготовки производства.

Данная программа позволила спроектировать технологический процесс обработки детали:



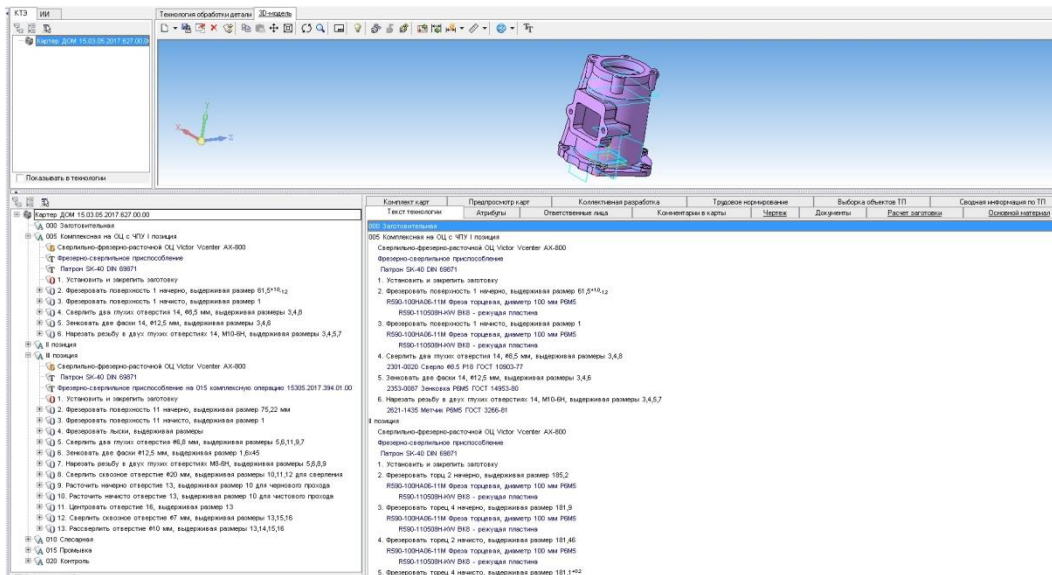


Рисунок 27 – Рабочее окно программы «Вертикаль»

Позволила корректно редактировать текст технологического процесса, вносить данные об оборудовании, приспособлении, инструменте, режимы резания.

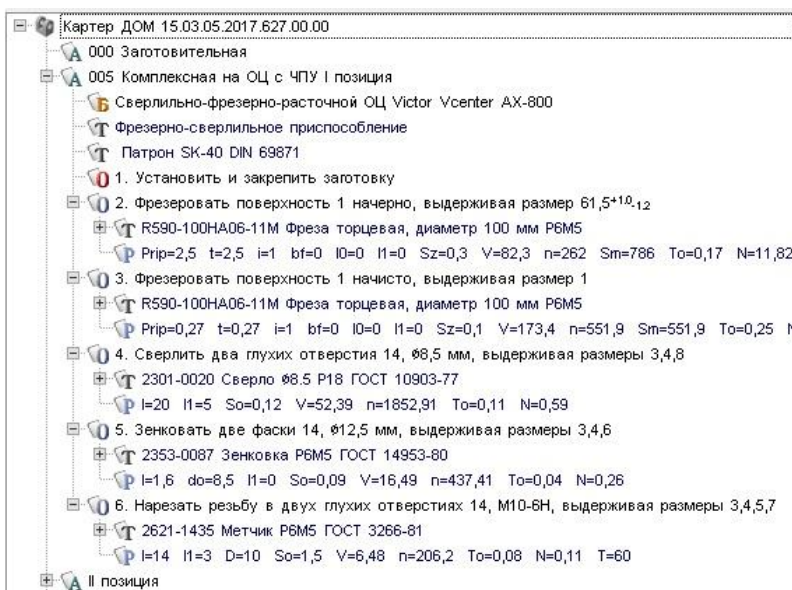


Рисунок 28 – Дерево технологического процесса

Позволила сформировать все необходимые комплекты технологической документации и передавать информацию в системные классы PDF

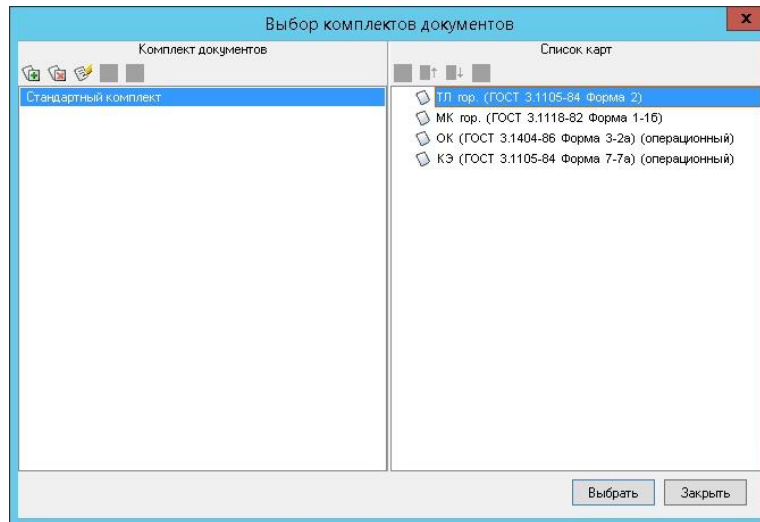


Рисунок 29 – Формирование карт и их предпросмотр

				ГОСТ 3.1105-84 Форма 2			
Дубл.							
Взам.							
Подл.							
					23	1	
ЮнгЧ, Кафедра ТПМ		15.03.05.2017.627.00.00					
				Картер дополнительного отбора мощности			
<p><b>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</b>  на технологический процесс механической обработки детали  Картер дополнительного отбора мощности</p>							
				Разработал _____ /А.С.Бахтеев/			
				_____ 2017 г.			
				Проверил _____ /Ю.Г.Микош/			
				_____ 2017 г.			
				Нормоконтролер _____ /Е.С.Шапранова/			
				_____ 2017 г.			
				Зав.кафедрой _____ /А.В.Плаксин/			
				_____ 2017 г.			
ТЛ	Типовой лист						1

Рисунок 30 – передача информации в различные системные классы

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Безопасность жизнедеятельности (далее БЖД) – область знаний, изучающая опасности в условия промышленного производства и создающая методы и средства защиты он них.

Целью БЖД является сохранение здоровья и самочувствия человека в условиях производства, достижение безаварийных ситуаций, предупреждение травматизма, обеспечение необходимого качества результата полезного труда.

При изготовлении детали Картер «ДОМ» используется оборудование с числовым программным управлением, следовательно, к работнику предъявляются требования безопасности при эксплуатации станка:

1) до начала работы проверить наличие и исправность движущихся ограждений станка, ограждение защиты от стружки и СОЖ, режущего и вспомогательного инструмента, надежное закрепление режущего инструмента в инструментальном магазине, отсутствие масляных луж в зоне станка;

2) станочные приспособления должны быть исправны, без трещин, надломов, работа осуществляется плавно, без рывков и заеданий;

3) при работе станка, категорически запрещается открывать заградительный щиток, осуществлять смену и наладку инструмента, производить измерения детали на готовых позициях;

4) при многостаночном обслуживании, перемещение от станка к станку должно осуществляется по специально отведенным местам;

5) следить за заполнением специального контейнера для стружки, в случае заполнения увозить на площадку хранения стружки.

При использовании крана мостового электрического:

1) работа с краном осуществляется в каске;

2) перемещая груз по воздуху, исключить возможность перемещения груза над головами работающих, по возможности перевозить вдоль проходов;

3) после использования крана, каретку с крюком необходимо переместить максимально в сторону, в зону, где нет работающих.

									Лист
									97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ				

## 5.1 Микроклимат

В процессе производства в воздух могут поступать различные вредные вещества. При взаимодействии с которыми, у человека могут возникнуть производственные травмы, профессиональные заболевания. Вредные вещества бывают двух видов: токсичные (которые вызывают у человека заболевание) и нетоксичные (которые вызывают человека раздражение слизистых оболочек).

Принимая во внимание все вышесказанное, для эффективной работы необходимо обеспечить чистоту воздуха и нормальные метеорологические условия.

Микроклимат – метеорологические условия помещения, которые содержат в себе 3 фактора (сочетание которых создает комфортный микроклимат):

- температуру воздуха – нагретость воздуха, °C
- влажность – насыщение воздуха парами, %
- скорость движения воздуха – разность температур, М/сек

Технологический процесс обработки детали картер «ДОМ» относится к средней категории работ по энергозатратам, работы связаны с незначительными перемещениями и переносами тяжести. Следовательно, к нему назначаются следующие показатели микроклимата в рабочей зоне.

Таблица 9 - Показатели микроклимата

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, М/сек
Холодный	II	19-21	60-40	0,2
Теплый	II	20-22	60-40	0,2

Рабочей зоной является пространство высотой до двух метров над уровнем пола или площадки, на которой находится работник временно или постоянно. Измерения показателей микроклимата должны проводиться в начале, середине и конце холодного и теплого периодов, не менее трех раз в смену. Измеренные величины должны соответствовать нормативным требованиям приведенным в таблице 10.

Для поддержания необходимого микроклимата в рабочей зоне изготовления детали картер «ДОМ» используются:

- теплоизоляционные материалы, уменьшающие процесс теплопередачи;
- использование воздушных завес с нагревом, для предотвращения переохлаждения работающих в холодный период года, в дверных проемах и воротах;
- система водяного отопления;
- оборудована приточно-вытяжная вентиляция;
- в зоне мойки, установлен местный отсос;
- использование кондиционеров

## 5.2 Освещение

Свет, является одним из условий жизни человечества, основанный на нервно-рецепторной работе человека.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости, а в некоторых случаях способствуют развитию чувства тревоги. Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции, приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать ожоги глаз и кожи, катаракты и другие нарушения.

В производственных помещениях используется 3 типа освещения:

- естественное (источником его является солнце);
- искусственное (когда используются только искусственные источники света на рабочих местах, не менее 100 лк);
- совмещенное или смешанное (характеризуется одновременным сочетанием естественного и искусственного освещения).

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее, комбинированное, двустороннее боковое освещение

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Также при выполнении точных работ применяют светильники - совокупность источника света и осветительной арматуры предназначенной для перераспределения излучаемого источником светового потока в требуемом направлении.

Светильники бывают прямого света (более 80% света направлено в нижнюю полусферу), рассеиваемого света (поток направлен в обе полусферы) и отражающего света (поток направлен в потолок и отражается на рабочее место).

При проектировании участка механической обработки, присутствует совмещенное освещение.

Естественное освещение:

По периметру здания предусмотрены оконные проемы.

Крыша здания оснащена прямоугольным светоаэрационным фонарем для естественного освещения и проветривания. Открывание створок фонарей механизировано, с использованием механизма реечного типа.

Искусственное освещение:

В рабочей зоне станка предусмотрен светильник пылевлагозащищенный, для освещения рабочих поверхностей станка;

По периметру здания предусмотрены промышленные фонари рассеянного типа с использованием люминесцентных ламп, т.к. они имеют высокую световую отдачу, большой срок службы, хорошую цветопередачу, более экономичны по сравнению с лампами накаливания. Утилизация данных лам осуществляется с помощью специальных организаций, занимающиеся их переработкой.

### 5.3 Пожарная безопасность

Промышленные производства являются взрывопожароопасными, т.к. там имеются различные производственные оборудования, горючие жидкости, легко воспламеняющиеся жидкости, обильная оснащенность электроустановками.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Пожар – неконтролируемое горение, вне специального очага, несущее в себе материальный ущерб, для возникновения которого необходим источник и среда (кислород).

Противопожарный режим устанавливается в соответствии с пожарной опасностью технологического процесса производства, чтобы своевременно устранить источники воспламенения, которые при определенных условиях могут быть причиной пожара.

Для принятия мер по пожарной безопасности необходимо определить категорию пожарной опасности производства:

А) Взрывопожароопасные – в производстве применяются горючие газы и жидкости, которые могут образовывать взрывоопасные смеси;

Б) Взрывопожароопасные - в производстве применяются горючие пыли и волокна;

В) Пожароопасные – в производстве применяют горючие пыли и волокна которые при взаимодействии с кислородом могут только гореть;

Г) Пожароопасные – в производстве применяют не горючие вещества и материалы раскаленные или расплавленные;

Д) Пожароопасные – в производстве применяют не горючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Участок механической обработки детали картер ДОМ автомобиля «Урал» относится к категории Д.

Основными причинами пожарами может являться:

- 1) Неисправность эл. оборудования;
- 2) Нарушение правил техники безопасности;
- 3) Человеческий фактор.

Противопожарные мероприятия:

1) До начала работы проверять оборудование, и убедиться в его исправности;

2) Содержать в чистоте и исправности рабочее место, не допускать его загромождения;

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101





действующих правил пожарной безопасности с учетом степени пожарной опасности технологического процесса производства.

Все поступающие на работу проходят инструктаж, по правилам пожарной безопасности действующий на предприятии, правилам пользования средствами пожаротушения и пожарной сигнализацией.

Действия персонала в случае пожара:

1) Работник, обнаруживший пожар или возгорание, должен немедленно сообщить об этом в пожарную аварийно-спасательную службу; приступить к тушению очага пожара имеющимися на рабочем месте средствами пожаротушения; вызвать к месту пожара непосредственного руководителя;

2) Обеспечить эвакуацию людей из помещения, где возник пожар;

3) Организовать отключение электроэнергии, остановку транспортирующих устройств, аппаратов, перекрытие газовых коммуникаций, остановку системы вентиляции;

4) В случае угрозы для жизни людей организовать мероприятия по их спасению, используя для этого все имеющиеся силы и средства.

#### 5.4 Вентиляция

Вентиляция – воздухообмен, суть которой заключается в удалении загрязненного воздуха из рабочего помещения и подаче свежего воздуха вместо него.

Вентиляция бывает двух видов: приточная (служит для подачи чистого воздуха в помещение), вытяжная (служит для удаления загрязненного воздуха из помещения). По способу действия: естественная и механическая.

Естественная вентиляция проста и экономична, но имеет недостатки: применяется на производстве с небольшими выделениями вредных веществ, воздух поступающий на производство не обрабатывается. Механическая вентиляция устраняет все недостатки естественной вентиляции.

На участке изготовления детали картер «ДОМ», используется

										Лист
										103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ					

прямоугольная аэрация, работающая за счет разности температур воздуха в помещении и на улице. Створки регулируются при помощи механического управления.

Механическая вентиляция делится на два вида: общеобменная (воздух охватывает все помещение) и местная (обмен воздуха на отдельном участке). Общеобменная вентиляция бывает трех видов: приточная, вытяжная и приточно-вытяжная.

На моечной операции, используется местная механическая вентиляция – механический отсос. Воздух, который удаляется из зоны мойки, необходимо выбрасывать в атмосферу выше уровня аэродинамической тени, создаваемой зданиями.

Подача общеобменного приточного воздуха не должна нарушать работу местных отсосов.

### 5.5 Несчастный случай

Несчастный случай – событие в результате, которого застрахованный работник получит увечье или иное повреждение здоровья (вплоть до летального исхода).

Причины несчастного случая:

- 1) Организационная – отсутствие обучение по разделам охраны труда;
- 2) Техническая – неисправность оборудования, неправильный выбор режущего инструмента, вспомогательное инструмента и оснастки, неправильно осуществляется транспортировка;
- 3) Санитарно-гигиеническая – недостаток освещенности, загазованность помещения, запыленность и т.д.;
- 4) Психофизиологические – повышенная напряженность труда, высокая утомляемость, пониженная внимательность;
- 5) Личностное – влияние человеческого фактора

Несчастный случай бывает:

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

1) в быту;

2) связанный с трудовой деятельностью:

2.1) на производстве:

2.1.1) на транспорте, предусмотренном предприятием;

2.1.2) при выполнении трудовых обязательств: на рабочем месте, вблизи рабочего места, связанных с производством случившихся на территории предприятия, компании

2.2) вне производства:

2.2.1) по пути на работу или с работы;

2.2.2) при выполнении государственных или общественных работ

2.2.3) при выполнении заданий профсоюза или общественной организации;

2.2.4) при выполнении гражданского долга, спасении жизни людей;

2.2.5) при выполнении функции донора.

По тяжести несчастные случаи подразделяют на три вида:

1) Легкая – потеря трудоспособности до трех месяцев;

2) Средняя – потеря трудоспособности от трех до шести месяцев;

3) Тяжелая – потеря трудоспособности сроком более шести месяцев или летальный исход.

Мероприятия по расследованию несчастного случая:

1) Пострадавший или очевидец несчастного случая в течении смены обязан сообщить непосредственному руководителю о несчастном случае;

2) Очевидцы должны оказать первую медицинскую помощь пострадавшему;

3) Место, где произошел несчастный случай, должно оставаться без изменений (по возможности);

4) Комиссия по расследованию несчастного случая составляет акты:

А) при легкой и средней тяжести несчастного случая в состав комиссии входят три человека (непосредственный руководитель, инспектор по охране труда, представитель профсоюза), эта комиссия в течении трех суток составляет акт по форме Н-1, он составляется в трех экземплярах и хранится 45 лет;

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Б) при тяжелых и групповых несчастных случаях (когда пострадавших два и более человек), в состав комиссии, кроме трех вышеперечисленных человек, входит представитель прокуратуры и составляется акт по форме Н-2, составляется в трех экземплярах и хранится 45 лет.

Виды инструктажей, необходимые для проведения на предприятии:

- 1) вводный инструктаж;
- 2) первичный инструктаж (на рабочем месте непосредственным руководителем, заводится контрольный лист инструктажа);
- 3) повторный инструктаж (1 раз в три месяца, проводит руководитель, делается запись в контрольном листе);
- 4) Внеплановый инструктаж (проводится для сотрудников, если произошел несчастный случай);
- 5) Наряд-допуск (если работник посылается на опасные работы).

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача, поставленная на дипломное проектирование, выполнена.

Дипломный проект представляет вариант механической обработки детали картер дополнительного отбора мощности автомобиля «Урал», который удовлетворяет требованиям по точности, заданным на чертеже детали. В проектном варианте достигается снижение себестоимости детали и уменьшение затрат труда на ее изготовление, за счет снижения времени занятости рабочего, повышения гибкости участка и повышения коэффициента загрузки оборудования.

Применяется современное оборудование, под данное оборудование спроектирован вспомогательный инструмент и станочное приспособление для двух позиций технологического процесса.

Для контроля параметров точности, было спроектировано контрольное приспособление.

Рассчитан и спроектирован участок механической обработки детали картер ДОМ приспособленный к изменчивым условия производства, изложено описание промышленного здания.

Рассмотрен раздел автоматизации, выполнена 3D модель одного станочного приспособления на второй позиции 005 операции. Выполнена визуализация механической обработки детали в программе Feature Cam. Технологический процесс был разработан программой автоматизированного проектирования «Вертикаль».

В разделе безопасности жизнедеятельности расписаны основные моменты микроклимата, освещения, вентиляции, пожарной безопасности и несчастные случаи при работе.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заготовки в машиностроении: Учебное пособие к курсовому проекту / Миков Ю.Г., Балинский С.В. – Челябинск: Изд.ЮУрГУ, 199.-37с.
2. Миков Ю.Г. / Размерный анализ технологических процессов механической обработки: учебное пособие для самостоятельной работы . – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 96 с.
3. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, Т.М.Барсукова, Л.Н.Бухаркин и др.; Под ред. А.М.Дальского. – 5-е изд., исправленное. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с., ил.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1985. 495 с., ил.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г.Бойм и др.; Под общ. ред. А.А.Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 2004. – 784 с.: ил.
6. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных работ с числовым программным управлением: Справочник. 2-е изд. / Под ред. В.И.Гузеева. М.:Машиностроение, 2007. 368 с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1974, 421 с. (ЦБПНТ при НИИТруда)
8. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т.3. – 9-е изд., перераб. и доп. / Анурьев В.И., под ред. И.Н.Жестковой. – М.: Машиностроение, 2006. – 928 с.
9. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие. – 3-е изд., стер. / Блюменштейн В.Ю., Клепцов А.А. – СПб: Издательство «Лань», 2014. – 224 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

10. Зубарев Ю.М. / Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 3320 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).

11. Технология машиностроения: Методические указания по курсовому проектированию; Ю.Г.Миков, С.Г.Чиненов; Челябинск: ЧГТУ, 1996. – 46 с.

12. Балла О.М. / Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 368 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).

13. Технология машиностроения: в 2 т. Т.2. Производство машин: Учебник для вузов / В.М.Бурцев, А.С.Васильев, О.М.Деев и др.; Под ред. Г.Н.Мельникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 640 с., ил.

14. Проектирование машиностроительных производств (механические цеха): Учебное пособие / В.М.Балашов, В.В.Мешков, А.Г.Схиртладзе, В.П.Борискин. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 200 с.

15. Проектирование участков и цехов машиностроительных производств / А.Г.Схиртладзе, В.П.Вороненко, В.В.Морозов и др.; под ред. В.В.Морозова. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 452 с.

16. Кучина О.Б. / Проектирование машиностроительного производства: учебное пособие к практическим занятиям / под.ред. Ю.Г.Микова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 63 с.

17. Металлорежущий инструмент KORLOY 2014-2015

18. Вращающийся инструмент Sandvik Coromant 2012

19. СТО ЮУрГУ 04-2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

					15.03.05.2017.627.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109