

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления ступицы болида
«Формула студент»

Студент	<u>Е.В. Бородина</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2020

Аннотация

Название выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления ступицы болида «Формула Студент». Целью данной работы является разработать технологический процесс с минимальными затратами.

Проектирование производится на основе анализа имеющихся данных и типа производства в несколько этапов. На первом этапе нужно определить наиболее выгодный способ получения заготовки. На втором этапе нужно разработать технологию изготовления. Третий этап посвящен расчету и выбору силового привода и режущего инструмента с дальнейшим проектированием. Последние 2 раздела посвящены безопасности и экономической эффективности проекта.

Данная работа состоит из пояснительной записки на 70 стр., введения на 2 стр., включая 8 рисунков, 16 таблиц, списка 20 источников, в том числе 5 источников на иностранном языке и 3 приложений на 17 стр., и чертежей:

- детали на формате А3;
- заготовки на формате А3;
- плана обработки на 2 листах формата А1;
- технологической наладки на 2 листах А1;
- трехкулачкового самоцентрирующегося патрона на формате А1;
- режущего инструмента на формате А2.

В приложении представлены спецификация к сборочному чертежу, маршрутная карта, а так же операционная, которая включает в себя 11 эскизов. Особое внимание уделяется расчетам, необходимым для создания чертежей, все формулы представлены и теоретически описаны для полной картины стоимости, актуальности и эффективности проекта.

Abstract

The title of the graduation work is Technological process of manufacturing the hub of the car "Formula Student". The aim of the work is develop a technological process with minimal costs.

The design is based on the analysis of available data and the type of production in several stages. At the first stage, you need to determine the most profitable way to get the billet. At the second stage, you need to develop the manufacturing technology. The third stage is devoted to the calculation and selection of the power drive and cutting tool with further design. The last 2 sections are dedicated to the safety and cost-effectiveness of the project.

The graduation work consists of an explanatory note on 70 pages, introduction, including 2 figures, 16 tables, the list of 8 references including 20 foreign sources and 3 appendices, and the graphic part:

- details in A3 format;
- blanks in A3 format;
- processing plan on 2 sheets of A1 format;
- three-Cam self-centering cartridge in A1 format;
- cutting tool in A2 format.

The appendices present the specification for the Assembly drawing, the route map, and the operating system, which includes 11 sketches. Much attention is given to the calculations necessary to create drawings, all formulas are presented and theoretically described for a complete picture of the cost, relevance and effectiveness of the project.

Содержание

Введение	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Назначение детали	7
1.2 Систематизация поверхностей	7
1.3 Анализ технологичности	8
1.4 Задачи работы	9
2 Технологическая часть работы	10
2.1 Определение типа производства	10
2.2 Выбор метода получения заготовки	11
2.2.1 Определение затрат на литье в песчаные формы..	11
2.2.2 Определение затрат на прокатку	12
2.2.3 Определение коэффициента использования материала заготовки	13
2.2.4 Определение стоимости механической обработки.	13
2.2.5 Расчет технологической себестоимости изготовления детали	13
2.3 Разработка ТП изготовления детали	14
2.4 Выбор средств технического назначения	15
2.5 Расчет режимов резания	17
2.5.1 Теоретические сведения	17
2.5.2 Расчет скорости резания при точении	20
2.5.3 Расчет скорости резания при сверлении	22
2.5.4 Расчет скорости при фрезеровании торцевой фрезой	23
2.5.4 Расчет мощности	23
2.6 Нормирование технологического процесса	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	26
3.1 Проектирование приспособления	26

3.1.1	Исходные данные	26
3.1.2	Подсчет сил резания	27
3.1.3	Расчет усилия зажима	28
3.1.4	Подсчет силового привода	32
3.1.5	Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении.....	33
3.1.6	Описание конструкции и работы приспособления.	34
3.2	Проектирование режущего инструмента	35
4	Безопасность и экологичность технического проекта.....	37
4.1	Конструктивно- и организационно-техническая характеристика рассматриваемого объекта	37
4.2	Идентификация профессиональных рисков	38
4.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	41
4.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .	43
4.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта	45
4.6	Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	47
5	Экономическая эффективность проекта	48
	Заключение	51
	Список используемой литературы	53
	ПРИЛОЖЕНИЕ А Маршрутная карта	56
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Операционная карта	58
	ПРИЛОЖЕНИЕ В Спецификация к сборочному чертежу	74

Введение

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления ступицы болида «Формула Студент» требуемого качества с оптимальными затратами на производство.

Отрасль машиностроения в современном мире играет немало важную роль. Эта отрасль имеет огромное количество направлений, мы каждый день пользуемся результатами работы инженеров и ученых, которые совершенствовали свои знания и добивались успеха в своем деле. Актуальность развития этой сферы неоспорима, прогресс не стоит на месте, а значит и машиностроение развивается, изобретают все более новые и совершенные инструменты, оборудование и приспособление. Все средства передвижения имеют к этому непосредственное отношение, как и болид «Формула Студент». Он является результатом командной работы студентов, будущих инженеров в отрасли машиностроения. Детали, применяемые в нем, являются единичными и изготавливаются студентами специально для данного болида и конкретных условий работы. В данной работе будет затрагиваться только один узел, а точнее деталь, которая является частью рулевой системы, это ступица.

Работа представляет собой технологический процесс изготовления ступицы болида «Формула Студент». Она включает в себя проектирование заготовки, разработку маршрута, плана изготовления, а так же чертежи наладок, приспособления и режущего инструмента. В написании данной работы опора идет не только на базовые знания и типовые технологические процессы, но и на современные оборудование и возможности. Выбор средств технологического оснащения выполнен с учетом актуальности, учитывались такие критерии, как универсальность наладочного приспособления и оборудования, наличие револьверной головки, которая позволяет выполнить

несколько переходов, сохраняя базирование, а так же стойкость инструмента, его универсальность и возможность смены режущих пластин.

1 Описание исходных данных

1.1 Назначение детали

Ступица болида «Формула Студент» предназначена для передачи крутящего момента, быстрой замены и крепления колеса, служит рулевому механизму одной из главных частей, оказывающих существенное влияние на качество работы. Материал, допуски формы и размеров выбираются исходя из эксплуатационных требований, все это указано на основном чертеже.

Материал детали - Сталь 10 ГОСТ 1050-88, твердость которой по Бринеллю составляет 150 МПа. В составе стали преобладает железо 98%, а содержание углерода 0,07-0,14%, кремния 0,17-0,37%, марганца 0,35-0,65%, хрома не более 0,15%, серы 0,04%, фосфора 0,04%, меди и никеля по 0,25%, мышьяка до 0,08%.

1.2 Систематизация поверхностей

Служебное назначение поверхностей необходимо выполнить для выявления наиболее ответственных, пользуясь источниками [10],[19].
Нумерация поверхностей представлена на рисунке 1:

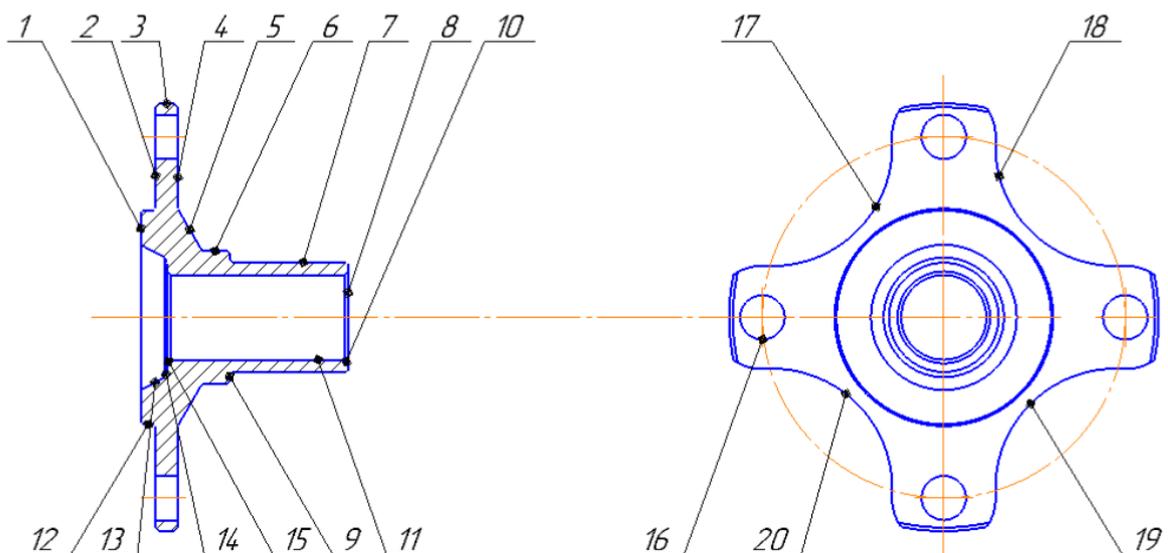


Рисунок 1 - Нумерация поверхностей

Изучив рисунок 1, можно сделать вывод, что основными конструкторскими базами являются 1 и 7, вспомогательными – 2,3,4,6,8,9, исполнительными – 16,11, а оставшиеся будут свободными.

1.3 Анализ технологичности

Сталь, из которой изготавливается ступица, хорошо поддается обработке, что расширяет выбор инструментов и снижает их себестоимость. Конфигурация данной детали обеспечивает удобный подвод и вывод инструмента, базирование заготовки не вызовет затруднений, соблюдая при этом основные принципы базирования. Это позволяет без труда подобрать универсальные инструменты со стандартными сечениями. Конструкция позволяет использовать типовые методы обработки. Обработку наружных поверхностей можно провести путем точения проходными резцами, а внутреннее отверстие обработать сверлами и зенкером.

Проведенный анализ говорит о том, что ступица болида «Формула Студент» может считаться технологичной.

1.4 Задачи работы

Для достижения ранее сформулированной во введении цели нужно выполнить ряд задач, правильное формулирование задач помогает понять последовательность действий и объём предстоящей работы, именно с их помощью работа делится на части, которые одна за другой воплощаются в жизнь. Получается, чтобы достичь поставленной цели необходимо:

- изучить исходные данные;
- определить тип производства;
- выбрать наиболее подходящий метод получения заготовки;
- составить маршрут обработки получения требуемой детали;
- выбрать необходимые приспособления и инструменты;
- произвести все необходимые расчеты;
- спроектировать чертежи для получения детали, учитывая все требования задаваемые чертежом;
- определить экономическую эффективность проекта.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Первым действием в определении типа производства будет изучение исходных данных: годовой программы выпуска и массы детали, которые соответственно равны 10 штук и 0,48 кг.

Для дальнейшего определения обратим внимание на таблицу 1:

Таблица 1 – Определение типа производства

Масса детали, кг	Годовая программа выпуска, шт				
	Единичное	Мелко-Серийное	Средне-Серийное	Крупно-Серийное	Массовое
до 10	До 100	100-500	500-5000	5000-50000	св. 50000
10-100	До 10	10-200	200-500	500-5000	св. 5000
более 100	До 5	5-100	100-300	300-1000	св. 1000

Изучив представленные данные и источники [9],[17], получаем единичное производство. Характеристики единичного производства: групповая форма организации техпроцесса; отсутствие заранее обусловленной повторяемости изделий; типовые техпроцессы; заготовки преимущественно получают методами прокатки, литья, свободнойковки; припуски определяются по таблицам; оборудование и оснастка должны быть универсальными, так же в мелкосерийном производстве возможно применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ); загрузка деталей не имеет закономерности; нет необходимости настраивать оборудование, так как работа производится путем пробных ходов и промеров; нормирование укрупненное; квалификация рабочих высокая.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Конфигурация детали говорит нам о том, что удобнее было бы получать ее методом литья в землю. Но учитывая тип производства и требование выбрать наиболее дешевый метод, получаем, что для целесообразности выбора нужно сравнить способы получения заготовки, используя источники [2],[4],[8].

Сравним 2 способа получения заготовки:

- литье в песчаные формы,
- прокат.

2.2.1 Определение затрат на литье в песчаные формы

Стоимость получения заготовки методом литья определяется по формуле (1) :

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_{\text{т}} \cdot h_{\text{в}} \cdot h_{\text{м}} \cdot h_{\text{п}} \cdot h_{\text{с}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{от}}$ – стоимость одного килограмма литой заготовки, равная 66,5 р.;

$h_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий точность отливки, равный 1;

$h_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий массу отливки, равный 1,07;

$h_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий марку материала, равный 1,21;

$h_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, равный 1;

$h_{\text{с}}$ – коэффициент, учитывающий групп сложности, равный 1.

Получаем:

$$C_{\text{заг}} = 66,51 \cdot 1 \cdot 1,07 \cdot 1,21 \cdot 1 \cdot 1 = 86,11 \text{ руб./кг.}$$

Литье в песчаные формы обойдется в 86,11 руб./кг.

2.2.2 Определение затрат на прокатку

Для заготовки, которую получают прокатом, стоимость узнают по формуле (2) с учетом стоимость проката требуемого на изготовление детали:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\text{ф}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{пр}}$ – затраты на 1 кг заготовки из проката, равные 18,76 руб.;

$h_{\text{ф}}$ – коэффициент, зависящий от формы металлопроката, равный 1.

Получаем:

$$C_{\text{заг}} = 18,76 \cdot 1 = 18,76 \text{ руб./кг.}$$

Заготовка из проката выйдет в 18,76 руб./кг.

2.2.3 Определение коэффициента использования материала заготовки

При экономическом обосновании учитывают коэффициент применения материала для его определения, воспользуемся формулой (3):

$$k_{\text{им}} = \frac{q}{Q}, \quad (3)$$

где q и Q – массы детали и заготовки соответственно.

При расчете учитываем, что масса детали одинаковая для обоих вариантов получения заготовок, равная 0,48 кг, а вот масса заготовки отличается, т.е. масса отливки равна 1,18 кг, а масса проката 5,03 кг.

Получаем:

$$k_{\text{им.лит}} = \frac{0,48}{1,18} = 0,407,$$

$$k_{\text{им.пр}} = \frac{0,48}{5,03} = 0,095.$$

Коэффициенты использования материала для дальнейших расчетов получены.

2.2.4 Определение стоимости механической обработки

Для определения затрат на механическую обработку, воспользуемся формулой (4):

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (4)$$

где C_c – нынешние траты на 1 кг срезанной стружки, руб./кг;

C_k – капитальные траты на 1 кг стружки, руб./кг;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,1.

Получаем:

$$C_{\text{мех}} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,035 \text{ руб./кг.}$$

Стоимость механической обработки составила 6,04 руб./кг.

2.2.5 Расчет технологической себестоимости изготовления детали

Технологическая себестоимость детали определяется по формуле (5):

$$C_T = \frac{q}{k_{\text{им}}} \cdot (C_{\text{заг}} + (C_{\text{мех}} - C_{\text{отх}}) \cdot (1 - k_{\text{им}})), \quad (5)$$

где $C_{\text{заг}}$ – стоимость 1 кг заготовки, руб./кг;

$C_{\text{мех}}$ – стоимость механической обработки на 1 кг срезанной стружки, руб./кг;

$C_{\text{отх}}$ – стоимость 1 кг отходов, руб./кг.

Используя рассчитанные выше данные, получаем:

$$C_{\text{Тпрокат}} = \frac{0,48}{0,095} \cdot (18,76 + (6,035 - 1,4) \cdot (1 - 0,095)) = 115,98 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{Тлитье}} = \frac{0,48}{0,407} \cdot (86,11 + (6,035 - 1,4) \cdot (1 - 0,407)) = 104,8 \text{ руб.}$$

Сравнивая полученные данные, делаем вывод, что литье в песчаные формы дешевле, а значит экономически выгоднее, чем прокат.

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Необходимо разработать маршрут изготовления детали, используя источники [11],[12], [14],[15] и [20], учитывая количество деталей, основную часть работы производим на одном станке, более подробно маршрут представлен в таблице 2:

Таблица 2 – Маршрут изготовления ступицы болида

Номер операции	Название операции	Квалитет	Шероховатость
000	Заготовительная		
010	Токарно-фрезерная		
Установ А	Переход 1. Точение черновое	12	Ra 12,5
	Переход 2. Точение чистовое	9	Ra 3,2
	Переход 3. Точение тонкое	7	Ra 2,5
	Переход 4. Сверление	9	Ra 3,2
	Переход 5. Рассверливание	9	Ra 3,2
	Переход 6. Зенкерование	7	Ra 3,2
Установ Б	Переход 1. Точение черновое	12	Ra 12,5
	Переход 2. Точение чистовое	9	Ra 3,2
	Переход 3. Растачивание	12	Ra 12,5
	Переход 4. Сверление 4 отверстий	9	Ra 3,2
	Переход 5. Фрезерование контура	12	Ra 12,5
020	Термическая (Закалка, отпуск, НВ 230...240)		
030	Шлифовальная	6	Ra 1,6
040	Моечная		
050	Контрольная		

Маршрут изготовления является базовой частью разработки плана изготовления. Важно уделить особое внимание схеме базирования, придерживаясь принципа постоянства баз, чтобы сохранить проектную операционную точность.

2.4 Выбор средств технического оснащения

Средства технологического оснащения приведены ниже в таблице 3:

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Инструмент контроля
010 Установ А Переход 1	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец проходной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ А Переход 2	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец проходной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ А Переход 3	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец проходной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ А Переход 4	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Сверло Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ А Переход 5	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Сверло Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ А Переход 6	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Зенкер Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Инструмент контроля
010 Установ Б Переход 1	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец проходной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ Б Переход 2	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец проходной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ Б Переход 3	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Резец расточной Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ Б Переход 4	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Сверло Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
010 Установ Б Переход 5	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Патрон трехкулачковый токарный самоцентрирующий KFD-HS 160	Торцевая фреза Sandvik с сменными пластинами	Штангенциркуль ШЦ-П
020 Термическая				
030	Круглошлифовальный станок Spitzen SUG-50A	Патрон самоцентрирующий трехкулачковый	Круг шлифовальный для SUG-50A	Микрометр
040 Моечная				
050 Контрольная				

Выбор средств технологического оснащения выполнялся с учетом единичного производства и требований детали. Выбранный станок оснащен револьверной головкой с 12 позициями для крепления инструментов и 2 шпинделями, что позволяет выполнить основную часть обработки на одном переходе.

2.5 Расчет режимов резания

2.5.1 Теоретические сведения

Для операций, на которых производят точение деталей, скорость резания определяется по формуле (6):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (6)$$

где C_V – базовая величина, учитывающая условий обработки;

T – время работы одной пластины, мин;

t – припуск на обработку, мм;

S – подача, мм/об;

m, x, y – степени, определяемые по таблицам;

K_V – коэффициент, который учитывает условия обработки, определяют по формуле (7):

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (7)$$

где K_{MV} – коэффициент, который зависит от состояния материала, рассчитывается по формуле (8);

$K_{ПV}$ – коэффициент, который зависит от состояния поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, который учитывает инструментальный материал.

$$K_{MV} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, \quad (8)$$

где K_r – коэффициент, зависящий от обрабатываемости стали;

n_v – показатель степени, учитывающий вид обработки.

Скорость резания при сверлении определяется по формуле (9), а при рассверливании и зенкерования по (10):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m.сy}} \cdot K_V, \quad (9)$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m.tx.сy}} \cdot K_V, \quad (10)$$

где D – диаметр сверления, мм;

K_V – поправочный коэффициента, рассчитывается по формуле (11):

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (11)$$

где K_{IV} – коэффициент учитывающий глубину сверления.

Скорость резания для обработки поверхностей торцевой фрезой рассчитывается по формуле (12):

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m.tx.S_z y.Bu.zp}} \cdot K_V, \quad (12)$$

где S_z – подача на один зуб, мм/об;

B – ширина фрезерования, мм;

z – количество зубьев, шт;

K_V – поправочный коэффициент, учитывающий условия возникающие во время обработки, считается по формуле (11).

Частота вращения шпинделя для всех операций рассчитывается по одной формуле (13):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (13)$$

Сила резания и мощность для операций точения можно определить, воспользовавшись формулами (14) и (15) соответственно:

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p, \quad (14)$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (15)$$

где C_p – постоянная, которая учитывает конкретные условия работы;

K_p – коэффициент, который учитывает состояние материала;

x, y, n – показатели степени, которые определяют для конкретных условий обработки.

Крутящий момент и мощность при сверлении, зенкерование и рассверливании рассчитывается по формулам (16) и (17) соответственно:

$$M_{кр} = 10C_m t^x S^y D^q K_p, \quad (16)$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}. \quad (17)$$

Сила резания и мощность при фрезеровании рассчитывается по формулам (18) и (19) соответственно:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w}, \quad (18)$$

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (19)$$

Дальнейший расчет будет производиться используя данные в разделе формулы.

2.5.2 Расчет скорости резания при точении

Таблица 4 – Исходные данные при точении

Исходные данные	C_V	m	x	y	$K_{ПВ}$	$K_{ИВ}$	K_r	n_v	D , мм	t , мм	S , мм/об	T , мин
Установ А												
1 Черновое	350	0,18	0,3	0,15	0,85	1	1	-1	30	1,2	0,9	30
2 Чистовое			0,15	0,3						0,5	0,2	
3 Тонкое										0,05	0,12	
Установ Б												
1 Черновое	350	0,18	0,3	0,15	0,85	1	1	-1	58,25	1,075	0,9	30
2 Чистовое			0,15	0,3					0,125	0,2		
3 Растачивание черновое			0,3	0,15					30	1,1	0,5	

Поправочный коэффициент рассчитывается по формулам (7) и (8) для операций точении они будут одинаковыми:

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{-1} = 0,6,$$

$$K_V = 0,6 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,51.$$

Произведем расчет скорости и частоты по формулам (6) и (13):

Установ А переход 1:

$$V = \frac{350}{30^{0,18} \cdot 1,2^{0,3} \cdot 0,9^{0,15}} \cdot 0,51 = 93 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 93}{\pi \cdot 30} = 987 \text{ об/мин.}$$

Установ А переход 2:

$$V = \frac{350}{30^{0,18} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,3}} \cdot 0,51 = 124 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 124}{\pi \cdot 30} = 1318 \text{ об/мин.}$$

Установ А переход 3:

Скорость резания при тонком точении табличная величина, для наших условий работы равна 250 м/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot 250}{\pi \cdot 30} = 2653 \text{ об/мин.}$$

Установ Б переход 1:

$$V = \frac{350}{30^{0,18} \cdot 1,075^{0,3} \cdot 0,9^{0,15}} \cdot 0,51 = 93 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 93}{\pi \cdot 58,25} = 508 \text{ об/мин.}$$

Установ Б переход 2:

$$V = \frac{350}{30^{0,18} \cdot 0,125^{0,15} \cdot 0,2^{0,3}} \cdot 0,51 = 128 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 128}{\pi \cdot 58,25} = 713 \text{ об/мин.}$$

Установ Б переход 3:

$$V = \frac{350}{30^{0,18} \cdot 1,1^{0,15} \cdot 0,3^{0,3}} \cdot 0,51 = 121 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 121}{\pi \cdot 30} = 1091 \text{ об/мин.}$$

Расчеты скорости резания и частоты вращения шпинделя при точении проведены.

2.5.3 Расчет скорости резания при сверлении

Таблица 5 – Исходные данные для сверления

№перехода	C_V	m	x	y	q	K_{Mv}	K_{IV}	K_I	D , мм	t , мм	S , мм/об	T , мин
Установ А												
4. Сверление	9,8	0,2	–	0,5	0,4	0,6	1	0,75	12	6	0,32	20
5. Рассверливание	16,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,6	1	1	22	5	0,6	25
6. Зенкерование	16,3	0,3	0,2	0,5	0,3	0,6	1	1	23	0,5	0,8	40
Установ Б												
4. Сверление	9,8	0,2	–	0,5	0,4	0,6	1	1	12	6	0,2	20

Произведем расчеты по формулам (9), (10), (11) и (13).

Установ А переход 4 и установ Б переход 4 имеют одинаковые данные, а значит оба равны:

$$K_V = 0,6 \cdot 0,75 \cdot 1 = 0,45$$

$$V = \frac{9,8 \cdot 12^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 0,45 = 40 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 12} = 1061 \text{ об/мин.}$$

Установ А переход 5:

$$K_V = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6,$$

$$V = \frac{16,2 \cdot 22^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 0,6 = 50 \text{ м/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{\pi \cdot 22} = 724 \text{ об/мин.}$$

Установ А переход 6:

$$K_V = 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6,$$

$$V = \frac{16,2 \cdot 22^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 0,6 = 48 \text{ м/мин},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 48}{\pi \cdot 23} = 664 \text{ об/мин}.$$

Расчеты скорости резания и частоты вращения шпинделя при сверлении и зенкерованиях проведены.

2.5.4 Расчет скорости при фрезеровании торцевой фрезой

Исходные данные:

$C_V=332$; $m=0,2$; $x=0,1$; $q=0,2$; $y=0,4$; $u=0,2$; $p=0$; $t=2$ мм; $S_z=0,12$ мм/об; $z=5$; $T=120$ мин; $B=26,8$ мм; $D=50,8$ мм; $K_V=1$.

Производим расчет по формулам (12) и (13):

$$V = \frac{332 \cdot 50,8^{0,2}}{120^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,12^{0,4} \cdot 26,8^{0,2} \cdot 5^0} \cdot 1 = 314 \text{ м/мин},$$

$$n = \frac{1000 \cdot 314}{\pi \cdot 26,8} = 1968 \text{ об/мин}.$$

Расчеты скорости резания и частоты вращения шпинделя при фрезеровании проведены.

2.5.4 Расчет мощности

Исходные данные :

При точении для P_z : $C_p = 384$; $x = 0,9$; $y = 0,9$; $n = -0,15$.

При сверлении для $M_{кр}$: $C_m = 0,0345$; $y = 0,8$; $q = 2$.

При рассверливании для $M_{кр}$: $C_m = 0,9$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $q = 1$.

При фрезеровании для P_z : $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $n = 0,2$.

Расчет проводится по формулам (14) - (19), полученные данные внесены в таблицу б:

Таблица 6 – Расчёт мощности и силы резания

Номер операции	$P_z; M_{кр}, Н$	$N_{расч}, кВт$	$N_{станка}, кВт$
010 Установ А Переход 1	1374	2,25	4
010 Установ А Переход 2	140	0,3	4
010 Установ А Переход 3	126	0,5	4
010 Установ А Переход 4	0,8	0,1	4
010 Установ А Переход 5	34	2,5	4
010 Установ А Переход 6	5,5	0,4	4
010 Установ Б Переход 1	1087	2,2	4
010 Установ Б Переход 2	33	0,4	4
010 Установ Б Переход 3	767	0,5	4
010 Установ Б Переход 4	0,8	0,1	4
010 Установ Б Переход 5	292	1,5	4

По полученным данным можно сделать вывод, что мощности станка достаточно для выполнения всех операций.

2.6 Нормирование технологического процесса

Нормирование операций заключается в определении основного и вспомогательного времени обработки на операции, а определяется по формуле (20):

$$T_{шт} = T_o + T_b \quad (20)$$

где T_o и T_b – основное и вспомогательное время, мин;

Расчет проводим по методу [15], полученные данные в таблице 7 :

Таблица 7 – Нормирование операции 010

Номер перехода	V, м/мин	T _о , мин	T _{шт} , мин
Установ А			3,582
Переход 1	93	0,136	
Переход 2	124	0,073	
Переход 3	250	0,085	
Переход 4	40	0,163	
Переход 5	76	0,086	
Переход 6	48	0,086	
Установ Б			
Переход 1	93	0,07	
Переход 2	128	0,103	
Переход 3	121	0,05	
Переход 4	42	0,108	
Переход 5	314	0,161	

Нормирование показало, что на обработку детали затрачивается 3,582 мин., при этом общее время на операции 010, токарно-фрезерной, составило 1,121 мин. А остальное время занимает вспомогательное, состоящее из времени на закрепление заготовки в патрон, установку и замену инструмента, измерение, запуск программы, обслуживание и отдых.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование приспособления

3.1.1 Исходные данные

Заготовка литая, сталь и ее характеристики были использованы в соответствующих разделах ранее. А в этом разделе расчет будет производиться для чернового точения по методу [6], [9], [18], где материал резца Т15К6, а геометрия резца: $\varphi^0 = 95^0$; $\gamma^0 = 0^0$; $\lambda^0 = 0^0$.

Режимы резания: $t = 1,2$ мм, $S = 0,9$ мм/об, $V = 100$ м/мин.

Базирование детали представлено на рисунке 2:

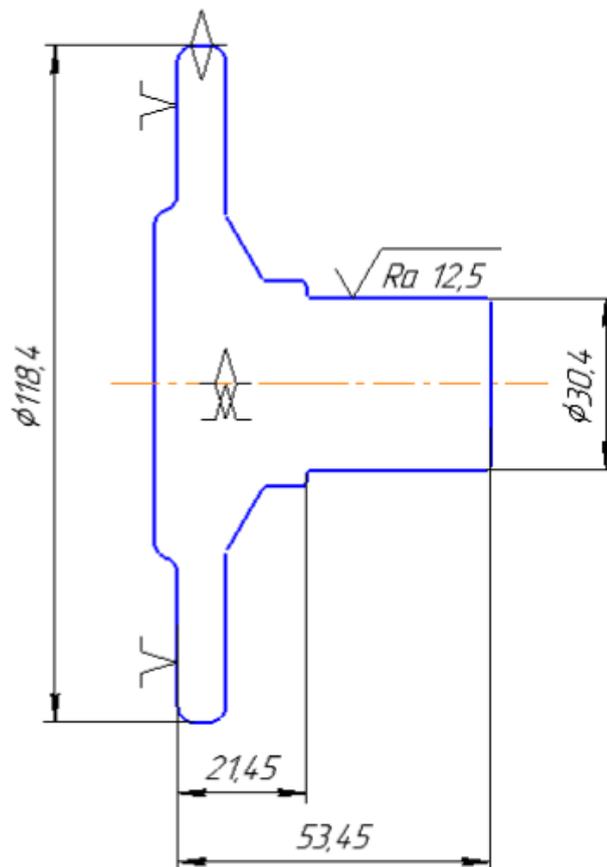


Рисунок 2 – Эскиз и схема базирования детали

Тип приспособления – одноместное универсальное наладочное со сменными кулачками.

3.1.2 Подсчет сил резания

Для определения сил резания P_z, P_y воспользуемся представленной ранее формулой (14).

Для проходного резца со сменными платинами при обработке стали следующие данные будут равны:

для P_z : $C_p = 384$; $x = 0,9$, $y = 0,9$; $n = -0,15$;

для P_y : $C_p = 355$, $x = 0,6$, $y = 0,8$, $n = -0,3$.

Поправочный коэффициент K_p рассчитывается по формуле (21):

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p}, \quad (21)$$

где K_{mp} – коэффициент, который учитывает зависимость качества обрабатываемого материала от силовых зависимостей, рассчитывается по формуле (22);

$K_{\varphi p}$ – коэффициент, предусматривающий угол в плане резца;

$K_{\gamma p}$ – коэффициент, который учитывает передний угол резца;

$K_{\lambda p}$ – коэффициент, который учитывает угол уклона плоскости режущей кромки.

$$K_{mp} = (750^{-1} \cdot \sigma_B)^{0,75}, \quad (22)$$

Получаем:

$$K_{mp} = \left(\frac{450}{750}\right)^{0,75} = 0,68.$$

Остальные коэффициенты равны:

для P_z : $K_{\varphi pz} = 0,89$; $K_{\gamma pz} = 1,1$; $K_{\lambda pz} = 1$.

для P_y : $K_{\varphi py} = 0,5$; $K_{\gamma py} = 1,4$; $K_{\lambda py} = 1$.

Подставив необходимые данные в формулы (14) и (21), получаем:

$$K_{pz} = \left(\frac{450}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,666,$$

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 1,2^{0,9} \cdot 0,9^{0,9} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,666 = 1374 \text{ Н},$$

$$K_{py} = \left(\frac{450}{750}\right)^{0,75} \cdot 0,5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 0,476,$$

$$P_y = 10 \cdot 355 \cdot 1,2^{0,6} \cdot 0,9^{0,8} \cdot 100^{-0,3} \cdot 0,476 = 435 \text{ Н}.$$

По полученным данным видно, что сила резания P_z больше, а значит можно предположить, что усилие зажима будет выше с учетом этой составляющей.

3.1.3 Расчет усилия зажима

Обработка материала режущим инструментом – это процесс вырывания частиц из основного материала. Этот процесс не может проходить без приложения внешних сил, первой и основной является сила резания, которая действует на заготовку так, что вырывает ее из захвата кулачков. Но это недопустимо, поэтому существует и ей противодействующая сила зажима кулачков. Чтобы достичь равновесия, необходимо определить усилие достаточное для удержания заготовки во время ее обработки.

В процессе выполнения расчетов будет определена схема крепления заготовки, соответствующую поставленному заданию

Пример крепления заготовки на рисунке 3:

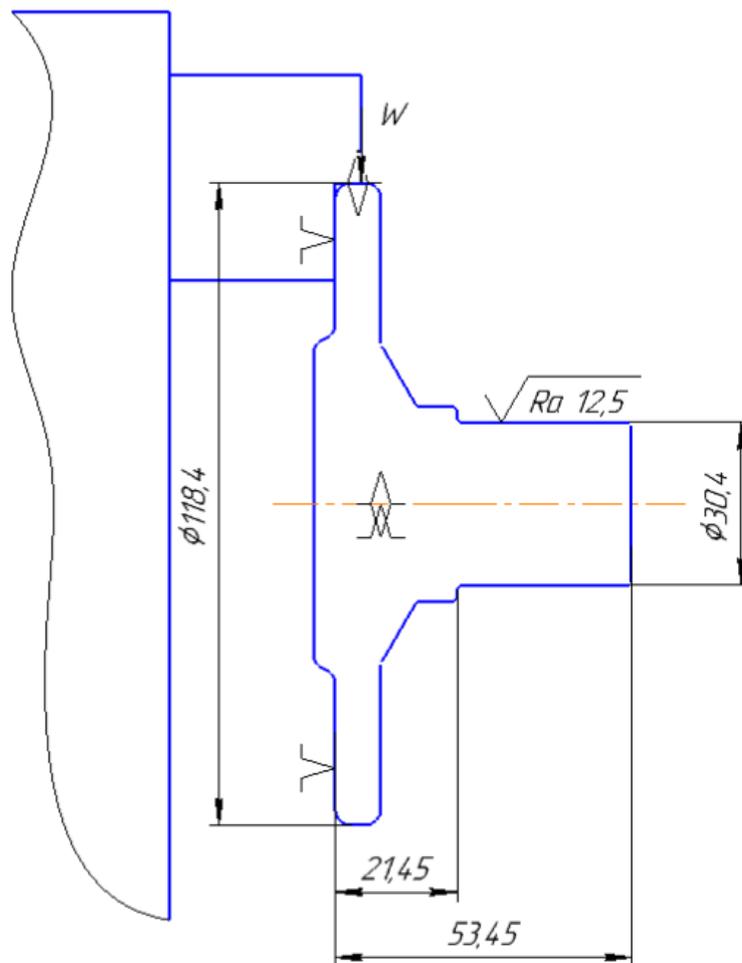


Рисунок 3- Пример крепления заготовки.

Произведем расчет усилия зажима по формулам (23), (24):

$$W_z = \frac{K P_z d_1}{f d_2}, \quad (23)$$

$$W_y = \frac{1,5K(P_y l' + P_y l'')}{f d_2}, \quad (24)$$

где f – коэффициент трения при условии закрепления в кулачковом патроне губками с перпендикулярными канавками, равный 0,4;

K – коэффициент для конкретных условий, рассчитывается по формуле (25):

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6, \quad (25)$$

где коэффициенты:

K_0 – коэффициент запаса, равняющийся 1,5;

K_1 – учитывающий то, что из-за неровностей поверхности, возрастают силы резания, считается равным 1,2;

K_2 – учитывающий, что инструмент со временем затупляется и из-за этого возрастают силы резания, он различен для сил и равен $K_{2z} = 1$; $K_{2y} = 1,4$;

K_3 – учитывающий силы резания, равный 1;

K_4 – характеризующий силу зажимного механизма, которая является постоянной, равный 1;

K_5 – учитывающий эргономику зажимного механизма, принимаем равным 1;

K_6 – учитывающий те расчеты, где силы хотят повернуть заготовку, равный 1.

Подставив данные в формулу (25), получим:

$$K_z = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8,$$

$$K_y = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,52.$$

Рассчитаем W_z и W_y с помощью формул (23) и (24):

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 1374 \cdot 30,4}{0,4 \cdot 118,4} = 1588 \text{ Н},$$

$$W_y = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 435 \cdot 32}{0,4 \cdot 118,4} = 1111 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов выбираем наихудший вариант:

$$W = 1588 \text{ Н}.$$

Конструкция кулачка изображена на рисунке 4:

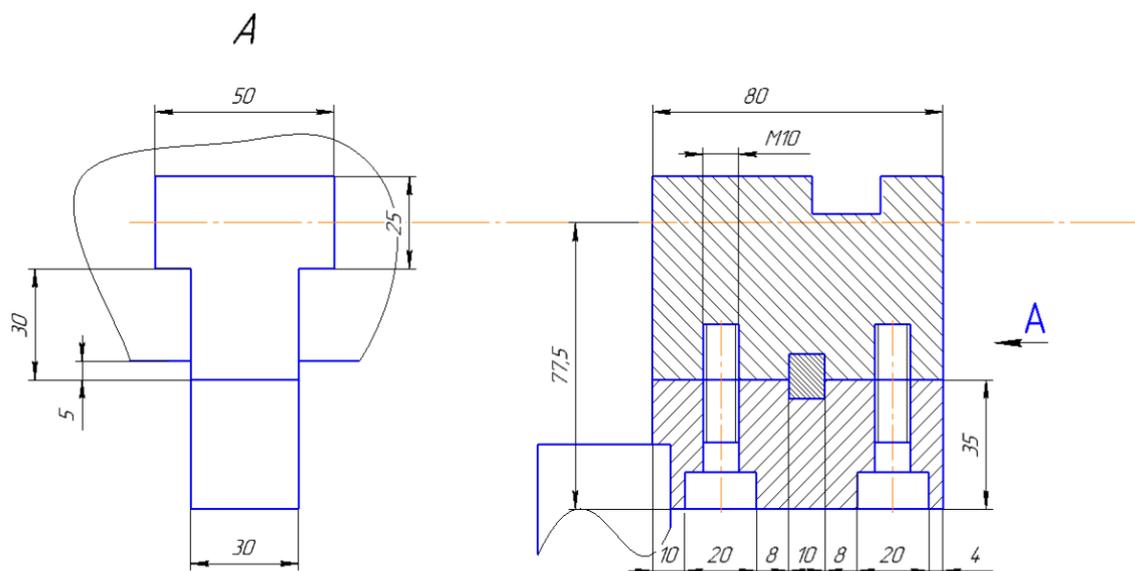


Рисунок 4 – Конструкция сменных и постоянных кулачков.

Произведём расчет усилия зажима W_1 , что прикладывается к кулачкам.
Рассчитаем по формуле (26):

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3l_k f_1}{H_k}\right)}, \quad (26)$$

где l_k – вылет кулачка,

H_k – длина кулачка.

Вылет и длину принимаем, исходя из разработанной конструкции на рисунке 4. Следовательно l_k и H_k соответственно равны 77,5 и 80 мм.

Подставим полученные значения в формулу (26):

$$W_1 = \frac{1588}{1 - \left(\frac{3 \cdot 77,5}{80} \cdot 0,1\right)} = 2239 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр патрона по формуле (27):

$$D_{\text{п}} = d_2 + 2H_k. \quad (27)$$

Получаем:

$$D_{\text{п}} = 118,4 + 2 \cdot 81 = 280,4 \text{ мм.}$$

Диаметр патрона превышает 200мм, поэтому принимаем рычажный механизм с передаточным отношением $i_c = 2$.

Далее нужно определить усилие Q , создаваемое силовым приводом по формуле (28):

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (28)$$

Подставляя в формулу необходимые значения получаем:

$$Q = 2239/2 = 1119 \text{ Н.}$$

Усилие создаваемое зажимом, рассчитано, а значит нужно выбирать силовой привод.

3.1.4 Подсчет силового привода

Усилие, которое подается на шпиндель, создается силовым приводом и устанавливается на его задний конец.

Прежде чем выбрать привод, необходимо проверить подходит ли пневмопривод, воспользовавшись формулой для диаметра поршня (29):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (29)$$

где P – давление воздуха в приводе, считается равным 0,4 Мпа.

Получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1119}{0,4}} = 60 \text{ м.}$$

$D = 60 \text{ мм} < 120 \text{ мм}$, следовательно пневмопривод подходит.

Давление $P=0,4 \text{ МПа}$, а диаметр поршня принимаем наибольший подходящий из стандартных значений, равный 60 мм.

По формуле (30) можно рассчитать необходимый ход поршня для пневмоцилиндра:

$$S_Q = S_W \cdot i_c, \quad (30)$$

где S_W – независимый ход кулачков, равный 5 мм;

i_c – передаточное отношение, которое определяется по силе зажимного механизма.

Получаем:

$$S_Q = 5 \cdot 2 = 10 \text{ мм.}$$

Полученное значение нужно увеличить до 25 мм, чтобы поршень имел свободный ход.

3.1.5 Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Погрешность установки рассчитывается по формуле (31):

$$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2 + \Delta_7^2)}, \quad (31)$$

где погрешности $\Delta_1, \Delta_3, \Delta_5, \Delta_7$ – возникающие от неточности размеров

A_1, A_3, A_5, A_7 ($\Delta_1 = T_{A1}$; $\Delta_3, \Delta_5, \Delta_7$ – аналогично);

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_6$ – возникающие из-за колебания зазоров в соединениях

A_2, A_4, A_6 ($\Delta_2 = S_{НБ} - S_{НМ} = \omega_2$; Δ_4, Δ_6 - аналогично).

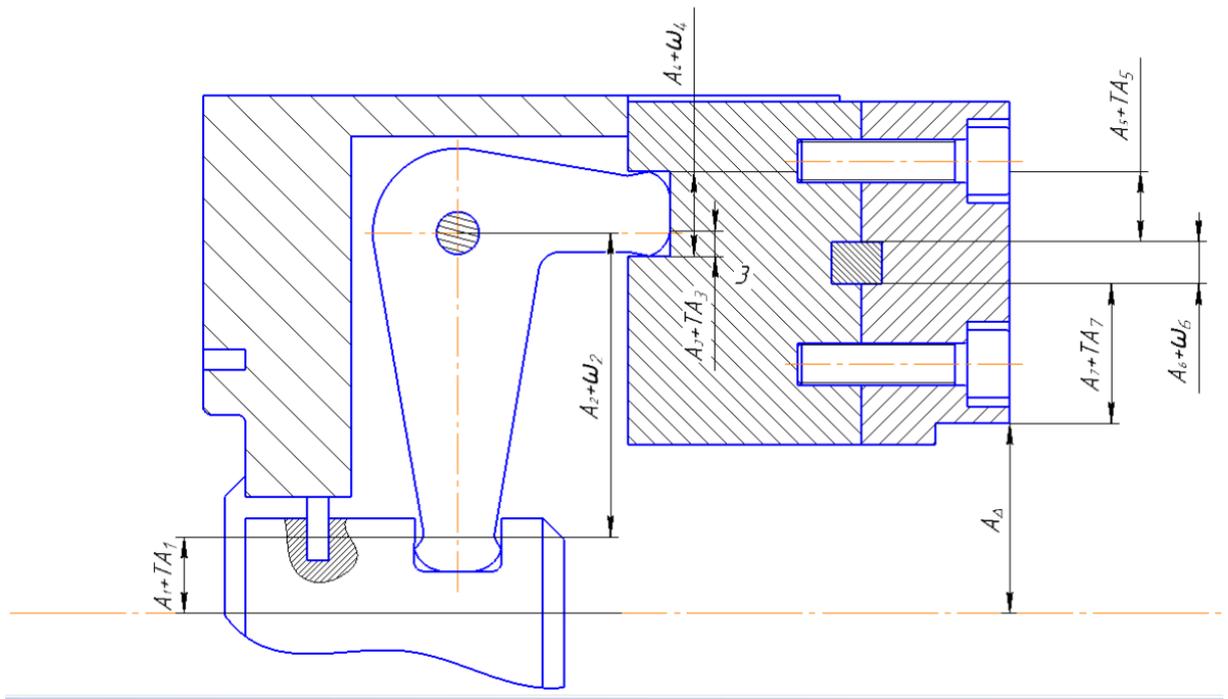


Рисунок 5 – Расчетная схема погрешности патрона с рычажным механизмом

Рассчитаем формулу (31), подставляя необходимые значения соответственно:

$$\varepsilon_y = 0,5 \cdot \sqrt{(0,015^2 + 0,005^2 + 0,012^2 + 0,014^2 + 0,018^2 + 0,022^2 + 0,025^2)} = 0,03 < 0,12$$

Полученное значение является меньше, чем одна третья допускаемого значения. Значит погрешность не превышает норму, это удовлетворяет условию, и мы можем использовать данный механизм.

3.1.6 Описание конструкции и работы приспособления

3.1.6.1 Общее устройство работы пневматического привода

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень двигает шток, а шток соответственно рычаг. В корпусе патрона установлены рычаги, которые одним концом соединены с постоянными кулачками, а

другим концом со штоком, рычаги поворачиваются на валах и зажимают заготовку. А чтобы разжать заготовку, нужно наоборот создать давление в поршневой полости, путем подачи воздуха в нее.

3.1.6.1 Описание кулачкового самоцентрирующегося патрона

Кулачковый самоцентрирующийся патрон содержит сменные кулачки, служащие для зажима заготовки. Сменные кулачки соединены с постоянными кулачками шпонками и винтами. В корпусе патрона установлены рычаги с помощью валов, а крышка патрона крепится к корпусу винтами. Такая конструкция позволяет выполнять необходимые нам задачи, зажимать разжимать заготовку, обеспечивая прочное крепление.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент для данных условий работы выбирается универсальный, так как производство единичное, изготовление сложнопрофильного режущего инструмента дорого и нецелесообразно. Чтобы выбрать необходимый инструмент нужно произвести расчет учитывая силу резания, поэтому по формуле (32) из источника [13] посчитаем ширину корпуса державки резца при квадратном сечении:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z \cdot l}{\sigma_{и.д.}}} \quad (32)$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

l – вылет резца, принимаем равным 40 мм;

$\sigma_{и.д.}$ – допустимое напряжение при изгибе материала корпуса, для корпуса из стали равно 200 МПа

Получаем:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 1374 \cdot 40}{200}} = 11,8 \text{ мм.}$$

Сечение державки должно превышать полученное значения, а значит из стандартного ряда выбираем любое подходящее сечение, либо превышающее его, чтобы удовлетворять минимальному условию. В нашем случае сечение будет равным 20 на 20 мм, так как резец используется на 2 операциях, для полученных данных подходит резец со сменными пластинами Sandvik Coromant из источника [16]. Пластины отличаются особой стойкостью, могут работать в нестабильных условиях, предназначены для обработки стали. Так же компания Sandvik Coromant считается одной из лучших на международном рынке, и именно поэтому выбраны пластины и инструменты этой компании в данном технологическом процессе изготовления детали.

4 Безопасность и экологичность технического проекта

Целью данного раздела является оценка экологичности и безопасности технологического процесса изготовления ступицы болида «Формула студент» согласно методике [1].

4.1 Конструктивно- и организационно-техническая характеристика рассматриваемого объекта

Таблица 8 – Технологический паспорт технического объекта

п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Изготовление ступицы болида «Формула студент»	000 Заготовительная	Литейщик	Плавильная печь	Сталь 10
2	Изготовление ступицы болида «Формула студент»	010 Токарно-фрезерная	Оператор токарно-фрезерного станка с ЧПУ	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45	Стружка, СОЖ
3	Изготовление ступицы болида «Формула студент»	020 Термическая	Термист	Каменная печь	Сталь 10
4	Изготовление ступицы болида «Формула студент»	030 Шлифовальная	Оператор шлифовального станка с ЧПУ	Круглошлифовальный станок Spitzen SUG-50A	Стружка, СОЖ

Характеристика представляет собой паспорт объекта, который несет в себе информацию для дальнейшего анализа и создания условий безопасности.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Технологический процесс изготовления ступицы сопровождается рядом опасных факторов, которые в свою очередь являются для работника профессиональными рисками. Вся информация, необходимая для полной характеристики, представлена в таблице 10 по ГОСТ 12.0.003-2015.

Таблица 10 – Идентификация профессиональных рисков

п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	000 заготовительная	движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	Раскаленный металл, печь, песчаная форма

1	010 Токарно-фрезерная	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с	Обрабатываемая заготовка, станок, СОЖ, станочное приспособление, режущий инструмент
---	-----------------------	--	---

Продолжение таблицы 10

п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	010 Токарно-фрезерная	ним; движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	
3	020 термическая	движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и	Заготовка, печь

		механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды; опасные и вредные производственные	
--	--	---	--

Продолжение таблицы 10

п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
		Факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; характеризуемые повышенным уровнем и другими характеристиками шума	
4	030 шлифовальная	движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды; связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека; связанные с повышенным уровнем общей вибрации; Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации; Опасные и вредные производственные факторы, характеризуемые повышенным уровнем и другими	Обрабатываемая заготовка, станок, СОЖ, станочное приспособление, шлифовальный диск

	неблагоприятными характеристиками шума; опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	
--	---	--

Профессиональные риски представляют собой факторы, влияющие на здоровье человека. Они могут травмировать человека, ухудшить его здоровье, что приводит к снижению работоспособности и ухудшению самочувствия.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе подобраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора. Результат проведенного анализа представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Организационно-технические методы и средства снижения негативного воздействия вредных производственных факторов

п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	Инструктажи по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки с покрытием из полимера
2	движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые,	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов,	Спецодежда, защитные очки

	жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся	экранов, ограждений	
--	---	---------------------	--

Продолжение таблицы 11

п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
	изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции)		
3	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Респиратор
4	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, применение приточно-вытяжной вентиляции	Спецодежда, перчатки с покрытием из полимера
5	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Инструктажи по охране труда, установка оборудования на виброгасящие опоры, сокращение времени контакта с поверхностями подверженными вибрации	Резиновые виброгасящие коврики
6	Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	Инструктажи по охране труда, изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных	Применение наушников или вкладышей
7	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим	Инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей,	Спецодежда

током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	применение предохранителей	
---	----------------------------	--

По полученным данным, можно сделать вывод, что снижение профессиональных рисков достигается путем проведения инструктажей и соблюдения правил описанных в них, а так же применение средств индивидуальной защиты, описанных выше.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе необходимо определить класс потенциально возможного пожара и причины его возникновения, чтобы предотвратить появления такого явления, данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Изготовление литейной заготовки, термообработка	Плавильная и каменная печь	D	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	Осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ
2	Механическая обработка ступицы	Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45,	B	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического	Осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие

	круглошлифовальный станок Spitzen SUG-50A		разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	части оборудования, и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ
--	---	--	--	--

По таблице 12 видно, что потенциально возможный пожар относится к классу В или D, который возникает в следствии воспламенения жидкостей или металлов, поэтому необходимо обеспечить пожарную безопасность для этих случаев. Результат проведенного анализа представлен в таблицах 13 и 14 и составлен, опираясь на Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

Таблица 13 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Пенные огнетушители, ящики с песком, бокоры, ломы	Автомобили пожарные мотопомпы	Система пожаротушения аэрозолью	Извещатели пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные рукава, арматура, гидранты	Респираторы, противогазы	Комплект универсального пожарного инструмента	Извещатели речевые и световые автоматические

Таблица 14 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого	Наименование видов реализуемых организационных	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной
---	--	--

оборудования в составе технического объекта	(организационно-технических) мероприятий	безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления ступицы болида «Формула студент»	Применение смазочноохлаждающих жидкостей на базе негорючих составов, хранение ветоши в негорючем ящике, соблюдение правил электробезопасности	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

Для обеспечения безопасности в случае возникновения пожара, необходимо оснастить помещение средствами пожаротушения, оповещения и первичной защиты человека и его дыхательных путей, а так же проводить инструктажи для всех работников.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Опасные и вредные факторы оказывают пагубное влияние не только на человека, но и на окружающую среду, поэтому в таблицах 15 и 16 представлены данные об этих факторах и их нейтрализации. Все данные описаны в соответствии нормативным документам РФ по экологической безопасности.

Таблица 15 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления ступицы болида «Формула студент»	Плавильная и каменная печи; Двухшпиндельный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ MAXXTURN 45; Круглошлифовальный станок Spitzen SUG-50A	Масляный туман, пыль	Нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, растворы технических жидкостей	Стружка, ветошь, металлолом, нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, растворы технических жидкостей

Таблица 16 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления
-----------------------------------	--------------------------------------

	ступицы болида «Формула студент»
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Оснащение системы производственной вентиляции фильтрующими элементами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение многоступенчатой системы очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделение жидких и твердых отходов. Утилизация отходов на специальных полигонах; Сбор стружки и отправка ее на вторичную переработку

Единичное производство оказывает малое влияние на окружающую среду, но все меры представлены и безопасность должна быть обеспечена.

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В данном разделе были приведены опасные и вредные факторы возникающие во время производства ступицы болида «Формула студент», а так же ряд мероприятий, которые снизят влияние этих факторов на человека и окружающую среду. Профессиональные риски представляют собой факторы, которые провоцируют возникновение травм, ухудшения здоровья, снижения работоспособности, все они были рассмотрены в соответствующем разделе. Для человека опасность несет не только вредность условий работы, но и возможность появления пожара, которую нельзя исключать, и поэтому меры обеспечения пожарной безопасности были проведены. Вредные факторы так же оказывают влияние на окружающую среду, причиняя вред атмосфере, гидросфере и литосфере, для предотвращения этого предложены меры и мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

Раздел посвященный безопасности нельзя завершить, не затронув тему ответственности и добросовестности выполнения всех приписанных указаний. Именно человеческая ответственность является главным и наиболее опасным фактором, как для нас самих, так и для окружающих. Если относиться к безопасности неответственно, то влияние этих факторов может увеличиться и повлечь за собой немалые беды, причиняя вред не только

людям, но и окружающей среде. Именно поэтому этот раздел и информация представленная в нем так важны, а проведение инструктажей необходимо. Все факторы анализированы, выводы сделаны, мероприятия описаны, раздел можно считать полноценным и завершенным.

5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела служит расчёт технико-экономических показателей технологического процесса и определение экономического эффекта.

Существующий технологический процесс представляет собой изготовление детали, учитывая все этапы, начиная с заготовительного, заканчивая контрольным. Но для расчета рассматриваются только 2 операции 010 токарно-фрезерная и 030 шлифовальная, именно на этих операциях производится механическая обработка детали. Станки, приспособления и инструменты используемые на данных операциях представлены ранее в разделах и расчеты всех необходимых данных тоже.

Для расчета воспользуемся методикой «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [5]. Основные показатели, входящие в общие инвестиции, представлены на рисунке 6:



Рисунок 6 – Общие капитальных вложений и их основных показателей, руб

Используя значения $T_{маш}$ и $T_{шт}$, а также технические стоимостные характеристики оборудования были проведены расчёты по определению себестоимости и ее показателей, представленные на рисунке 7:

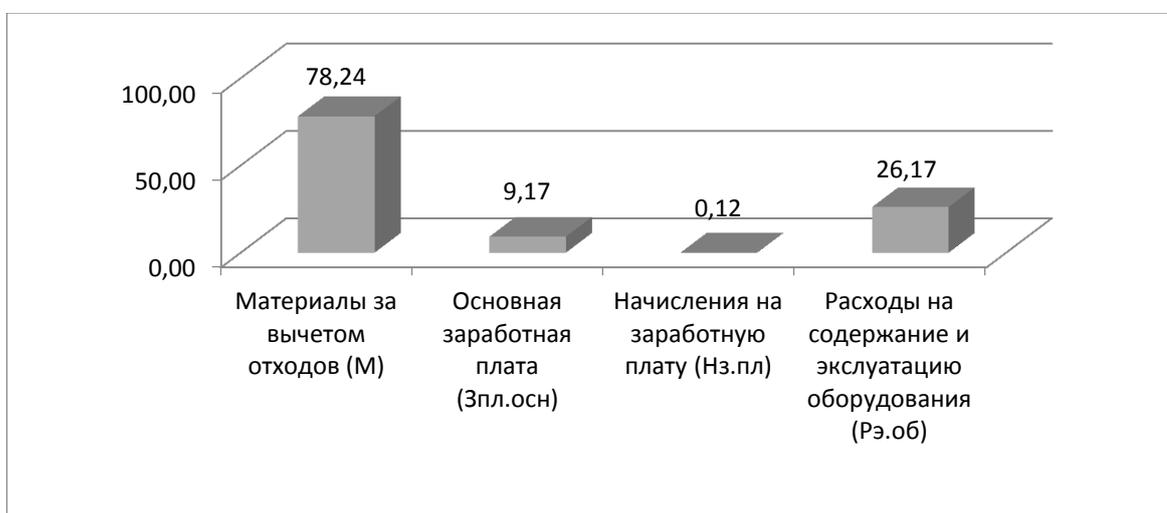


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости по вариантам технологического процесса, руб.

По рисунку 7 видно, что самые большие затраты приходятся на материал для изготовления детали, что является хорошим показателем, т.к. это составляет 67% технологической себестоимости, а на дополнительные

траты приходится лишь 33%. Общая технологическая себестоимость составила 116,51 руб., на базе которой были проведены дальнейшие расчеты, полученные параметры представлены на рисунке 8:

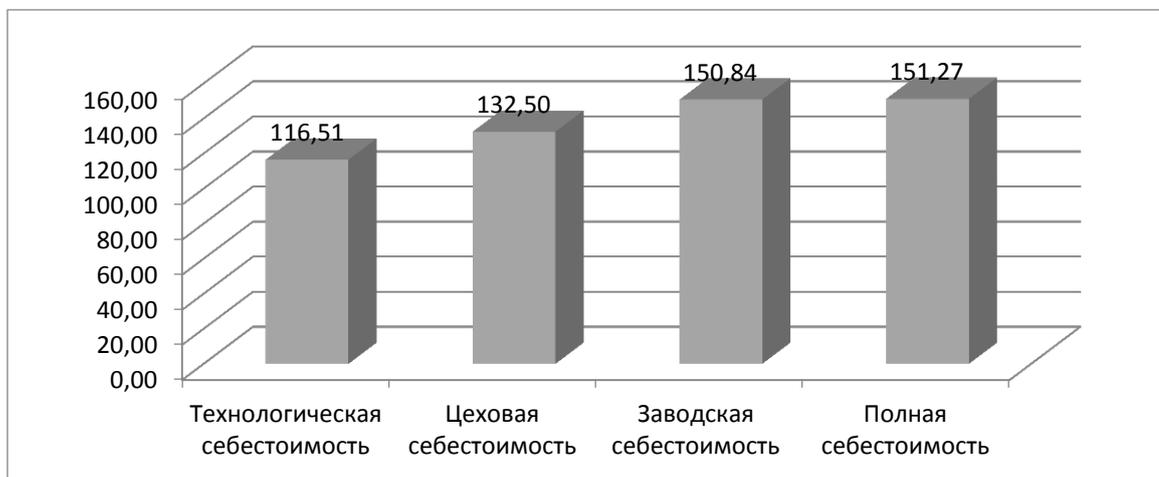


Рисунок 8 – Калькуляционная себестоимость по вариантам технологического процесса выполнения операций, руб.

Производство является единичным и годовая программа выпуска составляет 10 штук, для данного технологического процесса чистая прибыль, получаемая в процессе изготовления такого количества деталей, составила 303 руб. Предполагаемые инвестиции окупятся только в течении 5 лет., так как срок окупаемости напрямую зависит от программы выпуска, чем больше программа выпуска, тем меньше горизонт расчета, то есть срок окупаемости. Для полноценности вывода, необходимо выполнить расчет чистого дисконтируемого дохода, который должен быть больше 0, иначе проект будет считаться неэффективным. Интегральный экономический эффект составил 170,15 руб., что удовлетворяет условию и проект можно считать эффективным. По полученным данным определим индекс доходности, который составил 1,15 рублей на каждый вложенный рубль.

Заключение

Выпускная квалификационная работа представляет собой технологический процесс изготовления ступицы болида «Формула Студент». В ходе работы выявлено, что наиболее рациональным и дешевым методом получения заготовки является литье в землю, чертеж литой заготовки был спроектирован, для единичного производства, припуски выбирались табличным методом, так как это является характерным для такого количества деталей. Так же разработан оптимальный маршрут изготовления с применением современного оборудования, которое представляет собой токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ, оснащенный револьверной головкой, вариатором и контршпинделем, что позволяет выполнить практически всю обработку на одной операции с применением 2 установов. План обработки спроектирован и прилагается к работе. Так как технологический процесс включает в себя большое количество инструментов

и современное оборудование, он нуждается в наладке, на которой показаны переходы и инструменты, а так же режимы резания и схема расположения инструментов в револьверной головке. Режимы резания были рассчитаны и в разделе с соответствующим названием. В данном технологическом процессе использовался трехкулачковый патрон с рычажным механизмом, а так же пневмопривод, сборочный чертеж приспособления спроектирован и прилагается к работе. Помимо патрона, к приспособлениям относится режущий инструмент, чертеж проходного резца оснащенного сменными пластинами и каналом для подачи СОЖ выполнен. Все расчёты связанные с проектированием приспособления изложены в данной работе.

Последние 2 раздела это безопасность жизнедеятельности и экономическая эффективность проекта. В четвертом собрана информация о рисках, опасности и мерах их предотвращения. Пожарная безопасность и снижение влияния вредных факторов на окружающую среду не были лишены внимания. Последний же раздел представляет собой анализ расчётов, графики и вывод об эффективности, окупаемости и доходности проекта. Цель поставленная в данном разделе была достигнута, индекс доходности и интегральный экономический эффект рассчитаны, их величины приведены в соответствующем разделе.

Учитывая изложенные ранее факты, можно сделать вывод, что цель поставленная во введении достигнута, поставленные в первом разделе задачи выполнены, технологический процесс разработан. В написании данной работы опора шла не только на базовые знания и типовые технологические процессы, но и на современное оборудование и возможности, что говорит об актуальности данной работы. Приспособление применяемое в работе является на сегодняшний день одним из лучших, а значит будет актуально еще несколько лет. Для мелкосерийного производства этот процесс считается наиболее подходящим и экономически выгодным.

Список используемой литературы

1. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –51 с.
2. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
3. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам [Текст]. – Введ. 1974-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002 – II, 38 с. : ил.
4. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали [Текст]. – Введ. 1991-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2008 – II, 38 с.

5. Зубкова Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Тольятти: ТГУ, 2020. – 123 с.

6. Козлов А. А. Оборудование и технологическая оснастка машиностроительных производств. Проектирование кулачковых самоцентрирующихся патронов: практикум / А. А. Козлов, С.И. Ярыгин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2019. – 1 оптический диск.

7. Материалы: метод. Указания по выбору и обозначению материалов на чертежах деталей / сост. С. В. Грачева, Н. И. Масакова, В. Г. Виткалов. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 41 с.

8. Обоснование метода получения заготовок: Метод. указ. К курсовому и дипломному проектированию / Сост. В.А. Дмитриев. – Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 25 с. : ил.

9. Проектирование и расчет станочных и контрольноизмерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; - Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с. ил.

10. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения»/ составил к.т.н., доц. Козлов А.А., к.т.н., доц. Кузьмич И.В., к.т.н., доц. Солдатов А.А. – Тольятти: ТГУ, 2007. 210с.

11. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

12. Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения» / сост. Т.А.

Желобова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 52 с.

13. Резников Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : электронное учеб. пособие / Л.А.Резников. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с. : 1 оптический диск.

14. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Сулова. – 5е изд., исправл. – М. : Машиностроение – 1, 2003 г. 912 с., ил.

15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Сулова, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М. : Машиностроение – 1, 2003 г. 944 с., ил.

16. Sandvik Coromant: [Электронный ресурс]. М., 2000-2020. URL: <https://www.sandvik.coromant.com>. (Дата обращения: 15.03.2020).

17. Timothy Charlet, Symptoms of a Bad or Failing Wheel Hub Assembly [Text], Cambridge, 2016.

18. Patrick Roy, Hub design [Text], Oxford, 2015.

19. Aykut Ceyhan, Mahmut Duruş, Cüneyt Akarsu, Ramazan Aydın, Ahmet Aray, Guşan Hatık, Ergün Tutuk, B. Can Özkardeşler, Wheel Hub Fatigue Performance under Non-constant Rotational Loading and Comparison to Eurocycle Test [Text], Gebze, 2015.

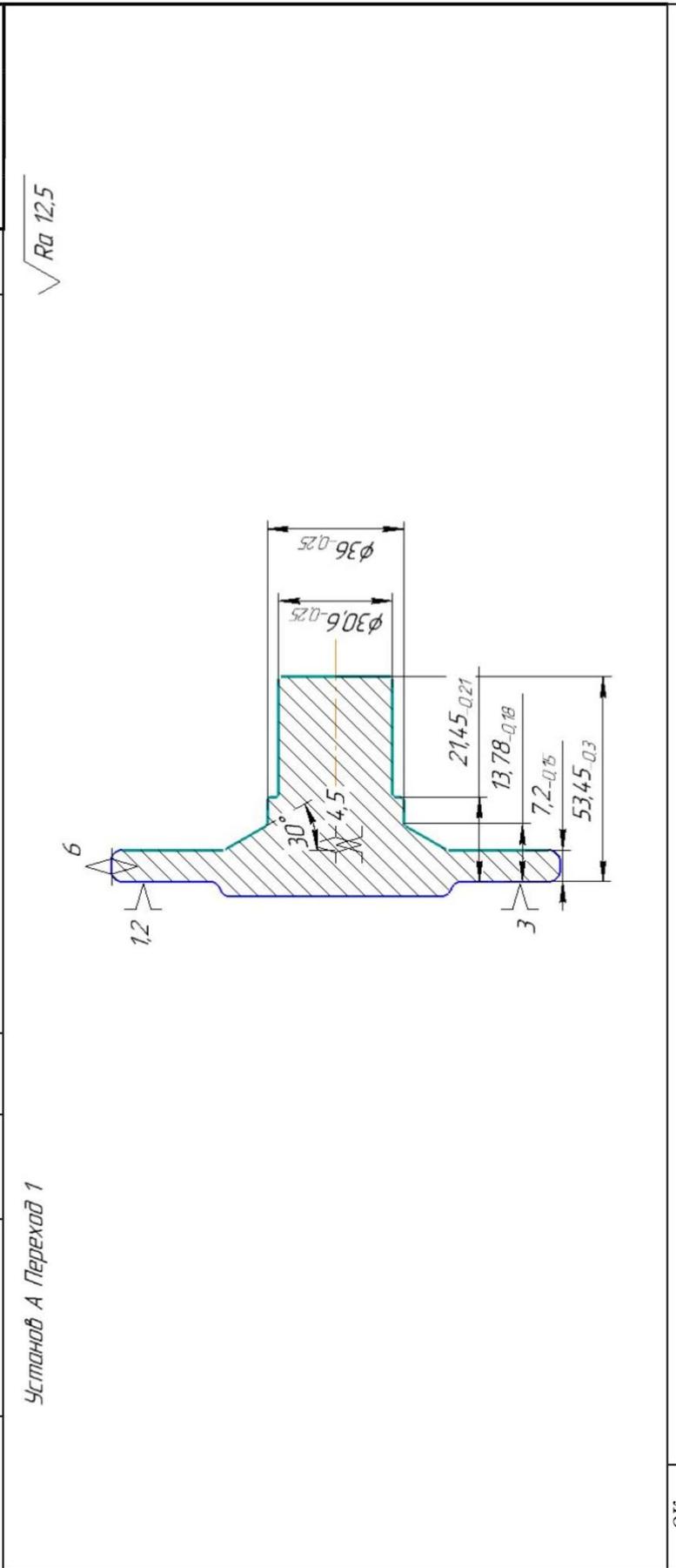
20. Gaurav Saxena, Ankit Singh Chauhan, Rohit Jain, Ishwar Gupta, Simulation and Optimization of wheel Hub and Upright of Vehicle. - BSF Academy, Tekanpur; Institute of Technology and Management, Gwalior, 2017. - PP. 42-50.

Приложение А
Маршрутная карта

Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						

Разраб.	Бородин Е.В.	ТГУ, кафедра ОТМП		Ступица	
Пров.	Воронов Д.Ю.				

Н. Контр. Утв.	Воронов Д.Ю. Логинов Н.Ю.	Цех	Уч.	Н.	010
		XX	XX	Утв	

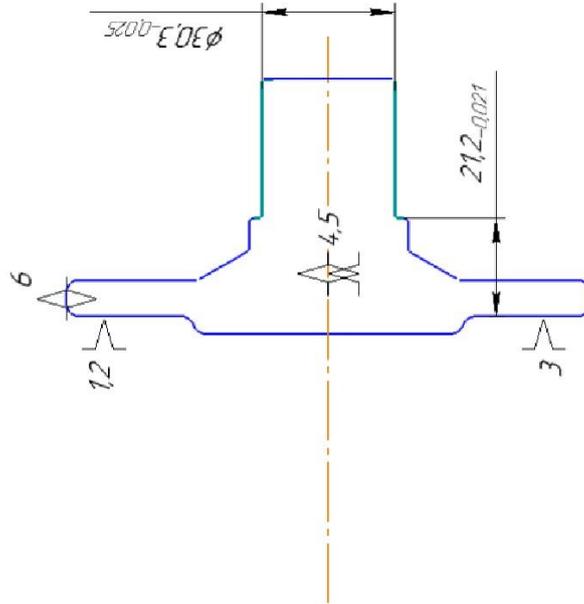


OK

Продолжение Приложения Б

Дубл.																																	
Взам.																																	
Подп.																																	
Разраб.	Бородина Е.В.																																
Пров.	Воронов Д.Ю.																																
Н. Контр.	Воронов Д.Ю.																																
Утв.	Логинов Н.Ю.																																
	ТГУ, кафедра ОТМП																																
	Ступица																																

Установ А Переход 3



OK

Продолжение Приложения Б

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Бородина Е.В.																		
Пров.	Воронов Д.Ю.																		
Н. Контр.	Воронов Д.Ю.																		
Утв.	Логоинов Н.Ю.																		

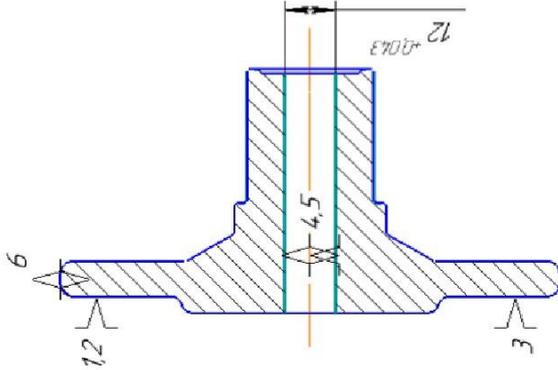
**ТГУ,
кафедра ОТМП**

Ступица

Цех XX
Уч. XX
Н. 010
Утв.

Установ А Переход 4

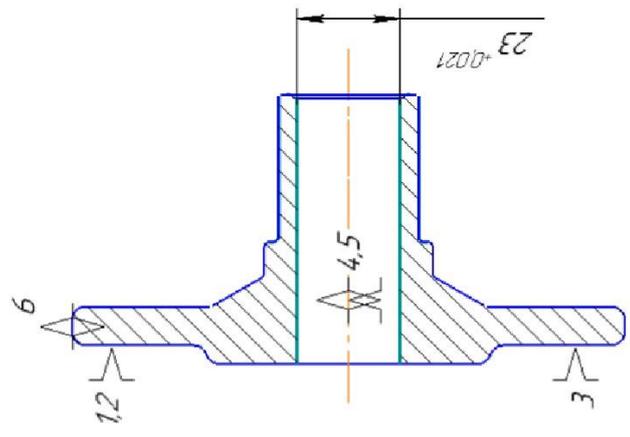
√ Ra 3.2



OK

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	ТГУ, кафедра ОТМП													
Пров.	Бородина Е.В. Воронов Д.Ю.													
Н. Контр.	Воронов Д.Ю.													
Утв.	Логинов Н.Ю.													
	Ступица													

$\sqrt{Ra 2,5}$



Установ А Переход 6

OK

Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Бородин Е.В.	ТГУ,									
Пров.	Воронов Д.Ю.	кафедра ОТМП									
Н. Контр.	Воронов Д.Ю.	Ступица		Цех	Уч.	Н.	010				
Утв.	Логинов Н.Ю.			XX	XX	Утв.					
Установка Б Переход 5			<p>The drawing shows a cross-shaped shaft hub (Ступица) with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Overall width: $46.43^{+0.25}$ Distance between hole centers: $41.79^{+0.25}$ Radius of the outer arc: $Ra 12.5$ Inner hole diameter: $12.6^{-0.18}$ Inner hole chamfer: $32.5^{+0.25}$ Outer hole diameter: 4.5 Inner hole chamfer: 4.5 Inner hole chamfer: 6 Inner hole chamfer: 3 <p>The drawing includes a cross-section view on the right showing the internal structure and chamfers.</p>								
OK											

Спецификация

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	A1						
					<u>Документация</u>		
				20.БР.ОТМП.680.70.000 СБ	Самоцентрирующийся трехкулачковый патрон		
Справ. №					<u>Детали</u>		
		1		20.БР.ОТМП.680.70.001	Поршень	1	
		2		20.БР.ОТМП.680.70.002	Задний шток	1	
		3		20.БР.ОТМП.680.70.003	Корпус пневмоцилиндра	1	
		4		20.БР.ОТМП.680.70.004	Корпус Привода	1	
		5		20.БР.ОТМП.680.70.005	Крышка	1	
		6		20.БР.ОТМП.680.70.006	Крышка пневмоцилиндра	1	
		7		20.БР.ОТМП.680.70.007	Хвостовик	1	
		8		20.БР.ОТМП.680.70.008	Задняя часть шпинделя	1	
		9		20.БР.ОТМП.680.70.009	Передняя часть шпинделя	1	
		10		20.БР.ОТМП.680.70.010	Патрон	1	
		11		20.БР.ОТМП.680.70.011	Кулачок	3	
		12		20.БР.ОТМП.680.70.012	Сменный кулачок	3	
		13		20.БР.ОТМП.680.70.013	Рычаг	3	
		20		20.БР.ОТМП.680.70.020	Втулка	1	
	24		20.БР.ОТМП.680.70.024	Передний шток	1		
	27		20.БР.ОТМП.680.70.027	Крышка патрона	1		
	28		20.БР.ОТМП.680.70.028	Центральная втулка	1		
	32		20.БР.ОТМП.680.70.032	Ось	3		
	35		20.БР.ОТМП.680.70.035	Винт	3		
				20.БР.ОТМП.680.70.000 СБ			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.		Бородин Е.В.			Лит.	Лист
	Пров.		Воронов Д.Ю.				Листов
	Патрон трёхкулачковый самоцентрирующийся						
	Н.контр.		Воронов Д.Ю.			ТГУ ТМп-1601а	
	Утв.		Логинов Н.Ю.				

Копировал

Формат А4

Продолжение Приложения В

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		14		Подшипник ГОСТ 831-75	2	
		15		Болт 2М6х28 ГОСТ 15590-70	5	
		16		Кольцо 014*017-19-2-2 ГОСТ 9833-73	1	
		17		Болт 2М6х20 ГОСТ 15591-70	4	
		18		Кольцо 022*025-19-2-2 ГОСТ 9833-73	1	
		19		Кольцо 023*025-20-2-2 ГОСТ 9833-73	2	
		21		Кольцо	2	
		22		Кольцо 023*018-20-2-2 ГОСТ 9833-73	2	
		23		Кольцо 023*020-20-2-2 ГОСТ 9833-73	2	
		25		Шпонка	3	
		26		Болт 2М6х20 ГОСТ 15588-70	6	
		29		Гайка М14х1	1	
		31		Гайка М24х1	1	
		30		Прокладка	1	
		33		Винт М5х20 ГОСТ 11738-84	6	
		34		Винт М5х20 ГОСТ 17475-80	3	
		36		Гайка М10х2-6Н ГОСТ 5929-70	3	
		37		Шайба А.10.37 ГОСТ 11371-78	3	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	20.БР.ОТМП.680.70.000 СБ	
					Лист	2

Копировал

Формат А4