

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления рулевой рейки болида
«Формула Студент»

Студент(ка)	<u>А.И. Луханина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.В. Прошина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____
(личная подпись)

« _____ » 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Название бакалаврской работы: Технологический процесс изготовления рулевой рейки болида «ФОРМУЛЫ СТУДЕНТ».

Выпускная работа посвящена вопросу о проектировании технологического процесса изготовления рулевой рейки для ФОРМУЛЫ СТУДЕНТ.

В первом разделе работы описываются исходные данные и поставленные задачи. На основе анализа, были получены данные, с помощью которых происходил процесс выбора и расчёта стоимости заготовки. Было определено служебное назначение и условия работы детали.

Во втором разделе работы были рассчитаны припуски на обработку, составлен технологический процесс и технологические операции. Были выбраны средства технического оснащения. Мы заменили отечественное оборудование более современными зарубежными аналогами. Необходимые операции были модернизированы в соответствии с новейшими технологиями.

В разделе «Конструирование приспособления и режущего Инструмента» был разработан режущий инструмент и технологическая оснастка.

В разделе «Компьютерное моделирование» была создана 3-Д модель заготовки. При помощи САД программы Компас 3D был произведен анализ на жесткость и деформации. Этот анализ продемонстрировал жесткость продукта и его интенсивность.

Произведена оценка безопасности на производстве и экономический расчёт от внедрённого техпроцесса.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 73 страниц, содержащей 13 таблиц, 12 рисунков и графической части, содержащей 7 листов А1.

ABSTRACT

The title of the graduation project is “Technological process of manufacturing the steering rack of the car FORMULA STUDENT”.

The thesis is devoted to the design of the manufacturing process for the steering rack for FORMULA STUDENT.

In the first section of the project the initial data and the tasks are described. Based on the analysis, there were obtained data that help to select the procurement cost calculation. The intended service and operating conditions of the part were determined.

In the second section of the project the allowances for processing were calculated, the technological process and technological operations were compiled. The means of technical equipment were chosen. We have replaced the domestic equipment by more modern foreign analogues. The necessary operations were modernized in accordance with the latest technologies. A three-dimensional model of the blank was created and an analysis was made.

In the section “Construction of the appliance and the cutting Tool” a cutting tool and some technological equipment were developed.

In the section “Computer modeling” a 3-D work piece model was created. With the CAD program Compass 3D, the stiffness and deformation analysis was performed. This analysis demonstrates the rigidity of the product and its intensity.

The safety regulations while manufacturing are estimated and economic calculation of the introduced technical process is made.

The thesis consists of 73 pages, 13 tables, 12 figures and a graphic part containing 7 sheets, a list of 27 references including 3 foreign sources and 3 appendices.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....	6
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЙКИ РУЛЕВОГО МЕХАНИЗМА.....	12
3. КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	27
4. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	36
5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	39
6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ	56

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время среди университетов со всего мира проект «Формула Студент» является одним из самых популярных направлений. В ходе проекта командам необходимо спроектировать и собрать гоночный автомобиль, с которым впоследствии они примут участие в соревнованиях, состоящих как из динамических дисциплин, так и из статических.

Одной из статических дисциплин соревнований является бизнес-презентация, где студентам необходимо предоставить проект по реализации производства, предложить его инвесторам и указать на экономическую эффективность.

Исходя из цели любого предприятия - обеспечить прибыльное удовлетворение всех запросов заказчика. Производство должно ставить перед собой следующие основные задачи: обеспечение высокого качества продукции; формирование лучших производственных условий (сокращение доли ручного и тяжелого труда, исключение труда вредного и опасного для здоровья, увеличение удобства, а кроме этого и умственного уровня труда, заинтересованности в нем); сокращение себестоимости продукта, а значит ее цены на рынке; выпуск требуемого количества изделий при условии постоянной их модернизации в ходе производства и высоких потребительских свойств. Решение этих задач лежит в основе данной выпускной работы.

1 Исследование начальных данных

Этот пункт ориентирован на исследование начальных сведений элемента, типового технологического процесса и формулирование задач, которые необходимо решать с целью совершения работы в наилучшем виде.

1.1 Служебное назначение и условия работы детали

Деталь рулевая рейка автомобиля ФОРМУЛА СТУДЕНТ (Рисунок 1.1) служит для преобразования вращательного движения шестерни рулевого редуктора в поступательное движение кулака поворотного.



Рисунок 1.1 – Рулевая рейка

Деталь изготовлена из стали 50 селект выпускаемой по ТУ 14-1-2813-2002. Где "Селект" означает суженные пределы содержания углерода - от 0,37% до 0,42%, что существенно влияет на прочностные характеристики при низких температурах. Данная сталь – аналог материала ZF50 по стандартам ZNF168, DIN 668 и DIN 671. В отличие от стандартной стали 50, сталь 50 селект обеспечивает:

- высокую прочность, позволяющую получать зубчатый профиль без дальнейшей уточняющей обработки (полировка к уточняющей обработке не относится);

- стабильную прокаливаемость при закалке ТВЧ с минимальным уровнем термических деформаций;

- высокую устойчивость к образованию трещин.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 50 селек в процентном соотношении

Углерод, %	Марганец, %	Кремний, %	Фосфор, %	Сера,%	Медь, %	Железо
0,47...0,55	0,5...0,8	0,17...0,37	0...0,035	0...0,03 5	0...0,2 5	Остально е

Механические свойства (таблица 1.2) стали определяют высокие прочностные свойства и сопротивляемость разрушению при ударных нагрузках и высокую штампуемость без возникновения трещин и обеспечивается отжигом на зернистый перлит со степенью сфероидизации цементита не менее 60%.

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 50 селек

Предел текучести $\sigma_{T,}$, МПа	Временное сопротивление σ_B , МПа	Твердость НВ
480...570	<760	143...169

В целом материал детали соответствует требованиям прочности, обрабатываемости и невысокой стоимости.

1.2 Систематизация поверхностей детали по их служебному назначению

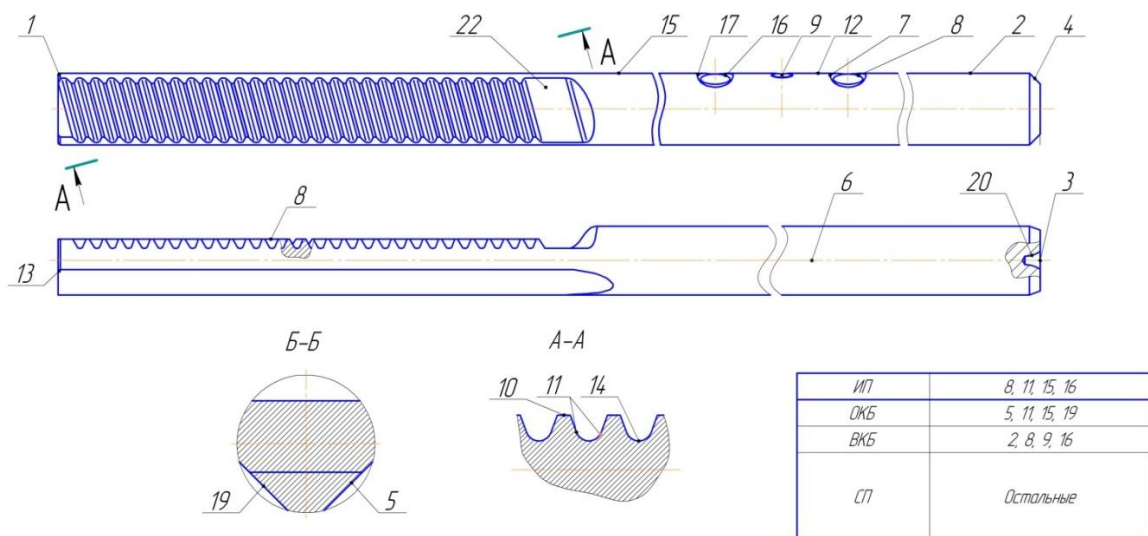


Рисунок 1.2 – Классификация поверхностей

В таблице 1.3 указаны шероховатости и точность квалитетов по всем поверхностям чертежа детали. Шероховатость поверхностей определяется по источнику [1].

Таблица 1.3 – Элементы чертежа детали «Рулевая рейка»

Номер поверхности	Шероховатость	Точность
1	6,3 микрометра	9 квалитет
2	0,63 микрометра	6 квалитет
3	12,5 микрометра	12 квалитет
4	6,3 микрометра	9 квалитет
5	0,63 микрометра	6 квалитет
7	6,3 микрометра	9 квалитет
8	0,63 микрометра	6 квалитет
9	6,3 микрометра	9 квалитет
10	2,5 микрометра	7 квалитет
11	3,2 микрометра	8 квалитет
12	1,6 микрометра	7 квалитет

Продолжение таблицы 1.3

13	6,3 микрометра	9 квалитет
14	6,3 микрометра	9 квалитет
15	12,5 микрометра	12 квалитет
16	6,3 микрометра	9 квалитет
17	6,3 микрометра	9 квалитет
19	1,0 микрометра	6 квалитет
20	0,8 микрометра	6 квалитет
21	0,8 микрометра	6 квалитет
22	6,3 микрометра	9 квалитет

1.3 Анализ рабочего чертежа рулевой рейки

Проанализировав рабочий чертеж можно сделать вывод, что на нем отображена вся необходимая информация для изготовления детали. Наша деталь имеет осесимметричную форму и представляет собой тело вращения. Обработку такой заготовки можно производить, используя один или несколько инструментов. Проанализировав рабочий чертеж можно сделать вывод, что наше изделие является технологичным.

1.4 Анализ существующего технологического процесса рулевой рейки

Заготовка получается из проката длиной 617,5 мм и $\varnothing 32$ мм.

Припуск по длине составляет 1,5...2,5 мм на сторону.

Масса нашей детали 2,4 кг, масса данной заготовки 3,8 кг.

Коэффициент использования материала КИМ = 0,85.

Термообработка исходной заготовки – изотермический отжиг до твердости НВ 143...169 проводится для улучшения обрабатываемости лезвийным инструментом.

Термообработка обрабатываемой детали – индукционная закалка и низкий отпуск по поверхности зубьев и направляющих лысок. Цель –

повышение твердости и износостойкости поверхностного слоя детали, обеспечивающие высокие противоизносные свойства и хорошую шлифуемость и полируемость.

После термообработки для снятия внутренних напряжений используется естественное старение в течение 7 суток.

Для базирования заготовки используют опорные лыски и диаметр хвостовой части рейки. Для закрепления заготовки используются различные зажимные приспособления.

Таблица 1.4 – технологический процесс изготовления рулевой рейки

№ п/п	Операция	Оборудование	Оснастка	Инструмент
000	Заготовительная			
005	Фрезеровано-центровальная	MP76M	Приспособление специальное	Фреза концевая и сверло центровочное
010	Токарная (черновая)	16K20Ф3	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной T10K6
015	Токарная (чистовая)	16K20Ф3	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной T10K6
020	Фрезерная	Фрезерный HASS TM-1	Патрон трехкулачковый ГОСТ 1654-86; Оправка для фрез 6222-4012-66; Втулка переходная МК3/МК1 JET	Две концевые фрезы
025	Сверлильная	Вертикальный сверлильный станок 257	Патрон трехкулачковый ГОСТ 1654-86;	Сверло спиральное, зенкер, метчик
030	Фрезерная (черновая)	6P11MФ3-1	Делительная головка УДГ	Фреза концевая
035	Фрезерная (чистовая)	6P11MФ3-1	Делительная головка УДГ-200 ГОСТ 8615-69, Центр ГОС 8742-75, упор	Фреза концевая
040	Зубофрезерная	5K328A	Патрон цанговый, люнет гидравлический	Фреза червячная
045	Термическая	-	-	-

Продолжение таблицы 1.4

050	Центро - шлифовальная	ZSM 5100	Приспособление специальное	Специальный круг
055	Правка	Пресс		
060	Шлифовальная (черновая)	ЗБ153Т	Патрон поводковый	Шлифовальный круг
065	Шлифовальная (черновая)	ЗБ153Т	Патрон поводковый	Шлифовальный круг
070	Зубошлифовальна я (черновая)	УК – 7332	Приспособление специальное	Шлифовальный круг
075	Шлифовальная (чистовая)	ЗБ153Т	Патрон поводковый	Шлифовальный круг
080	Шлифовальная (чистовая)	ЗБ153Т	Патрон поводковый	Шлифовальный круг
085	Зубошлифовальна я (чистовая)	УК – 7332	Приспособление специальное	Шлифовальный круг
090	Моечная машина			
095	Контрольный			

1.5. Формулируем задачи, необходимые для выполнения работы:

В выпускной работе выполняется совершенствование технологического процесса с целью снижения себестоимости изготовления детали. Основными задачами, решенными в работе, являются:

1. Рассчитать заготовку, которая будет меньшей по себестоимости и менее трудоемка при механической обработке;
2. Разработать оптимальный технологический процесс;
2. За счет применения нового прогрессивного инструмента и оборудования повысить производительность и точность, а так же сократить время операций;
3. Провести расчет и проектирование режущего инструмента;
4. Выполнить расчет станочных приспособлений для операции правки;
5. Произвести анализ производства на предмет вредных и опасных факторов;
6. Выполнить расчет экономической эффективности работы.

2 Разработка технологического процесса механической обработки рейки рулевого механизма

2.1 Анализ технологичности конструкции рейки рулевого механизма

Показатели качественные при технологичности:

- а) Абсолютно все поверхности рейки руля приемлемы на обработки;
- б) Целиком все поверхности с возможными требованиями спроектированы;
- в) Прогрессивным способом можно получить заготовку – отрезки из проката;
- г) Возможно применение универсального оборудования.

Нетехнологичные элементы – сложность изготовления зубчатого профиля с переменным углом наклона зубьев.

Конструкция детали допускает применение высокопроизводительных методов получения заготовки и обработки и в целом является технологичной. К особо трудным с точки зрения изготовления элементом является зубчатый профиль с переменным шагом. Получить его с использованием многозаходного режущего инструмента типа червячной фрезы невозможно, обрабатывать модульными фрезами малопродуктивно и поэтому для получения профиля используется высокоточная штамповка с качающимся движением штампа.

2.2 Определение типа производства

Тип производства определяется ориентировочно по источнику [2] и зависит от массы изделия и программы выпуска. Масса рейки 2,4 кг., а годовая программа выпуска 520 деталей в год. Эти параметры свидетельствуют о том, что деталь относится к среднесерийному типу производства.

2.3 Выбор заготовки рейки рулевого механизма

Проанализировав механические свойства стали 50 селек, конфигурацию и основные размеры детали, можно сделать вывод, что в качестве заготовки может выступать прокат или штамповка.

Рассчитаем исходные данные для обоих вариантов заготовок, ориентируясь на методику, изложенную в источнике [3]:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} Q - q - C_{ОТХ}(Q - q) \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$ — цена одного кг заготовки руб./кг; $C_{МЕХ}$ — цена механической обработки; $C_{ОТХ}$ — стоимость одного кг стружки.

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.2)$$

C_C — данные затраты на один кг стружки, руб./кг; C_K — капитальные расходы на один кг. стружки, руб./кг; E_H — коэффициент нормативный эффективности капитальных вложений ($E_H = 0,1 \dots 0,2$).

2.4 Расчёт для штамповки

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\Pi} \quad (2.3)$$

$C_{ШТ}$ — базовая стоимость одного кг штампованных заготовок, руб.

$h_T, h_C, h_B, h_M, h_{\Pi}$ — коэффициенты, которые находятся в зависимости от массы, класса точности, группы сложности, марки материала и объёма производства заготовок.

Где $C_{ШТ} = 43,16$ руб; $h_T = 0,09$; $h_C = 0,77$; $h_B = 1,14$; $h_M = 1,18$; $h_{\Pi} = 1,0$

Подставим данные которые мы нашли в формулу (2.3) и получим:

$$C_{\text{ЗАГ}} = 43,16 \cdot 0,9 \cdot 0,77 \cdot 1,14 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 40,23 \text{ руб.}$$

2.5 Расчёт для проката

$$C_{\text{ЗАГ}} = C_{\text{ПР}} \cdot h_{\text{Ф}} \quad (2.4)$$

$C_{\text{ПР}}$ – цена одного кг материала заготовки; $h_{\text{Ф}}$ – коэффициент, который учитывает форму заказа металлопроката.

$$\text{Где } C_{\text{ПР}} = 18,45; h_{\text{Ф}} = 1,0$$

Подставим данные, которые мы нашли в формулу (2.4) и получим:

$$C_{\text{ЗАГ}} = 18,45 \cdot 1,0 = 18,45 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ШТ}} > C_{\text{ПР}}$$

$$40,23 \text{ руб.} > 18,45 \text{ руб.}$$

Вывод: из расчётов мы видим, что стоимость проката в два раза меньше стоимости штамповки. Исходя из данного равенства, в качестве заготовки принимаем прокат.

2.6 Расчет припуска

Для проектирования заготовки нам необходимо рассчитать операционные припуски. Для этого используем методику, которая изложена в справочном пособии [4].

Операционные припуски будем рассчитать с помощью аналитического метода на самую точную поверхность. В нашем случае это будет шейка $\varnothing 26h9(-0,052)$

Параметры припуска – шероховатость Rz и глубину слоя дефектов h назначаем по данным, представленным в источнике [4].

Суммарные отклонения по расположению Δ_0 , мм., штампованной заготовки.

Определяем величину коробления:

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} * l = 2,4 \cdot 265,5 = 637,2 \text{ мкм} = 0,637 \text{ мм}; \quad (2.5)$$

где $\Delta_{\text{к}}$ – удельная величина изогнутости нашей штамповки, мкм/мм;

l – самое большое расстояние от обрабатываемой поверхности до одного из торцев с края заготовки, мм.

Значение пространственного отклонения:

$$\Delta_{\text{пр}}^3 = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{кор}}^2} = \sqrt{0,7^2 + 0,637^2} = 0,946 \text{ мм.}; \quad (2.6)$$

где $\Delta_{\text{см}}^2 = 0,7$ – смещение оси обрабатываемой шейки относительно базы.

Остаточное суммарное расположение заготовки, после предварительной обработки:

$$\Delta_{\text{пр}}^i = K_{\text{у}} * \Delta_{\text{пр}}^3 \quad (2.7)$$

где $K_{\text{у}}$ – значение коэффициента уточнения.

Тогда:

$$\Delta_{\text{пр}}^i \text{ точение черновое} = 0,637 \cdot 0,06 = 0,038 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр}}^i \text{ точение чистовое} = 0,637 \cdot 0,04 = 0,025 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр}}^i \text{ Шлифовальные черновое} = 0,637 \cdot 0,03 = 0,019 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр}}^i \text{ Шлифовальные чистовое} = 0,637 \cdot 0,01 = 0,006 \text{ мм.};$$

Погрешность установки $\Delta_{\varepsilon_{\text{у}}}$ приравниваем к нулю.

Наименьший припуск на операции: [2, с 48]

$$2Z_{\text{min}}^i = 2[R_z^{i-1} + h^{i-1} + \sqrt{\Delta_{\text{пр}}^{i-1}{}^2 + \Delta_{\varepsilon_{\text{у}}}^i{}^2}] \quad (2.8)$$

Наименьший припуск на точении предварительном:

$$2Z_{\text{min}}^i \text{ точение черновое} = 2 \sqrt{160 + 150 + 38^2 + 0^2} = 0,658 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на точение чистовое

$$2Z_{\min \text{ точение чистовое}}^i = 2 \cdot 50 + 60 + \sqrt{29^2 + 0^2} = 0,249 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на шлифование черновое

$$2Z_{\min \text{ шлифование черновое}}^i = 2 \cdot 40 + 50 + \sqrt{19 + 0^2} = 0,199 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на шлифование чистовое

$$2Z_{\min \text{ шлифование чистовое}}^i = 2 \cdot 10 + 35 + \sqrt{6^2 + 0^2} = 0,096 \text{ мм.}$$

Расчет минимальных размеров:

$$d_{\min}^{i-1} = d_{\min}^i + 2Z_{\min}^i \quad (2.9)$$

$$d_{\min \text{ шлифование чистовое}}^{i-1} = 25,948 \text{ мм;}$$

$$d_{\min \text{ шлифование черновое}}^{i-1} = 25,948 + 0,096 = 26,044 \text{ мм;}$$

$$d_{\min \text{ точение чистовое}}^{i-1} = 26,044 + 0,199 = 26,243 \text{ мм;}$$

$$d_{\min \text{ точение черновое}}^{i-1} = 26,243 + 0,249 = 26,492 \text{ мм;}$$

$$d_{\min \text{ заготовительная}}^{i-1} = 26,492 + 0,658 = 27,150 \text{ мм;}$$

Расчет максимальных размеров:

$$d_{\max}^{i-1} = d_{\min}^i + Td^i \quad (2.10)$$

$$d_{\max \text{ шлифование чистовое}}^{i-1} = 25,948 \text{ мм;}$$

$$d_{\max \text{ шлифование черновое}}^{i-1} = 26,044 + 0,013 = 26,057 \text{ мм;}$$

$$d_{\max \text{ точение чистовое}}^{i-1} = 26,243 + 0,033 = 26,276 \text{ мм;}$$

$$d_{max}^{i-1} \text{ точение черновое} = 26,492 + 0,084 = 26,576 \text{ мм};$$

$$d_{max}^{i-1} \text{ заготовительная} = 27,150 + 0,210 = 27,360 \text{ мм};$$

Наибольшие значимости операционных припусков:

$$2Z_{max}^i = d_{max}^{i-1} - d_{max}^i \quad (2.11)$$

$$2Z_{max}^i \text{ шлифование чистовое} = 26,057 - 25,948 = 0,109 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^i \text{ шлифование черновое} = 26,276 - 26,057 = 0,219 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^i \text{ точение чистовое} = 26,576 - 26,276 = 0,3 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^i \text{ точение черновое} = 27,360 - 26,576 = 0,784 \text{ мм};$$

Минимальные значения операционных припусков:

$$2Z_{min}^i \text{ шлифование чистовое} = 26,044 - 25,948 = 0,096 \text{ мм}; \quad (2.12)$$

$$2Z_{min}^i \text{ шлифование черновое} = 26,243 - 26,044 = 0,199 \text{ мм};$$

$$2Z_{min}^i \text{ точение чистовое} = 26,492 - 26,243 = 0,249 \text{ мм};$$

$$2Z_{min}^i \text{ точение черновое} = 27,150 - 26,492 = 0,658 \text{ мм};$$

Проверка результатов расчета:

$$2Z_{max}^i - 2Z_{min}^i = Td^{i-1} - Td^i \quad (2.13)$$

$$2Z_{max}^i - 2Z_{min}^i = 0,219 - 0,199 = 0,020 \text{ мм};$$

$$TD^{i-1} - TD^i = 0,033 - 0,013 = 0,020 \text{ мм}.$$

Проверка выполняется, следовательно, припуски рассчитаны верно.

Номинальные межоперационные припуски:

$$2Z_4 = 2Z_{4min} + es_d + ei_3 = 0,096 + 0 + 0,021 = 0,117$$

$$2Z_3 = 2Z_{3min} + es_3 + ei_2 = 0,199 + 0 + 0,052 = 0,251$$

$$2Z_2 = 2Z_{2min} + es_2 + ei_1 = 0,249 + 0 + 0,21 = 0,459$$

$$2Z_1 = 2Z_{1min} + es_1 + ei_3 = 0,658 + 0 + 0,7 = 1,358$$

Операционные размеры:

$$D_{4 \text{ шлифование чистовое}} = 26_{-0,52}$$

$$D_{3 \text{ шлифование черновое}} = D_d + 2Z_4 = 26 + 0,117 = 26,117$$

Округляем до 26,12

$$D_{2 \text{ точение чистовое}} = D_3 + 2Z_3 = 26,12 + 0,251 = 26,371$$

Округляем до 26,38

$$D_{1 \text{ точение черновое}} = D_2 + 2Z_2 = 26,38 + 0,459 = 26,839$$

Округляем до 26,84

$$D_{\text{заготовительная}} = D_1 + 2Z_1 = 26,84 + 1,358 = 28,198$$

Округляем до 28,2

Схема расположения всех рассчитанных параметров представлена на рисунке 2.1

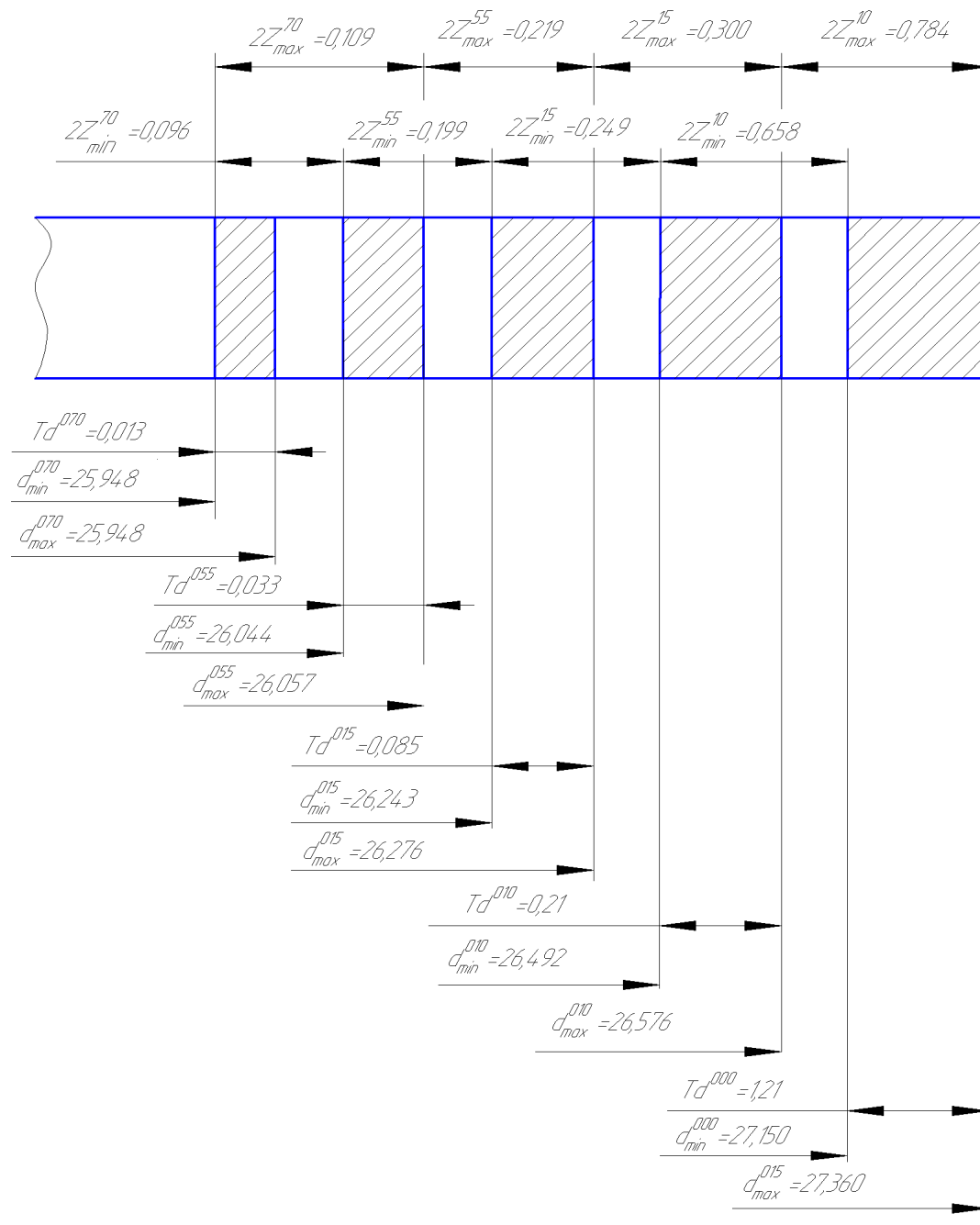


Рисунок 2.1 – Схема расположения допусков, припусков и операционных размеров на $\varnothing 26h9(-0,052)$

Определяем припуски (на диаметр) с помощью табличного метода, изложенного в источнике [5]

Таблица 2.1 – Расчет припусков табличным методом

Операции	Поверхность	Припуск, мм
$T_{\text{чист}}$	1	1,15
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	2	2,0+0,30+0,25+0,10
$\Phi + П$	3	-
$T_{\text{чист}}$	4	1,15
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	5	1,8+1,8+0,20+0,10
С	7	-
С	8	-
С	9	-
Φ	10	-
$\Phi + Z_{\text{черн}} + Z_{\text{чист}}$	11	5,11+0,6+0,25
$T_{\text{черн}}$	12	2,0
$T_{\text{чист}}$	13	1,15
Φ	14	-
$T_{\text{черн}}$	15	2,0
С	16	-
С	17	-
Φ	18	-
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	19	1,8+1,8+0,20+0,10
$\Phi + Ц_{\text{шлиф}}$	20	2,5+0,10
$\Phi + Ц$	21	2,5+0,10

2.7 Проектирование заготовки – прокат

По данным, представленным в источнике [6] будем определять основные параметры штампованной заготовки. Параметры заготовки представлены на рисунке 2.3.

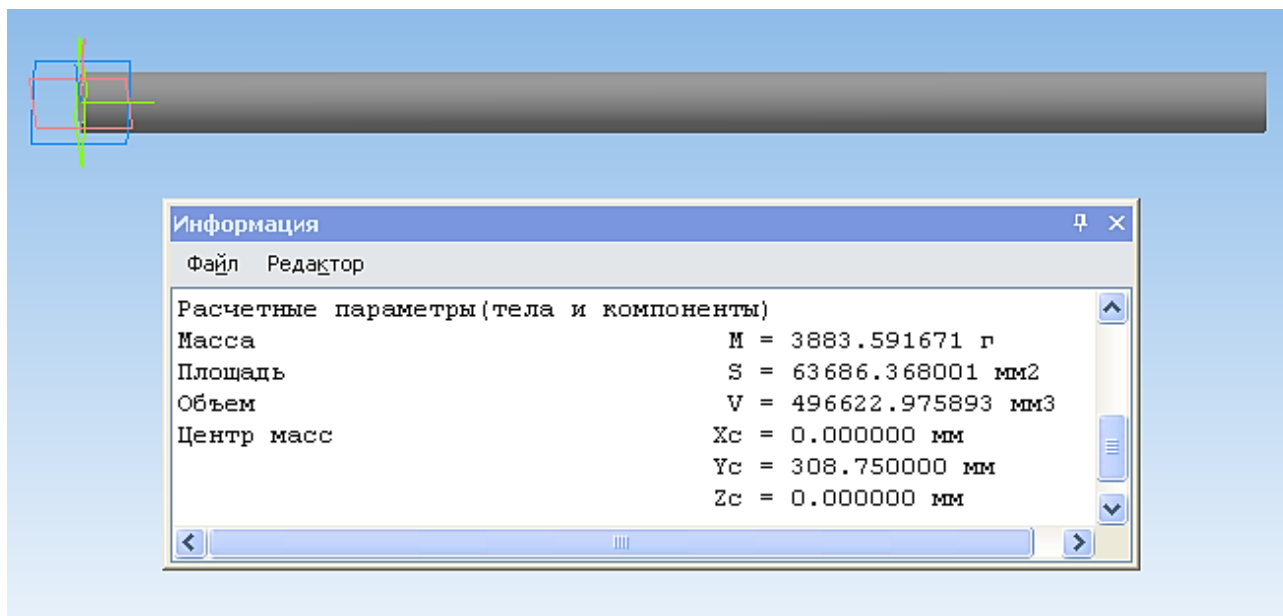


Рисунок 2.2 – 3-D модель заготовки

Определим параметры для ранее выбранной заготовительной детали из проката. Диаметр необходимый для заготовки был определен выше. Исходя из полученного значения, определяем диаметр проката. В данном случае он равен $\varnothing 32$ мм, а длина, равна 617,5 мм.

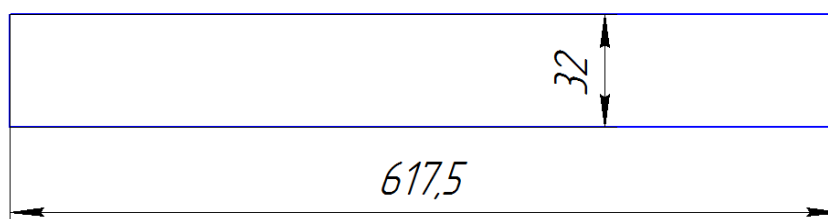


Рисунок 2.3 – Параметры заготовка

2.8 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.2 – Технологический маршрут обработки детали

Код и название операции	Обрабатываемые поверхности
005 Фрезерно - центровая	1, 3, 20, 21
010 Токарная (черновая)	1, 2, 15, 12
015 Токарная (чистовая)	1, 2
020 Фрезерная	7, 8, 9, 16, 17, 22
025 Фрезерная (черновая)	5, 19
030 Фрезерная (чистовая)	5, 19
035 Фрезерная	10, 14, 15
040 ТО	-
045 Центро - шлифовальная	20, 21
050 Правка	-
055 Шлифовальная (черновая)	2
060 Шлифовальная (черновая)	5, 19
065 Зубошлифовальная (черновая)	10, 14, 15
070 Шлифовальная (чистовая)	2
075 Шлифовальная (чистовая)	5, 19
080 Зубошлифовальная (чистовая)	10, 14, 15

На основе полученного маршрута обработки будет формироваться план обработки нашей рулевой рейки.

2.9 Средства для технологического оснащения

Задачей подраздела является подбор необходимого оборудования, оснастки, инструмента в соответствии со среднесерийным типом производства. На сегодняшний день, оборудование, которое присутствует на рынке, обладает высокой производительностью и позволяет получать заданные параметры с наибольшей точностью, затрачивая на это минимум операционного времени. Это связано с тем, что на большинстве современных

станков можно совмещать несколько операций и вести обработку сразу несколькими инструментами.

Таблица 2.3 – Средства технического оснащения

Название и код операции	Инструмент	Станок	Приспособление	Средство контроля
000 Заготовительная		Фрезерно-отрезной станок модели 8В66		
005 Центровально-подрезная	Пластина 03124.7.2.4.15.04.5.1 ГОСТ 19052-80 Т5К10, Сверло центровочное тип В Ø4, ГОСТ 14952-75, Р6М5	Фрезерно-центровальный станок с ЧПУ ХЗК8230-3000	Приспособление специальное	Нугромер НМ-50 ГОСТ 166-80
010 Токарно (черновая)	Резец проходной, пластина режущая SANDVIK CNMG 12 04 08-WL 4215 CNMG 432-WL	Токарный HASS TL-1	Патрон трёхкулачковый ГОСТ 24351-80; Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	Шц-2-250-05 ГОСТ 166-80, Калибровка ГОСТ 2216-84
015 Токарно (чистовая)	Резец проходной, пластина режущая SANDVIK CNMG 12 04 08-WL 4215 CNMG 432-WL	Токарный HASS TL-1	Патрон трёхкулачковый ГОСТ 24351-80	Шц-2-250-05 ГОСТ 166-80, Калибровка ГОСТ 2216-84
020 Фрезерная	Фреза концевая Ø32, z=6 к/х HSS DOLFAMEX; Фреза концевая Ø28, z=6 к/х HSS DOLFAMEX; Сверло спиральное Ø9 DIN-338 HSSCo5 INOX; Сверло спиральное Ø7 с ц/х DIN-338 HSSCo5 INOX; Зенкер с коническим хвостовиком Ø9,6 ГОСТ 3231-71 Р6М5, Метчик М12, Гост 3266-81 Р6М5, 40Х.	2204ВМФ4	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80; Для концевой фрезы оправка 6220-0191 ГОСТ 25827-93, Переходная втулка с коническим хвостовиком 6100-0141 ГОСТ 28119-89	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83. Калибр резьбовой М12.

Продолжение таблицы 2.3

025 Фрезерная (черновая)	Фреза концевая Ø32, z=6 к/х HSS DOLFAMEX	Фрезерный HASS TM-1	Делительная головка УДГ-200 ГОСТ 8615-69, Центр ГОСТ 8742-75, упор.	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83.
030 Фрезерная (чистовая)	Фреза концевая Ø26, z=6 к/х HSS DOLFAMEX	Фрезерный HASS TM-1	Делительная головка УДГ-200 ГОСТ 8615-69, Центр ГОСТ 8742-75, упор	Штангенциркуль ШЦ ГОСТ 684 – 83.
035 Зубо- фрезерная	Фреза червячная Ø190 мм, для нарезания зубьев Р6М5Ф3	Зубофрезерный LC 200	Приспособление зажимное специальное, люнет ГОСТ 21190-75	Калибр-скоба ГОСТ 2216-84
045 Центро- шлифовальная	Шлифовальная головка Ø4 мм ГОСТ 2447-72	Шлифовальный станок quickpoint 3000	Приспособление специальное	Скоба СИ 50 ГОСТ 11098- 75
050 Правка		Пресс		
055 Шлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 1-200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ- 3СNC	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон
060 Шлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 1-200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ- 3СNC	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон
065 Зубошлифовальная (черновая)	Шлифовальный круг 2-150x20x32 25А60N7V5 35м/с1 ГОСТ 2424-08	Зубошлифовальный станок с ЧПУ КСМ AZAF3	Приспособление специальное ГОСТ 12196-66	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон
070 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1-200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ- 3СNC	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505- 75	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон
075 Шлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 1-200×20×32 14А36N7V5 63м/с2 ГОСТ 2424-08	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ- 3СNC	Патрон поводковый 6155-0051 ГОСТ 20505-75	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон
080 Зубошлифовальная (чистовая)	Шлифовальный круг 2-150x20x32 25А60N7V5 35м/с1 ГОСТ 2424-08	Зубошлифовальный станок с ЧПУ КСМ AZAF3	Приспособление специальное ГОСТ 12196-66	Микрометр МК Ц75 ГОСТ 6507- 90, шаблон

2.10 Расчет режимов резания

Режимы резания напрямую воздействуют на показатели технологичности операций. Всегда должны учитываться условия эксплуатации, такие как: режущий инструмент, вид обработки каждой поверхности и техническое состояние металлообрабатывающих станков на момент обработки.

Поскольку на большинстве операций обработка выполняется инструментом фирмы «SANDVIK», поэтому будем использовать данные: режимы резания конкретно этой фирмы [7,10]. На операциях, где используется фрезы DOLFAMEX, будет назначаться по источнику [8]. На операциях, где используется отечественный инструмент, режимы резания будем назначать исходя из методики, представленной в источнике [9,11] Режимы резания на каждую операцию представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.4 – Режимы резания

Операции	Переходы	t	S	V	n	$T_{шт-к}$
005 Фрезеровано-центровальная	1	2,5	-	160	400	1,5
	2	2	0,05	28	900	
010 Токарно (черновая)	1	1	0,25	458	4550	0,8
	2	1	0,25	458	4700	
	3	1	0,25	458	4550	
	4	1	0,25	458	4700	
015 Токарно (чистовая)	1	1	0,25	458	4550	
	2	1	0,25	458	4550	
020 Фрезерная	1	4,86	0,24	35	400	2,417
	2	8,20	0,24	28	400	
	3	3,50	0,18	6,11	900	
	4	6,00	0,18	7,56	900	
	5	1,75	0,60	16,45	500	
	6	1,25	1,25	24,9	400	
025 Фрезерная (черновая)	1	1	0,08	396	630	2,32
	2	1	0,08	396	630	
030 Фрезерная (чистовая)	1	0,5	0,08	396	630	1,16
	2	0,5	0,08	396	630	
035 Фрезерная	2	1	0,2	19	1200	27,13
045 Центро-шлифовальная	1	0,10	0,010	30	20	1,44

Продолжение таблицы 2.4

055 Шлифовальная (черновая)	1	0,25	0,010	30	20	1,44
060 Шлифовальная (черновая)	1	0,20	0,010	30	20	1,40
	2	0,20	0,010	30	20	1,40
065 Зубошлифовальная (черновая)	1	0,60	0,010	30	20	1,68
070 Шлифовальная (чистовая)	1	0,10	0,006	35	20	1,47
075 Шлифовальная (чистовая)	1	0,10	0,006	35	20	1,47
	2	0,10	0,006	35	20	1,47
080 Зубошлифовальная (чистовая)	1	0,25	-	35	10	2,6

где t – значение глубины срезаемого слоя, мм;

S – значение параметра - подача, мм/об;

V – значение скорости резания, м/мин;

n – значение частоты вращения, об/мин;

$T_{шт-к}$ – значение штучно-калькуляционного времени, мин;

** – значение подачи поперечной, мм/мин;

* – значение подачи поперечной, мм/двойной ход;

*³ – значение подачи врезной чистовая/черновая, мм/мин.

3 Конструирование приспособления и режущего инструмента

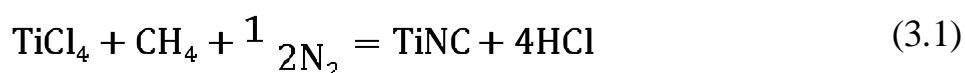
3.1 Расчет и проектирования метчика для нарезания резьбы М12·1.5

При обработке детали «Рулевая рейка» на фрезерном станке с ЧПУ 2204ВМФ4 предлагается использовать специальный метчик.

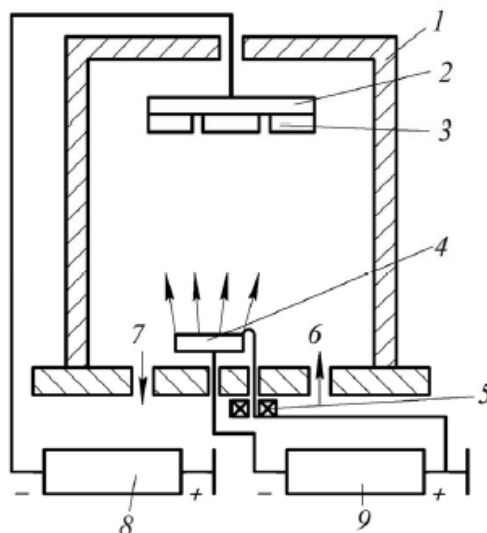
В целях повышения физико-механических свойств и износостойкости инструмента было принято решение по нанесению на него напыления карбонитрида титана.

Покрытие применяется на резьбонарезном инструменте, работающем по различным сталям, в том числе и по легированным. Покрытие имеет бронзово-фиолетовый цвет. Коэффициент трения по сухой стали - 0.4; Термостойкость до 400°С; Толщина покрытия 3-5 мкм в зависимости от требований.

Образование карбонитрида титана происходит по формуле:



Нанесение защитных покрытий с использованием вакуумно-плазменным методом напыления считается одним из наиболее современных способов обработки поверхности. Данные способы захватывают большую популярность благодаря экологической чистоте производства и высокому качеству получаемых декоративно-защитных плёнок. Ниже представлена схема на рисунке 3.1 которая представлена в источнике [14].



1 – корпус вакуум-камеры (анод); 2 – держатель инструмента; 3 – режущие инструменты; 4 – катод-испаритель из металла, образующего покрытие; 5 – электромагниты; 6 – реакционного газ; 7 – откачка газа вакуумным насосом; 8 – источник питания для подачи отрицательного потенциала к инструментам; 9 – источник питания дуги

Рисунок - 3.1 Вакуумно-плазменная установка:

Обследуем вероятность нарезания резьбы одним (чистовым) метчиком. Окончательное решение о числе метчиков в наборе принимается после контроля исполнения требование:

$$M_p \leq M_{кр}$$

где M_p – крутящий момент резбонарезания (Н·м);

$M_{кр}$ – критический крутящий момент, допускаемый прочностью метчика (Н·м).

Крутящий момент резбонарезания: $M_p = 34$

Значение критического крутящего момента для метчика $d = 12$ (мм),

$$M_{кр} = 220 \text{ Н·м}$$

Условие $M_p \leq M_{кр}$ выполняется. Таким образом, одним метчиком нарезать резьбу с заданными параметрами можно.

Так как наше условие выполняется, мы можем рассчитать номинальный средний и внутренний диаметры резьбы гайки (заготовки):

$$D_2 = D - 2 + 0,376 = 12 - 2 + 0,376 = 10,376, \text{ (мм)}$$

$$D_1 = D - 3 + 0,294 = 12 - 3 + 0,294 = 9,294, \text{ (мм)}$$

Мы нашли по [12, с. 63] на средний диаметр резьбы гайки степени точности равную 7Н:

$$TD_2 = 0,280 \text{ (мм)}$$

Нарезаемая резьба 6Н зависит от степени точности, и находим степень точности метчика – 4Н.

Далее по формуле представленной ниже, находим расчет нижнего отклонения на средний диаметр метчика:

$$eid_2 = +0,3 \cdot TD_2 = +0,3 \cdot 0,280 = +0,084, \text{ (мм)} \quad (3.2)$$

Основным параметром, характеризующим степень точности метчика, является средний диаметр резьбы. Размер среднего диаметра рассчитывается по формуле:

$$d_2 = (D_2 + eid_2 + Td_2)_{-TD_2} \quad (3.3)$$

Где Td_2 – допуск на d_2 , учитывающий погрешности d_2 , Р, гарантирующие запас на износ и разбивку; eid_2 – нижнее отклонение на d_2 .

$$Td_2 = 0,2 \cdot TD_2 \quad (3.4)$$

где TD_2 – допуск на средний диаметр резьбы гайки степени точности 6 Н по ГОСТ 16093-81.

$$Td_2 = 0,2 \cdot TD_2 = 0,2 \cdot 0,280 = 0,056, \text{ (мм)}$$

$$d_2 = (10,376 + 0,084 + 0,056)_{-0,056} = 10,466_{-0,056}, \text{ (мм)}$$

Верхнее отклонение на средний диаметр метчика определяется по формуле:

$$esd_2 = eid_2 + Td_2 = 0,084 + 0,056 = 0,14, \text{ (мм)} \quad (3.5)$$

Определим гарантированный запас на износ по среднему диаметру:

$$\Delta_2 = esd_2 - eid_2 = 0,14 - 0,084 = 0,056, \text{ (мм)}$$

Найдем нижнее отклонение на наружный диаметр резьбы метчика:

$$eid = 0,4 \cdot TD_2 = 0,4 \cdot 0,28 = 0,112, \text{ (мм)} \quad (3.6)$$

Определим допуск на наружный диаметр резьбы метчика по формуле:

$$Td_2 = 0,3 \cdot TD_2 = 0,3 \cdot 0,280 = 0,084, \text{ (мм)} \quad (3.7)$$

Наружный диаметр резьбы метчика рассчитываем по формуле:

$$d = (D + eid + Td)_{-Td} = (12 + 0,112 + 0,084)_{-0,084} = 12,196_{-0,084}, \text{ (мм)}$$

3.2 Проектирование патрона для правки

Целью проектирования будет создание приспособления для базирования и закрепления рейки рулевого механизма на операции правки. Для правки деталь устанавливается с базированием на лыски в двух точках и с зажимом по зубчатой поверхности. Центрирование рейки осуществляется за счет плавающей конструкции зажима. Для поворота рейки при правке приспособление оснащено вращающимся на подшипниках корпусом.

Сила правки в соответствии с характеристиками прессы «Гальдабини» составляет $P = 3,6 \text{ кН}$.

В ходе правки заготовки происходит влияние двух сил. Одна стремится отторгнуть заготовку от зажимной призмы. Другая сила, которая называется сила зажима – препятствует этому.

Из условия равновесия моментов данных сил и с учетом коэффициента запаса определяются необходимые и начальные усилия. Расчетная схема – в прил. Г.

Суммарный крутящий момент от силы правки, стремящийся повернуть заготовку в призмах:

$$M_P = \frac{P \cdot d_0}{2} \quad (3.8)$$

где P – сила правки;

d_0 – диаметр заготовки.

Повороту заготовки мешает момент силы зажима:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_0}{2} \quad (3.9)$$

где W – суммарное усилие зажима;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности призмы.

Из равенства моментов M_P и M_3 определим необходимое усилие зажима:

$$W = \frac{k \cdot P}{f} \quad (3.10)$$

где k – коэффициент запаса.

Значение коэффициента запаса k в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции, определяется по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (3.11)$$

«Где k_0 – значение коэффициента, который учитывает гарантированный запас $k_0 = 1,2$;

k_0 — гарантированный коэффициент запаса — рекомендуется принимать для всех случаев равным 1,5;

k_1 - коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, вызывающих увеличение сил резания. При черновой обработке $k_1=1,2$; при чистовой и отделочной обработке $k_1=1$.

k_2 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении инструмента. Его значения выбираются по таблице 1.

k_3 — коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании. При точении с ударами и торцовом фрезеровании он достигает значения 1,2. При обработке без ударов $k_3=1,0$.

k_4 — коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима. Для ручных зажимных устройств $k_4=1,3$; для механических устройств прямого действия (пневматических, гидравлических и т.п.) $k_4=1,0$. Если величина допуска на размер заготовки влияет на силу закрепления, что имеет место при использовании пневмокамер, мембранных патронов и т.п., $k_4=1,2$.

k_5 — коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении и малом

диапазоне угла её поворота $k_5=1,0$, при большом диапазоне (более 90°) $k_5=1,2$.

k_6 — коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку. Если заготовка установлена базовой плоскостью на опоры с ограниченной поверхностью контакта, $k_6=1,0$. Если на планки или другие элементы с большой поверхностью контакта, $k_6=1,5$ » [20].

Окончательно значение коэффициента $k=1,2$

Коэффициент трения $f=0,35$.

Подставив в формулу (3.3) исходные данные, получим:

$$W = \frac{1,2 \cdot 3,2}{0,35} = 10,24 \text{ , кН.}$$

3.2.1 Расчет зажимного механизма.

Найдём усилие Q , формируемое силовым приводом, которое увеличивается зажимным механизмом и передается зажимным элементам:

$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (3.12)$$

где i_c – передаточное отношение по силе зажимного механизма. Для клина 15° $i_c = \text{ctg}15^\circ = 3,7$.

Усилие привода

$$Q = \frac{10,24}{3,7} = 2,76 \text{ кН}$$

3.2.2. Расчет силового привода

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод. В его конструкции можно выделить силовую часть, вращающуюся совместно со шпинделем.

Основным характерным параметром гидроцилиндра является диаметр его поршня D , который определяется в зависимости от требуемого рабочего усилия Q . Поскольку при работе гидроцилиндра возникают неизбежные

потери, в частности на трение в уплотнениях, расчетное (максимальное) усилие принимают несколько большим, чем рабочее:

$$F_p = F' \cdot Q = 1,2 \cdot 2,76 = 2,8 \text{ кН} = 2800 \text{ Н} \quad (3.13)$$

где $F' \approx 1,2$ - коэффициент запаса, величина которого зависит от характера работы гидроцилиндра,

Q – рабочее усилие.

Проводим выбор рабочего давления p в зависимости от силы, развиваемой гидроцилиндром F_p . Значение p берем согласно стандартному ряду по ГОСТ 6540-68. При рассчитанном нами значении силы принимаем давление $p = 4$ МПа.

3.2.3. Расчет диаметров поршня и штока.

У нас гидроцилиндр с односторонним штоком. Расчет диаметров и поршня такого гидроцилиндра проводят на основе уравнения:

$$D = \frac{\sqrt{4 \cdot F_p}}{\pi \cdot p} \quad (3.14)$$

где F_p – расчетное усилие, Н,

p – рабочее давление, МПа.

Расчетный диаметр $D = \frac{\sqrt{4 \cdot 2800}}{\pi \cdot 4} = 17,1 \text{ мм}$

Принимаем конструктивно стандартное значение диаметра поршня по ГОСТ 6540-68, равное 40 мм.

Диаметр штока принимаем конструктивно $d = 20 \text{ мм}$

3.2.4. Выбор уплотнений.

Выбор типа уплотнений оказывает существенное влияние на работоспособность гидроцилиндра. Уплотнения выбираем в источнике [15], в зависимости от давления жидкости p в герметизируемой полости и наибольшей скорости перемещения V_{max} .

Принимаем:

для поршня – кольца резиновые уплотнительные для гидравлических устройств по ГОСТ 9833-73,

для штока – кольца резиновые уплотнительные для гидравлических устройств по ГОСТ 9833-73.

3.2.5. Расчет сил трения в уплотнениях.

После выбора уплотнений уточняем значение рабочего давления с учетом сил трения в уплотнениях. Силы трения рассчитываем по следующим формулам указанным в источнике [16]

для поршня:

$$P_{тр_ц} = \pi \cdot D \cdot H \cdot \mu (p + p_k \cdot n) = 3,14 \cdot 40 \cdot 4,6 \cdot 0,1 (4 + 3 \cdot 2) = 490 \text{ Н} \quad (3.15)$$

где D – диаметр поршня, мм,

H – ширина кольца, мм,

$\mu = 0,1$ – коэффициент трения ,

p – давление масла, МПа,

n – количество колец,

$p_k = 3$ – контактное давление, возникающее при монтаже, МПа.

для штока:

$$P_{тр_ш} = \pi \cdot D \cdot H \cdot \mu (p_k + p) = 3,14 \cdot 20 \cdot 3,6 \cdot 0,1 (4 + 3) = 205 \text{ Н} \quad (3.16)$$

где D – диаметр уплотняемой поверхности, мм,

H – ширина кольца, мм,

p – давление масла, Мпа,

$p_k = 3$ – контактное давление, возникающее при монтаже, МПа,

$\mu = 0,1$ – коэффициент трения.

Подставим полученные нами значения в формулу, прибавив их к значению силы Fp и получим фактическое давление:

$$p = 4 \cdot (P_{тр_ц} + P_{тр_ш} + Fp) / \pi \cdot D^2 = 4 \cdot (490 + 205 + 2800) / 3,14 \cdot 40^2 = 4,18 \text{ МПа} \quad (3.17)$$

3.2.6. Описание конструкции приспособления.

Устройство специализировано для установки и крепления рулевой рейки во время операции правки на прессе «Гальдабини». Устройство содержит патрон и гидравлический привод. Патрон содержит корпус, в пазах которого перемещают зажимные элементы и призмы. Зажимные элементы через клиновые механизмы и коромысло связаны со штоком силового привода. Корпус приспособления крепится к столу прессы с помощью болтов с ориентированием на призматические шпонки.

Силовой привод смонтирован на задний конец зажимного приспособления, при помощи винтов.

4 Компьютерное моделирование

Произведём анализ сил, которые действуют на заготовку, закрепленную в трёх кулачковом токарном патроне и поджатую центром.

На рисунке 7 зеленым цветом показаны поверхности (места), которые соприкасаются с кулачками патрона.

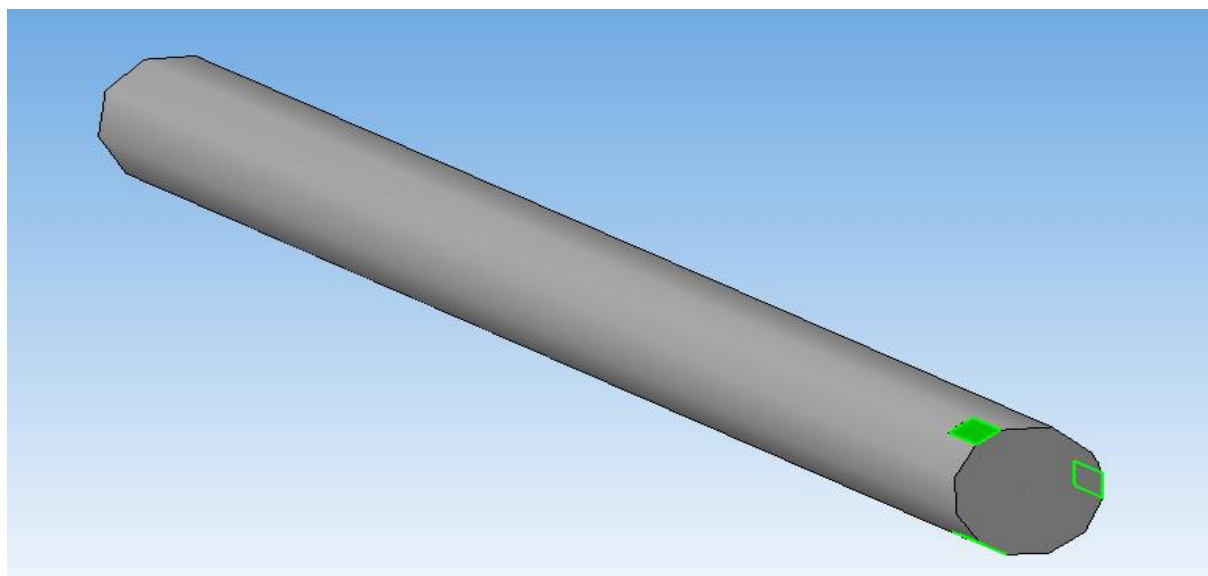


Рисунок 4.1 – Поверхности (места) закрепления заготовки

Вычислим давление, которое действует на нашу заготовку. Для этого определим площадь закрепления заготовки.

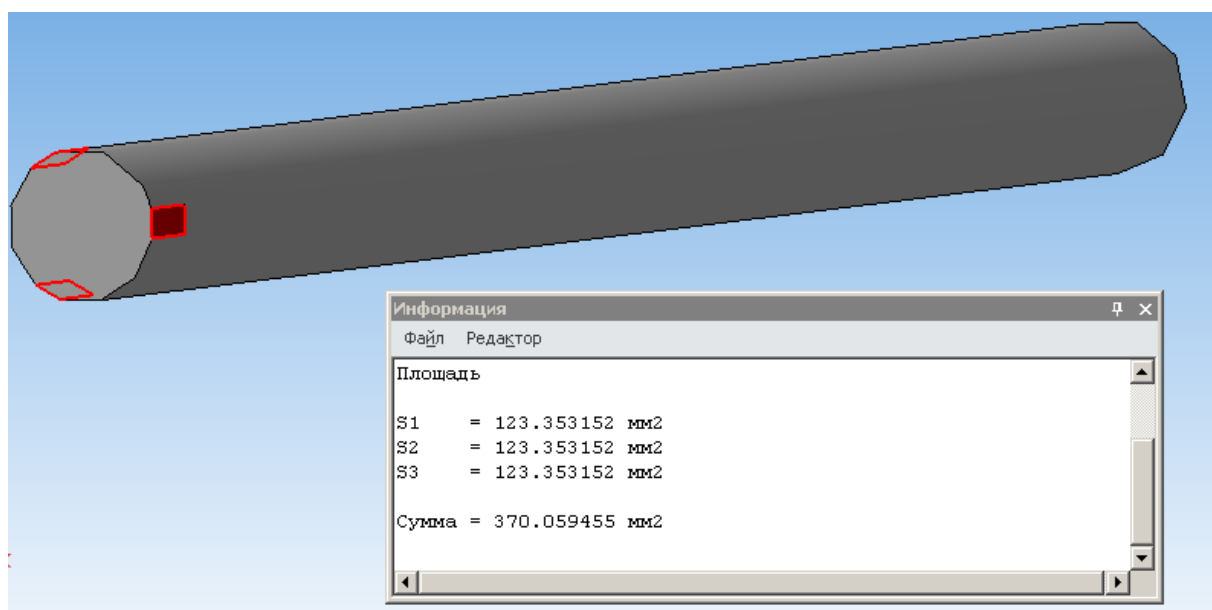


Рисунок 4.2 – Площадь закрепления

Давление, которое действует на заготовку – это отношение силы, прикладываемой кулачками к площади закрепления. Принимаем давление для кулачков патрона $P = 27,6$ МПа. Наложим на заготовку ограничение – зафиксируем заготовку (рисунок 4.3).

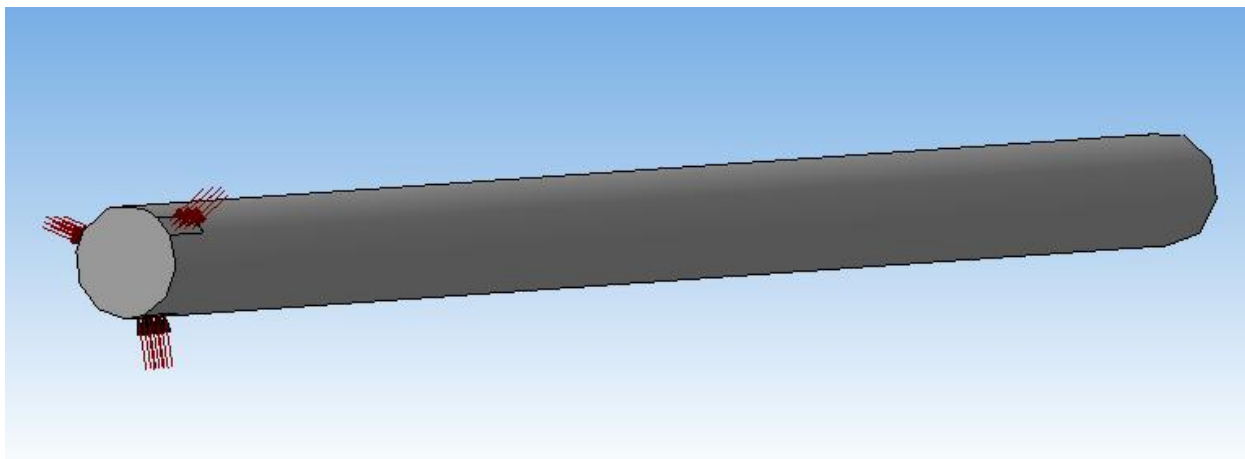


Рисунок 4.3 – Распределение давления

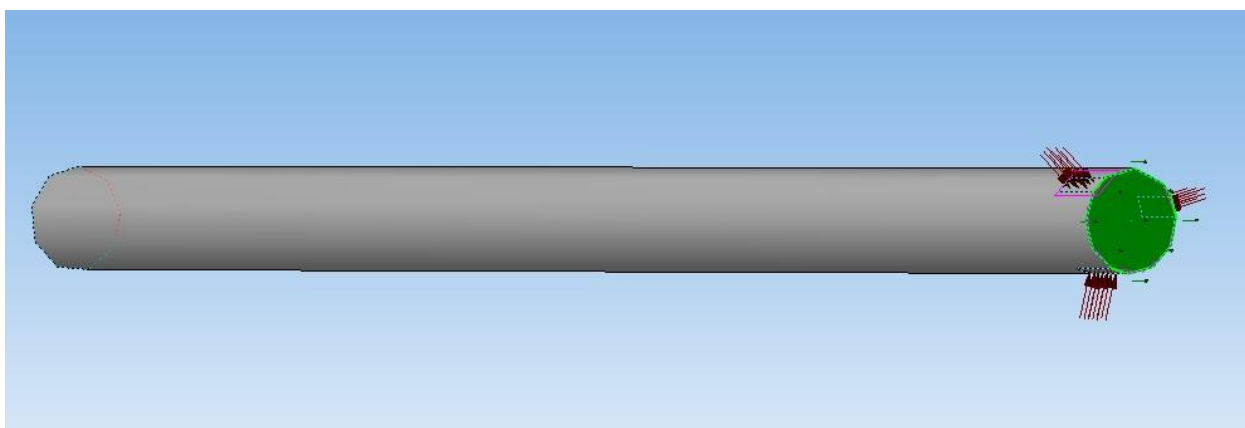


Рисунок 4.4 – Базирование

Максимальная деформация, которая будет возникать в местах, где закрепляется заготовка менее 1 микрона (рисунок 4.5). Из этого можно сделать вывод, что такую оснастку можно использовать в нашем технологическом процессе.

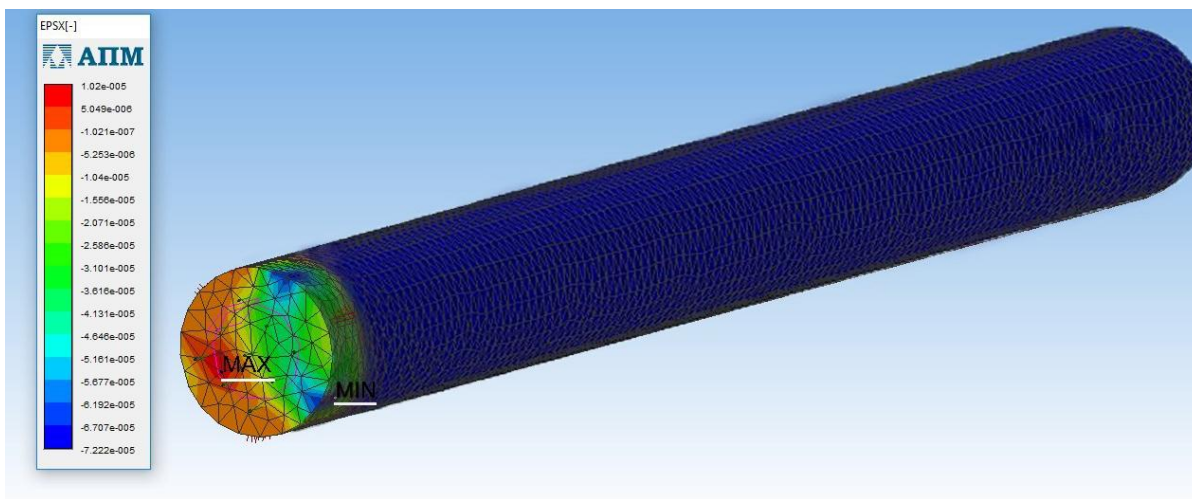


Рисунок 4.5 – Деформации

Так же необходимо рассчитать заготовку на напряжения (рисунок 12).

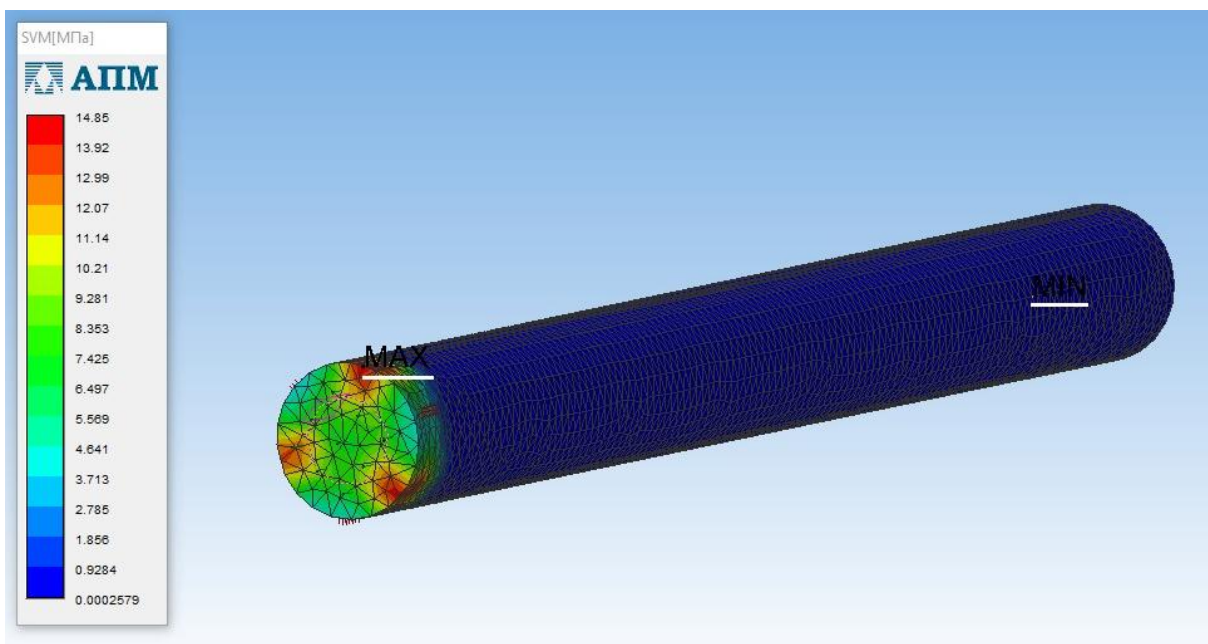


Рисунок 4.6 – Напряжения

В результате проведения прочностного анализа, который был выполнен в программе КОМПАС 3D, мы определили, что наша заготовка будет испытывать максимальное напряжение 15 МПа (красные зоны). Поскольку предел прочности для стали составляет 830 МПа, следовательно, приложенной силы недостаточно для образования пластических отпечатков при деформации от роликов и кулачков.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления рулевой рейки болида «Формула Студент»»

Анализ был проведен в соответствии с методиками, указанными в учебно-методическом пособии [21,22].

В процессе выполнения рабочими своим должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

5.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Рулевая рейка».

5.1.1 Описание рабочего места, оборудования и выполняемых операций

Особенность машиностроительных производств, с точки зрения охраны труда заключается в том, непосредственно, что на ограниченной территории располагается большое количество производственных циклов, где производится механическая обработка, сборочные, ремонтные, обмывочные, испытательные и др. работы. Они сопряжены с опасными и вредоносными факторами производства, воздействующими на человека в ходе работы.

Опасный производственный фактор – фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному, резкому ухудшению его здоровья (ГОСТ 12.0.003-74).

К опасным производственным факторам, действующим на рабочем месте шлифовщика, относятся, например:

- 1) движущиеся машины и механизмы;
- 2) передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- 3) острые кромки, заусенцы;
- 4) шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- 5) высокое напряжение в электрических цепях.

При определенных видах профессиональной деятельности на работающих могут воздействовать вредные вещества. Вредными являются вещества, которые могут вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

При подробном изучении технологического процесса бесцентрового шлифования выявляются следующие факторы, опасные и вредные для здоровья.

5.2 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Фрезерно-отрезной станок модели 8В66	1
2	Фрезерно- центровальный станок с ЧПУ XZK8230-3000	1
3	Токарный HASS TL-1	2
4	Фрезерный HASS TM-1	3
5	Зубофрезерный LC 200	1
6	Шлифовальный станок quickpoint 3000	1
7	Пресс	1
8	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СNC	4

Продолжение таблицы 5.1

9	Зубошлифовальный станок с ЧПУ УК-7332	2
10	Моечная машина	1
11	Контрольный	1
Итого:		18

Таблица 5.2 – Технологический маршрут обработки детали «Рулевая рейка»

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная	Фрезерно-отрезной станок модели 8B66	Получение заготовки
	005	Центровально-подрезная	Фрезерно-центровальный станок с ЧПУ XZK8230-3000	Подрезание и центрование торцев 1 и 3.
Механический	010	Токарно (черновая)	Токарный HASS TL-1	Черновое точение поверхностей: 1, 2, 12, 15
Механический	015	Токарно (чистовая)	Токарный HASS TL-1	Чистовое точение поверхности: 2
Механический	020	Фрезерная	Фрезерный HASS TM-1	Фрезерование поверхностей 8, 22. Сверление отверстий 8, 9, 16 Нарезание резьбы M12
Механический	025	Фрезерная (черновая)	Фрезерный HASS TM-1	Фрезерование черновое поверхностей: 5, 19
Механический	030	Фрезерная (чистовая)	Фрезерный HASS TM-1	Фрезерование чистовое поверхностей: 5, 19
Механический	035	Зубофрезерная	Зубофрезерный LC 200	Фрезерование поверхностей: 10, 14, 15
Термический	040	Термическая		Закалка заготовки
Механический	045	Центро-шлифовальная	Шлифовальный станок quickpoint 3000	Шлифование центров: 20, 21
Правильный	050	Правка	Пресс	

Продолжение таблицы 5.2

Механический	055	Шлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СNC	Шлифование черновое поверхности: 2
Механический	060	Шлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СNC	Шлифование черновое поверхностей: 5, 19
Механический	065	Зубошлифовальная (черновая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ КСМ AZAF3	Зубошлифование черновое поверхностей: 10, 14, 15
Механический	070	Шлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СNC	Шлифование чистовое поверхности: 2
Механический	075	Шлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3СNC	Шлифование чистовое поверхностей: 5, 19
Механический	080	Зубошлифовальная (чистовая)	Зубошлифовальный станок с ЧПУ КСМ AZAF3	Зубошлифование чистовое поверхностей: 10, 14, 15
Механический	085	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка заготовки
Механический	090	Контрольная	Контроль	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Таблица 5.3 Опасные и вредные факторы при данных операциях

№ п/п	Технологический процесс	Оборудование, техническое устройство	Опасный и/или вредный производственный фактор	Мероприятия
1	Центровально-подрезная	Фрезерно-центровальный станок с ЧПУ XZK8230-3000	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заусенцы, шероховатость данной заготовки, острые кромки приборов и оснащения 2. На поверхности материалов и оснащения наблюдается повышенная температура. 3. Подвижные механизмы и подвижные машины 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обработка деталей и заготовок на металлообрабатывающих станках 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Регламентированная процедура по обучению охране труда
2	Фрезерная	Фрезерный HASS TM-1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отлетающая стружка 2. На поверхности материалов и оснащения наблюдается повышенная температура. 3. Подвижные механизмы и подвижные машины 4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение защитного экрана 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Регламентированная процедура по обучению охране труда 4. Использование акустических экранов, противошумных наушников.

Продолжение таблицы 5.3

3	Фрезерование	Зубофрезерный LC 200	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенные вибрации 2. На поверхности материалов и оснащения наблюдается повышенная температура. 3. Подвижные механизмы и подвижные машины 4. Применение СОЖ 5. Отлетающая стружка 6. Заусенцы, шероховатость данной заготовки, острые кромки приборов и оснащения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка на оборудования виброизолирующих опор 2. Использование СОЖ на синтетической основе. 3. Регламентированная процедура по обучению охране труда 4. Применение защитного экрана 5. Применение защитного экрана, ношение защитных очков, специальной одежды. 6. Применение перчаток
---	--------------	----------------------	--	--

Большинство промышленных вредных веществ, могут иметь - общий токсический эффект. Канцерогенные вещества, попадающие в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей. Канцерогенными свойствами являются продукты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (мазут, битум, масла и т. Д.).

Если на рабочем месте имеются газоразрядные источники света, люди подвергаются воздействию ультрафиолетового излучения. При длительном воздействии это может привести к серьезному повреждению глаз и кожи, что проявляется в покраснении роговицы. При определённых условиях, шум, может быть общим био раздражителем и при конкретных обстоятельствах

может раздражать все органы и системы нашего тела. При ежедневном раздражении усиленным шумом, может случиться, что человек потеряет слух. В дополнение к прямому влиянию на орган слуха, шум влияет на различные части мозга, меняя привычные процессы нервной системы.

Под влиянием изменений шума в нашем теле возникает пониженная концентрация и стабильность, что приводит к нарушению функции желудочно-кишечного тракта, повышенному внутричерепному давлению, а так же возникают нарушения в метаболизме.

Производственное спецоборудование обязано отвечать условиям и гарантировать безопасность работ при ремонте, монтаже и эксплуатации. Ниже приведены некоторые из требований безопасности:

Рабочие места, должны быть безопасными и удобными для работников и соответствовать эргономическим требованиям.

Токоведущие части различных оборудований, должны быть надежно изолированы или помещены в места, недоступные персоналу;

Регистрация рабочих органов (рычагов, педалей, кнопок и т. Д.) По форме, размеру и другим параметрам должна обеспечивать безопасность и удобство в работе.

Ручки зажимов многопозиционных приспособлений должны располагаться в зоне, работа в которой безопасна от воздействия инструментов, чипов, охлаждающей жидкости.

Кроме того, все металлообрабатывающее оборудование на месте производства шахты должно быть приведено в соответствие с требованиями стандартов SSBT (ГОСТ 12.2.009-80 *)

Конструкция электроустановок должна соответствовать условиям их эксплуатации и обеспечивать защиту персонала от контакта с живыми и движущимися частями, а оборудование - от проникновения инородных тел и воды. Наиболее распространенными техническими средствами защиты являются защитное заземление. Обеспечение электробезопасности в этой области достигается посредством электрического разделения сети, защитного

отключения установок, защитного заземления. Электрический шкаф оснащен знаками безопасности.

В соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 «Противопожарное оборудование для защиты объектов. Основные типы. Размещение и обслуживание» Комната относится к классу е. В помещениях, где осуществляется механическая обработка и сборка, огнетушители, пожарное оборудование, огнетушители, указатели должны использоваться для обозначения места пожаротушения и оборудования для пожаротушения. Знаки должны размещаться на видных местах на высоте 2-2,5 м.

Для безопасной эвакуации обслуживающего персонала из помещений расстояние от самого удаленного рабочего места до выхода эвакуации предполагается равным 50 м для одноэтажных зданий и 40 м для двух или более этажных зданий.

6 Экономическая эффективность работы

В данном разделе целью является расчёт технико-экономических показателей нашего проектируемого технологического процесса, определение полной себестоимости, определение сопутствующих капитальных вложений и срок окупаемости продукта.

6.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов.

В базовом варианте процесс обработки включает в себя – операции фрезерования, где обрабатывается поверхность концевыми фрезами и сверления со снятием фаски трёх отверстий и обработки двух отверстий с нарезанием резьбы. Эти операции выполнялись на двух разных станках, в результате чего терялось время и повышались затраты на закупку станков. Нами предложено внедрить многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной горизонтальный станок 2204ВМФ4, который будет объединять данные операции.

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов

Базовый вариант		Проектируемый вариант
Фрезерование	Сверление	Оборудование – 2204ВМФ4.
Оборудование – Фрезерный HASS TM-1.	Оборудование – Вертикально сверлильный станок 257.	Оснастка – Патрон трехкулачковый, Оправка для концевой фрезы, Втулка переходная.
Оснастка – Патрон трехкулачковый гост, Оправка для фрез.	Оснастка – Патрон трехкулачковый, переходная.	Инструменты: Фреза концевая $\varnothing 32$, Фреза концевая $\varnothing 28$, Сверло спиральное $\varnothing 7$ мм, Сверло спиральное $\varnothing 9,60$ мм, Зенкер $\varnothing 9,6$ мм, Метчик М12
Инструменты: Фреза концевая $\varnothing 32$, Фреза концевая $\varnothing 28$. $T_M = 2,389$; $T_{шт-к} = 2,038$ P_2	Инструменты: Сверло спиральное $\varnothing 7$ мм, Сверло спиральное $\varnothing 9,60$ мм, Зенкер $\varnothing 9,6$ мм, Метчик М12 $T_M = 1,032$; $T_{шт-к} = 1,104$	$T_M = 2,242$ мин; $T_{шт-к} = 2,417$ мин

Для того чтобы провести полноценную экономическую оценку эффективности необходимо знать следующие исходные данные, которые мы брали по методическому указанию [23]:

- значение годовой программы выпуска, которая согласно заданию выпускной квалификационной работы составляет 520 шт.;
- массу рулевой рейки и её заготовки-проката, а также марку материала, из которого было изготовлено изделие. Если предлагаемые нами изменения не затрагивали способ получения заготовки и применяемого материала для изготовления, то значениями этих данных можно смело пренебречь.
- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики применяемого оборудования, технологического оснащения и режущего инструмента. Перечисленные величины напрямую влияют на окончательные расчеты.
- тарифные и нормативные значимости растрчиваемых характеристик, к примеру: электроэнергия, электроэнергия, вода, сжатый воздух и т. д.;
- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении рассматриваемого технологического процесса.

Полученные значения, будем использовать равно как начальные сведения, с целью установления абсолютной себестоимости анализируемого технологического процесса.

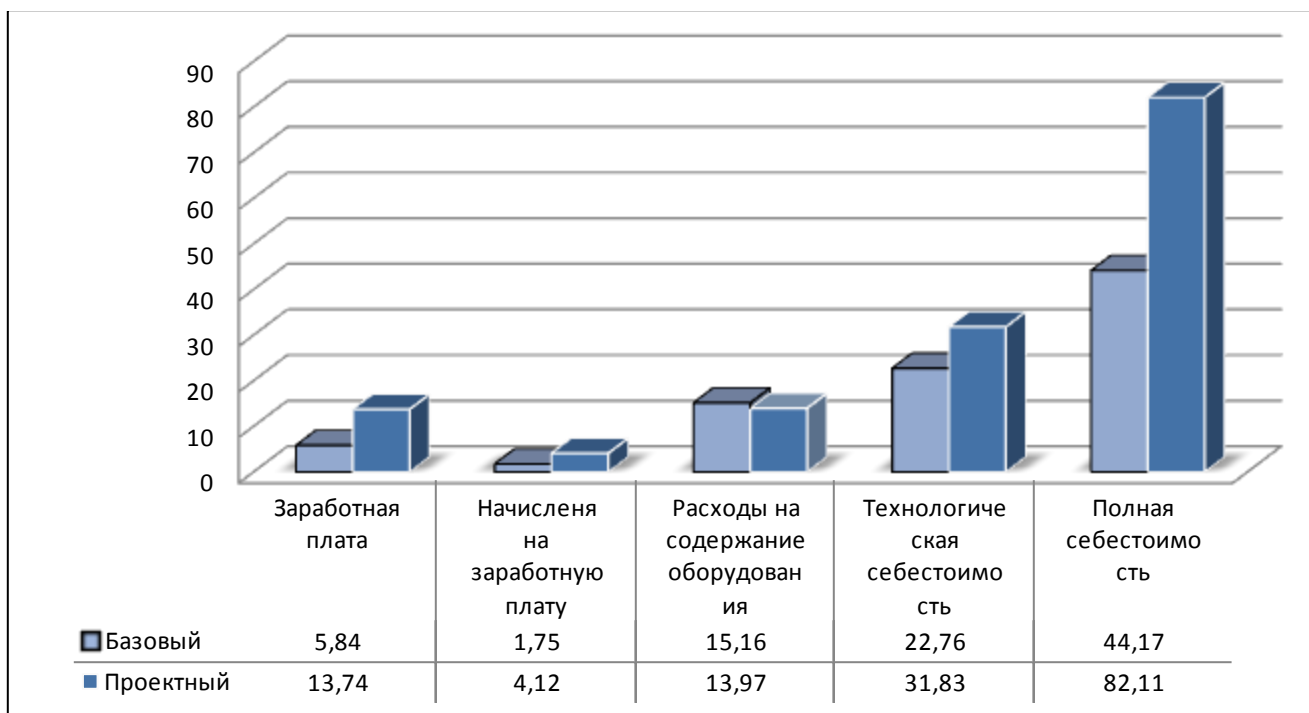


Рисунок 6.1 - Структура технологической себестоимости, расходы и величина технологической и полной себестоимости, руб.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Капитальные вложения	$K_{\text{общ}}$, руб	11748,59
2	Общий дисконтированный доход	ДОБЦДИСК, руб.	13794,38
3	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	15783,0
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	2

Вывод: проанализировав данные, представленные в таблице 6.2, можно сделать вывод о том, что введение предложенных изменений в технологический процесс станет результативным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- экономическая эффективность в нашем случае равна – 15783,0 руб.;
- приблизительное значение окупаемого срока для нашего модернизированного технологического процесса составляет – 2 года;

Интегральный экономический эффект, дисконтированная прибыль рассчитывать не требуется, продукт отправляется заказчику, без цели продажи.

Все без исключения, перечисленные выше значимости подтверждают о необходимости применения представленных совершенствований, которые касаются операции 020 технологического процесса изготовления детали рулевой рейки болида «Формула Студент».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

- спроектирован маршрут обработки и технологический процесс изготовления рулевой рейки;
- внедрено современное оборудование, которое позволяет повысить производительность обработки, и обеспечивает необходимую точность;
- применен современный режущий инструмент с износостойким напылением;
- для изменяемых операций выполнен расчет режимов резания, технических норм времени и спроектированы технологические наладки.
- В работе выполнено проектирование зажимного станочного приспособления – патрона для операции правки рулевой рейки болида «Формулы студент». Спроектированный патрон позволяет механизировать процесс закрепления заготовки.

Перечисленные усовершенствования позволили повысить производительность технологического процесса и наряду с этим получить экономический эффект, который составил 15783,0 руб.

Все задачи выпускной работы выполнены. Цель работы – повышение эффективности технологического процесса механической обработки рейки рулевого механизма – достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркова Т.В., Крыжановская И.М. Шероховатость поверхности: Метод. указания. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006, 32с
2. Клепиков, В.В. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Клепиков [и др.] - Москва: ИНФРА-М, 2017. – 295 с.
3. Клименко, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс]: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. - Минск: Новое знание, 2013; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 269 с.
4. Расторгуев, Д.А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». – Тольятти: ТГУ, 2015. – 140 с.
5. Желобова, Т.А. Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения» / Т.А. Желобова; Владим. гос. ун-т. - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2005. – 52 с.
6. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990–07–01. М.: Стандартинформ, 1990. – 36 с.
7. www.sandvik.coromant.com
8. <http://www.skalt.com>
9. Марков, В.В. Расчёт режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Марков, А.В. Сметанников, П.И. Кискеев, Л.И. Лебедева, Д.А. Ветчинников. - Орел. Орел-ГТУ, 2010. – 112 с.
10. <http://www.columbuss.ru>
11. Гужеев, В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник

- / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков; под ред. В.И. Гузеева. – 2-е изд. – Москва: Машиностроение, 2007. – 364 с.
12. Резников, Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : электронное учеб. пособие / Л.А. Резников. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с. : 1 оптический диск.
 13. Нахратова, Г. В. Основы метрологии, стандартизации и сертификации [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. пособие / Г. В. Нахратова, А. Г. Схиртладзе; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти: ТГУ, 2015. – 197 с.
 14. Малышев, В.И. Технология изготовления режущего инструмента : учеб. пособие / В.И. Малышев. – 2-е изд., стер. –Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 368 с. : пер.
 15. ГОСТ 9833-73. Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств. – Введ. 1978-01-0.: Стандартиформ, 1978. – 62 с.
 16. Лысенко Е.А. Расчёт сил и работы трения в поршневом уплотнении холодильного компрессора без смазки для автомобильного рефрижератора: [Электронный ресурс]: учебник / Лысенко Е.А., Болштянский А.П. – Вестник СибАДИ, выпуск 3 (25), 2012. –35с.
 17. Дмитриев, В.А. Проектирование заготовок в машиностроении: учеб. пособ. / В.А. Дмитриев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 174 с.Л
 18. Расторгуев, Д.А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. по- собие/ Д.А.Расторгуев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. – 52 с.: обл.
 19. Дмитриев, В.А. Проектирование заготовок в машиностроении: учеб. пособ. / В.А. Дмитриев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 174 с.
 20. http://osntm.ru/zashim_sil.html

21. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве / Л.Н. Горина; учебное пособие. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 68с.
22. 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.
23. Зубкова Н.В. Методические указания по расчету экономической эффективности / Н.В. Зубкова ТГУ, Тольятти, 2012
24. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London: Springer Reference, 2015.
25. T.Smith Graham. Cutting tool technology. T.Smith Graham – Southampton: Publishing Southampton Solent University, 2008. – 599 page.
26. George Chryssolouris. Manufacturing Systems: Theory and Practice. George Chryssolouris – Patras: Publishing University of Patras, 2005. – 603 page.
27. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.
28. Chunlei Li. A multifactor decision-making method for process route planning. Chunlei Li, Rong Mo, Zhiyong Chang, Haicheng Yang, Neng Wan, Ying Xiang. Received: 16 May 2016 /Accepted: 16 September 2016 /Published online: 1 October 2016
29. Kaiguo Fan, Jianguo Yang, Hui Jiang, Wei Wang, Xiaodong Yao. Error prediction and clustering compensation on shaft machining // Received: 27 February 2011 / Accepted: 30 May 2011 / Published online: 10 June 2011

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A1			18.БР.ОТМП.197.61.000.СБ	Сборочный чертеж			
<u>Сборочные единицы</u>							
Б4	1		18.БР.ОТМП.197.61.100.СБ	Цилиндр гидравлический ф 40	1		
Б4	2		18.БР.ОТМП.197.61.200.СБ	Корпус	1		
	3		18.БР.ОТМП.197.61.300.СБ	Привод гидравлический	1		
<u>Детали</u>							
Б4	4		18.БР.ОТМП.197.61.004	Оправка контрольная	1	на партию	
Б4	5		18.БР.ОТМП.197.61.005	Опора	1		
Б4	6		18.БР.ОТМП.197.61.006	Призма	1		
Б4	7		18.БР.ОТМП.197.61.007	Призма	1		
Б4	8		18.БР.ОТМП.197.61.008	Клин	1		
Б4	9		18.БР.ОТМП.197.61.009	Крышка	1		
Б4	10		18.БР.ОТМП.197.61.010	Фланец	1		
Б4	11		18.БР.ОТМП.197.61.011	Корпус	1		
Б4	12		18.БР.ОТМП.197.61.012	Маховик	1		
Б4	13		18.БР.ОТМП.197.61.013	Упор	1		
Б4	14		18.БР.ОТМП.197.61.014	Ось	1		
Б4	15		18.БР.ОТМП.197.61.015	Клин	1		
Б4	16		18.БР.ОТМП.197.61.016	Качалка	1		
Б4	17		18.БР.ОТМП.197.61.017	Тяга	1		
			18.БР.ОТМП.197.61.000.СБ				
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	
			Разраб.	Луханина А.И.			
			Проб.	Козлов А.А.			
			Н.контр.	Виткалов В.Г.			
			Утв.	Логинов Н.Ю.			
			Приспособление для правки			Лит.	
						Лист	
						Листов	
						Д\П	
						1	
						3	
						ТГУ, ИМ, гр. ТМБ-1401	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Б4		18	18.БР.ОТМП.197.61.018	Заглушка	6	
Б4		19	18.БР.ОТМП.197.61.019	Шайба	1	
Б4		20	18.БР.ОТМП.197.61.020	Фланец	1	
Б4		21	18.БР.ОТМП.197.61.021	Крышка	2	
Б4		22	18.БР.ОТМП.197.61.022	Фланец	1	
Б4		23	18.БР.ОТМП.197.61.023	Упор	4	
Б4		24	18.БР.ОТМП.197.61.024	Крышка	2	
Б4		25	18.БР.ОТМП.197.61.025	Шпонка	2	
Б4		26	18.БР.ОТМП.197.61.026	Шпилька	4	
Б4		27	18.БР.ОТМП.197.61.027	Ось	1	
Б4		28	18.БР.ОТМП.197.61.028	Ось	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		29		Винт 7006-1216 ГОСТ 9052-69	4	
		30		Винт В,М4-6GX8,66,05 ГОСТ 17473-80	1	
		31		Винт В,М5-6GX12,66,05 ГОСТ 17475-80	20	
		32		Гайка М10-6Н,8,05 ГОСТ 5927-70	4	
		33		Винт М4-6GX10,109,05 ГОСТ 11738-84	6	
		34		Винт М5-6GX10,109,05 ГОСТ 11738-84	2	
		35		Винт М5-6GX16,109,05 ГОСТ 11738-84	2	
		36		Винт М8-6GX16,109,05 ГОСТ 11738-84	6	
		37		Винт М12-6GX30,109,05 ГОСТ 11738-8	4	

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № докл.	Подп. и дата

18.БР.ОТМП.197.61.000.СБ

Лист
2

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		38		Винт М8-6GX65,109,05 ГОСТ 11738-8	4	
		39		Винт М8-6GX100,109,05 ГОСТ 11738-8	4	
		40		Гайка М16-6Н,8,05 ГОСТ 2526-70	1	
		41		Шпонка 4X4X10 ГОСТ 23360-78	1	
		42		Пружина 7039-9009,20 СТП 371019718-96	4	
		43		Пружина 70399007,60 СТП 371019718-96	4	
				<u>Прочие изделия</u>		
		44		Подшипник NF 213 ГОСТ 12213	2	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

18.БР.ОТМП.197.61.000.СБ

Лист
3

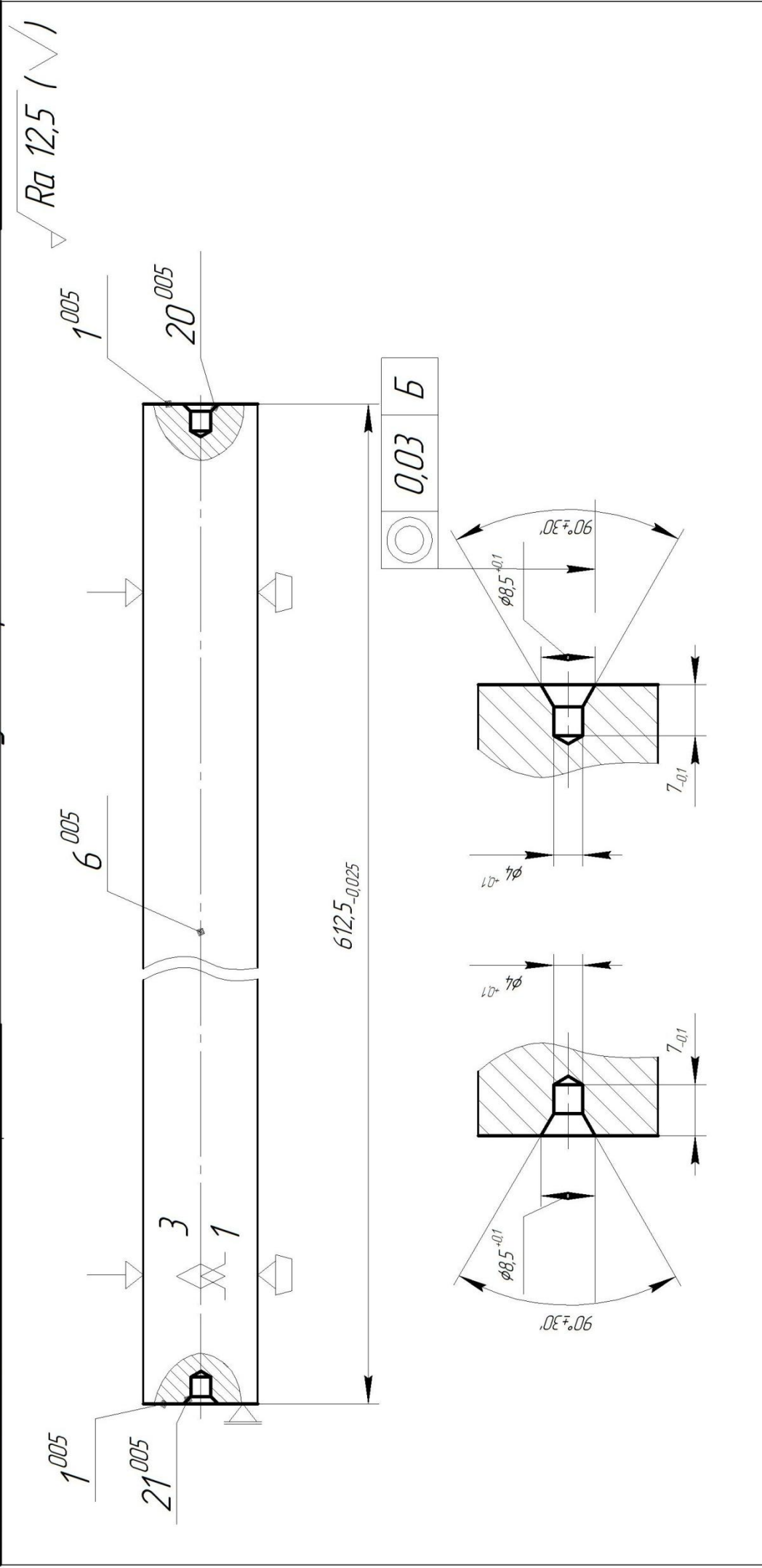
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

Дцл.					
Взм.					
Подл.					
Разраб.	Луханина А.И.	ТГУ,	Рулeвая рейка	К	Опер
Проверил	Козлов А.А.	Кафедра ОТМП			
Н.Контр.	Логинев Н.Ю.				
Утв.рулил	Виткалов В.Г.				

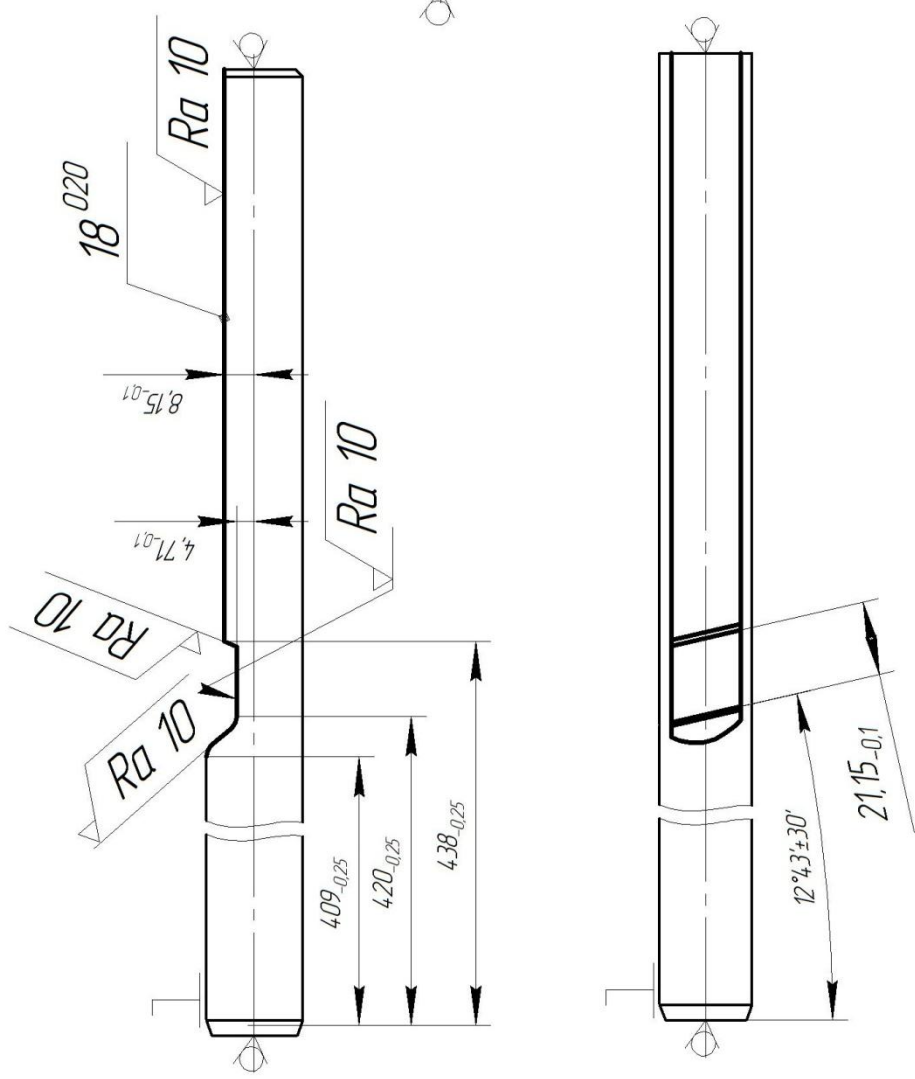


Дцбл.									
Взам.									
Подл.									

Разраб.	Лишанина А.И.	ТГУ, Кафедра ОТМП	К	Опер 020
Проверил	Козлов А.А.			
Н.Контр.	Логинов Н.Ю.			
Утвердил	Виткалов В.Г.			

Рулевая рейка

$Ra\ 12,5$ (✓)



Дробь	Взам	Подл																																																	
Разраб	Луханина А.И.																																																		
Проверил	Козлов А.А.																																																		
Н.Контр.	Логинав Ю.Н.																																																		
Утвердил																																																			
Наименование операции			Материал	ТВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД																																											
4269	Фрезерная	Сталь 50 селект	240	K2	2,3	φ32x617,5	3,884	1																																											
Оборудование, устройство ЧПУ			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ																																												
2204ВМФ4						2,417	Синапол																																												
			ПИ	l	f	i	s	n	v																																										
001	1. Установить и закрепить деталь																																																		
T02	392810 Патрон трехшлицевой ГОСТ 2675-80																																																		
003	2. Фрезеровать поверхность 8 выдерживая размеры согласно эскиза																																																		
T04	XXXXXX Оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93 391820 Фреза концевая φ32, z=6 к/х HSS DOLFAMEX																																																		
P05	1	26	175	4,86	1	0,24	400	35																																											
006	3. Фрезеровать поверхность 22 выдерживая размер согласно эскиза																																																		
T07	XXXXXX Оправка для концевой фрезы 6220-0191 ГОСТ 25827-93391820 Фреза концевая φ28, z=6 к/х HSS DOLFAMEX;																																																		
P08	2	26	21,15	8,2	1	0,24	400	28																																											
009	4. Сверлить отверстие 9 придерживаясь размеру согласно эскиза																																																		
T10	XXXXXX втулка переходная 6100-0141 ГОСТ 28119-89 391267; сверло φ7мм DIN-338 HSSCo5 INOX																																																		
P11	1	3,5	4,5	3,5	1	0,18	900	6,11																																											
<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																																																			
OK1																																																			

Дцбл.									
Взам.									
Побл.									
Разраб.	Лиханова А.И.	ТГУ,	Рулевая рейка						
Проверил	Козлов А.А.	Кафедра ОТМП							
Н.Контр	Логинов Н.Ю.								
Утвердил	Виткалов В.Г.								
									Опер 035
									К

$Ra\ 2,5$

