

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 звёздочки компрессора

Студент	<u>Р.С. Сибогатов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент В.А. Гуляев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

## Аннотация

Технологический процесс изготовления звёздочки компрессора. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В работе представлена технология изготовления зубчатого колеса – «Звёздочка» компрессора для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологических документаций, нормативных документов для решений производственных задач.

В результате ВКР была спроектирована заготовка – этап, которой требует наибольшее число использования материала. Спроектирован технологический процесс для обработки детали и так же для техпроцесса были спроектированы специальные средства оснащения.

При выполнении бакалаврской работы были получены следующие результаты:

- произведён анализ исходных данных;
- произведён анализ, который показал технологичность детали;
- разработан технологический процесс;
- изучен процесс обработки детали.

Так же не менее важным является выбор оборудования и специального инструмента для того, чтобы качество механической обработки поверхностей детали была максимально качественной.

В тему выбранной работы входит пояснительная записка в количестве 63 страниц, содержит 20 таблиц, 10 рисунков и графическую часть, в количестве 6 листов.

## **Abstract**

The title of the graduation work is the technological process of manufacturing the compressor sprocket. Tolyatti. Togliatti State University, 2021.

The graduation work project describes in details manufacturing technology of a compressor sprocket for medium-scale production conditions is presented.

The key issue of the graduation work is development of technological documents, regulatory documents for solving production problems.

Keywords: part, work piece, billet, technological equipment, processing plan, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

Overall, the results suggest that the workpiece was designed, the stage that requires the most material use. A part was developed, a technological process for processing a part was developed and special equipment for this process was designed.

The following results were obtained during the bachelor's work:

- the analysis of the initial data was carried out;
- the analysis has been made showing the manufacturability of the part;
- the technological process has been developed;
- the processing process has been studied.

The issues of the selection of equipment and special tools for ensure the highest quality of surface treatment of the part are highlighted in the project's general part

The graduation work consists of an explanatory note on 63 pages, 10 figures, 20 tables, the list of 27 references including 5 foreign sources and 3 appendices, and the graphic part on 6 A1 sheets.

In general, the results indicate that we have achieved the desired results and fulfilled the tasks set.

## Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	8
1.1 Назначение детали и условия её эксплуатации .....	8
1.2 Классификация поверхностей детали .....	10
1.3 Технологичность детали.....	12
1.4 Задачи работы.....	12
2 Технологическая часть работы .....	14
2.1 Выбор типа производства и его стратегии .....	14
2.2 Проектирование заготовки и методов обработки.....	14
2.3 Разработка технологического маршрута и выбор оборудования .....	24
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	28
3.1 Расчёт сил резания .....	28
3.2 Расчёт усилия зажима.....	30
3.3 Расчёт зажимного механизма в патроне .....	32
3.4 Расчёт силового привода.....	33
3.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление.....	33
3.6 Конструкция патрона и силового привода .....	34
3.7 Описание конструкции и работы приспособления .....	34
3.8 Расчёт режущего инструмента .....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	40

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	43
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение .....	50
Список используемой литературы .....	51
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Операционные карты .....	56
Приложение В Спецификация к приспособлению .....	62

## Введение

Технология машиностроения – это одна из важнейших наук в современной промышленности. Именно она позволяет овладеть практическими навыками и знаниями в области машиностроения, позволяющих работать на любых производствах этой отрасли.

На сегодняшний день весь мир терпит большие изменения, модернизации всех отраслей. И, конечно же, модернизируется и основная отрасль экономики любого государства – машиностроение.

Машиностроение – это отрасль в современной промышленности, определяющая так же и возможность развития других отраслей. На производствах занимаются ремонтом и изготовлением различных оборудования, машин, станков без которых не может развиваться ни одно государство в целом. Все отрасли и производства нуждаются в специалистах машиностроительного профиля. Именно она показывает экономический уровень развития государства в целом. Из этого следует, что перед промышленностью стоит большая задача создания оборудования, которое будет соответствовать всем стандартам современного мира.

На любом производстве важнейшую роль играет технология. Без новых современных технологий невозможно производство новейших машин, изделий, оборудования требуемого качества. Без технологии нет и производства, потому что именно в технологии разложены все стадии изготовления требуемого изделия: его параметры, необходимое оборудование. Не удивительно, что на заводах самым важным документом является технологический регламент.

Каждая изготовленная деталь должна соблюдать определённые технические требования, иметь высокие коэффициенты качества и быть не затратной при производстве. Неудивительно, что эффективность любого приспособления зависит от качества готовой детали.

В данной работе будет производиться разработка нового

технологического процесса для детали – «звёздочка». На начальном этапе разработки можно поставить задачи так:

- произвести полный анализ исходных данных;
- определить так и серию выпускаемой детали;
- спроектировать заготовку с учётом расчета припусков и допусков;
- разработать технологический процесс обработки поверхностей;
- выбрать средства технического оснащения;
- произвести расчет и проектировку оснастки;
- провести исследование разработанного технологического объекта на экологичность и безопасность;
- рассчитать экономическую эффективность.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы будет являться разработка технологического процесса изготовления детали, которое будет представлять зубчатое колесо для компрессора. В работе так же представлен процесс повышения качества обработки детали с использованием новейших разработок в области машиностроительного производства, снижение её себестоимости и безопасности и технологичности её изготовления.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Назначение детали и условия её эксплуатации

Деталь – звёздочка, является зубчатым колесом, устанавливается в компрессоре и предназначена для того, чтобы передавать крутящий момент, так же она предназначена для установки нескольких сопрягаемых деталей друг с другом. На рисунке 1 представлен пример компрессора.



Рисунок 1 – Общий вид компрессора

Звёздочка устанавливается в компрессоре и является одной из основных частей цепной передачи. Она передает вращательный момент с помощью однорядной цепи.

Данная деталь имеет высокие требования к материалу и точности его изготовления [25]. Зубчатое колесо должно быть удобным для сборки.

Следовательно, из этих данных применяем сталь 40 ГОСТ 1050-2013. Этот материал обеспечивает работоспособность детали, с наименьшими затратами. Данные о химическом составе материала представлены ниже в таблице 1, дополнительно в таблице 2 показаны все физико-механические свойства этой стали. Вся информация о материале представлена ниже в таблицах [8].

Таблица 1 – Состав материала – Сталь 40

Химический элемент	Значение, %
Железо (Fe)	От 97
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Углерод (C)	0,37-0,45
Кремний (Si)	0,17-0,37
Медь (Cu)	До 0,3
Никель (Ni)	До 0,25
Хром (Cr)	До 0,25
Мышьяк (As)	До 0,08
Сера (S)	До 0,04
Фосфор (P)	До 0,035

Для наглядности ниже представлена диаграмма «Химических элементов» Стали 40.

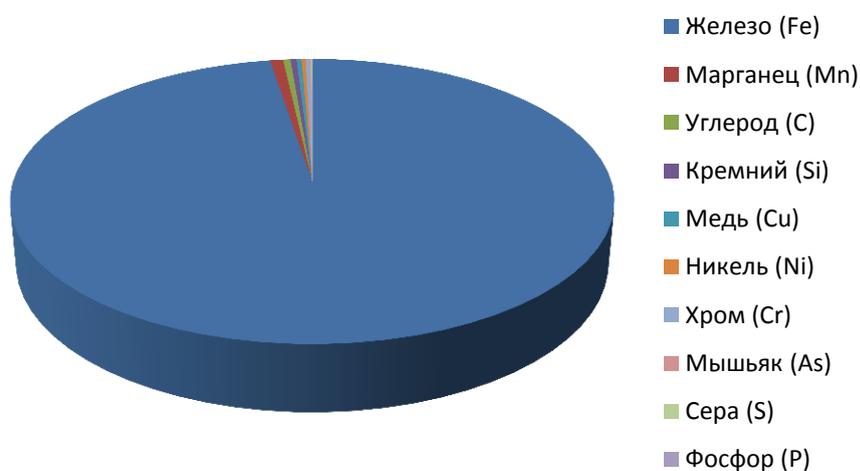


Рисунок 2 – Диаграмма состава материала – сталь 40

Таблица 2 – Свойства материала – сталь 40

Состояние поставки	Сечение, мм	Параметры					
		$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ	НВ
		Единица измерения					
		МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	не более
Поковка	до 100	275	530	20	40	44	156-197
Прокат горячекатанный	25	270	540		45		187

## 1.2 Классификация поверхностей детали

Нумерация поверхностей упростит работу и поможет определить, какие поверхности наиболее важны и необходимы для выполнения детали своего служебного назначения [22].

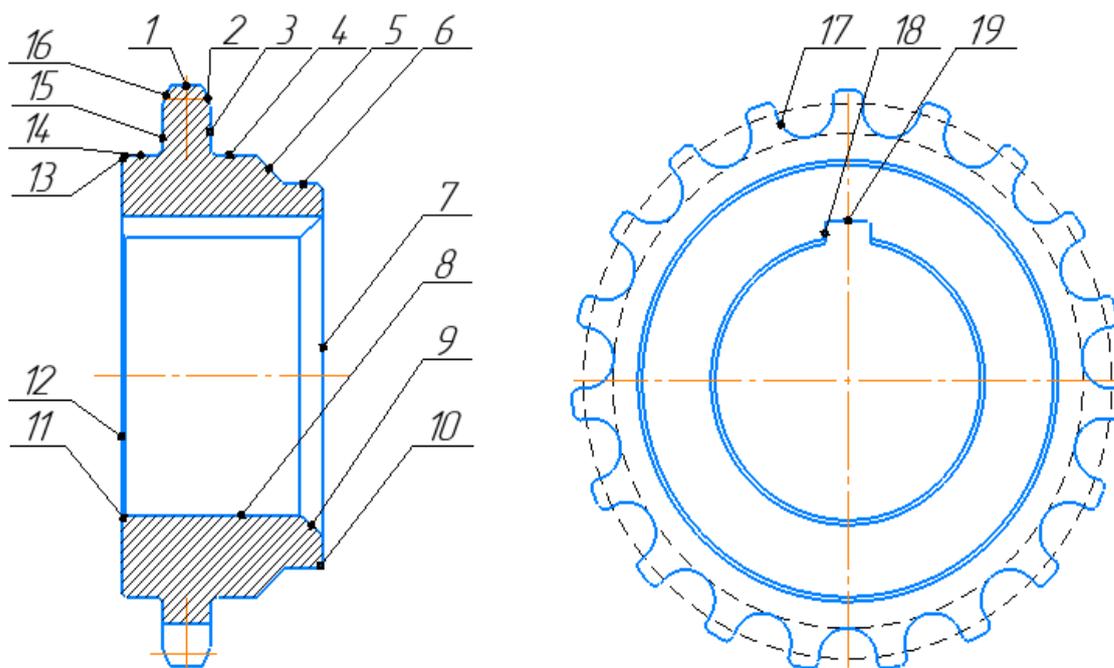


Рисунок 3 – Систематизация поверхностей зубчатого колеса – «Звёздочка»

Опираясь на общий вид детали на рисунке 3, произведём нумерацию всех поверхностей и определим классификацию этих поверхностей, согласно служебному назначению. Для удобства классификация разделяется на четыре основные группы: ОКБ, ВКБ, ИП, СП [10].

Основные конструкторские базы – это те поверхности, которые используются для определения их в механизме

Вспомогательные конструкторские базы – это поверхности, которые используются для определения присоединяемой к ним другой детали

Исполнительные – поверхности, выполняющие служебное назначение детали

Свободные поверхности – все оставшиеся поверхности, которые конструктивно оформляют деталь.

Зная, что свободные поверхности оформляют конструктивно детали, требуется определить основные, вспомогательные и исполнительные конструкторские базы, так как к ним предъявляются повышенные требования [13].

Данные классификации представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы ( ОКБ )	12,8,7
Вспомогательные конструкторские Базы ( ВКБ )	12, 17, 18, 19
Исполнительные ( ИП )	17, 18, 19
Свободные ( СП )	Все остальные

Принимаем 6 квалитет точности и шероховатость 0,63 Ra. Эти требования могут быть достигнуты при обработке на универсальном оборудовании с использованием стандартных режущих инструментов.

### 1.3 Технологичность детали

Необходимо провести исследование технологичности детали, чтобы определить показатели технологичности и на основе их сформулировать вывод. Данные о вычислении показателей представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности

Показатели	Формула	Расчёт
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = \frac{Q_{у.э.}}{Q_{э.}}$	$K_{у.э.} = \frac{14}{19} = 0,7$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = \frac{M_{д.}}{M_{з.}}$	$K_{и.м.} = \frac{0,18}{0,261} = 0,689$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - \frac{1}{T_{ср.}}$	$K_{тч} = 1 - \frac{1}{8,1} = 0,876$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср.}}$	$K_{ш} = \frac{1}{2,4} = 0,416$

Подводя итоги можно сказать, что производство «Звёздочки» из материала – сталь 40 относится к технологичным.

### 1.4 Задачи работы

В разделе «Введение» были поставлены цели практики, чтобы сформулировать список необходимых задач для реализации этой работы. Цели направляют нас на предполагаемый результат, а задачи дают нам способы достижения этих целей. Две эти составляющие необходимы в любой работе.

В данной работе необходимо решить ряд вопросов по проектированию технологического процесса [24]. Определить тип производства, для

понимания с каким оборудованием работать и на каких станка обрабатывать деталь. Так же требуется провести анализ на технологичность, чтобы определить возможность обработки детали. Для обеспечения качества механической обработки необходимо выбрать оборудование и специальный инструмент. Ниже представлен перечень задач [14] в нужной последовательности.

- проектирование чертежа общего вида детали в графической части;
- провести полный анализ исходных данных в пояснительной записке;
- определить способ получения заготовки;
- провести проектирование заготовки и сделать расчёт припусков в пояснительной записке;
- проектирование чертежа заготовки в графической части;
- разработка технологического процесса (ТП) изготовления звёздочки компрессора в пояснительной записке;
- проектирование операций в пояснительной записке;
- провести расчёт и установку станочных и контрольных приспособлений в пояснительной записке;
- провести разработку мероприятий по охране труда в пояснительной записке;
- провести расчёт и определить экономический эффект работы в пояснительной записке.

## **2 Технологическая часть работы**

### **2.1 Выбор типа производства и его стратегии**

Отталкиваясь от типа производства, будет зависеть вид заготовки, назначение припусков и весь план разработки техпроцесса в целом. Так как годовая программа выпуска детали составляет 20000, а масса детали 0,18 кг, то воспользовавшись методикой [12] можем принять тип производства – среднесерийное.

При данном типе производства используются универсальные станки [20]. Эти станки могут быть оснащены специальными, универсальными и универсально-сборными приспособлениями, такое решение позволяет значительно снизить себестоимость и так же трудоёмкость изготовления детали.

Технологический процесс принятого типа производства выполняется на определённых станках и разделён на отдельные операции [15].

### **2.2 Проектирование заготовки и методов обработки**

Выбирая вид заготовки, требуется учитывать форму и размеры детали [21], так же следует учитывать эксплуатационные условия работы и экономичность её производства.

Учитывая размер, форму и материал звёздочки, можно выполнить метод получения заготовки с помощью: штамповки, проката, поковки.

Произведём технико-экономическое обоснования выбора заготовки [5], сравнивая два метода получения заготовки: прокат и штамповка.

Для начала следует определить массу заготовки  $M_з$  для дальнейшего сравнения. Массу заготовки при штамповке можно найти по формуле (1):

$$M_{з.шт.} = M_{д.} \cdot K_p, \quad (1)$$

где  $M_{з.шт.}$  – масса заготовки при штамповке;

$M_{д.}$  – масса самой детали, кг;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от конфигурации детали (1,3...2,2), принимаем 1,45.

Подставив все данные, получаем:

$M_{з.шт.} = 0,18 \cdot 1,45 = 0,261$  кг – масса заготовки из штамповки

Массу заготовки при прокате можно найти по формуле:

$$M_{з.пр.} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $M_{з.пр.}$  – масса заготовки при прокате;

$V$  – Объем, произведение площади на высоту, мм<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность материала заготовки, кг/м<sup>3</sup>.

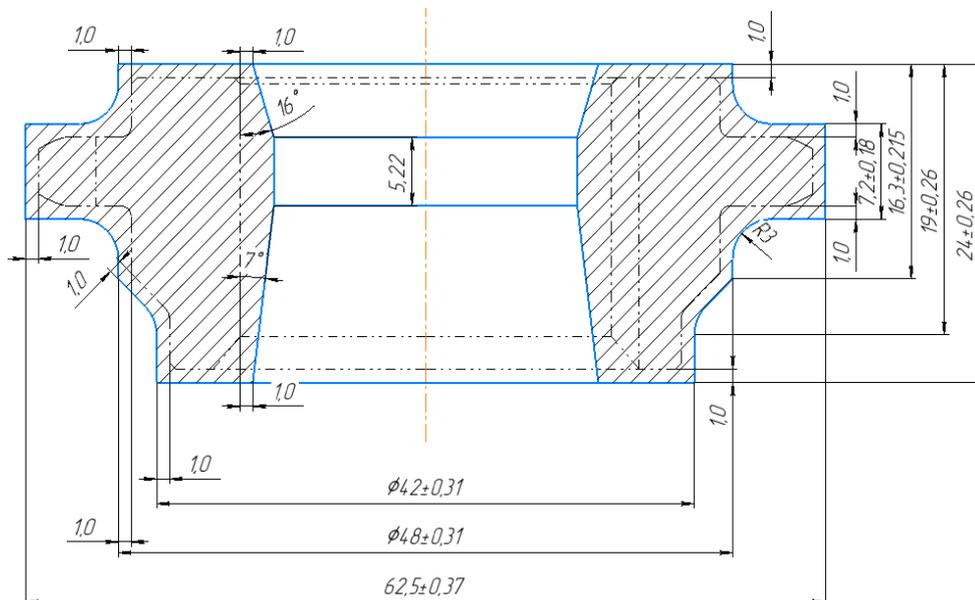


Рисунок 4 – Начальный вариант проектирования заготовки

Диаметр проката  $d_{\text{пр}}$  находится по формуле (3)

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 \quad (3)$$

Тогда

$$d_{\text{пр}} = 60,5 \cdot 1,05 = 63,525 \text{ мм}$$

Принимаем стандартное значение, равное 68 мм

Длина проката  $l_{\text{пр}}$  находится по формуле (4)

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05. \quad (4)$$

Тогда

$$l_{\text{пр}} = 22,1 \cdot 1,05 = 23,205 \text{ мм}$$

Объем проката будем находить по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}}}{4}. \quad (5)$$

Тогда объем проката будет равен:

$$V = \frac{3,14 \cdot 68^2 \cdot 23,205}{4} = 84231 \text{ мм}^3$$

Зная все условия, можем найти массу заготовки при прокате, подставив все значения в формулу (2)

$$M_{\text{з.пр.}} = 84231 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,66 \text{ кг}$$

По сравнению масс заготовок между штамповкой и прокатом, принимаем штамповку [3].

Следующим действием проведём технико-экономическое обоснование для выбора оптимального метода получения заготовки. Найдем стоимость заготовки при штамповке по формуле (6)

$$S_{з.шт.} = M_{з.шт.} \cdot C_з. \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_б. \cdot K_M \cdot K_n, \quad (6)$$

где  $S_{з.шт.}$  – стоимость штампованной заготовки;

$M_{з.шт.}$  – масса штампованной заготовки, кг;

$C_з.$  – сумма 1 кг материала, примем равным 60,15 руб./кг;

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

$K_c$  – коэффициент, показывающий сложность, равный 1,0;

$K_б.$  – коэффициент, который зависит от  $M_{з.шт.}$ , равный 1,0;

$K_M$  – коэффициент материала, примем равным 1,22;

$K_n$  – коэффициент количества выпуска, равный 1,0.

Следовательно, получаем:

$$S_{з.шт.} = 0,261 \cdot 60,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 1 = 19,15 \text{ руб.}$$

Найдем затраты на механическую обработку, используя формулу:

$$C_{мо} = \frac{C_{уд} \cdot (M_{з.шт.} - M_д)}{K_0}, \quad (7)$$

где  $C_{мо}$  – затраты на механическую обработку;

$C_{уд}$  – цена за 1 кг материала, руб./кг, принимаем равным 60 руб.,  
прибегнув [1];

$K_0$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемости материала,  
принимаем 1,0, по [5].

Тогда, подставив все данные в формулу, получаем:

$$C_{мо} = \frac{60 \cdot (0,261 - 0,18)}{1} = 4,86 \text{ руб.}$$

Рассчитаем цены отходов (стружки) от производства:

$$C_{отх} = (M_{з.шт.} - M_д) \cdot C_{отх}, \quad (8)$$

где  $C_{отх}$  – стоимость за 1 кг отходов (стружки), примем 2,1 руб./кг

Получаем:

$$C_{отх} = (0,261 - 0,18) \cdot 2,1 = 0,17 \text{ руб.}$$

Найдем оптимальный метод получения заготовки, по формуле:

$$C_{\partial} = S_{з.шт.} + C_{мо} - C_{отх} \quad (9)$$

Все данные найдены выше в формулах, подставив их, получаем:

$$C_{\partial} = 19,15 + 4,86 - 0,17 = 23,84 \text{ руб.}$$

Стоимость прокатной заготовки будем находить по формуле:

$$S_{з.пр.} = C_{уд} \cdot M_{з.пр.} + C_{от} , \quad (10)$$

где  $C_{от}$  – отрезка, найдем ниже по формуле:

$$C_{от} = \frac{C_{нз} \cdot T_{шт}}{60} , \quad (11)$$

где  $C_{нз}$  примем равным 31 руб./ч;

$T_{шт}$  – норма штучного времени, найдём по формуле (12)

$$T_{шт} = T_0 \cdot \varphi_k , \quad (12)$$

где  $T_0$  – основное время, мин;

$\varphi_k$  – коэффициент оснастки, равный 1,5.

$T_0$  определим по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{пр}^2 \cdot 10^{-3} . \quad (13)$$

Тогда:

$$T_0 = 0,19 \cdot 4624 \cdot 10^{-3} = 0,88 \text{ мин}$$

Следовательно, получаем (10-12):

$$T_{шт} = T_0 \cdot \varphi_k = 0,88 \cdot 1,5 = 1,32 \text{ мин}$$

$$C_{от} = \frac{31 \cdot 1,32}{60} = 0,69 \text{ руб.}$$

$$S_{з.пр.} = 60 \cdot 0,66 + 0,69 = 40,29 \text{ руб.}$$

Найдём затраты на механическую обработку и цены отходов при прокате:

$$C_{мо} = \frac{60 \cdot (0,66 - 0,18)}{1} = 28,8 \text{ руб.}$$

$$C_{отх} = (0,66 - 0,18) \cdot 2,1 = 1 \text{ руб.}$$

Следовательно, оптимальные метод получения заготовки будет равен:

$$C_{\partial} = 40,29 + 28,8 - 1 = 68,09 \text{ руб.}$$

Учитывая коэффициенты цен на текущий 2021 год, то все полученные результаты приблизительно удваиваем в два раза, следовательно, получаем, что  $C_{\partial.пр.} = 136,18$  руб., а  $C_{\partial.шт.} = 47,68$  руб.

Проведём сравнение заготовок, определив коэффициент использования материала по формуле (14)

$$K_{им} = \frac{M_{\partial}}{M_3}. \quad (14)$$

$$\text{Для штамповки: } K_{им} = \frac{0,18}{0,261} = 0,689$$

$$\text{Для проката: } K_{им} = \frac{0,18}{0,66} = 0,27$$

Проведя сравнение, можно сделать вывод, что заготовка из штамповки будет выгоднее проката.

Годовой экономический эффект рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E}_2 = (S_{з.пр.} - S_{з.шт.}) \cdot N_2, \quad (15)$$

где  $S_{з.пр.}$  – стоимость прокатной заготовки;

$S_{з.шт.}$  – стоимость штампованной заготовки;

$N_2$  – годовая программа выпуска детали в год, равная 20000 шт.

Получаем:

$$\mathcal{E}_2 = (136,18 - 47,68) \cdot 20000 = 1770000 \text{ руб.}$$

После всех расчётов можно увидеть, что получение заготовки с помощью штамповки имеет показатели лучше и экономически выгоднее, чем у проката. Для дальнейшего проектирования выбираем именно этот метод.

Следующим действием спроектируем маршрут обработки поверхностей, учитывая точность и шероховатость этих поверхностей по [17] и [26]. Данные занесены в таблицу 5

Таблица 5 – Технологический маршрут изготовления поверхностей детали – «Звёздочка»

№ пов.	Шероховатость Ra, мкм	Квалитет Точности IT	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	Ra 12,5	13	Цилиндрическая	Точение черновое –
2	Ra 3,2	14	Плоская	точение чистовое –
3		10		термообработка
4		14		Цилиндрическая
5		Плоская		
6		Цилиндрическая		
7	Ra 2,5	8	Плоская	Точение черновое – точение чистовое – шлифование – термообработка
8	Ra 2,0	7	Цилиндрическая	Растачивание черновое – растачивание чистовое – шлифование – термообработка
9	Ra 12,5	14	Плоская	Растачивание черновое – растачивание чистовое – термообработка
10				Точение черновое – термообработка
11				Растачивание черновое – термообработка
12	Ra 3,2	14	Цилиндрическая	Точение черновое – точение чистовое – термообработка
13	Ra 12,5			Зубофрезерование –
14				термообработка
15	Ra 3,2			Плоская
16		точение чистовое – термообработка		

Продолжение таблицы 5

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет Точности IT	Вид поверхности	Последовательность обработки
17	$R_a 1,6$	9	Зубчатая	Зубофрезерование – термообработка
18	$R_a 2,5$		Плоская	Протягивание – термообработка
19	$R_a 6,3$	11		

Данные представленные в таблице 5 являются основой в проектировании технологического процесса изготовления «Звёздочки» в дальнейших разделах бакалаврской работы. В графической части работы представлен план изготовления детали [16].

Произведём конечный этап проектирования заготовки, рассчитав припуски [21] по выбранному оптимальному методу получения заготовки – штамповке, на диаметральный размер отверстия детали, равный  $\varnothing 29 \left( \begin{smallmatrix} +0,012 \\ -0,009 \end{smallmatrix} \right)$  мм. Прибегнув к формуле (16) и (17) найдем значения  $z_{max}$  и  $z_{min}$ , а  $R_z$  и  $\square$  примем по табличным значениям из методички [4].

$$z_{max} = z_{min} + \frac{\square}{2}, \quad (16)$$

$$z_{min} = R_z + h, \quad (17)$$

где  $z_{max}$  – максимальный припуск, мм;

$z_{min}$  – минимальный припуск, мм;

$h$  – дефектный слой, мм;

$R_z$  – шероховатость, мм.

Подставив значения в формулы, получаем:

$$z_{1min} = 0,25 + 0,4 = 0,65 \text{ мм}$$

$$z_{1max} = 0,65 + \frac{0,4}{2} = 0,85 \text{ мм}$$

Рассчитаем припуски для операции точение черновое:

$$z_{2min} = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{2max} = 0,25 + \frac{0,1}{2} = 0,3 \text{ мм}$$

Рассчитаем припуски для операции точение чистовое:

$$z_{3min} = 0,025 + 0,03 = 0,055 \text{ мм}$$

$$z_{3max} = 0,055 + \frac{0,03}{2} = 0,07 \text{ мм}$$

Рассчитаем припуски для операции шлифование:

$$z_{4min} = 0,0035 + 0,01 = 0,0135 \text{ мм}$$

$$z_{4max} = 0,0135 + \frac{0,01}{2} = 0,01525 \text{ мм}$$

Для нахождения общего диаметра выбранной поверхности, произведём расчёт припусков  $z_{min}$  и  $z_{max}$  по формулам (18) и (19)

$$z_{min} = z_{1min} + z_{2min} + z_{3min} + z_{4min} + z_{5min}, \quad (18)$$

$$z_{max} = z_{1max} + z_{2max} + z_{3max} + z_{4max} + z_{5max}. \quad (19)$$

Все значение были найдены выше, подставив их, получаем:

$$z_{min} = 0,65 + 0,25 + 0,055 + 0,0135 = 0,9685 \text{ мм}$$

$$z_{max} = 0,85 + 0,3 + 0,07 + 0,01525 = 1,23525 \text{ мм}$$

Теперь можно найти диаметр заготовки, путем сложения припуска и диаметра детали, воспользуемся формулой (20-21):

$$D_{3min} = D_{дmin} - 2 \cdot z_{min}, \quad (20)$$

$$D_{3max} = D_{дmax} - 2 \cdot z_{max}. \quad (21)$$

Подставив данные в формулы, получаем

$$D_{3min} = 28,991 - 2 \cdot 0,9685 = 27,054 \text{ мм}$$

$$D_{3max} = 29,012 - 2 \cdot 1,23525 = 26,5415 \text{ мм}$$

Результаты расчёта для удобства занесём в таблицу 6, с указанием допусков и элементов припуска [7].

Таблица 6 – Припуски

N пер	Переход	Элементы припуска, мкм			Операц допуск Td/JT	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
		a	$\Delta^{i-1}$	$\varepsilon_{уст.}^{i-1}$		$d^i_{max}$	$d^i_{min}$	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	Штамповка	460	355	-	1000 15	26,541	27,054	-	-
2	Точение	100	21	300	330 13	28,841	28,854	0,600	0,500
3	Точение	50	14	80	84 10	28,981	28,964	0,140	0,055
4	Шлифование	25	7	40	21 7	29,012	28,991	0,030	0,027

На рисунке 5 представлена схема припусков на отверстие  $\varnothing 29$ .

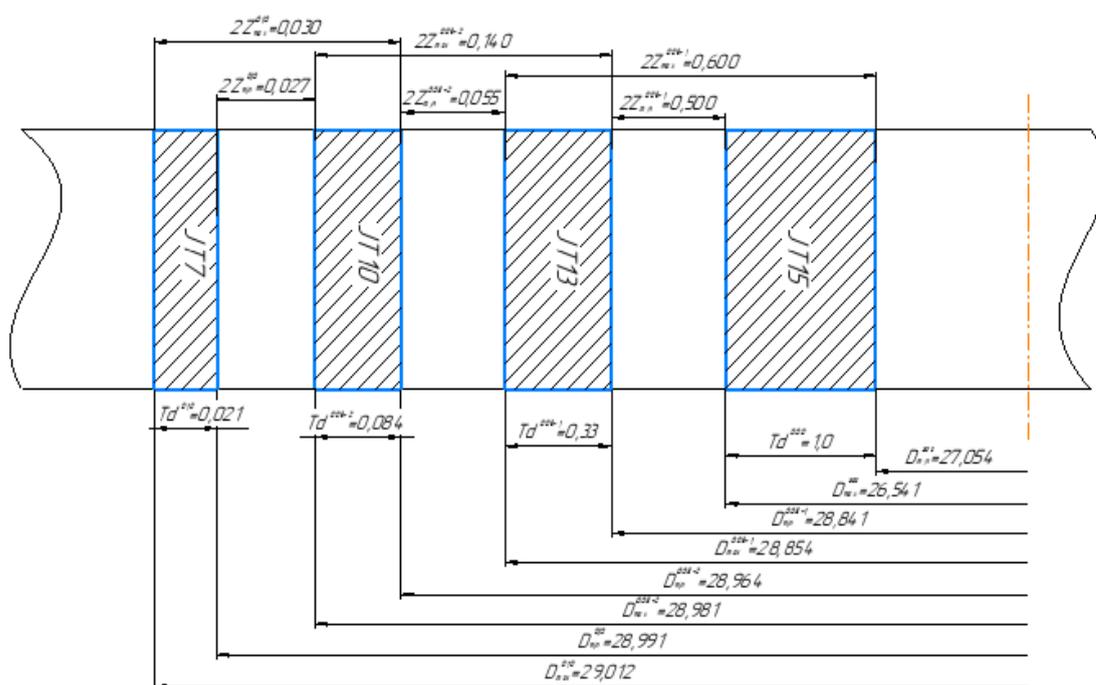


Рисунок 5 – Схема припусков

Табличным методом произведём расчёт на остальные обрабатываемые поверхности, результат показан в таблице 7.

Таблица 7 – Припуски на обработку

№ оп.	Название операции	Установ (У) и переход (П)	Обрабатываемая поверхность	Припуск, мм
005	Токарная	УБ-П1	2,3,4,5,6,7,10	1
		УБ-П2		0,8
		УБ-П3		0,6
		УВ-П1	12,16,13,1,14,15,	1
УВ-П2	0,8			
УВ-П3	0,6			
005	Токарная	УА-П1	7,8,9,11,12	0,8
010	Внутришлифовальная	П1	7,8	0,09
015	Зубофрезерная	П1	17	4,5
020	Протяжная	П1	18,19	2,2

Для заготовки примем оборудование – КГШП, закалку производим методом ТВЧ, нагрев заготовки будет являться индукционным, класс точности – Т3, а группа материала – М2. Штмп имеет плоский разъем – П, а сложность самой штамповки оценивается – С1, так как  $K_{им} = 0,689$ , а это больше чем 0,63. Данные взяты из [7].

### 2.3 Разработка технологического маршрута и выбор оборудования

На основе чертежа технологического процесса, сделанного в графической части работы, составим технологический маршрут обработки заготовки ниже в таблице 8 по [18].

Таблица 8 – Технологический маршрут обработки заготовки

№ оп	Наименование операции	Номер установ и перехода	Шероховатость $R_z$ , мм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей
000	Заготовительная		80	14	все
005	Токарная	УБ-П1	12,5	12	2,3,4,5,6,7,10
		УБ-П2	3,2	9	
		УБ-П3	1,6	7	
		УВ-П1	12,5	12	12,1,13,15,14,16

Продолжение таблицы 8

№ оп	Наименование операции	Номер установ и перехода	Шероховатость $R_z$ , мм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей
005	Токарная	УВ-П2	3,2	9	12,1,13,15,14,16
		УВ-П3	1,6	7	
		УА-П1	12,5	12	7,8,9,11,12
010	Внутришлифовальная	П1	0,8	6	7,8
015	Зубофрезерная	П1	1,6	9	17
020	Протяжная	П1	6,3	11	18,19
025	Слесарная				Все
030	Моечная				
035	Термическая				
040	Контрольная				Все

В соответствии с типом производства и выбранной стратегии примем универсальные станки, оснащённые универсальными приспособлениями [2].  
Ниже в таблице 9 представлено оборудование по [19].

Таблица 9 – Оборудование для изготовления детали – «Звёздочка»

№	Операция	Установ	Оборудование	Технологическая оснастка		
				Приспособление	Инструмент	Контрольно-измерительные средства
000	Заготовительная		КГШП			
005	Токарная	Б	Токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3	Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон	Резцы для черного, чистового точения. Пластины Т5К10, покрытие (Ti, Cr)N, GC4325 (НС); Пластины Т15К16, покрытие (Ti, Cr)N	Калибр-скоба по ГОСТ 18355-73. Шаблон по ГОСТ 2534-79. Калибр-пробка ГОСТ14827-69.
		В				
		А				Резцы, резцы расточные. Пластины Т5К10, покрытие (Ti, Cr)N, GC4325 (НС); Пластины Т15К16, покрытие (Ti, Cr)N

Продолжение таблицы 9

№	Операция	Установ	Оборудовани е	Технологическая оснастка		
				Приспосо бление	Инструмент	Контрольно- измерительные средства
010	Внутришлифов альная		Полуавтомат внутришлифо вальный спец иальный 3М2 27УВФ2S	Патрон мембранн ый с торцовым поджимо м	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35	Калибр-пробка ГОСТ 14807- 69, приспособлени е с индикаторами, шаблоны
015	Зубофрезерная		Зубофрезерн ый станок с ЧПУ СНМТІ	Патрон, прижим	Червячная фреза Ø80 P9M4K8	Приспособлени е для контроля, индикаторные калибры
020	Протяжная		Вертикально протяжный станок 7Б64	Патрон, прижим	Протяжка шпоночная В=5 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблоны, приспособлени е для контроля
025	Слесарная		Электрохими ческий станок для удаления заусенцев RB2565			
030	Моечная		Камера моечная машина			
035	Термическая		Нагреватель индукционны й, печь для отпуска			
040	Контрольная		Контрольный стол			

Исходя из годового объема, который был определён в начала второго раздела, и действительного годового фонда рабочего времени, можем определить такт выпуска, воспользовавшись формулой (22).

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot t}{N}, \quad (22)$$

где  $T_d$  – такт выпуска изделия;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени;

$t$  – величина смен – две;

$N$  – объем выпуска за год, шт.

Тогда:

$$T_d = \frac{2000 \cdot 60 \cdot 2}{20000} = 12 \text{ мин}$$

Произведём расчёт режимов резания на все операции техпроцесса по методике [1] и результаты запишем в таблицу 10

Таблица 10 – Режимы резания

№ оп.	Название оп.	Установ и переход	t, мм	S, мм/об	$n_{пр} \text{ мин}^{-1}$	$V_{пр} \text{ м/мин}$
005	Токарная	УБ-П1	1	0,45	580	92
		УБ-П2	0,8			51,7
		УБ-П3	0,6			63,4
		УВ-П1	1			72,8
		УВ-П2	0,8			
		УВ-П3	0,6			
		УА-П1	0,8			52,5
010	Внутришлифовальная	П1	0,09	0,006 мм/дв. х	370	45
015	Зубофрезерная	П1	4,5	1,5	315	79,1
020	Протяжная	П1	2,2	7500 мм/мин	-	7,5

Расчёты норм времени произведём по методике [4] и полученный результат сведём в таблицу 11

Таблица 11 – Нормы времени

№ оп	$T_0$	$T_B$	$T_{ОП}$	$T_{ОБ,О-Т}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	$n$	$T_{ШТ-К}$
005	0,50	0,605	1,105	0,67	23	1,775	136	1,944
010	0,320	0,506	0,826	0,128	24	0,954		1,130
015	1,85	0,704	2,554	0,086	17	2,640		2,765
020	0,15	0,603	0,753	0,083		0,836		0,961
025	0,21	0,487	0,697	0,123		0,820		0,945
030	1,1	0,675	1,775	0,144		1,919		2,044

В таблице представлено время [11]:  $T_0$  – машинное время;  $T_B$  – время управления станком;  $T_{ОП}$  – оперативное;  $T_{ОБ,О-Т}$  – время обслуживания;  $T_{П-З}$  – изучение чертежа;  $T_{ШТ}$  – штучное время;  $T_{ШТ-К}$  – выполнение технологической операции;  $n$  – количество деталей в партии, шт.

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

В данном разделе требуется составить расчёт трёхкулачкового самоцентрирующегося специального патрона, применяемый для токарно-фрезерной операции [12].

Заготовка получается методом штамповки из материала – сталь 40. Произведём расчёт обработки чернового точения.

Материал режущей пластины GC4325 (НС), пластина имеет форму D.

Пластина имеет следующие данные:  $\varphi=30^0$ ;  $\gamma=2^0$ ;  $\lambda=0^0$

Режимы резания: глубина  $t=1$  мм; подача  $S=0,45$  мм/об ; скорость резания  $V=92$  м/мин

Тип приспособления: одноместное универсальное наладочное (УНП) со сменными кулачками

Металлорежущий станок: токарный станок ЧПУ ГС1725Ф3

#### 3.1 Расчёт сил резания

Расчёт сил резания начинается с формулы (23), произведём расчёт составляющих  $P_z$  и  $P_y$

$$P_{z,y} = 10C_p t^X S^Y V^n K_p , \quad (23)$$

где  $C_p$ ,  $X$ ,  $Y$ ,  $n$  – неизменяемые показатели степени для конкретных условий обработки.

При вытачивании материала резцом, оснащённым пластиной из твёрдого сплава GC4325 (НС), равны:

$$P_z: C_{pz} = 300; X_{pz} = 1; Y_{pz} = 0,75; n_{pz} = 0,15$$

$$P_y: C_{py} = 243; X_{py} = 0,9; Y_{py} = 0,6; n_{py} = -0,3$$

$K_p$  – поправочный коэффициент, то есть произведение ряда

коэффициентов, учитывающих фактические условия резания, определяется по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p}, \quad (24)$$

где  $K_{MP}$  – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (25)$$

где  $\sigma_B$  – механическое напряжение и для данного материала 530 МПа  
 $n$  – для стали 0,75

Тогда

$$K_{MP} = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$$

$K_{\varphi p}$  – коэффициент, учитывающий влияние сил, при  $\varphi=30^\circ$  равен:

$$K_{\varphi pz} = 0,94; K_{\varphi py} = 0,77$$

$K_{\gamma p}$  – коэффициент, учитывающий влияние силы на передний угол, при  $\gamma=2^\circ$  равен:

$$K_{\gamma pz} = 1,1; K_{\gamma py} = 1,4$$

$K_{\lambda p}$  – коэффициент, учитывающий изменение угла наклона, при  $\lambda=0$  равен:

$$K_{\lambda pz} = 1,0; K_{\lambda py} = 1,25$$

Воспользуемся формулой (24) и подставим полученные значения:

$$K_p = 0,77 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,79$$

$$K_p = 0,77 \cdot 0,77 \cdot 1,4 \cdot 1,25 = 1,03$$

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,45^{0,75} \cdot 92^{(-0,15)} = 836,5 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0,9} \cdot 0,45^{0,6} \cdot 92^{(-0,3)} = 387,61 \text{ Н}$$

### 3.2 Расчёт усилия зажима

Во время операции точение черновое на заготовку воздействуют внешние силы [23]. С одной стороны, обрабатываемую деталь может выбить из текущей операции, другая сторона наоборот удерживает её.

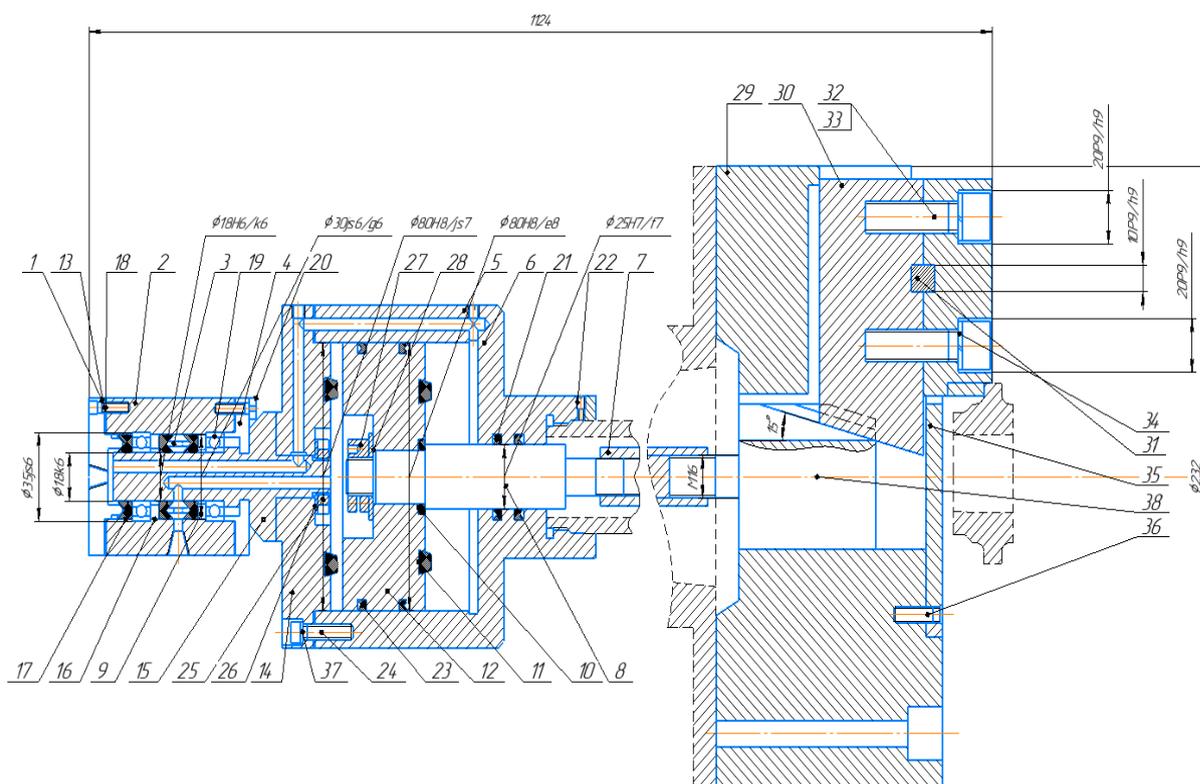


Рисунок 6 – Общий вид трёхкулачкового гидравлического патрона

Коэффициент запаса  $K$  – величина, которая определяет способность конструкции выдерживать оказываемые на неё нагрузки и показывает, как именно будет проходить операция, находится по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (26)$$

где  $K_0$  – гарантированный коэффициент запаса, равен 1,5

$K_1$  – коэффициент увеличения сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности, равен 1,2;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличения сил резания по

причине затупления режущего инструмента;

$K_3$  – коэффициент увеличения сил резания при прерывистом резании ( при прерывистом 1,2; при непрерывном 1,0);

$K_4$  – коэффициент постоянства сил, равен 1,0;

$K_5$  – коэффициент эргономики немеханизированного зажимного механизма, то есть удобство расположения органов зажимов, 1,0;

$K_6$  – коэффициент моментов, которые поворачивают заготовку.

В настоящей работе коэффициент запаса будет находиться по формуле:

$$K_{pz} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (27)$$

Коэффициент  $K_2$  принимаем равным:

$$K_z=1$$

$$K_z=1 ; K_y=1,4$$

Тогда

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8$$

$$K_{py} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 = 2,52$$

Сила зажима равна:

$$W_{z,y} = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (28)$$

где  $f$  - коэффициент трения, в данном случае примем равным 0,3

Тогда:

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 836,5 \cdot 29}{0,3 \cdot 60,5} = 2405,8 \text{ Н}$$

$$W_y = K_{py} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{P_y \cdot l}{f \cdot d_2} = 2,52 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{387,61 \cdot 22,1}{0,3 \cdot 60,5} = 1784,1 \text{ Н}$$

Тогда величина усилия зажима рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)}, \quad (29)$$

где  $f$  принимаем 0,1 (для полусухого трения по стали)

Тогда

$$W_1 = \frac{2405,8}{(1 - (\frac{3 \cdot 60}{81}) \cdot 0,1)} = 3093,2 \text{ Н}$$

### 3.3 Расчёт зажимного механизма в патроне

Первым делом определим усилие, которое создает силовой привод:

$$Q = \frac{W_1}{I_c}, \quad (30)$$

где « $I_c$  - передаточное отношение по силе зажимного механизма, рассчитывается оно по формуле» [22]:

$$I_{c.кл.} = \frac{1}{(tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1)}, \quad (31)$$

где  $\alpha$  – угол наклона клина, принимаем  $15^\circ$

$\varphi$  и  $\varphi_1$  – углы трения на поверхностях кулачка и втулки, принимаем равным  $6^\circ$

Тогда передаточное отношение будет равно:

$$I_{c.кл.} = \frac{1}{(tg(15+6) + tg6)} = 2,0$$

Следовательно, подставив в формулу (30), получаем:

$$Q = \frac{3093,2}{2} = 1546,6 \text{ Н}$$

Следующим действием рассчитаем диаметр патрона по формуле:

$$D_{п.} = d_2 + 2 \cdot H_k \quad (32)$$

Подставляем все данные и получаем:

$$D_{п.} = 60,5 + 2 \cdot 81 = 222,5 \text{ мм}$$

### 3.4 Расчёт силового привода

Найдём диаметр поршня цилиндра по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (33)$$

где  $P$  – давление, которое примем равным 0,4 МПа

Тогда диаметр поршня для пневмоцилиндра получится:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1546,6}{0,4}} = 70 \text{ мм}$$

По ГОСТ 15608-81 округляем диаметр поршня и принимаем ближайшее значение  $D=80$  мм.

Поршень имеет свой ход, и он равен 23 мм.

### 3.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление

В данном разделе произведём расчёт погрешности установки заготовки, выполняется после проектирования патрона и простановки всех размеров в графической части выпускной квалификационной работы.

Принимаем 12 квалитет при черновой обработке. Расчёт погрешности установки находится по формуле:

$$E_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (34)$$

где  $\omega_{A\Delta}$  - неизменность последнего размера;

$\Delta_1, \Delta_3$  - погрешности неточности изготовления размеров;

$\Delta_4, \Delta_5$  - неточности из-за колебаний.

$$\Delta_1 = 0,062 \text{ мм}$$

$$\Delta_2 = 0,074 \text{ мм}$$

$$\Delta_3 = 0,054 - (-0,039) = 0,083 \text{ мм}$$

$$\Delta_4 = 0,033 - (-0,027) = 0,060 \text{ мм}$$

$$\Delta_5 = 0,063 - (-0,046) = 0,109 \text{ мм}$$

Тогда:

$$E_y = 0,5 \cdot \sqrt{0,062^2 + 0,074^2 + 0,083^2 + 0,060^2 + 0,109^2} = 0,089 \text{ мм}$$

### **3.6 Конструкция патрона и силового привода**

Проведя анализ конструкции кулачкового патрона и силового привода к нему, был выбран прототип для создания. Вся конструкцию патрона и кулачка чертим в оригинальном размере 1:1. Чертёж изображаем в такой последовательности:

- сменные кулачки;
- постоянные кулачки;
- прижимной механизм;
- вспомогательные элементы корпуса.

Технические требования к сборке и характеристики написаны в правом нижнем углу формата.

Патрон должен быть установлен на передний конец шпинделя, контуры изображены штрихпунктирными, тонкими линиями.

### **3.7 Описание конструкции и работы приспособления**

Особенность конструкции данного приспособления является то, что патрон, правая часть на чертеже, и силовой привод, левая часть на чертеже, делятся на две части и соединяются с помощью жёсткого стержня.

Патрон состоит из сменных кулачков 32 и 33, они в свою очередь надёжно закреплены к постоянным кулачкам 30. Чтобы сменные кулачки были установлены максимально точно, то применяется шпонка призматическая 31. А для закрепления используются винты с утопающей

головкой. Все части монтируются в корпус.

Чтобы заготовка была закреплена, требуется исходная сила, которую создает силовая часть, находящаяся в силовой части привода. Силовая часть двигается вместе со шпинделем и патроном.

### 3.8 Расчёт режущего инструмента

Задачей этого пункта является, рассчитать державку токарного резца на прочность. Токарные резцы могут иметь квадратную, прямоугольную, цилиндрическую форму. Был выбран резец цилиндрической формы. Резец изображен на рисунке (7)

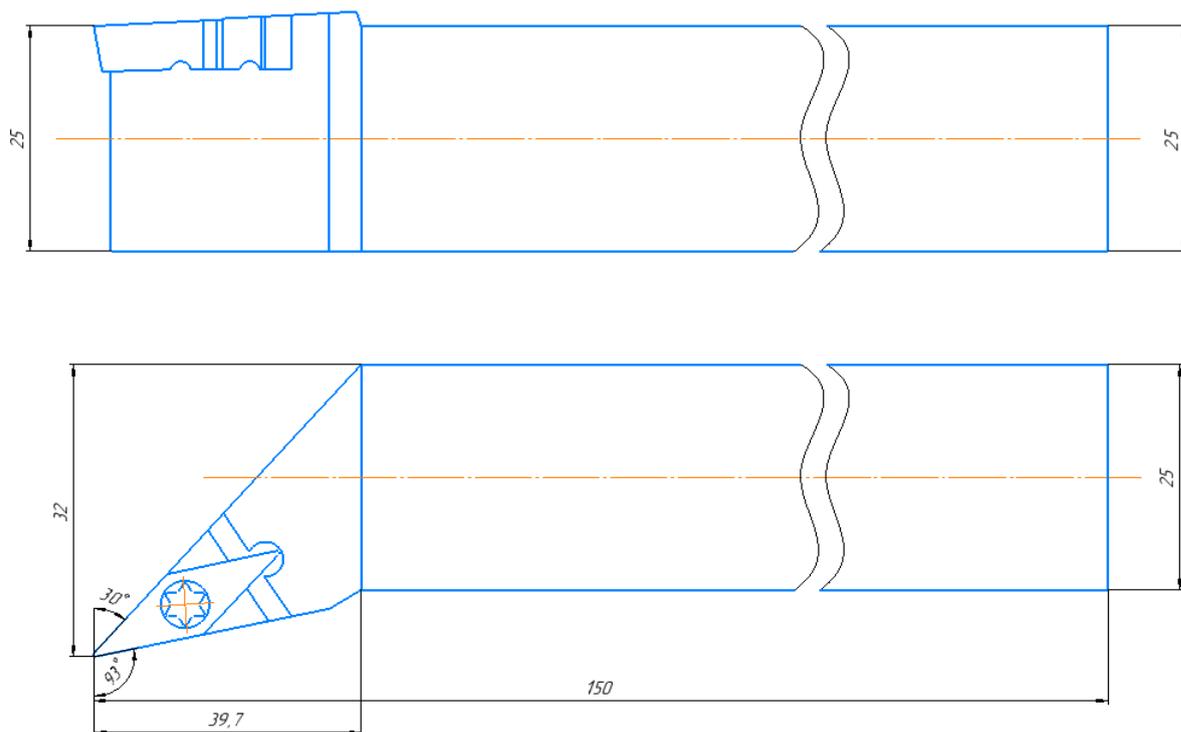


Рисунок 7 – Общий вид токарного резца

Токарный резец состоит из державки 1 и пластины 2. Пластина закрепляется к державке с помощью штифты с гайкой 3. Так же для регулирования положения резца, в державку завинчен болт. Особенностью выбранного резца является технология iLOCK, которая обеспечивает

стабильное закрепление пластин и работу при высоких режимах резания.

Следует приравнять действующий изгибающий момент к максимальному моменту, допускаемому прочностью державки. Это необходимо для того, чтобы определить минимальные размеры сечения державки. Воспользуемся формулой (35).

$$M_{\text{ИЗГ}} = P_z \cdot l = \sigma_B \cdot W, \quad (35)$$

где  $l$  – вылет резца, мм

$\sigma_B$  - допускаемое напряжение на изгиб материала державки, МПа

$W$  - момент сопротивления, м<sup>3</sup>, зависит от формы сечения державки.

Момент сопротивления будем определять по формуле:

$$W = \frac{H \cdot B}{6} \quad (36)$$

На основании изложенного можем записать

$$P_z \cdot l = \frac{H \cdot B}{6} \sigma_B \quad (37)$$

Откуда

$$H \cdot B = \frac{P_z \cdot l \cdot 6}{\sigma_B} \quad (38)$$

Момент сопротивления державки квадратного сечения находим по формуле (39)

$$W = \frac{B}{6} \quad (39)$$

Произведем расчёт, подставив данные в формулы (37), (38) и (39)

$$HB = \frac{836,5 \cdot 39,7 \cdot 6}{530} = 375,9 \text{ мм}$$

Следовательно, мы можем понять, державки нам хватит с запасом так как  $ВН < 400$ , а значит, что условие стойкости выполняется.

$$W = \frac{25}{6} = 4,16 \text{ м}^3$$

$$M_{\text{изг}} = 530 \cdot 4,16 = 2204,8$$

Исходя из расчётов, можно понять, что совершенство закрепления заготовки при черновой обработки было достигнуто, державка была проверена на прочность. Данный резец используется на нескольких переходах, и выполняет все условия.

В данном разделе, на примере чернового точения поверхности детали – «Звёздочка», изготовленной из стали 40, были выполнены следующие расчёты:

- сил резания;
- усилия зажима;
- зажимного механизма;
- силового привода;
- погрешности установки;
- режущего инструмента.

Данные вычисления помогли понять, что трёхкулачковый патрон и режущий инструмент с геометрией профиля  $\varphi=30^0$ ;  $\gamma=2^0$ ;  $\lambda=0^0$  и режимами резания  $t=1$  мм;  $S=0,45$  мм/об;  $V=92$  м/мин соответствуют всем требованиям, и стабильное качество обрабатываемых поверхностей может быть достигнуто.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Предназначение этого раздела состоит из поставленной задачи проектирования технологического процесса детали. Сам технологический процесс создаётся с указанными стандартами по безопасности и технологичности.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 12 приведена характеристика выбранной операции.

Таблица 12 – «Технологический паспорт технического объекта»

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы вещества» [7]
Техпроцесс изготовления звёздочки	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	ГС1725Ф3, Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон	Сталь 40 ГОСТ 1050-2013, СОЖ, ветошь
Техпроцесс изготовления звёздочки	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Полуавтомат внутришлифовальный специальный 3 М227УВФ2S , круг шлифовальный 25AF48K6V35	Сталь 40 ГОСТ 1050-2013, СОЖ, ветошь

Анализируемым объектом, является деталь – «Звёздочка», для неё был разработан ряд мероприятий по безопасности и экологичности. В таблице 12 были выбраны и рассмотрены две технологические операции: токарная и внутришлифовальная.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном пункте рассмотрим профессиональные риски, по ним была составлена таблица 13.

Таблица 13 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
Токарная операция	Различные элементы физического воздействия: Статичные элементы оборудования режущие и колющие, которые взаимодействуют с поверхностями твердых элементов; Подвижные твердые элементы. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за температуры. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за большим загрязнением воздуха рядом с дыхательными путями Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за механических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электромагнитного поля. Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (через дыхательные пути) Различные элементы, обладающие характеристиками психофизиологического воздействия: Пассивная нагрузка сильное напряжение анализаторов	Оборудование; обрабатываемая заготовка; СОЖ; приспособление; инструмент; центр передний; центр задний; опора – 3 штуки; прокладка – 2 штуки; зажим; зажимное приспособление; резцы; пульт управления станком; смазки
Внутришлифовальная операция	Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электромагнитного поля. Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (через дыхательные пути) Различные элементы, обладающие характеристиками психофизиологического воздействия: Пассивная нагрузка сильное напряжение анализаторов	Оборудование, обрабатываемая заготовка, СОЖ, приспособление, инструмент

В таблице 13 приведена система технологических и эксплуатационных рисков. К рискам относятся опасные и вредные факторы для человека. Саму опасность представляют материалы, процессы, частицы и оборудование, вследствие которых получается желаемая деталь.

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Безопасность человека важна на любых этапах жизни. К сожалению опасные ситуации невозможно свести к нулю, но при этом возможно максимально сократить их количество. На любом рабочем месте имеются разные типы рисков. Задачей этого пункта является минимизирование возникновения профессиональных рисков, с указанием средств и методов их возникновения. Сами методы и средства направлены для защиты и максимального снижения вредных и опасных факторов при производстве «Звёздочки».

Таблица 14 – «Организационно-технические методы и технические средства (Технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [6]

«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» [6]
Статичные элементы режущие и колющие, соприкасающиеся с поверхностью твердых элементов обдирая их. Подвижные твердые элементы. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за температуры.	Ограждения, защитный кожух на станке. Различные инструктажи по охране труда	Очки защитные, ботинки кожаные, перчатки с полимерным покрытием, костюм для защиты от загрязнений
Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (дыхательные пути)	Прокладка вентиляции. Различные инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 14

Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы, технические средства	Средства защиты (СИЗ)
Опасные и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебаний твердых объектов.	Виброподовляющие балки для снижения время контакта с поверхностью подверженной вибрации Различные инструктажи по охране труда	Резиновые виброподовляющие покрытия
Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за большим загрязнением воздуха рядом с дыхательными путями	Прокладка вентиляции Различные инструктажи по охране труда	-
Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебаний твердых объектов.	Использование шумопоглощающих панелей Различные инструктажи по охране труда	Использование шумопоглощающих вкладышей
Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы которые возникают из-за электромагнитного поля.	Необходимое заземление оборудования изоляция токоведущих элементов Применение предохранителей Различные инструктажи по охране труда Отслеживание нужного интервала времени для стандартизированных перерывов	Перчатки с полимерным покрытием, резиновые напольные покрытия
Различные элементы психофизиологического воздействия: пассивная нагрузка, сильное напряжение анализаторов	Оснащение освещением Различные инструктажи по охране труда	-

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

На любом производстве одной из самых важных критериев безопасности является пожарная безопасность, и пренебрегать ей не стоит. Особенно на машиностроительных производствах, не удивительно, что это одна из самых опасных отраслей. Задача этого пункта минимизировать возникновение пожаров на объектах производства. В приведенных ниже

таблицах 15-18 показаны источники пожарной опасности и средства, которые смогут уменьшить риски, и различные организационные мероприятия. Всё это должно быть использовано для безопасности людей при пожаре.

Таблица 15 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявления факторов пожара» [6]
Производственный участок	ГС1725Ф3; ЗМ227УВФ2S	В, Е	Искры и пламя; дефекты электропроводки; воспламенение промасленной ветоши; повышенная температура; тепловой поток; пониженная концентрация кислорода.	Изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования; элемента оборудования, изделий другой принадлежности; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 16 – Средства пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
Первичные	Мобильные	Стационарные	Автоматики	
Емкость с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Модули газового пожаротушения	Дымовой извещатель по оповещению и управлению эвакуацией	Огнеупорные рукава

Таблица 17 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Пожарные верёвки, карабины, респираторы, противогазы	Багры, лопаты, ломы и топоры ЩП-Б	Дымовые извещатели

Таблица 18 – Средства по обеспечению пожарной безопасности

Оборудование, процесс	Организационные технические мероприятия	Нормативные требования
Технология производства звёздочки. Токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3	Использование СОЖ с применение не горючих веществ; содержать промасленную ветошь в несгораемых емкостях; обширное руководство и контроль над состоянием пожарной безопасности на рабочем месте.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение мероприятий направленных на информирование работников о пожарной безопасности

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Вследствие анализа, выявили результаты, представленные в таблицах 19 и 20. Действия сосредоточены на защиту природных ресурсов и микроклимата.

Таблица 19 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления звёздочки	Специальный токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3	Стружка, токсические испарения, масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты, отработанные в жидкие среды	Отходы стружки, промасленная ветошь, растворы жидкостей

Таблица 20 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технологический процесс изготовления звёздочки
На атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
На гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
На литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

Анализируемым объектом, является деталь – «Звёздочка», для неё был разработан ряд мероприятий по безопасности и экологичности. В начале раздела были рассмотрены две операции: токарная и внутришлифовальная [23], в таблице 12, с указанием оборудования, должности работника, материала провели анализ этих операций.

Для определения ОВПФ проводится расчёт профессиональных рисков для токарной операции. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с повышенной температурой объекта, избыточным загрязнением воздуха в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов.

В таблице 13 показаны риски при производстве, возможные при изготовлении звёздочки, описаны опасные производственные факторы. Для снижения этих рисков были предложены различные методы и средства, которые используются в производствах.

В таблицах 15-18 определены источники пожарной опасности и средства, которые помогут уменьшить риски до минимума. Были определены класс пожар и опасные риски возникновения искры. Так же найдены средства защиты и пожаротушения.

В 19-20 таблицах определены экологически опасные факторы, такие как: токсические испарения, масляный туман и т.д. Определения этих факторов необходимо для защиты окружающей среды.

## 5 Экономическая эффективность работы

В пятом разделе выпускной квалификационной работы производится расчёт технико-экономических показателей технологического процесса детали – «Звёздочка». Данный расчёт необходим для того, чтобы определить экономический эффект и провести обоснование использования дорогостоящего оборудования и инструментов в данном техпроцессе [27].

Для проведения расчётов была составлена программа в Microsoft Excel, расчёты производились по методике. «Были найдены такие параметры как: заработная плата рабочих; определение себестоимости изготовления детали; расчёт капитальных вложений; определение срока окупаемости вложенных инвестиций; обоснование эффективности внедрения процесса» [9]. Основными параметрами для определения экономической составляющей являются:

- полная технологическая себестоимость по операциям технологического процесса;
- капитальные вложения в техпроцесс;
- показатели экономической эффективности.

Для определения величины полной себестоимости нужно найти параметры, которые оказывают на неё прямое влияние, такие как: технологическая себестоимость, полные расходы на производство и затраты на содержание и обслуживание оборудования. Наибольшее влияние из перечисленных параметров оказывает технологическая себестоимость. В неё входят такие значения как: основная заработная плата рабочих, наладчиков и расходы на содержание оборудования.

Воспользуемся методикой и программным обеспечением, чтобы представить и описать полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 8 приведена диаграмма себестоимости, в которой сравниваются показатели технологического процесса звёздочки в руб.

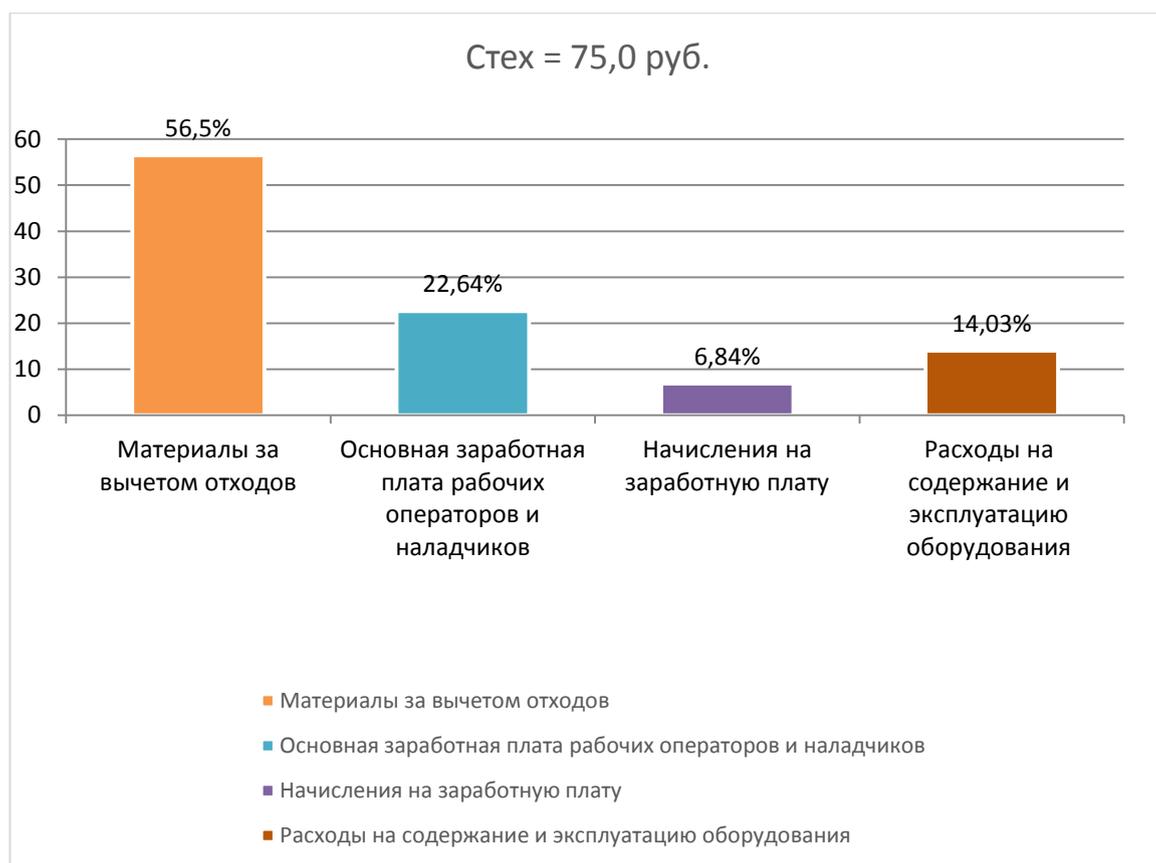


Рисунок 8 – Параметры, входящие в технологическую себестоимость, %

Из рисунка 8 видно, что максимальная доля себестоимости приходится на материалы и составляет 56,5%, это связано с тем, что в проектируемом техпроцессе используется среднесерийный тип производства и деталь изготавливается методом штамповки. Вторым по величине затрат является основная заработная плата рабочих и составляет 22,64%. На расходы содержания и эксплуатации оборудования приходится 14,03%, а это 10,5 руб. за единицу детали.

На рисунке 9 показана калькуляция себестоимости изготовления. В неё входят все величины полной себестоимости в руб., а это:

- технологическая себестоимость;
- цеховая себестоимость;
- полная себестоимость;
- производственно-заводская себестоимость.

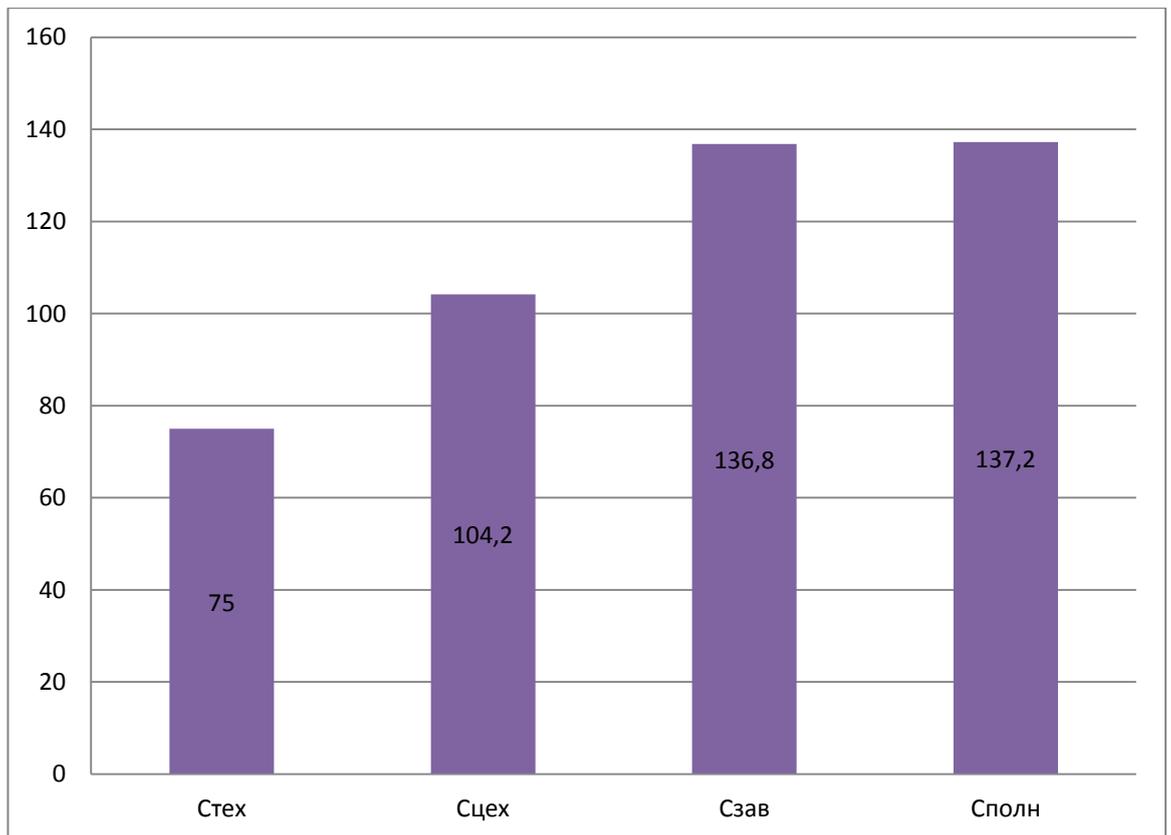


Рисунок 9 – Себестоимость изготовления

На рисунке 9 продемонстрированы следующие себестоимости: технологическая ( $C_{\text{ТЕХ}}$ ), цеховая ( $C_{\text{ЦЕХ}}$ ), производственно-заводская ( $C_{\text{ЗАВ}}$ ) и полная ( $C_{\text{ПОЛН}}$ ). Исходя из диаграммы, можем понять, что полная себестоимость равна 137,2 руб. за единицу, производимую по данному технологическому процессу, изделия. Второй, важной составляющей калькуляции себестоимости является производственно-заводская себестоимость  $C_{\text{ЗАВ}}$  и равна она 136,8 руб.

Для внедрения нашего технологического процесса и принятия решения об его эффективности нужен расчёт капитальных вложений. Учитывая то, что в данном техпроцессе преобладает проектируемый вариант, рисунок 10 показывает нам долевое соотношение, от которого зависит величина инвестиций.

Рисунок 10 показывает величины инвестиций, необходимых для внедрения описанного техпроцесса.

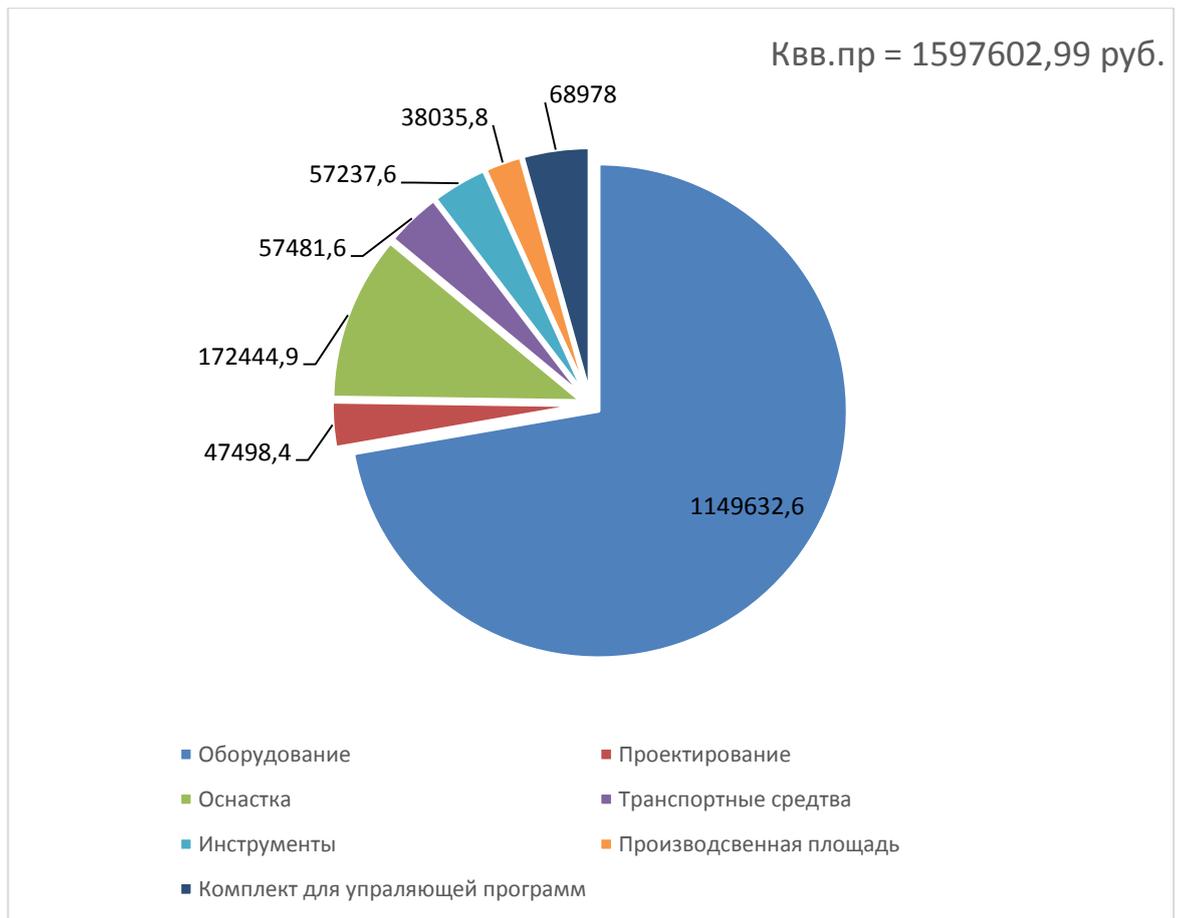


Рисунок 10 – Инвестиции и параметры, оказывающие на них влияние

Рассматривая рисунок 10 можно предполагать, что самая большая затрата будет потрачена на оборудование, его установку и транспортировку. Расход на оборудование составит 1149632,6 руб. от всех наших инвестиций. Вторая большая инвестиция будет касаться оснастки, и она составит 172444,9 руб. от наших инвестиций. Остальные параметры, несмотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются незначительными, но они формируют окончательную величину минимальных затрат.

Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления звёздочки.

После расчета срока окупаемости мы смогли определить общий итоговый доход 1597602,99 руб., так же мы смогли узнать, за какое время окупятся наши инвестиции (3,911≈4 года). Рассматривая срок окупаемости

можно понять, что выбранное оборудование и затраты актуальны и подходят для проектируемого технологического процесса. При расчёте экономической эффективности были определены следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- расчёт капитальных вложений;
- индекс доходности;
- определение себестоимости изготовления детали;
- произведён расчёт количества оборудования и коэффициента его загрузки;
- обосновали свои действия по экономическому эффекту.

После всех расчетов можем сделать вывод о целесообразности нашего технологического процесса. Так же мы можем сделать вывод, опираясь на значения таких параметров, как интегральный экономический эффект, который равен 348414,64 руб. и индекс доходности с величиной 1,22 руб. Наш технологический процесс изготовления звёздочки является целесообразным.

## Заключение

За время проектирования технологического процесса звёздочки был проведён ряд мероприятий. Сформирован полный комплекс важных проектных и конструкторских расчётов, касающихся вопросов проектирования технического процесса для оснастки и других элементов техпроцесса. В графической части работы спроектированы все элементы детали, инструмента и патрона. Подробно были рассмотрены и рассчитаны:

- выбран тип производства;
- определён так выпуска;
- спроектирована заготовка и метод для её получения;
- разработан техпроцесс детали;
- выбраны средства технического оснащения;
- произведён расчёт и проектирование оснастки;
- произведён полный комплекс мероприятий по обеспечению безопасности и охране труда технологического процесса;
- рассчитан экономический эффект.

По завершению бакалаврской работы, можно сформулировать вывод. В работе был разработан новый технологический процесс, который соответствует всем требованиям. Анализ показал, что деталь является технологичной и её обработка возможна. Была повышена экономическая эффективность и качество производства, а именно за счёт современных технологий и оборудования, доступных на рынке. А сделано это было для упрощения производства спроектированной детали и сохранения основного капитала для дальнейшего развития и совершенствования. Так же это поможет сделать продукт доступнее, путём уменьшения цены, что скажется на конкуренции на рынке.

Всё сформулированные цели в начале работы были достигнуты. Технологический процесс разработан с высокой экономией и без потери качества.

## Список используемой литературы

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с
2. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с
3. Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007 г.,- 256 с.
5. Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебнометодическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с
8. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения". Машиностроение 1985, 184 с
9. Зубкова Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Тольятти: ТГУ, 2020. – 123 с.

10. Ковшов А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

11. Козлов А.А. Проектирование механических цехов : электронное учеб. метод. Пособие / А.А. Козлов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015 г, 11 с.

12. Кучеров А.О. Проектирование кулачковых самоцентрирующихся патронов Методические указания к курсовой работе по дисциплине: «Технологическая оснастка», для студентов машиностроительных специальностей. – Тольятти, ТГУ, 2008 г., 6 с.

13. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.

14. Маталин А. А. Технология машиностроения. Учебник А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

15 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

16. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург. Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

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

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления : электрон.

учеб. – метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017 г., 16 с.

19. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984. 17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный 57 справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 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 г., 944 с.

22. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

23. Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25. Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English)

26. Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

27. Welding Processes / Ed. RadovanKovacevic. - InTech, 2012. - 450p.ISBN 978-953-51-0854-2.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
													Листов2	Лист1			
Разраб.	Сибогатов					ТГУ											
Пров.	Гуляев																
Н. контр.	Гуляев					Звёздочка						2	1				
Утв.	Логинов																
M01	Сталь 40 ГОСТ 1050-2013																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ						
M02	-	166	0,18		1	0,69		∅62,5x24,2		1	0,261						
А	Цех	УЧ	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа									
Б	Код		Наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
03			000 Заготовительная														
04			Штамповочный пресс														
05			050 4110 Токарная														
06			Токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3								1	1	1	1,775			
07			Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон; Резцы для черного, чистового точения. Режущие пластины CoroTurn 107														
08			010 4130 Внутришлифовальная														
09			Полуавтомат внутришлифовальный специальный 3M227УВФ2S								1	1	1	0,954			
10			Патрон мембранный с торцовым поджимом; круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35														
11			015 4153 Зубофрезерная														
12			Зубофрезерный станок с ЧПУ СНМТ1								1	1	1	2,640			
13			Патрон, прижим; Червячная фреза ∅80 P9M4K8														
14			020 4182 Протяжная														
15			Вертикально протяжный станок 7Б64								1	1	1	0,836			
16			Патрон, прижим; Протяжка шпоночная В=5 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C														
МК	Маршрутная карта																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																	2					
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа												
Б	Код				Наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код																	
01					025	Слесарная																
02					Электрохимический станок для удаления заусенцев RB2565					1						1		1			0,820	
03					030	0200	Моечная															
04					Камера моечная машина					1						1		1			1,919	
05					035	Термическая																
06					Нагреватель индукционный, печь для отпуска																	
07					040	Контрольная																
08					Контрольный стол																	
09																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
МК		Маршрутная карта																				

Приложение Б  
Операционные карты

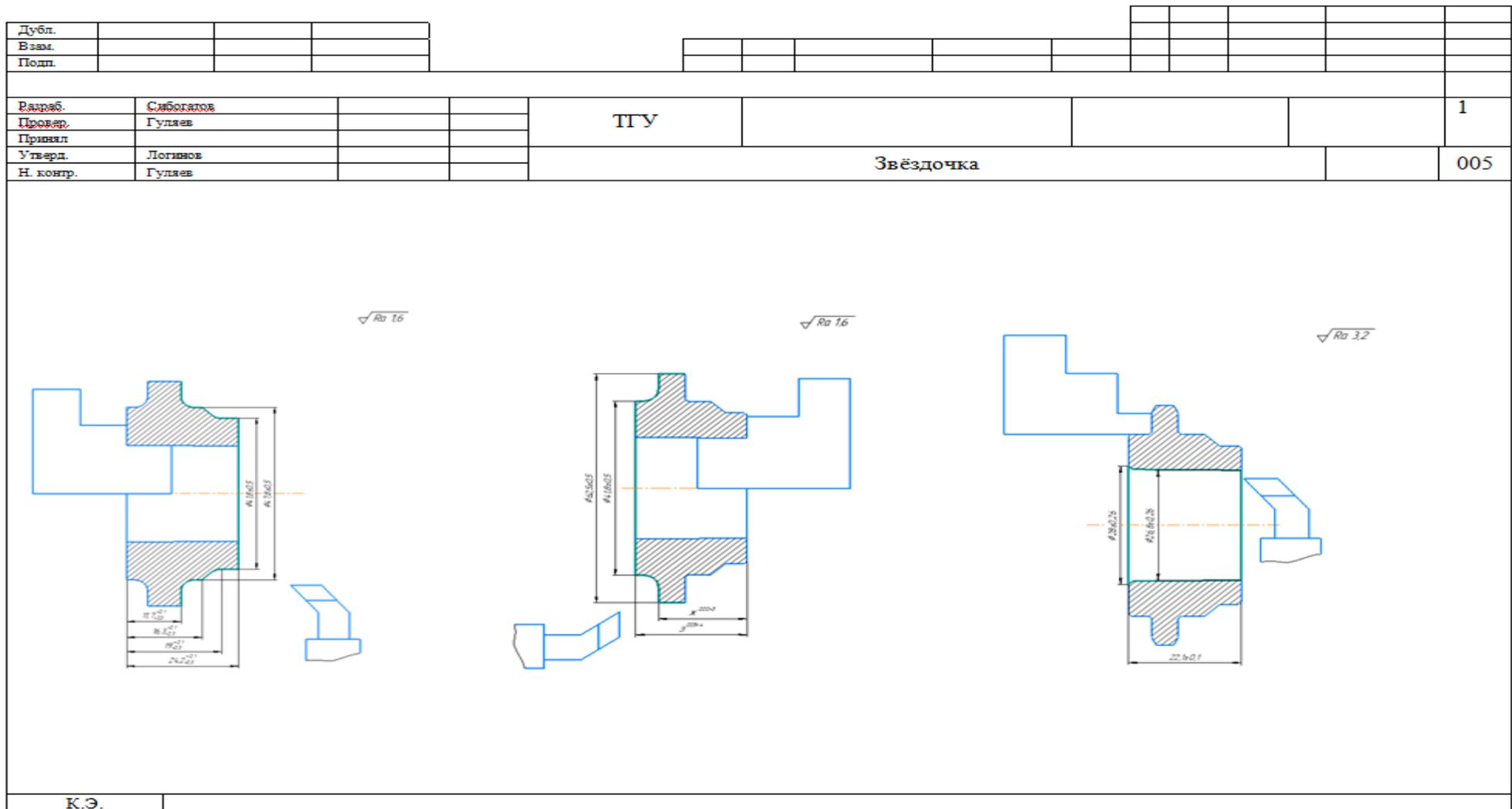
Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1418-82 Форм 3

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.	Сибогатое			<b>ТГУ</b>																	
Провер.	Гуляев			<b>Звёздочка</b>																	
Принят																					
Утверд.	Гуляев																				
Н. контр.	Логинов																				
<i>Наименование операции</i>		<i>Материал</i>		<i>Твёрдость</i>		<i>Е.В.</i>	<i>М.Д.</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>М.З.</i>	<i>КОИД</i>									
4110 Токарная		Сталь 40 ГОСТ 1050-2013				166	0,18	Ø62,5x24,2			0,261	1									
<i>Оборудование, устройство ЧПУ</i>		<i>Обозначение программы</i>		<i>То.</i>	<i>Тв.</i>	<i>Тп.з.</i>	<i>Тшт.</i>	<i>СОЖ</i>													
Токарный станок с ЧПУ GC1725Ф3		-		0,5	0,605	23	1,775	5% эмульсия													
<i>Р.</i>		<i>П.И.</i>	<i>Дили В</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>l</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>V</i>	<i>Тв.</i>	<i>То.</i>										
01																					
02	Трёхручачковый самоцентрирующийся патрон																				
03	Точить поверхности, выдерживая размеры согласно с эскизом																				
04	Резцы для черного, чистового точения.																				
05	Призматическая державка с креплением iLOCK; пластина режущая SogoTшт 107 формы D и материал GC4325 (НС)																				
06	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Мерительное приспособление с индикатором; штангенциркуль и микрометр																				
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
О.К.																					

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1



К.Э.

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1418-82 Форм 3														
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Сибогатов			<b>ТГУ</b>										
Провер.	Гуляев													
Принят														
Утверд.	Гуляев				<b>Звёздочка</b>									
Н. контр.	Логинов													
Наименование операции				Материал			Твёрдость		Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры		М.З.	КОИД
4130 Внутршлифовальная				Сталь 40 ГОСТ 1050-2013					166	0,18	Ø62,5x24,2		0,261	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То.	Тв.	Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Полуавтомат внутршлифовальный специальный 3М227УВФ2S				-			0,320	0,506	24	0,954	5% эмульсия			
Р				П.И.	Д или В	L	t	l	S	n	V	Тв.	То.	
01														
02	Патрон мембранный с торцовым поджимом													
03	Шлифовать поверхности отверстия, выдерживая размеры согласно с эскизом													
04	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35													
05	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69, приспособление с индикаторами, шаблоны; штангенциркуль и микрометр													
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
О.К.														

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Слабогая				ТГУ						1	
Прояр.	Гуляев											
Принял.												
Утверд.	Логинов											
Н. контр.	Гуляев					Звёздочка				010		

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

К.Э.	
------	--

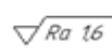
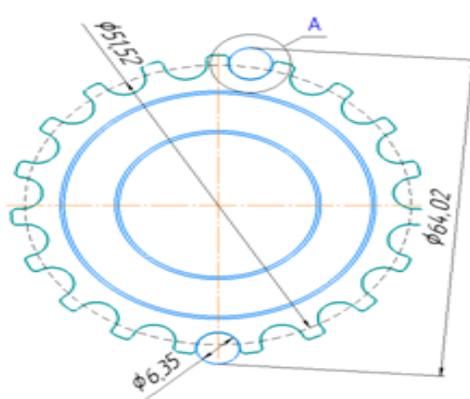
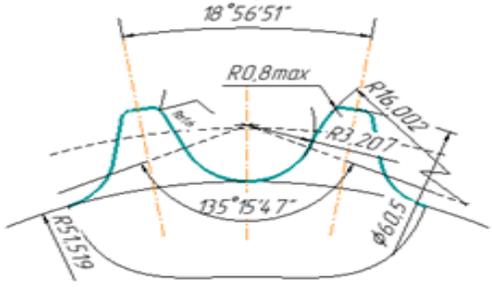
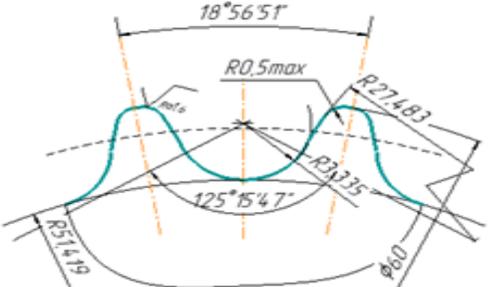
Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Ездуб.	Слбогатая				ТГУ							
Провер.	Гулаев											
Принят												
Утверд.	Гулаев				Звёздочка			3			3	
Н. контр.	Логинов											
Наименование операции				Материал		Твёрдость	Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры		МЗ.	КОИД
4153 Зубофрезерная				Сталь 40 ГОСТ 1050-2013			166	0,18	Ø62,5x24,2		0,261	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		T <sub>0</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	СОЖ		
Зубофрезерный станок с ЧПУ CHMTI				-		1,85	0,704	17	2,640	5% эмульсия		
P		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	T <sub>в</sub>	T <sub>0</sub>	
01												
02	Патрон, прижим											
03	Фрезеровать зубья, выдерживая размеры согласно с эскизом											
04	Червячная фреза Ø80 P9M4K8											
05	Приспособление для контроля, индикаторные калибры; штангенциркуль и микрометр											
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
О.К.												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Сибогазов																			3
Провер.	Гуляев																			
Принял																				
Утверд.	Логинов																			
Н. контр.	Гуляев																			015
										Звёздочка										
																				
																				
<p>А (увеличена) </p>																				
<p>Минимальная форма впадины <math>18^{\circ}56'51''</math></p> 																				
<p>Максимальная форма впадины <math>18^{\circ}56'51''</math></p> 																				
К.Э.																				

## Приложение В

### Спецификация к приспособлению

Таблица В.1 – Спецификация к приспособлению

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.		
				<u>Документация</u>				
A1			21.ВКР.О ТМП.280.50.000.СБ	Сборочный чертеж	1			
				<u>Детали</u>				
		1	21.ВКР.О ТМП.280.50.001	Крышка	1			
		2	21.ВКР.О ТМП.280.50.002	Корпус	1			
		3	21.ВКР.О ТМП.280.50.003	Кольцо	1			
		4	21.ВКР.О ТМП.280.50.004	Крышка	1			
		5	21.ВКР.О ТМП.280.50.005	Заглушка	1			
		6	21.ВКР.О ТМП.280.50.006	Гильза	2			
		7	21.ВКР.О ТМП.280.50.007	Шток	1			
		8	21.ВКР.О ТМП.280.50.008	Шток	1			
		9	21.ВКР.О ТМП.280.50.009	Кольцо	1			
		11	21.ВКР.О ТМП.280.50.011	Кольцо	2			
		12	21.ВКР.О ТМП.280.50.012	Поршень	1			
		14	21.ВКР.О ТМП.280.50.014	Крышка	1			
		15	21.ВКР.О ТМП.280.50.015	Вал	1			
		16	21.ВКР.О ТМП.280.50.016	Кольцо дистанционное	1			
		17	21.ВКР.О ТМП.280.50.017	Распорное кольцо	1			
		22	21.ВКР.О ТМП.280.50.022	Заглушка	1			
		29	21.ВКР.О ТМП.280.50.029	Корпус патрона	1			
		30	21.ВКР.О ТМП.280.50.030	Кулачок постоянный	3			
		31	21.ВКР.О ТМП.280.50.031	Шпонка	3			
		34	21.ВКР.О ТМП.280.50.034	Кулачок сменный	3			
			<b>21.ВКР.О ТМП.280.50.000</b>					
			Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	
			Разраб.	Сибогатов				
			Проб.	Гуляев				
			Нконтр.	Гуляев				
			Утв.	Логинов				
			<b>Патрон</b>			Лит.	Лист	Листов
						1	2	

