

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 цапги подачи прутка

Студент	<u>Д.О. Шевчук</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент В.А. Гуляев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультант	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2021

Аннотация

В выпускной квалификационной работе предлагается разработка технологического процесса изготовления цапги подачи прутка. Выпускная квалификационная работа состоит из 50 страниц пояснительной записки, которая содержит 20 таблиц, 8 рисунков, приложения и графическая часть, которая содержит 8 листов формата А1.

Работа содержит пять разделов, в которых решены следующие задачи:

- в условиях среднесерийного типа производства используются высокопроизводительные станки, полуавтоматы или станки с ЧПУ, что является наиболее оптимальным;
- спроектирована заготовка штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе с минимальными припусками, рассчитанными по более совершенной методике;
- разработан новый технологический процесс изготовления детали;
- снижено штучное время и обеспечена большая точность центровых отверстий;
- применен высокопроизводительный режущий инструмент с износостойким покрытием для существенного увеличения стойкости и производительности;
- спроектирован резец токарный сборный;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- для токарной операции спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом;
- проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта в виде технологического процесса;
- проведен анализ экономической эффективности после внесения предлагаемых изменений в технологическом процессе.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологии изготовления.....	11
2.1 Проектирование заготовки и методов обработки.....	11
2.2 Проектирование технологической операции.....	23
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	28
3.1 Разработка станочного приспособления.....	28
3.2 Разработка режущего инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Маршрутная карта.....	51
Приложение Б Операционные карты.....	56
Приложение В Спецификация к станочному приспособлению.....	60
Приложение Г Спецификация к режущему инструменту.....	63

Введение

Тенденции развития инструментального производства, а, именно, внедрение в производственный процесс ресурсосберегающих технологий является в настоящее время актуальной задачей и в целом обуславливает рост показателей эффективности любого промышленного производства [2]. В машиностроительной отрасли одним из очевидных направлений минимизации технологических затрат, связанных с производством деталей, является разработка эффективного металлорежущего инструмента. Такой инструмент должен выполнять следующие задачи: рост производительности и повышение стойкости при обработке резанием [23].

Технический прогресс дает возможность в разной мере уменьшить вовлечение человека в непосредственный производственный процесс. Все производственные функции, выполняемые работником в трудовом процессе, то есть его производственные функции, можно классифицировать по четырем группам:

- функции энергетические (человек прилагает различные усилия для решения производственной задачи);
- функции технологические (человек применяет различные орудия труда с тем, чтобы изменять структуру, форму предмета труда, его состав и т.д.) [7];
- функции управления рабочей машиной (человек производит запуск, останов машины, изменяет параметры ее работы);
- функции контрольно-регулирующие (человек контролирует протекание рабочего процесса, регулирует существенные для данного процесса параметры, программирует ход процесса) [16].

Функции первых трех групп должны повторяться работником при каждом рабочем цикле, например, при изготовлении каждого изделия. В отличие от них, контрольно-регулирующие функции носят выборочный характер, поэтому осуществляются, как правило, периодически. В замене

выполнения производственных функций человека техническими средствами состоит общий закон развития производительных сил.

Интенсификация производственных процессов, связанная с заменой человеческого участия на исполнение задач техническими средствами, приводит к коренным, существенным сдвигам в развитии средств производства, приводящим к технической революции [25].

Содержание требований к технологическому оборудованию и в целом к процессу механической обработки претерпели ряд изменений за последнее время. Обуславливается это тем, что в машиностроительной отрасли стали применяться материалы труднообрабатываемого характера, доля которых в отрасли выросла с 10% до 80% [1]. Соответственно повысился уровень требований и к качеству и производительности процессов обработки. Таким образом, возникла потребность и даже необходимость применять в предлагаемой выпускной квалификационной работе новое и современное высокопроизводительное оборудование, которое имеет улучшенные эксплуатационные параметры и характеристики.

В ходе выполнения работы на теоретическом этапе исследования выбранной тематики был выполнен обзор современного металлорежущего инструмента отечественного производства, на основании которого подобран металлорежущий инструмент для сравнительных испытаний [20]. На практическом этапе работы были проведены сравнительные испытания металлорежущего инструмента. Таким образом, выполнена технологическая часть, проанализирован действующий технологический процесс изготовления цанги подачи прутка с применением испытываемого металлорежущего инструмента.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь «цанга» подачи прутка предназначена для точного и надежного закрепления заготовки и является самым важным технологическим элементом в конструкции цангового приспособления. Часть цангового механизма с основными элементами представлены на рисунке 1. Цанговый механизм предназначен для закрепления прутка в токарном шести-шпиндельном автомате КА-162.

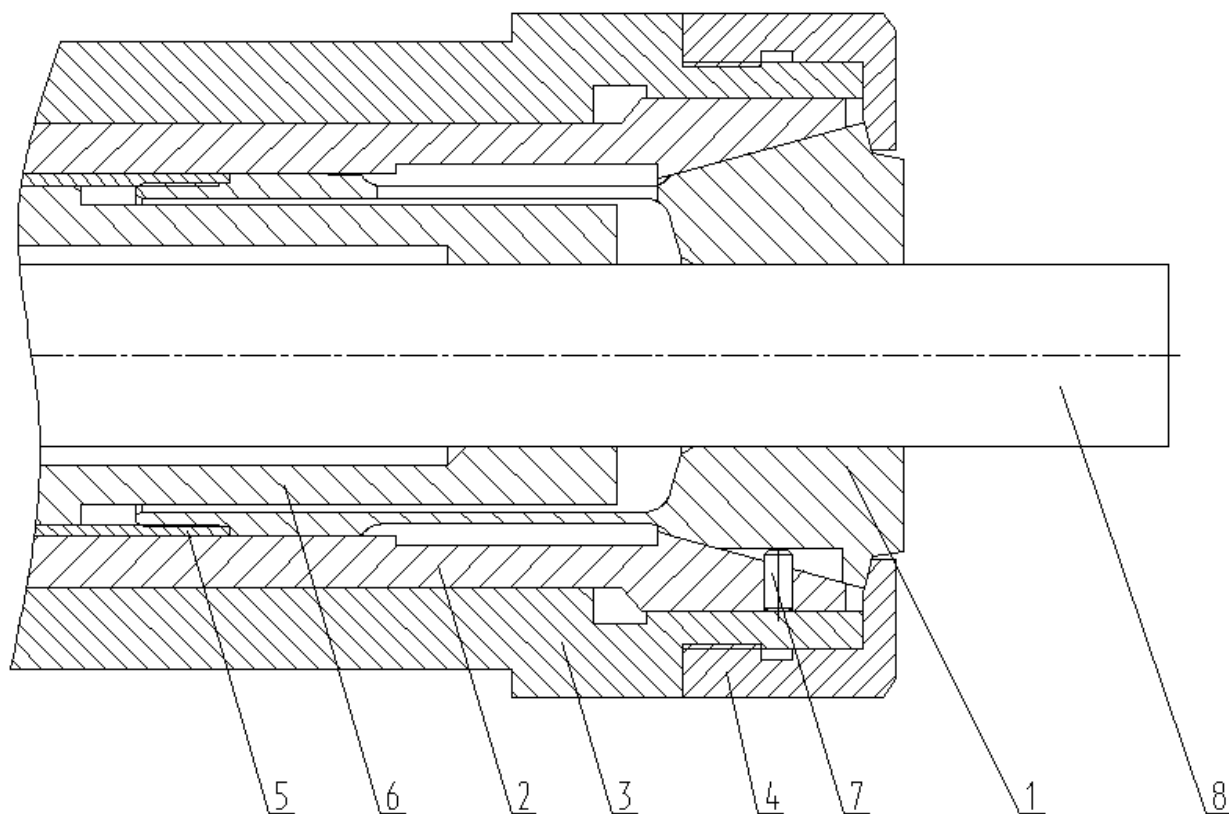


Рисунок 1 – Часть цангового приспособления

Во втулке 2 расположенной в корпусе 3 устанавливается цанга 1 подачи прутка. Гайка упорная 4 упирается с торца цанги 1 в конус и закрепляется с помощью резьбы на наружной поверхности корпуса 3. Тяга 5 закрепляется на

резьбовом конце цанги 1. Цанга подающая 6 помещена в цанге 1 по отверстию. В паз цанги 1 устанавливается штифт 7, который предотвращает поворот цанги 1 внутри втулки 2. Заготовка в цанге зажимается следующим образом. Пруток 8 продвигается вперед подающей цангой 2. Зажим заготовки осуществляется лепестками зажимной цанги 1, которые сходятся при ее движении с помощью тяги 5.

Из конструкторских и технологических предпосылок, связанных с требованиями к точности и качеству изготовления цанги подачи прутка и ее служебного назначения, предлагается выбрать в качестве материала сталь 56Г ГОСТ 4543-2016 [12, 13], состав и свойства которой «представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав

Элемент	Углерод	Сера	Фосфор	Хром	Магний	Никель	Кремний
Содержание, %	0,62-0,7	0,035	0,035	до 0,26	0,8-1,3	до 0,26	0,16-0,34

Таблица 2 – Свойства стали 65Г

Параметр	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HV
Единицы измерения	МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	-
Значение» [21]	690	880	5	10	44	200

В таблице 2 указаны: «предел кратковременной прочности, предел пропорциональности или же предел текучести для остаточной деформации, относительное удлинение при разрыве, относительное сужение, ударная вязкость и твердость по Бринеллю» [21].

Для качественного и количественного анализа технологичности цанги подачи прутка проведем нумерацию и систематизацию всех поверхности в зависимости от их назначения [8] (рисунок 2).

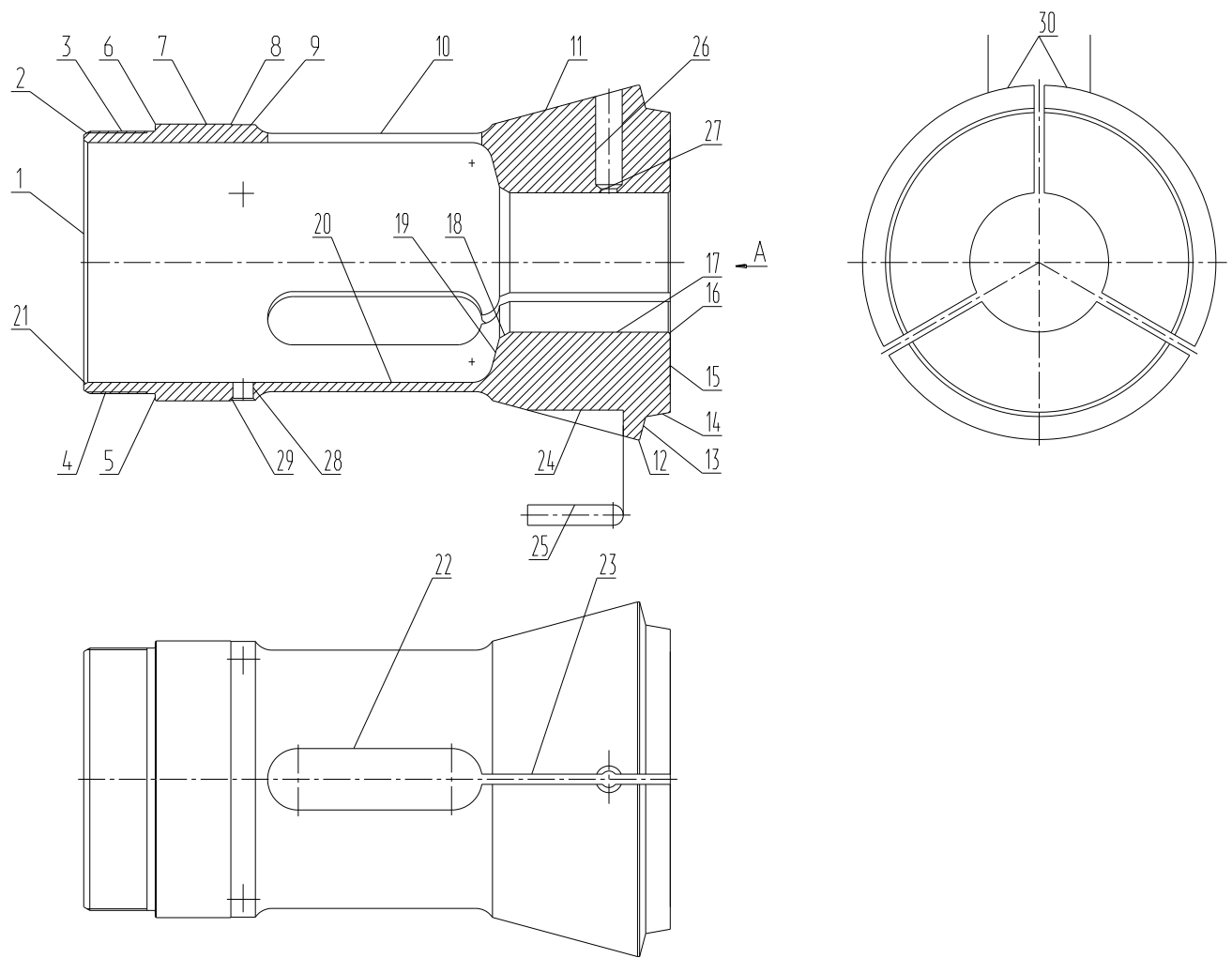


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей цапги

17 поверхность, которая выполняют служебные функции цапги определяем как исполнительную поверхность (ИП). 11 и 7 поверхности, которые определяют положение цапги в цапговом механизме обозначим как основные конструкторские базы (ОКБ). 4, 5, 13, 18, 25 и 26 поверхности, которые определяют положение присоединяемых элементов в механизме обозначим как вспомогательные конструкторские базы (ВКБ). Остальные поверхности обозначим как свободные поверхности (СП).

Необходимо провести общий анализ технологичности детали. Общий анализ технологичности делится на количественный и качественный анализы. Количественный анализ [21] показал, что деталь соответствует служебному

назначению, то есть является технологичной.

Цанга с точки зрения общей конфигурации также можно считать технологичной деталью. После качественного анализа технологичности детали предлагается получать заготовку методом горячей объемной штамповки [15]. Предъявляемые требования к поверхностям детали позволяют их обеспечить при обработке на станках с нормальной точностью. Поверхности детали имеют свободный доступ к местам обработки.

Правила единства и постоянства выбранных баз выполняются благодаря «совпадению на большинстве технологических операциях технологических и измерительных баз [3]. Сложных для обработки поверхностей у детали нет. Все вышеперечисленное дает возможность сделать вывод о достаточной технологичности конструкции детали. Наличие естественных баз и возможность обеспечения совпадения технологических и измерительных баз при базировании и закреплении также определяет технологичность детали» [24].

При обработке правого конца детали в качестве баз можно использовать 7 и 1 поверхности. При обработке левого конца детали – 17 и 15 поверхности. Также поверхности 7 и 1 можно использовать в качестве баз на фрезерной операции. То есть обработку всех цилиндрических поверхностей цанги можно проводить от одних и тех же ранее выбранных баз – это означает, что деталь можно считать технологичной с точки зрения закрепления и базирования.

1.2 Задачи работы

Далее в работе после анализа исходных данных предлагается решить следующий ряд задач:

- рассмотреть возможность оптимизации выбранного оборудования под среднесерийное производство;
- рассчитать припуски для заготовки, получаемой методом горячей объемной штамповки;

- обосновать применение в процессе обработки высокопроизводительного оборудования: полуавтоматов, автоматов и станков с числовым программным управлением;
- отверстия и пазы выполнять на вертикальном сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ S500;
- шлифовальную операцию вместо ручной заточной выполнять на шлифовально-заточном станке ВЗ-392Ф4;
- ряд шлифовальных операций заменить на одну и выполнять ее на станке с ЧПУ STUDER S131 3K227B, оснащенный 4-х позиционной револьверной шлифовальной бабкой;
- применить в процессе обработки на некоторых технологических операциях инструмент с износостойким покрытием;
- провести научные исследования для возможности автоматизации механической обработки;
- для токарной операции разработать патрон клиновый с пневматическим приводом;
- предложить мероприятия для реализации безопасности и экологичности технического объекта;
- провести оценку экономической эффективности предлагаемых изменений в базовый технологический процесс.

В разделе проведен анализ исходных данных, поставлена цель работы – совершенствование технологического процесса. Для достижения поставленной цели определены необходимые задачи. В последующих разделах работы представлено решение этих задач.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Проектирование заготовки и методов обработки

Определять тип производства будем по упрощенной форме. Программа выпуска цанги подачи прутка составляет 20000 шт. При массе детали 12,69 кг. и средней сложности ее геометрии, а также трудоемкости средней сложности ее изготовления, так как при изготовлении присутствует ряд точных операций тип производства можно отнести к среднесерийному [21].

Учитывая отмеченные ранее физико-механические свойства выбранного материала для детали сталь 65Г, а также пространственно-геометрическую форму цанги подачи прутка, целесообразно выбрать метод получения заготовки из двух – «поковка (штамповка) или прокат. Необходимо провести технико-экономическое обоснования выбора метода получения заготовки и остановиться на одном из них» [10]. Определим массу заготовки при штамповке и массу заготовки при прокате. Масса заготовки при штамповке ориентировочно определяется по формуле:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (1)$$

где $M_{Ш}$ – масса заготовки при штамповке;

$M_{Д}$ – масса самой детали, кг;

$K_{Р}$ принимаем равным 2 [21].

После расчета получим массу заготовки при штамповке:

$$M_{Ш} = 12,69 \cdot 2 = 25,4 \text{ кг.}$$

Согласно ГОСТ 7505-89 основными параметрами для заготовки тогда будут: КГШП (штамповочное оборудование), индукционный нагрев заготовки, класс Т3 (точность), М2 (категория материала) и С3 (степень сложности) [21].

Масса заготовки при прокате определяется выражением:

$$M_{\text{ПР}} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где $M_{\text{ПР}}$ – масса заготовки, кг;

V – объем заготовки, мм³;

γ – плотность стали, кг/м³.

Необходимо выбрать такие параметры прутка, чтобы максимальные размеры детали были меньше по значению, как минимум, в 1,05 раза [6]. Для этого необходимо рассчитать наибольший размер как в диаметральном направлении (максимальный диаметр), так и в осевом (максимальный линейный размер). У проката основными параметрами являются его диаметр сечения и длина:

$$\ll d_{\text{ПР}} = d_{\text{Д}}^{\text{MAX}} \cdot 1,05 \text{ мм}, \quad (3)$$

где $d_{\text{Д}}^{\text{MAX}}$ – максимальный диаметральный размер детали, мм» [21].

Тогда $d_{\text{ПР}} = 173 \cdot 1,05 = 181,6$ мм. Принимаем $d_{\text{ПР}} = 185$ мм

$$\ll l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{MAX}} \cdot 1,05 \text{ мм}, \quad (4)$$

где $l_{\text{Д}}^{\text{MAX}}$ – максимальный осевой размер детали, мм» [21].

Тогда $l_{\text{ПР}} = 287 \cdot 1,05 = 301,3$ мм. Принимаем $l_{\text{ПР}} = 301,3$ мм

«Объем цилиндрической фигуры определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} \text{ мм}^3 \quad (5) \gg [21]$$

Учитывая принятые максимальный диаметральный и линейный размеры:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot 185^2 \cdot 301,3 = 8094914 \text{ мм}^3.$$

Массу заготовки при прокате получим из формулы (2)

$$M_{\text{ПР}} = 8094914 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 63,5 \text{ кг.}$$

По ГОСТ 2590-2006 выбираем нужный размер горячекатанного проката обычной точности:

$$\text{Круг} \frac{185\text{-В-ГОСТ } 2590\text{-}2006}{65\text{Г-ГОСТ } 4543\text{-}71}.$$

Стоимость заготовки при штамповке будем определять по формуле:

$$C_3 = C_B \cdot M_{\text{Ш}} \cdot K_T \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{П}}, \quad (6)$$

где C_3 – стоимость штампованной заготовки;

$M_{\text{Ш}}$ – масса штампованной заготовки, кг;

C_B – сумма 1 кг материала, примем 11,20 руб./кг;

K_T – коэффициент, показывающий точность, равный 1,0;

$K_{\text{СЛ}}$ – коэффициент, показывающий сложность, равный 1,0;

K_B – коэффициент, который зависит от $M_{\text{Ш}}$, равный 0,8;

K_M – коэффициент материала, примем равным 1,13;

$K_{\text{П}}$ – коэффициент количества выпуска, равный 1,0.

Следовательно, получаем стоимость заготовки

$$C_3 = 11,20 \cdot 25,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,13 \cdot 1,0 = 257,2 \text{ руб.}$$

Найдем затраты на механическую обработку, используя формулу:

$$C_{\text{МО}} = (M_{\text{Ш}} - M_{\text{Д}}) \cdot C_{\text{УД}}, \quad (7)$$

где $C_{\text{УД}}$ – цена за 1 кг материала, руб./кг, принимаем равным 20 руб.

Тогда, подставив все данные в формулу, получаем:

$$C_{\text{МО}} = (M_{\text{Ш}} - M_{\text{Д}}) \cdot C_{\text{УД}} = (25,4 - 12,69) \cdot 20 = 254,2 \text{ руб.}$$

Рассчитаем стоимость отходов (стружки) от производства:

$$C_{\text{ОТХ}} = (M_{\text{Ш}} - M_{\text{Д}}) \cdot C_{\text{ОТХ}}, \quad (8)$$

где $C_{ОТХ}$ – стоимость за 1 кг стружки.

Примем $C_{ОТХ}$ равным 0,4 руб./кг

Получаем:

$$C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{ОТХ} = (25,4 - 12,69) \cdot 0,4 = 5,1 \text{ руб.}$$

$$C_{ДШ} = C_3 + C_{МО} - C_{ОТХ} = 257,2 + 254,2 - 5,1 = 506,3 \text{ руб.}$$

Стоимость прокатной заготовки найдем:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (9)$$

где $C_{ОЗ}$ – отрезка, найдем как:

$$C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60}, \quad (10)$$

где $C_{ПЗ}$ примем равным 30,20 руб./ч

$T_{ШТ}$ – норма штучного времени:

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (11)$$

где T_0 – основное время, мин

ϕ_K – коэффициент оснастки, равный 1,5

T_0 определим:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3}. \quad (12)$$

Тогда $T_0 = 0,19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3} = 0,19 \cdot 185^2 \cdot 10^{-3} = 6,503$ мин.

И из (9-11):

$$T_{ШТ} = T_0 \cdot \phi_K = 6,503 \cdot 1,5 = 9,754 \text{ мин.}$$

$$C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШТ}}{60} = \frac{30,2 \cdot 9,754}{60} = 4,91 \text{ руб.}$$

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ} = 13 \cdot 63,5 + 4,91 = 830,41 \text{ руб.}$$

Найдём затраты на механическую обработку проката:

$$C_{MO} = (M_{ПР} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (63,5 - 12,69) \cdot 20 = 1016,2 \text{ руб.}$$

Затраты на отходы:

$$C_{ОТХ} = (M_{ПР} - M_{Д}) \cdot Ц_{ОТХ} = (63,5 - 12,69) \cdot 0,4 = 20,324 \text{ руб.}$$

Тогда

$$C_{ДПР} = C_{ПР} + C_{МО} - C_{ОТХ} = 830,42 + 1016,2 - 20,324 = 1826,3 \text{ руб.}$$

Расчет [11] показал, что оптимальным методом получения заготовки является штамповка.

Результаты сравнения заготовок, которые получены разными методами сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ заготовок

Показатель	Сложность	Точность	Группа	Масса, кг	Цена, руб.
Штамповка	С3	Т3	М2	25,4	506,3
Прокат	–	2	М2	63,5	1826,3

Сравним заготовки, определив коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{З}} \quad (13)$$

$$\text{Для штамповки: } K_{ИМ} = \frac{12,69}{25,4} = 0,5.$$

$$\text{Для проката: } K_{ИМ} = \frac{12,69}{63,3} = 0,2.$$

Вывод: заготовка из штамповки выгоднее проката.

Тогда годовой экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ДПР} - C_{ДШ}) \cdot N_Г, \quad (14)$$

где $C_{ДПР}$ – стоимость прокатной заготовки;

$C_{ДШ}$ – стоимость штампованной заготовки;

$N_Г$ – годовая программа выпуска детали в год, равная 20000 шт.

Получаем: $\mathcal{E}_r = (1826,3 - 506,3) \cdot 20000 = 26400000$ руб.

По ГОСТ 7505-80 назначаем для заготовки основные параметры: штамповочным оборудованием выбираем КГШП; класс Т3 (по точности заготовки), М2 (категория материала для заготовки) и С3 (степень сложности заготовки) [21]. На рисунке 3 с эскизом заготовки, а также в графической части работы показаны все остальные технические требования.

Технические требования по точности и шероховатости на выбранных в технологическом процессе технологических операциях указаны в графической части в плане обработки [9]. Указываются черновые базы для дальнейшей подготовки чистовых баз. В таблице 4 показаны методы и последовательность обработки.

Таблица 4 – Последовательность обработки

Обрабатываемая поверхность	Маршрут	Ra	IT
3, 6, 1, 2, 8	т, тч, то	6,3	14
10	т, тч, то	3,2	11
9	т, тч, то	6,3	11
15,14,13	т, тч, то	3,2	14
4	рз, то, рш	1,6	6g
5,12	т, тч, то, шч	1,6	9
7,11	т, тч, ш, то, шч	0,8	7
21,19,16	р, рч, то	6,3	14
20	р, рч, то	3,2	11
18	р, рч, то, шч	1,6	11
17	р, рч, то, шч	0,8	9
28,29,27,26	с, то	6,3	14
25	ф, то	1,6	9
24,22		6,3	14
23	ф, то, пр	6,3	14
30	з, то	6,3	14

В таблице 4 обозначены виды обработки с помощью сокращений: черновое точение (т), чистовое точение (тч), термическая обработка (то), черновое шлифование (ш), чистовое шлифование (шч), черновое фрезерование (ф), чистовое фрезерование (фч), зенкерование (з, сверление (с), чистовое растачивание (рч), черновое растачивание (р).

Рассчитаем припуски (таблица 5) на наиболее точную цилиндрическую поверхность $\varnothing 135f7(-0,043_{-0,083})$ и покажем графически (рисунок 3).

Таблица 5 – Припуски на $\varnothing 135f7(-0,043_{-0,083})$

Переход	Припуск, мкм			2Z min мкм	Td/IT	Размеры, мм		Припуски, мм	
	a	ρ^{i-1}	$\epsilon_{\text{уст}}^{i-1}$			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z max	2Z min
штамповка	360	1186	-	-	3200 16	138,920	142,12 0	-	-
обтачивание	100	71	400	3223	630 13	135,697	136,32 7	5,793	3,223
обтачивание	50	47	100	445	160 10	135,252	135,41 2	0,915	0,445
шлифование	25	24	40	223	63 8	135,029	135,09 2	0,320	0,223
шлифование	15	12	20	112	22 7	134,917	134,95 7	0,153	0,112

Рисунок 3 – Схема расположения припусков

Припуски на остальные поверхности детали показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Припуски

Операция	Обрабатываемые поверхности	Припуск, мм
005	13, 14, 15, 17	2,0
010	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11	2,0
015	12, 16, 13, 14, 15, 17	0,5
020	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 19, 20, 21 4, 10	0,5
025	7, 11	0,15
055	17 18	0,15
060	7, 11 5	0,05
065	30	0,2
070	4	0,15

Назначаем для заготовки основные параметры: индукционный нагрев заготовки, штамповочным оборудованием выбираем КГШП; класс Т3 (по точности заготовки), М2 (категория материала для заготовки), С3 (степень сложности заготовки), П (конфигурация разъема штампа), 14 (исходный индекс), На рисунке 4 с эскизом заготовки, а также в графической части работы показаны все остальные технические требования.

Объем заготовки определим по формуле (5):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (132,8^2 \cdot 34,9 - 54^2 \cdot 22 + 192,7 \cdot (70,1^2 + 70,1 \cdot 76,7 + 76,7^2) + 48,6 \cdot (89,9^2 + 89,9 \cdot 76,7 + 76,7^2) + 3,6 \cdot (89,9^2 + 89,9 \cdot 77,4 + 77,4^2) + 12,1 \cdot (77,4^2 + 31,4 \cdot 27 + 27^2)) = 3342607 \text{ мм}^3.$$

Массу штамповки определим по формуле (2):

$$M_3 = 3342607 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 26,24 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала определим по (14):

$$K_{ИМ} = \frac{12,69}{26,24} = 0,48.$$

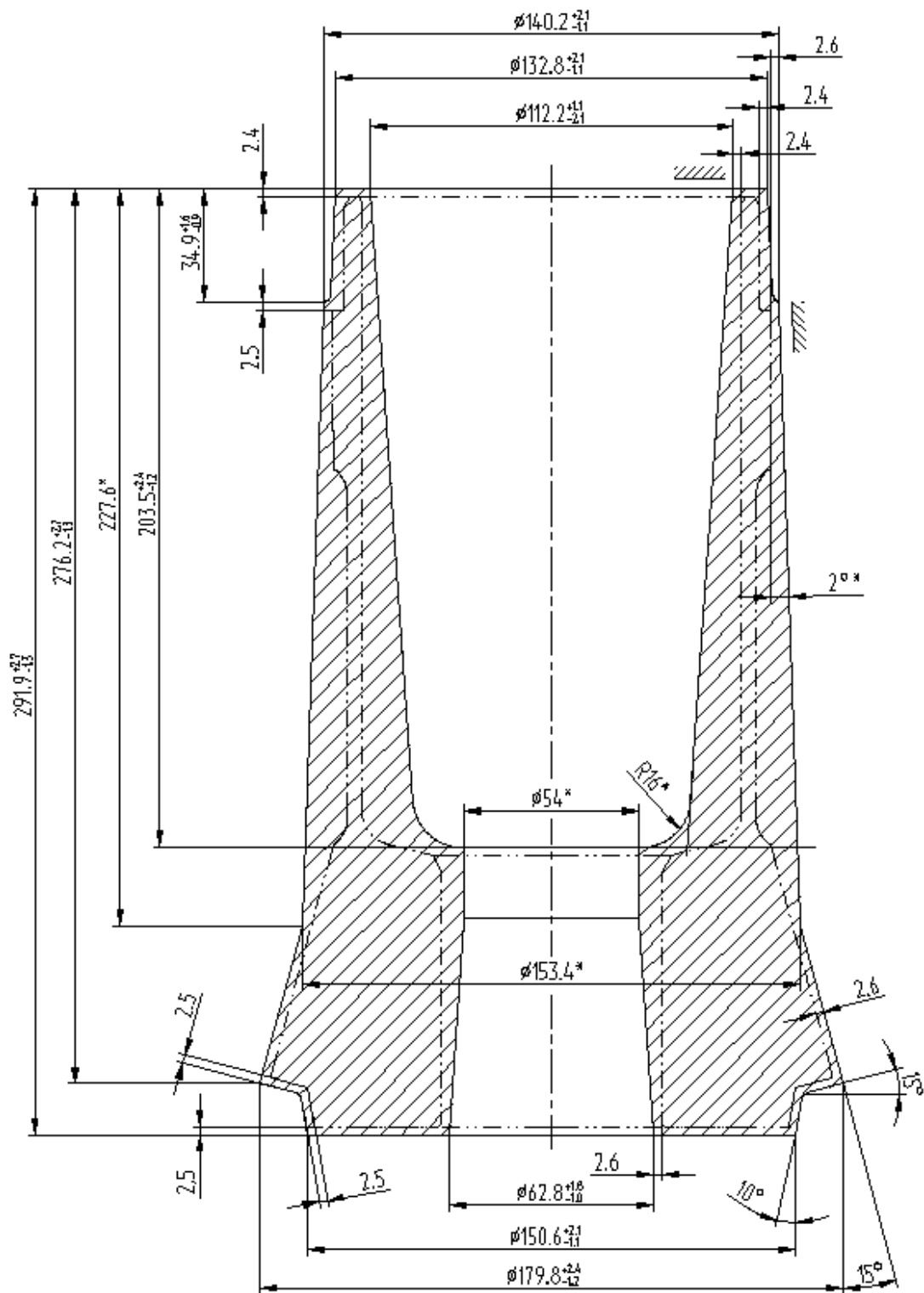


Рисунок 4 – Эскиз заготовки

Правила единства и постоянства выбранных баз выполняются благодаря «совпадению на большинстве технологических операциях технологических и измерительных баз. Сложных для обработки поверхностей у детали нет. Все

вышеперечисленное дает возможность сделать вывод о достаточной технологичности конструкции детали. Наличие естественных баз и возможность обеспечения совпадения технологических и измерительных баз при базировании» [19] и закреплении оправки также определяет технологичность детали [22]. В таблице 7 указан маршрут обработки.

Таблица 7 – Маршрут обработки

Операция	База	Обрабатываемые поверхности	IT	Ra, мкм
005	1, 7	13, 14, 15, 17	13	12,5
010	17, 15	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11	13	12,5
015	1, 7	12, 16	10	6,3
		13, 14, 15, 17	10	3,2
020	17, 15	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 18, 19, 20, 21	10	6,3
		4, 10	10	3,2
025	17, 15	7, 11	8	1,6
030	1, 7	22, 23, 24, 26, 27, 28, 29	13	6,3
		25	8	1,6
055	1, 7	17	8	0,8
		18	9	1,6
060	17, 15	7, 11	7	0,8
		5	9	1,6
065	17, 15	30	12	3,2
070	17, 15	4	6h	1,6
075	17, 15	23	12	3,2

На основании указанного маршрута обработки разрабатывается план обработки, где для каждой операции изображается эскиз детали в том пространственном положении, в котором происходит механическая обработка, а также указываются для операционных размеров технологические допуски [4].

Далее необходимо осуществить выбор для каждой операции технологического процесса средства технологического оснащения такие как оборудование, приспособления, режущий инструмент и средства контроля. В таблице 8 указано технологическое оснащение для реализации плана обработки.

Таблица 8 – Выбор СТО

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Мерительный инструмент
005, 010	16ГС25Ф3С1	Патрон токарный 3-х кулачковый Люнет	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной с механическим креплением. Пластина 3-х гранная, Т5К10, с покрытием (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=160	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
015, 020			Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина Т15К6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной с механическим креплением. Пластина Т15К6, покрытие (Ti-Cr)-ИА-TiN $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=120 Резец токарный резьбовой с механическим креплением. Пластина резьбовая Т15К6, покрытие (Ti,Zr)CN $\varphi=60^\circ$ h=25 b=25 L=125	

Продолжение таблицы 8

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Мерительный инструмент
025	п/а 3Т153Ф1	Патрон клино-плунжерный Люнет	Шлифовальный круг 3 500x80x203, 3 400x40x203 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
030	станок с ЧПУ S500	Приспособление специальное поворотное	Сверла спиральные комбинированные Ø10/Ø16; Ø8/Ø13 ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C. Фреза концевая Ø30 Z=6 ГОСТ 15162-82 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза шпоночная Ø10 ГОСТ 9140-78 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза дисковая отрезная В=4,5 Ø200 Z=64 ГОСТ 3964-69 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	
055	STUDER S131	Патрон цанговый Люнет	Круг 5 50x50x15 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
060	п/а 3Т153Ф1			Приспособление мерительное с индикатором Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
065	ВЗ-392Ф4			Шаблон ГОСТ 2534-79
070	5K822В			Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление контрольное с индикатором
075	3Е653			Шаблон ГОСТ 2534-79

В таблице 8 для каждой технологической операции, согласно плана обработки, указан выбор СТО: необходимое оборудование, приспособления, инструмент и средства контроля.

2.2 Проектирование технологической операции

Проведем расчет режимов резания для 015 токарной операции аналитическим методом. Исходные данные указаны в таблице 9. Здесь представлены параметры заготовки, выбранные средства технологического оснащения (оборудование, приспособление, инструмент) и обрабатываемые поверхности для двух переходов с указанием соответствующих размеров и припусков на обработку [17].

Таблица 9 – Исходные данные для 015 операции

Исходные данные						
Деталь	Материал		Заготовка		Приспособление	
цанга подачи прутка	сталь 65Г		штамповка		патрон самоцентрирующий люнет	
Оборудование						
Модель	Мощность, кВт		Число скоростей шпинделя		Частота вращения шпинделя, об/мин	
16ГС25Ф3С1	7,5		12		12,5-2000	
Переход	Обработка поверхностей с указанием размеров					
1 (точение)	Ø146,3 _{-0,16}	Ø173,2 _{-0,16}	275,5±0,1	287,5±0,1	10°±10'	15°±10'
2 (расточка)	Ø67,7 ^{+0,12}			1,15x45°		

Скорость резания V , м/мин будем определять по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_U, \quad (15)$$

«где C_U равен 420;

T – период стойкости равен 60 мин;

m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,20 (показатели степени);

K_U – поправочный коэффициент примем равным 0,85» [23].

Тогда скорость при точении V_T на первом переходе:

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,85 = 255,2 \text{ м/мин.}$$

А скорость при расточке V_P на втором переходе:

$$V_P = V_T \cdot 0,9 = 255,2 \cdot 0,9 = 229,7 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя будем определять по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (16)$$

При точении 66,7/Ø173,2 на первом переходе получим:

$$n_{Tmax} = \frac{1000 \cdot 255,2}{3,14 \cdot 66,7} = 1218 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{Tmin} = \frac{1000 \cdot 255,2}{3,14 \cdot 173,2} = 469 \text{ мин}^{-1}.$$

При расточке Ø67,7 на втором переходе получим:

$$n_P = \frac{1000 \cdot 229,7}{3,14 \cdot 67,7} = 1080 \text{ мин}^{-1}.$$

При корректировке режимов резания согласно технического паспорта станка его фактическая частота вращения составляет:

$$n_T = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_P = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическую скорость заново рассчитаем по формуле:

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

где D – диаметр обрабатываемой поверхности.

Фактическая скорость при точении 66,7/Ø173,2 V_T на первом переходе:

$$V_{Tmax} = \frac{3,14 \cdot 66,7 \cdot 500}{1000} = 104,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_{Tmin} = \frac{3,14 \cdot 173,2 \cdot 500}{1000} = 271,9 \text{ м/мин.}$$

Фактическая скорость при расточке $\varnothing 67,7 V_P$ на втором переходе:

$$V_P = \frac{3,14 \cdot 67,7 \cdot 1000}{1000} = 212,6 \text{ м/мин.}$$

Главную составляющую силы резания определим:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (18)$$

«где C_P – поправочный коэффициент равен 300;

x, y, n – показатели степени равны соответственно 1,0, 0,75, - 0,15;

K_P – коэффициент коррекции» [23].

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (19)$$

«где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 1,13, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [16].

Получим

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 271,9^{-0,15} \cdot 1,13 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \\ = 156 \text{ Н.}$$

Мощность определим по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (20)$$

Тогда мощность будет:

$$N = \frac{156 \cdot 271,9}{1020 \cdot 60} = 0,7 \text{ кВт.}$$

Станок 16ГС25Ф3С1 имеет номинальную мощность 7,5 кВт, что намного больше требуемой (0,7 кВт). Делаем вывод, что обработка на 015 токарной операции с использованием предлагаемых СТО технологически оправдана.

Режимы резания для остальных технологических операций будем определять табличным методом [18] и результаты отметим в таблице 10.

Таблица 10 – Режимы резания

Операция	Переход	Глубина резания t , мм	Табличная подача S , мм/об	Табличная скорость резания V_t , м/мин	Частота вращения шпинделя, $n_{гр}$, об/мин	Принятая частота $n_{пр}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{пр}$ м/мин
005	точить $\varnothing 62,8/179,8$ расточить $\varnothing 66,7$	2,0	0,5	98	496/173	200	39,4/112,9
		2,0	0,5	88	420	400	83,8
010	точить $\varnothing 129$ точить $\varnothing 136,4$ точить $\varnothing 174,2$ расточить $\varnothing 116$	2,0	0,5	98	241	200	81,0
		2,0	0,5	98	228	200	85,6
		2,0	0,5	98	179	200	109,4
		2,0	0,5	88	241	250	91,1
015	точить $\varnothing 66,7/173,2$ расточить $\varnothing 67,7$	0,50	0,15	255,2	1218/469	500	104,7/271,9
		0,50	0,15	229,7	1080	1000	212,6
020	точить $\varnothing 128$ точить $\varnothing 135,4$ точить $\varnothing 173,2$ точить $\varnothing 126$ расточить $\varnothing 117$ нарезать резьбу $M128 \times 1,5$	0,50	0,25	231,1	574	500	201,0
		0,50	0,25	231,1	543	500	212,6
		0,50	0,25	231,1	424	500	271,9
		0,50	0,15	255,2	645	630	249,2
		0,50	0,15	229,7	625	630	231,4
025	шлифовать $\varnothing 173,1$ шлифовать $\varnothing 135,1$	0,15	1,0/0,22*	35	64	64	35
		0,15	1,0/0,22*	35	82	64	27,1
030	сверлить $\varnothing 10$ сверлить $\varnothing 8/13$ фрезеровать паз $\varnothing 10$ фрезеровать паз $\varnothing 30$ фрезеровать паз 4,5	5,0	0,25	23	732	630	19,8
		4/6,5	0,25	22	538	500	20,4
		4,0-3	0,02-2	16	509	500	15,7
		4,5	0,1-6	45	477	500	47,1
		15-3	0,04-64	50	79	80	50,2
055	шлифовать $\varnothing 68$ шлифовать конус 30°	0,15	5400*	35	164	164	35
		0,15	0,005**	35	164	164	35
060	шлифовать $\varnothing 173$ шлифовать $\varnothing 135$	0,05	0,8/0,15*	35	64	64	35
		0,05	0,8/0,15*	35	82	64	27,1
065	затыловать конус	0,20	3* 0,04**	25	-	-	25
070	шлифовать резьбу	0,15	-	0,8	1,9	2	0,85
075	разрезать лепестки цанги	2,5	500*	35 м/с	-	-	35 м/с

Примечание: в таблице 10 подача с символом * – измеряется в мм/мин,

** – в мм/ход стола.

В таблице 11 приведены нормы времени на все операции.

Таблица 11 – Нормы времени в минутах

Операция	T_0	T_B	T_{OP}	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{OB,O-T}$
005	1,165	0,447	1,612	0,097	25	1,709	472	1,762
010	4,812	0,655	5,467	0,328	25	5,795	472	5,848
015	1,492	0,536	2,028	0,121	25	2,149	472	2,202
020	5,365	0,814	6,179	0,370	28	6,549	472	6,608
025	0,538	0,555	1,093	0,096	21	1,272	472	1,316
030	14,919	0,703	15,622	0,937	36	16,559	472	16,635
055	1,149	0,522	1,671	0,232	21	1,903	472	1,947
060	0,327	0,555	0,882	0,097	21	0,979	472	1,023
065	0,600	0,462	1,062	0,063	18	1,125	472	1,163
070	0,800	0,488	1,288	0,195	21	1,483	472	1,527
075	1,020	0,444	1,464	0,024	18	1,488	472	1,526

Для рассматриваемой операции 015 токарной чистовой имеем следующее время: 1,492 – машинное T_0 ; 0,536 – на управление станком T_B ; 2,028 – операционное T_{OP} ; 0,121 – на выполнение технологической операции $T_{ШТ-К}$; 25 – на ознакомление с чертежом $T_{П-З}$; 2,149 – штучное $T_{ШТ}$; 2,202 – на удаление стружки и замену инструмента $T_{OB,O-T}$.

В результате расчетов в разделе осуществлен выбор метода получения заготовки, последовательности обработки, маршрута обработки, средств технического оснащения. Произведен расчет припусков и допусков, произведен расчет режимов резания и норм времени. Техническая документация представлена в Приложении А Маршрутная карта и в Приложении Б Операционные карты.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка станочного приспособления

Для 015 операции проведем расчет для выбранных параметров обработки 3-х кулачкового клинового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 156 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 5. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил.

Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется формулой:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (21)$$

где K – запас;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания;

d_1 – диаметр обрабатываемой поверхности равен 173,2 мм;

d_2 – диаметр зажимаемой поверхности равен 136,4 мм;

f – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,15 [21].

Коэффициент запаса K определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 156 \cdot 173,2}{0,15 \cdot 136,4} = 3301 \text{ Н.}$$

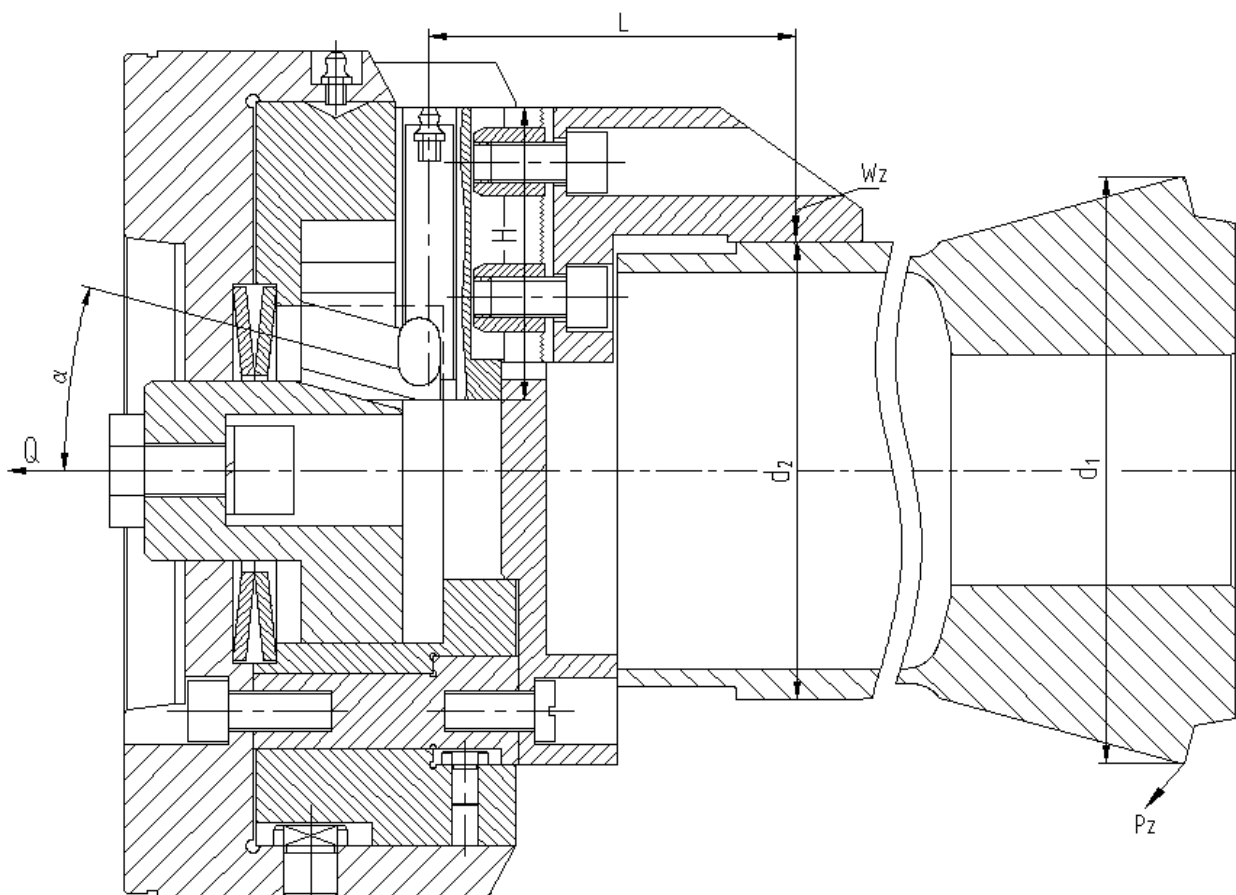


Рисунок 5 – Схема действия сил

Для определения силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (22)$$

где f_1 – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [21];

L – плечо между точкой приложения силы резания и кулачка равное 108 мм;

H – параметр поверхности по перемещению кулачка равный 86 мм.

Тогда получим

$$W_1 = \frac{3301}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (108/86)} = 5296 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод

для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (23)$$

где α – скашивающий угол направляющих;

ϕ – угол трения.

Тогда получим:

$$Q = 5296 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 2002 \text{ Н.}$$

Патроны данного типа имеют три радиальных паза, их особенность в том, что одновременно с закреплением заготовки происходит центрирование. Кулачки синхронно движутся по спиральным траекториям при действии усилия, приложенного точно торцевым рычагом или ключом (зависит от механизма передачи в конструкции).

Для обеспечения усилия в 2002 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется, согласно выражения:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (24)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9 [21].

Тогда получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2002}{0,4 \cdot 0,9}} = 87,2 \text{ мм.}$$

В заключении расчета станочного приспособления согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 100

мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 12 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь.

В графической части работы представлен чертеж станочного приспособления. Здесь базовой деталью конструкции патрона является корпус 5. Многоскопый клин 4 располагается в отверстии корпуса 5. По пазам клина 4 двигаются постоянные кулачки 11. «Сменные кулачки 9 крепятся с помощью винтов 24. В упор 16 устанавливается обрабатываемая заготовка. Между корпусами 3 и 5 располагаются две пружины 15. Направляющие шпонки 19 и 20 устанавливаются в отверстиях корпусов 3 и 5. С помощью винтов 25 крепится к шпинделю патрон. Через клин 4 проходит винт 26. Винт 26 соединяется со штоком 21 пневматического цилиндра с помощью муфты 18 и гайки 27. Сзади на шпинделе располагается пневматический привод. На корпусе 6 привода установлена крышка 8, которая располагается на подшипниках 37 и крепится винтами 23 с шайбами 39 к корпусу 7. Поршень 12 устанавливается на конце штока 21. Поршень 12 закрепляется там гайкой 28 со стопорной шайбой 38. Демпферы 2 служат для предотвращения ударов поршня о стенки пневматического цилиндра.

Разработанный патрон работает следующим образом: при подаче воздуха в полость штока пневматического цилиндра клин 4 отходит влево, подкулачники 11 скользят по наклонному пазу вниз, кулачок опускается, закрепляя заготовку. Если заготовка не доходит своим торцом до опоры 10, то при ходе клина 4 назад корпус 5, преодолевая сопротивление тарельчатых пружин 15 тянет подкулачники 11 с кулачками 9 назад на величину поджима, прижимая заготовку к опоре 10. Для разжима заготовки цикл происходит в обратном порядке. При подаче воздуха в поршневую полость пневматического цилиндра клин 4 отходит право, подкулачники скользят по наклонному пазу вверх и кулачок поднимается, раскрепляя заготовку» [17].

3.2 Разработка режущего инструмента

Токарная обработка в предлагаемом технологическом процессе занимает практически основное время, поэтому целесообразно провести усовершенствование конструкции режущего инструмента для этого вида механической обработки. На токарных операциях используются резцы со сменными многогранными пластинами, которые имеют недостаточную надежность механического крепления к корпусу резца, что приводит к их частой замене.

В технологическом процессе применяется универсальный режущий инструмент, в котором материалом режущей части инструментов является твердый сплав и быстрорежущая сталь. Применение специального инструмента целесообразно лишь при большом количестве изготавливаемых изделий.

Изучение производительности режущего инструмента велось на основе процесса точения, который можно определить как процесс среза определенного слоя материала заготовки с целью получения деталей и устройств с разнообразной и сложной геометрией. Для этого, помимо того, что это процесс с опцией подпроцессов, смежных с самим точением, черновая и чистовая обработка могут выполняться с помощью различных режущих инструментов. Понимание механизмов износа важно для содействия корректирующим и эффективным действиям по улучшению этого процесса, тем самым продлевая срок службы режущей кромки применяемого инструмента. Необходимо проверить влияние, которое процесс резания материала может вызвать в процессе чистовой обработки, выполняемой вскоре после применения черновых пластин. В данном исследовании проводится совместный анализ износа режущих инструментов, применяемых для обработки покрытых поверхностей для работы в тяжелых условиях трения и износа, требующих высокого качества механических свойств твердости и ударной вязкости режущих пластин для черновой обработки и с целью

достижения среднего арифметического отклонения для шероховатости менее 0,8 мкм в соответствии со стандартами обработки поверхности (ISO 4287). Процесс точения отличается от других традиционных процессов обработки благодаря своей универсальности и способности выполнять многозадачность во все более совершенных обрабатывающих центрах. Детальный анализ износа инструментов составляет важную область исследований в области инженерии, которая постоянно исследует эволюцию технологии процессов и материалов, используемых при механической обработке. Что касается геометрии резания, можно видеть, что вариации углов могут продлить срок службы инструмента, поскольку адекватное определение этой геометрии приводит к лучшему распределению сил и температуры резания на границе раздела инструмента и обрабатываемой поверхности.

Примем основные параметры для резца токарного проходного для контурного точения и пластины, которые указаны в таблице 12.

Таблица 12 – Параметры резца

Параметры резца						
Материал	HRC	$\varphi, ^\circ$	h, мм	b, мм	$h_1, \text{мм}$	L, мм
40X	40...45	93	25	25	25	115
Параметры пластины						
Твердый сплав		Передний угол $\gamma, ^\circ$		Задний угол $\alpha, ^\circ$		
T15K6		10		5		

В таблице 12 указаны: твердость (HRC), главный угол в плане (φ), рабочая высота (h), ширина державки (b), высота державки (h_1), длина (L).

Предлагаемая конструкция резца представлена в графической части. Положение резца регулируется с помощью винтов 7 и 8, которые завинчены в резьбовые отверстия державки 1, где располагается пластина 2. Пластина 2 закреплена на державке 1 с помощью винта 4, гайки 6 и сферической шайбы 3. На скос винта 4 давит ролик 5, который установлен в отверстии державки 1. К основанию и боковой стороне державки 1 режущую пластину 2 винт 4

поджимает головкой при отходе назад, за счет скольжения по ролику 5 при закручивании гайки 6.

Расчет показал, что величина вылета резца составляет 31 мм, Учитывая, полученное значение составляющей силы резания 92 Н, величина изгибающего момента будет составлять 2852 Н, величина момента сопротивления изгибу 2604 мм^3 , величина напряжения изгиба в державке 1,1 МПа и величина допустимого напряжения на изгиб 1,1 МПа.

Результаты, полученные в разделе, помогут в разработке принятых процедур, параметров резания и материалов, применяемых при точении деталей. В настоящее время точение считается одним из основных процессов производства деталей сложной и разнообразной геометрии с точки зрения формы и размеров, получаемых с помощью ряда операций. В этой группе операций инструмент отвечает за продольные и поперечные движения подачи, а закрепленная в патроне заготовка вращается. Результаты предлагается использовать при реализации технологического процесса изготовления цанги подачи прутка.

В разделе в результате расчетов получена требуемая технологическая документация, представленная в Приложении В Спецификация к станочному приспособлению и Приложении Г Спецификация к режущему инструменту.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

В качестве технического объекта рассматривается в разделе техпроцесс изготовления цанги подачи прутка.

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Технический объект характеризуется параметрами, которые приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
Техпроцесс изготовления цанги	Внутришлифовальная	Шлифовщик	STUDER S131, круг ГОСТ Р 52781-2007,	Сталь 56Г ГОСТ 4543-2016, ветошь, СОЖ
	Токарная	Токарь	16ГС25Ф3С1, резец проходной	
	Фрезерная	Фрезеровщик	S500, дисковая фреза ГОСТ 3964-69 Р6М5К5	

В качестве исходных данных примем те технологические операции, которые в технологическом процессе при обработке занимают наибольшее операционное время и поэтому для анализа и предложения мероприятий по обеспечению безопасности в этом случае будем рассматривать три операции: внутришлифовальная, токарная и фрезерная. За основу выявления слабых мест с точки зрения безопасности выберем параметры рассматриваемого объекта «технологический процесс изготовления цанги», представленные в таблице 13.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Анализ, выбор и идентификация профессиональных рисков, связанных с изготовлением цанги, показан в таблице 14.

Таблица 14 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция»	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
Отрезание, отрезка, токарная, обточка, фрезерование, фрезеровка, внутришлифовальная, шлифовка.	«Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов» [5]	Оборудование, обрабатываемая заготовка, СОЖ, приспособление, инструмент

В таблице осуществлена идентификация, осуществлен выбор и анализ профессиональных рисков.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 15 указаны методы и средства, необходимые при защите от вредных и опасных производственных факторов.

Таблица 15 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«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 работающего» [5]
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противозумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда» [5]	-

В таблице указаны методы и средства для устранения или снижения опасных и вредных факторов [5].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 16 – 18 указаны опасные факторы возможного пожара, его класс, а также рассмотрены возможные источники возникновения пожара и средства, необходимые для его устранения.

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение»	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявления факторов пожара» [5]
Производственный участок	STUDER S131 16ГC25Ф3C1 S500	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [5]

Таблица 17 – 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» [5]
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители»	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Извещатели пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы управления пожарные; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава	Веревки, пожарные карабины, пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЦПП-Б	Автоматические извещатели» [5]

Таблица 18 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта»	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [5]
Изготовление цанги. Станки механической обработки.	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негоряемых ящиках; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [5]

В подразделе в таблицах указаны опасные факторы возможного пожара, его класс, а также рассмотрены возможные источники возникновения пожара и средства, необходимые для его устранения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Для анализа и предложения мероприятий по обеспечению безопасности анализировались три технологические операции: внутришлифовальная, токарная и фрезерная. Техническим объектом исследования рассматривался в данном разделе техпроцесс изготовления цанги подачи прутка.

Рассмотрим применяемое оборудование, используемые инструменты, приспособления и материалы в ходе проведения технологического процесса изготовления цанги на предмет их негативного воздействия на окружающую среду. Для обеспечения экологической безопасности технического объекта определим опасные факторы и определим необходимые мероприятия для их снижения, которые отметим в таблицах 19 и 20.

Таблица 19 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственного-технологического процесса»	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, 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 (образование сточных вод, 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.)» [5]
Технологический процесс изготовления цанги	STUDER S131 16ГC25Ф3C1 S500	«Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей» [5]

В подразделе показаны экологически опасные факторы исследуемого технического объекта.

Таблица 20 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления цанги
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу»	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу»	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [5]	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов.

Для обеспечения экологической безопасности технического объекта

определены опасные факторы и мероприятия для их снижения.

Техническим объектом исследования рассматривался в данном разделе техпроцесс изготовления цанги подачи прутка. Для анализа и предложения мероприятий по обеспечению безопасности анализировались четыре технологические операции (таблица 13): внутришлифовальная, токарная и фрезерная.

В таблице осуществлен анализ, выбор и идентификация профессиональных рисков, источниками которых являются оборудование, приспособление, инструмент и материал, необходимые при изготовлении цанги.

Далее в таблице 15 указаны методы и средства, необходимые при защите от вредных и опасных производственных факторов.

В таблицах 16-18 указаны опасные факторы возможного пожара, его класс, а также рассмотрены возможные источники возникновения пожара и средства, необходимые для его устранения.

Для обеспечения экологической безопасности технического объекта определены опасные факторы и мероприятия для их снижения (таблицы 19 и 20).

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

Для выполнения поставленной цели данного раздела, необходимо подвести итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено совершенствовать операцию 015 Токарную чистовую, описание которой раскрыто в предыдущих разделах работы. Далее предстоит рассчитать эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

Все необходимые технические параметры, так как: машинное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, которые применяются на операции 015, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [14, с. 15-23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны значения, вошедшие в капитальные вложения, сумма которых составит 104044,68 рублей.

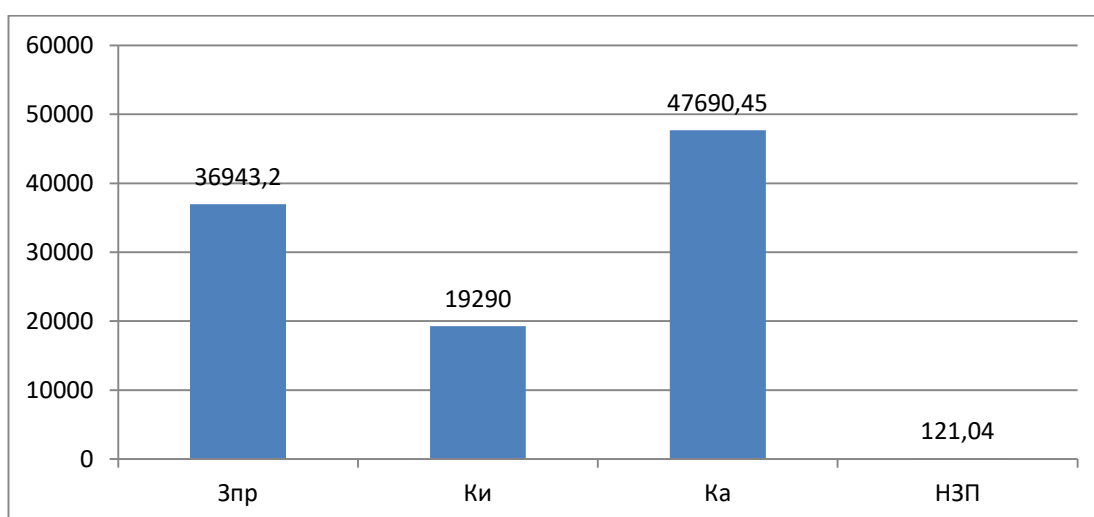


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются прямые капитальные вложения в перепрограммирование оборудования под изменившиеся условия работы оборудования (K_A), величина которых составила 45,84 % и затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), с долей 35,51 % и от всей величины капитальных вложений. Самыми незначительными является

объем незавершенного производства ($HЗП$), доля которого составила всего 0,12 %. К среднему показателю по влиянию на капитальные вложения можно отнести затраты на инструмент ($K_{И}$) с долей 18,54 % от общей суммы капитальных вложений.

На рисунке 7 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Цанга подачи прутка», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. В состав технологической себестоимости не включена величина основных материалов за вычетом отходов, это связано с тем, что в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому расходы на материал остаются без изменения.

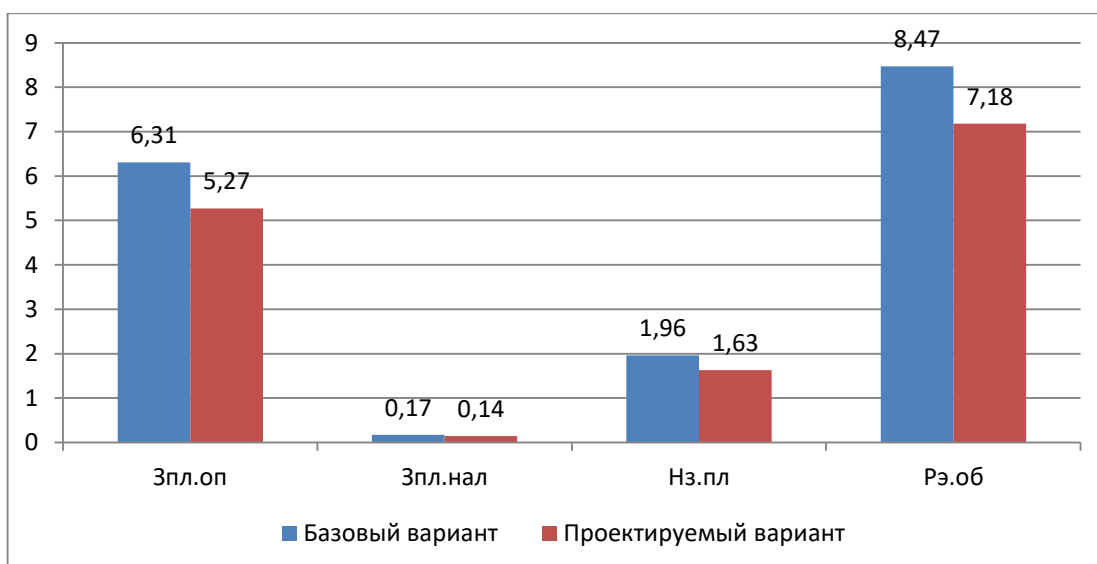


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Цанга подачи прутка», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что максимальное влияние на технологическую себестоимость оказывают такие показатели, как расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$), в базовом варианте доля этого показателя составила 50,1 %, а в проектируемом варианте – 50,47 %. На втором месте по влиянию находится величина заработной платы рабочего оператора ($З_{ПЛ.ОП}$), занятого на выполнение 015 токарной операции, доля

которой в базовом варианте составляет 37,33 %, а в проектируемом – 37,06 %. На третьем месте по влиянию на величину технологической себестоимости находится начисления на заработную плату ($HЗП$), доля которых составляет: в базовом варианте 11,58 %, а в проектируемом составляет 11,49 %. Самое незначительное влияние оказывает заработная плата наладчика ($З_{ПЛ.НАЛ}$), так как его доля составляет: в базовом варианте всего 1 %, а в проектируемом – 0,99 %.

Учитывая перечисленные показатели и их величину, технологическая себестоимость ($C_{ТЕХ}$) составила: в базовом варианте – 16,91 рубля, а в проектируемом – 14,22 рублей.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Цанга подачи прудка» по операции 015 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

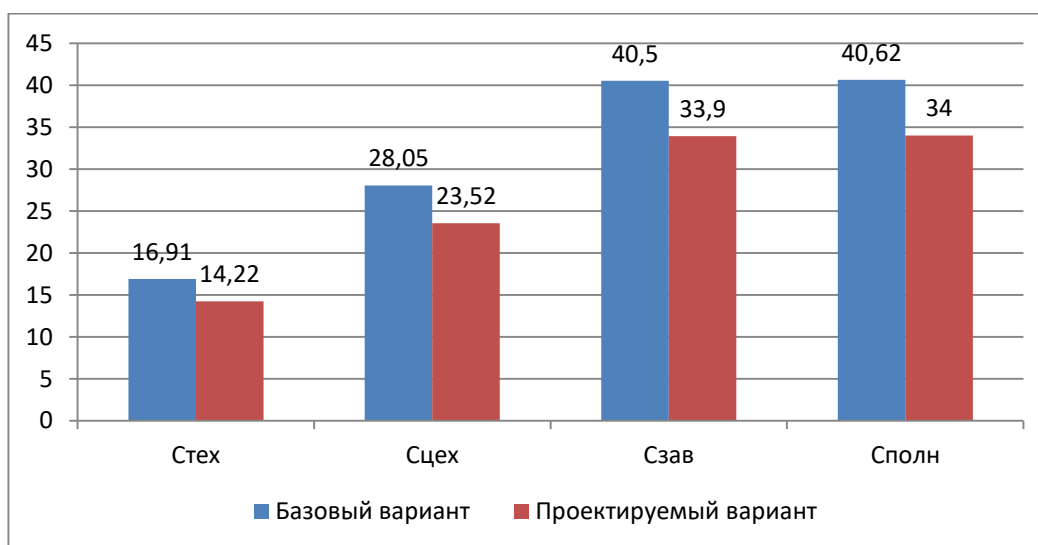


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{ПОЛН}$) для базового варианта составило 40,62 рублей, а для проектируемого варианта чуть меньше – 34 рубля. Значения по вариантам отличаются, это значит, что

появляется возможность для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

Для выполнения поставленной цели данного раздела, был подведен итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено совершенствовать операцию 015 Токарную чистовую, описание которой раскрыто в предыдущих разделах работы. Рассчитана эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

В предлагаемом разделе расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 104044,68 рублей, окупятся в течение двух лет. Такой срок является приемлемым для совершенствования технологического характера. Однако, прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический показатель как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного значения по результатам расчета составляет 25653,28 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход в размере 1,25 рублей.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- проведена оптимизация выбранного оборудования под среднесерийное производство;
- рассчитаны припуски для заготовки, получаемой методом горячей объемной штамповки;
- обосновано применение в процессе обработки высокопроизводительного оборудования: полуавтоматов, автоматов и станков с числовым программным управлением;
- отверстия и пазы выполнены на вертикальном сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ S500;
- шлифовальная операция выполнена на шлифовально-заточном станке ВЗ-392Ф4;
- ряд шлифовальных операций заменены на одну и выполнена она на станке с ЧПУ STUDER S131 3K227B, оснащенный 4-х позиционной револьверной шлифовальной бабкой;
- применен в процессе обработки на некоторых технологических операциях инструмент с износостойким покрытием;
- проведены научные исследования по совершенствованию режущего инструмента;
- для токарной операции разработан патрон клиновый с пневматическим приводом;
- предложены мероприятия для реализации безопасности и экологичности технического объекта;
- проведена оценка экономической эффективности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления цанги.

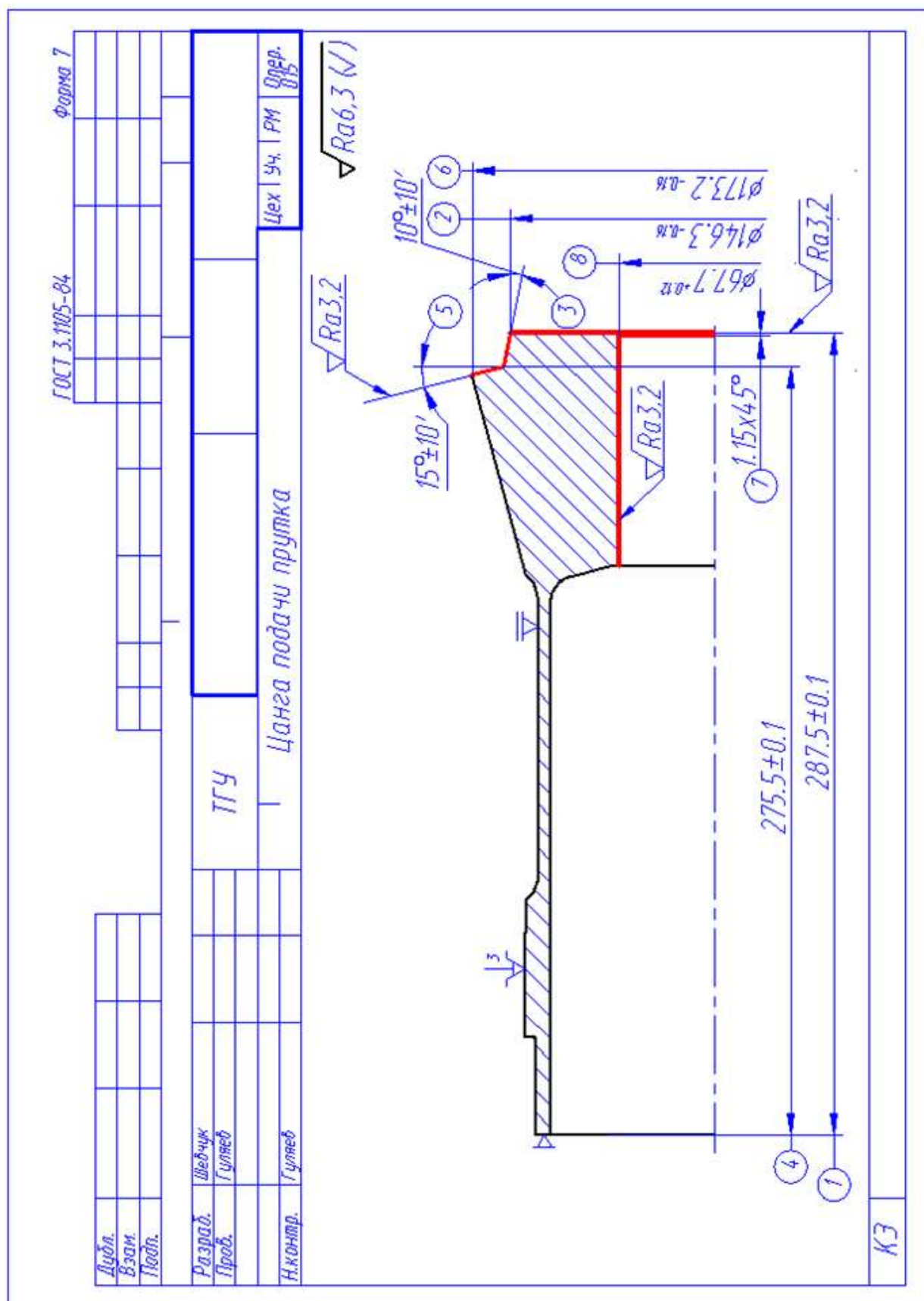
Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 20.08.2021).
2. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
3. Вереина Л. И. Конструкции и наладка токарных станков: учеб. пособие / Л. И. Вереина, М. М. Краснов ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 480 с.
4. Вереина Л. И. Металлообработка: справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 320 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 14.10.2021).
6. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб. пособие / В. П. Должиков. – Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 328 с.
7. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю. М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с.
8. Иванов В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия : учеб. для студентов вузов по специальности «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. – Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. – 234 с.

9. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И. С. Иванов. – Москва : ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
10. Иванов И. С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
11. Клепиков В. В. Технологическая оснастка: станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 345 с.
12. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. – Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. – 269 с.
13. Конструкционные стали и сплавы: учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 440 с.
14. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 24.10.2021).
15. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 512 с.
16. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва : ИНФРА-М , 2017. – 336 с.
17. Научно-технические технологии в машиностроении / А. Г. Суслов [и др.] ; под ред. А. Г. Сулова. – Москва : Машиностроение, 2012. – 528 с.
18. Основы технологии машиностроения: учебник / В. В. Клепиков [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 295 с.
19. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента: учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроительного производства». – Тольятти : ТГУ, 2014. – 207 с.

20. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 416 с.
21. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
22. Технология машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н. М. Султан-заде [и др.]. – Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. – 288 с.
23. Технология машиностроения: курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. – Минск : Вышэйшая школа, 2013. – 311 с.
24. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении: учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. – Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : СФУ, 2016. – 235 с.
25. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент: эксплуатация : учеб. пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. – Минск : Новое знание, 2014 ; Москва : ИНФРА-М, 2014. – 256 с.

Продолжение Приложения Б



Приложение В
Спецификация к станочному приспособлению

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			21.БР.ОТМП.359.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	21.БР.ОТМП.359.60.001	Втулка	1	
		2	21.БР.ОТМП.359.60.002	Демпфер	2	
		3	21.БР.ОТМП.359.60.003	Корпус патрона	1	
		4	21.БР.ОТМП.359.60.004	Клин	1	
		5	21.БР.ОТМП.359.60.005	Корпус	1	
		6	21.БР.ОТМП.359.60.006	Корпус	1	
		7	21.БР.ОТМП.359.60.007	Корпус	1	
		8	21.БР.ОТМП.359.60.008	Крышка	1	
		9	21.БР.ОТМП.359.60.009	Кулачок	3	
		10	21.БР.ОТМП.359.60.010	Опора	1	
		11	21.БР.ОТМП.359.60.011	Подкулачник	3	
		12	21.БР.ОТМП.359.60.012	Поршень	1	
		13	21.БР.ОТМП.359.60.013	Пробка	3	
		14	21.БР.ОТМП.359.60.014	Прокладка	1	
		15	21.БР.ОТМП.359.60.015	Пружина	2	
		16	21.БР.ОТМП.359.60.016	Стойка	3	
		17	21.БР.ОТМП.359.60.017	Сухарь	6	
		18	21.БР.ОТМП.359.60.018	Тяга	1	
			21.БР.ОТМП.359.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.	Шеечук					
Пров.	Гуляев					
Н. Контр.	Гуляев					
Утв.	Логоинов					
					Патрон клиновый	
					Лит.	Лист
						1
						3
					ТГУ, ИМ, гр. ТМБД-16016	

