

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Дмитриев Дмитрий Сергеевич гр. МСб-1203

1. Тема Технологический процесс изготовления звездочки коленчатого вала
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 300000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и режущего инструмента

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 1
3) План обработки	1 – 2
4) Технологические наладки	1 – 2
5) Приспособление	1 – 1,5
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

7. Дата выдачи задания «____» марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	<i>А.В. Бобровский</i> <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	<i>Д.С. Дмитриев</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления звездочки коленчатого вала

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления звездочки коленчатого вала в условиях массового производства

Предложено:

- применение усовершенствованного технологического процесса изготовления детали в условиях массового производства;
- применение усовершенствованной заготовки, полученной методом горячей объемной штамповки;
- оптимизировать структуру токарной операции, исключая некоторые черновые переходы;
- чистовую обработку отверстия и торца производить шлифованием, а не точением, что существенно снижает брак по точности и шероховатости;
- для удаления заусенцев применен электрохимический станок, что позволит удалить заусенец по всему контуру заготовки и снизит штучное время;
- оптимизировать режимы резания и режущий инструмент на зубофрезерной операции, что существенно снизило штучное время;
- спроектирован патрон цанговый для токарной операции;
- спроектирован токарный резец с механическим креплением твердосплавной пластины;

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 59 страниц, содержащей 19 таблиц, 7 рисунков, и графической части, содержащей 7,5 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	10
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	12
2 Технологическая часть работы.....	13
2.1 Выбор типа производства	13
2.2 Выбор метода получения заготовки	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	18
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	19
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	22
2.6 Выбор средств технологического оснащения	24
2.8 Проектирование технологических операций.....	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	32
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	32
3.2 Проектирование режущего инструмента	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	41
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	43
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	48
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	50

5 Экономическая эффективность работы.....	51
Заключение.....	55
Список используемой литературы.....	56
Приложения.....	58

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Одной из основных и решающих отраслей современной экономики является машиностроение. На предприятиях машиностроения создаются машины и оборудование, без которых не может работать ни оно производство. В связи с этим перед отраслью в целом и машиностроительными предприятиями в отдельности стоят задачи создания таких машин, которые соответствуют всем современным требованиям. Производство таких машин невозможно без разработки и применение новых современных технологий позволяющих производить изделия требуемого качества с минимальными затратами и максимальной эффективностью.

Таким образом, целью ВКР является разработка совершенно нового технологического процесса изготовления детали, повышение качества обработки, снижение себестоимости изготовления, применение самых новейших разработок в области технологии машиностроения.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является звездочкой, устанавливается на коленчатом валу автомобиля ВАЗ-2123 и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента через цепную передачу.

На рисунке 1.1. приведен фрагмент коленчатого вала в сборе.

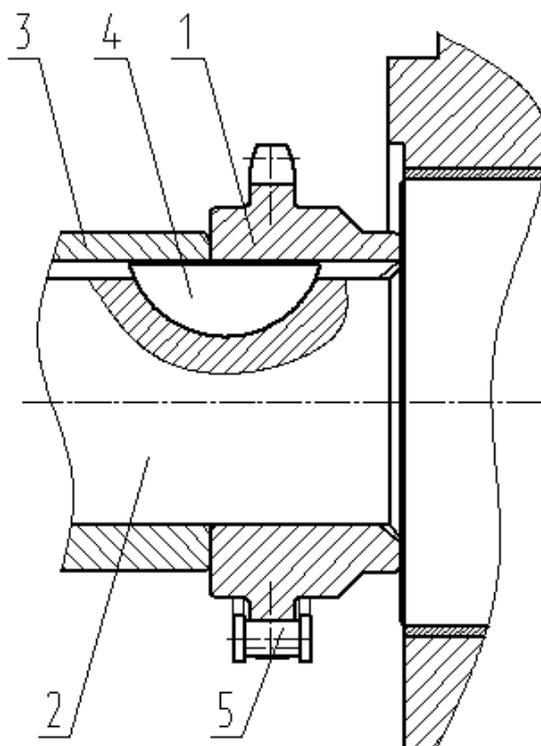


Рисунок 1.1 - Фрагмент коленчатого вала в сборе.

Звездочка 1 (рисунок 1.1) устанавливается на коленчатом валу 2 с упором в борт. В противоположный борт звездочки 1 упирается ступица шкива 3. Шкив 3 и звездочка 1 установлены на сегментной шпонке 4, установленной в пазу коленчатого вала 2. Вращающий момент от коленчатого вала 2 и звездочки 1 передается с помощью однорядной цепи 5.

1.1.2 Анализ материала детали

Звездочка имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал звездочки: сталь 35 ГОСТ 1050-2013

Таблица 1.1 - Химический состав стали 35, в процентах

Элемент	углерод	сера	фосфор	медь	марганец	кремний
		Не более				
Содержание	0.17-0,24	0.040	0.035	0,25	0.35-0.65	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 35

Состояние поставки.	Сечение, мм	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	НВ
Поковка.	До 100	275 МПа	530 МПа	20%	40%	44 Дж/см ²	156-197
Прокат горячекатанный	25	270 МПа	540 МПа	20%	45%	44 Дж/см ²	187

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

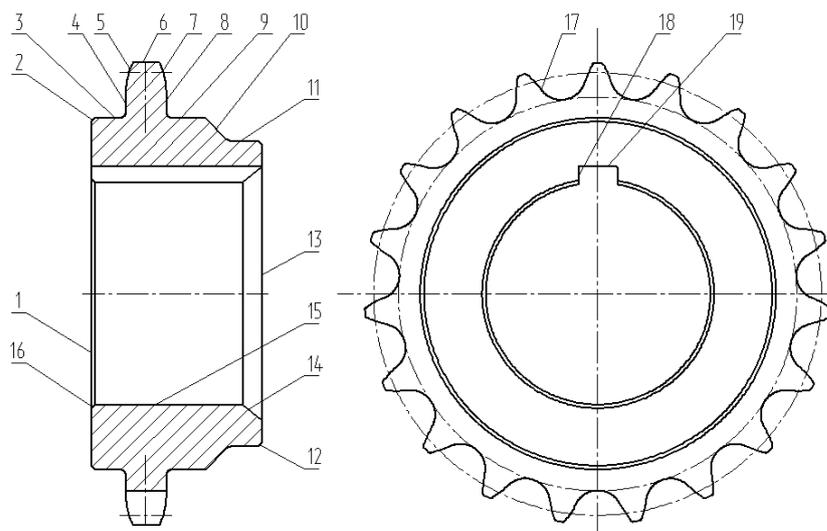


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

Присвоим всем поверхностям номера и сформулируем служебное назначение

ния поверхностей детали.

Основные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие данную деталь в механизме – 14,15;

Вспомогательные конструкторские базы.

Поверхности ориентирующие другие детали по отношению к данной – 1,16,17;

Исполнительные поверхности.

Поверхности выполняющие служебное назначение детали – 16,17;

Свободные поверхности.

Поверхности конструктивно оформляющие деталь – не перечисленные в первых трех категориях.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает низкими литейными свойствами. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы большей ее части, а также возможность формирования нескольких поверхностей на заготовительной операции без последующей обработки. Недостатками данной заготовки является сложная форма вильчатого кривошипа и невозможность образования отверстий на заготовительной операции. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разьема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

В конструкции детали использованы как стандартные фаски, радиусы, уклоны, так и нестандартные элементы: диаметры валов, посадочные размеры, что не позволяет в наибольшей степени использовать унифицированный инструмент и приспособления.

Вместе с тем конструкция детали позволяет проводить одновременную обработку нескольких поверхностей, с обеспечением свободного доступа к местам обработки, что позволяет говорить о технологичной кон-

струкции детали.

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивается свободный вход и выход осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо обеспечить совпадение технологической и измерительной баз. В базовом техпроцессе, на определенных его этапах, не обеспечивается данное требование, что приводит к возникновению погрешности базирования.

Базовые поверхности обладают достаточной протяженностью для устойчивого положения заготовки при обработке, достаточной точностью и шероховатостью для обеспечения выполнения требуемой точности обработки.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Оснастка			Тшт, мин
			Приспособления	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	
1	2	3	4	5	6	7
000	Заготовительная	КГШП				
010	Токарная Установ А	Токарный 8-и шпиндельный двухиндексный полуавтомат ф. «Гильдемайстер»	Патрон трехкулачковый	Резцы, резцы расточные. Пластины Т5К10 Пластины Т15К6	Калибры-пробки(2), калибры-скобы, пневмокалибры, приспособления с индикаторами	0,54
	Установ Б		Патрон цанговый	Резцы проходные, резцы расточные. Пластины Т5К10 Пластины Т15К6		

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6	7
020	Токарная	Токарный 4-х шпиндельный расточной станок ф. «Чимат»	Патрон цанговый	Державки. Пластины Т30К4	Калибры-пробки, шаблоны, пневмокалибры, приспособления с индикаторами	0,74/2
030	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»	Оправка прижимы	Фреза червячная Р6М5	Приспособление для контроля, калибры индикаторные,	2,7/2
040	Моечная	Машина камерная моечная				0,30
050	Заусенцеудаляющая	Специальный заусенцеудаляющий станок ф. «Ленце»	Патрон цанговый	Резец Р6М5 Борфреза		0,5
060	Протяжная	3-х шпиндельный вертикальный протяжной станок ф. «Форст»	Патрон, прижим	Протяжка шпоночная Р6М5	Приспособления для контроля, шаблон	0,2
070	Моечная	Машина камерная моечная				0,30
080	Термическая	Печь для отпуска				-
090	Термическая	Индукционный нагреватель				-
100	Контрольная	Стол контрольный				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

После проведенного анализа базового техпроцесса, сформулируем задачи работы:

1. спроектировать заготовку и рассчитать припуски,
2. разработать технологический процесс изготовления детали,
3. спроектировать операции, рассчитать режимы резания, определить нормы времени на операции,

4. спроектировать станочное и контрольное приспособление,
5. разработать мероприятия по безопасности труда при изготовлении деталь,
6. определить экономический эффект от предложенных изменений в технологический процесс.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

В зависимости от типа производства будем определять общие подходы к выбору организации технологического процесса, виду заготовки, назначению припусков.

Различные типы производства характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций. Для его расчёта необходимо знать трудоёмкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков.

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 0,17 кг и годовой программе выпуска $N_T = 300000$ шт производство – массовое.

2.2 Выбор метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Различные виды штамповки и их правильный выбор позволят спроектировать заготовку оптимальной формы и размеров.

Произведем технико-экономическое сравнение двух методов получения заготовки.

Базовый вариант: штамповка на КГШП.

Проектный вариант: штамповка на КГШП, контур заготовки оптимизирован для возможности однократной токарной обработки на модернизированной токарной операции.

Базовый вариант:

Штамповочное оборудование: КГШП

Нагрев заготовки: индукционный

Термообработка: изотермический отжиг

Исходные данные для сравнения:

- 1) Масса штамповки – 0,33 кг
- 2) Класс точности – Т3.
- 3) Группа стали – М1.
- 4) Степень сложности – С3.
- 5) КИМ = $m_d / m_3 = 0,17 / 0,33 = 0,51$.

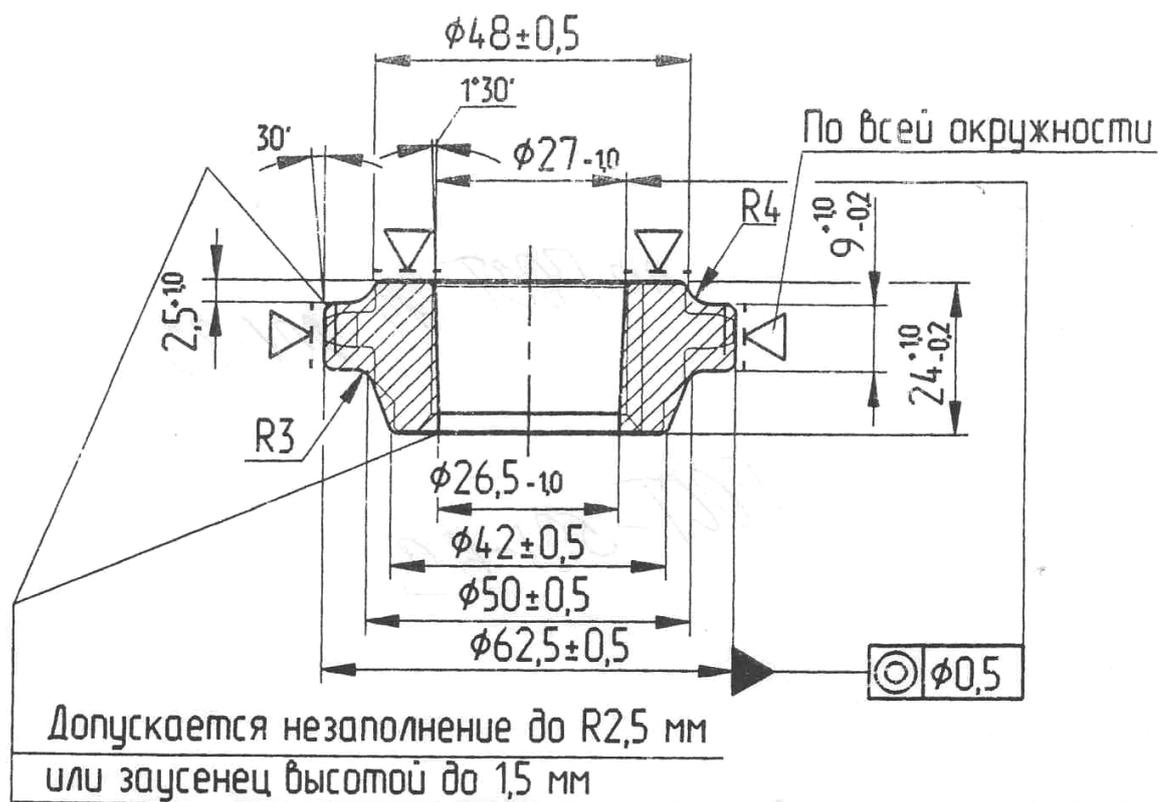


Рисунок 2.1 - Заготовка (базовый вариант)

Проектный вариант:

Штамповочное оборудование: КГШП

Нагрев заготовки: индукционный

Термообработка: изотермический отжиг

Исходные данные для сравнения:

- 1) Класс точности – Т3.
- 2) Группа стали – М1.
- 3) Степень сложности – С3.

Припуски на обработку и допуски принимаем предварительно, как в базовом варианте. Конструируем заготовку (рис 2.2)

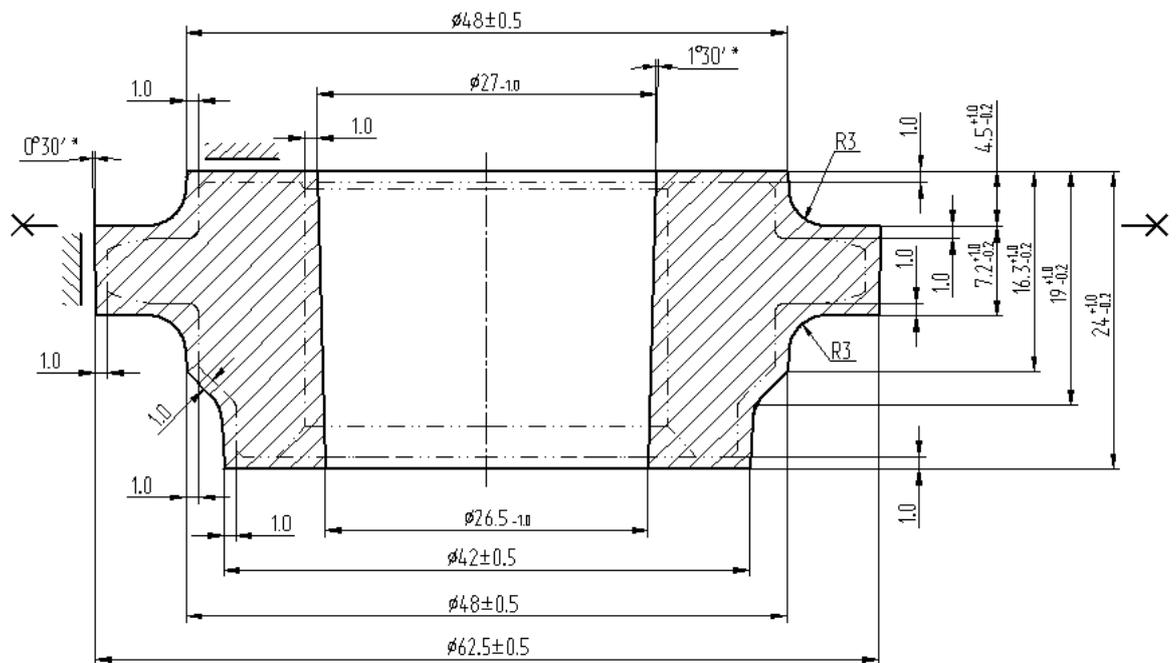


Рисунок 2.2 - Заготовка (проектный вариант)

Для предварительного расчета массы заготовки штамповочными уклонами и радиусами пренебрегаем, конические участки условно считаем как цилиндрические, по среднему диаметру.

Масса заготовка определяется по формуле:

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.1)$$

где V – произведение площади на высоту, мм^3 ;

γ - отношение массы тела к занимаемому объему, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Объем цилиндрических элементов заготовок

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.2)$$

$$V = 3,14 \cdot (48^2 \cdot 4,5 + 62,5^2 \cdot 7,2 + 48^2 \cdot 4,6 + 45^2 \cdot 2,7 + 42^2 \cdot 5 - 26,8^2 \cdot 24) / 4 = 36220 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки

$$m_3 = 36220 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,28 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,17 / 0,28 = 0,61 \quad (2.3)$$

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Стоимость штампованной заготовки определяется по формуле:

$$S_{\text{заг}} = m_3 \cdot C_{\text{МАТ}} \cdot K_{\text{ТЗ}} - m_{\text{ОТХ}} \cdot C_{\text{ОТХ}}, \quad (2.4)$$

где $C_{\text{МАТ}}$ - базовая стоимость 1 кг стали, руб;

$K_{\text{ТЗ}} = 1,05$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$m_{\text{ОТХ}}$ - масса отходов (стружки), кг;

$C_{\text{ОТХ}}$ - стоимость 1 кг стружки, руб.

Базовый вариант:

$$S_{\text{загБ}} = 0,33 \cdot 60,18 \cdot 1,05 - (0,33 - 0,17) \cdot 2,1 = 20,51 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$S_{\text{загПР}} = 0,28 \cdot 60,18 \cdot 1,05 - (0,28 - 0,17) \cdot 2,1 = 17,46 \text{ руб}$$

Переменные затраты на механическую обработку определяется по формуле:

$$C_{\text{обр}} = C_{\text{уд}} \cdot (m_3 - m_d) / K_o, \quad (2.5)$$

где $C_{\text{уд}} = 60$ – цена снятия ченового слоя стужки 1 кг, руб/кг [6, с. 3]

$K_o = 1,0$ - коэффициент обрабатываемости материала [6, с.5]

Базовый вариант:

$$C_{\text{обрБ}} = 45 \cdot (0,33 - 0,17) / 1,0 = 7,2 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{обрПР}} = 45 \cdot (0,28 - 0,17) / 1,0 = 4,95 \text{ руб}$$

$$C = S_{\text{заг}} + C_{\text{обр}} \quad (2.6)$$

Базовый вариант:

$$C_{\text{штБ}} = 20,51 + 7,2 = 27,71 \text{ руб}$$

Проектный вариант:

$$C_{\text{штПР}} = 17,46 + 4,95 = 22,41 \text{ руб}$$

Проектный вариант является оптимальным.

Годовой экономический эффект, руб

$$\text{Э}_Г = (C_{\text{штБ}} - C_{\text{штПР}}) \cdot N_G \quad (2.7)$$

где $N_G = 300000$ шт/год

$$\text{Э}_Г = (27,71 - 22,41) \cdot 300000 = 1590000 \text{ руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки. За основу берем базовый технологический процесс, модернизируя его в соответствии с основными задачами дипломного проектирования.

Результаты выбора маршрутов обработки звездочка приведены в таблице 2.1, где обозначено:

Т- обтачивание черновое, Тч-обтачивание чистовое,
 Р- растачивание черновое, Рч- растачивание чистовое,
 П-протягивание, ЗФ-зубофрезерование,
 Ш- шлифование.

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Поверхность	Маршрут	IT	Ra
2,3,9,10,11,12	Т, ТО	14	Ra 12,5
1,4,5,7,8	Т, Тч, ТО	10	Ra 3,2
6	Т, Тч, ТО	13	Ra 12,5
13	Т, Тч, Ш, ТО	8	Ra 2,5
15	Р, Рч, Ш, ТО	7	Ra 2,0
14	Р, Рч, ТО	14	Ra 12,5

Продолжение таблицы 2.1

Поверхность	Маршрут	IT	Ra
16	P, TO	14	Ra 12,5
17	ЗФ, TO	9	Ra 1,6
18	П, TO	9	Ra 2,5
19		11	Ra 6,3

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчето-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на отверстие $\varnothing 29^{(+0.012)}_{(-0.009)}$

Данные исходных значений допусков, элементов припуска и расчетов припуска приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм			Операц допуск Td/IT	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски мм	
		a	Δ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$		d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Штамповка	460	355	-	1000 15	26.813	25.813	-	-
2	Расточить предварительно	100	21	300	330 13	28.462	28.132	2.319	1.649
3	Растачивание чистовое	50	14	80	84 10	28.827	28.743	0.611	0.365
4	Шлифование чистовое	25	7	40	21 7	29.012	28.991	0.248	0.185

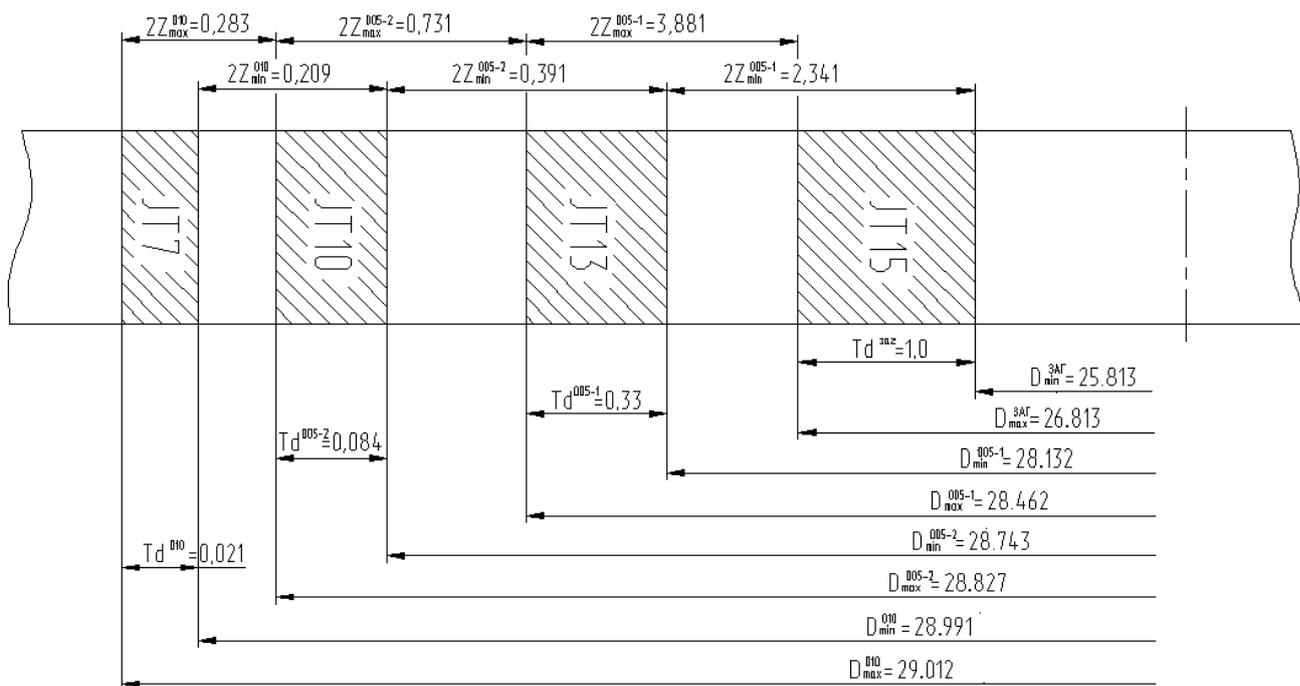


Рисунок 2.3 - Схема расположения припусков на $\varnothing 29 \begin{matrix} +0,012 \\ -0,009 \end{matrix}$

2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Результаты расчетов припусков табличным методом приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей звездочки

№ оп	Наименование оп.	№ обраб. поверхности	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4
005	Токарная. Установ А. Позиция 3	8,9	0,9/8,2max
		14	0,8
		15	3,2max
	Токарная. Установ А. Позиция 5	13	0,8
		11,12	0,9
		10	0,8/4,2max
	Токарная. Установ А. Позиция 7	13,14	0,2
		15	3,2max
Токарная. Установ Б. Позиция 2	6,1,4	0,8	
	3	4,5max	

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
	Токарная. Установ Б. Позиция 4	5,7 16	4max 0,5
	Токарная. Установ А. Позиция 6	6,4,8,1	0,2
010	Внутришлифовальная	13,15	0,09
015	Зубофрезерная	17	4,5
020	Протяжная	18,19	2,2

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность заготовки оценивается классом – Т3 [8, с. 28, табл. 19].

Материал заготовки относится к группе – М1 [8, с.8, табл. 1].

Сложность штамповки оценивается степенью – С3 [8, с. 29]

Плоскость разъема штампа - П (плоская) [8, с.8, табл. 1].

Исходный индекс 7 [8, с.10, табл. 2].

Основные припуски на номинальные размеры детали в зависимости от массы, класса точности, группы стали, степени сложности и шероховатости заготовки принимаем по [8, с. 12, табл. 3].

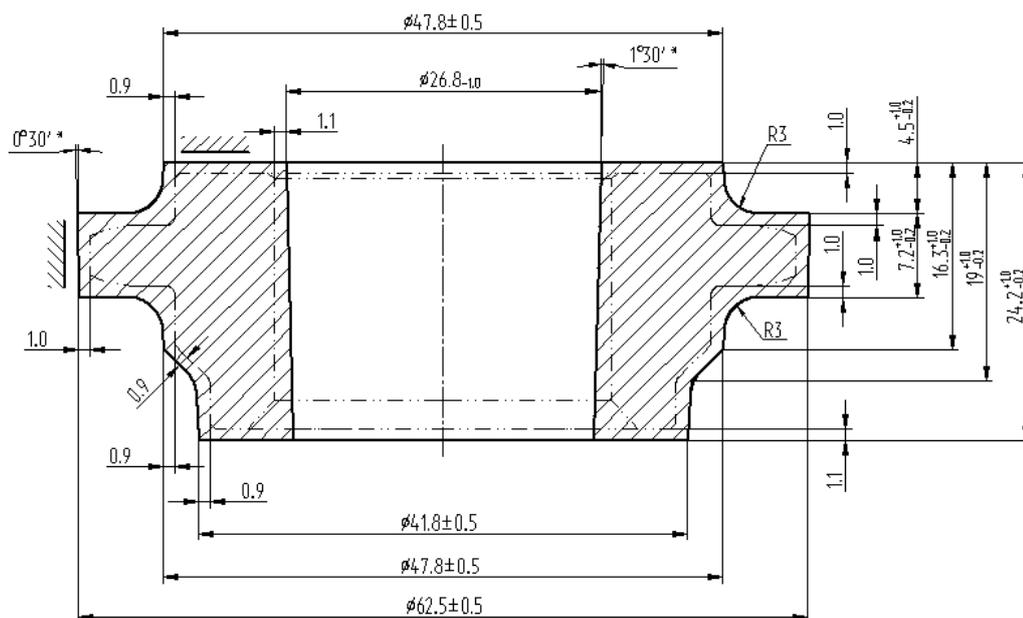


Рисунок 2.4 - Эскиз заготовки.

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (2.2)

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14 \cdot (47,8^2 \cdot 4,5 + 62,5^2 \cdot 7,2 + 47,8^2 \cdot 4,6 + 44,8^2 \cdot 2,7 + 41,8^2 \cdot 5 - 26,8^2 \cdot 24) / 4 = 35980 \text{ мм}^3$$

Масса штамповки m_3 , кг, определяется по формуле (2.1)

$$m_3 = V \cdot \gamma = 35980 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,28 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,17 / 0,28 = 0,61$$

2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

2.5.1 Разработка схем базирования

Закрепление должно обеспечить во время технологических операций неподвижность заготовки относительно приспособлений, гарантирующую сохранение базирования и нормальное протекание процесса обработки. Поэтому при назначении технологических баз следует предусматривать выполнения принципа единства баз, то есть совмещать измерительную и технологическую базы, используемые для отсчета размера и базирования заготовки.

На первой операции мех обработки выполняется подготовка чистовых баз – центровых отверстий, которые в дальнейшем будут использоваться в качестве технологических.

2.5.3 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп.	Наименование операции		№ перехода	Содержание перехода
1	2		3	4
000	Заготовительная		-	Штамповать и калибровать заготовку
005	Токарная	Установ А	1	Позиция 1. Установить, снять заготовку Позиция 3. Точить пов. 8,9 начерно

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
		2	Расточить отв, пов.14,15 начерно
		3	Позиция 5. Точить пов. 10,11 начерно, снять фаску 12
		4	Подрезать торец 13 начерно
		5	Позиция 7. Расточить отв, пов.14,15 начисто
		6	Подрезать торец 13 начисто
	Установ Б	1	Позиция 2. Точить пов. 6 начерно
		2	Подрезать пов. 8,9, точить пов. 3 начерно
		3	Позиция 4. Точить пов. 5,7 начисто
		4	Снять фаску 16
		5	Позиция 6. Точить пов. 6 начисто, снять фаску 2
		6	Подрезать торцы 4,8,1 начисто
			Позиция 8. Установить, снять заготовку
010	Внутришлифоваль- ная		Установить, снять заготовку
		1	Шлифовать отв., пов. 15 и торец пов.13 начисто
015	Зубофрезерная		Установить, снять заготовку
		1	Фрезеровать зубья пов. 17 начисто
020	Протяжная		Установить, снять заготовку
		1	Протянуть пов. 18,19 начисто
		2	Выполнить базировочный вырез на пов. 13
025	Слесарная		Электрохимическое удаление заусенцев
030	Моечная	1	Промыть
		2	Обдуть горячим воздухом
035	Термическая		Индукционная закалка зубьев
040	Термическая		Отпуск
045	Контрольная		Контролировать основные размеры

2.5.4 План обработки детали

Разработаем план обработки детали "Звездочка". Таблица представлена в графической части работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Таблица 2.5 - Выбор оборудования, приспособления, инструмента

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	КГШП			
005	Токарная Установ А	Токарный 8-и шпиндельный двухиндексный полуавтомат ф. «Гильдемайстер»	Патрон трехкулачковый, с торцовым поджимом	Резцы, резцы расточные. Пластины Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N Пластины Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N	Калибры-пробки, калибры-скобы, пневмокалибры, приспособления с индикаторами
	Установ Б		Патрон цанговый	Резцы проходные, резцы расточные. Пластины Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N Пластины Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N	Калибры-пробки, калибры-скобы, пневмокалибры, приспособления с индикаторами
010	Внутришлифовальная	Специальный торцевнутришлифовальный автомат СШ 171 С40	Патрон мембранный с торцовым поджимом	Шлифовальный круг 5 25x28x10 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 150x15x25 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры-пробки, шаблоны, приспособления с индикаторами
015	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»	Патрон специальный двухцанговый, прижим	Фреза червячная Ø80 ГОСТ 15127-69 Р9М4К8, покрытие (Ti, Cr)C	Приспособление для контроля, калибры индикаторные
020	Протяжная	3-х шпиндельный вертикальный протяжной станок ф. «Форст»	Патрон, прижим	Протяжка шпоночная В=5 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Приспособления для контроля, шаблон
025	Электрохимическая	Электрохимический станок для удаления заусенцев 4407			

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
030	Моечная	Машина камерная моечная			
035	Термическая	Индукционный нагреватель			
040	Термическая	Печь для отпуса			
045	Контрольная	Стол контрольный			

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания

2.7.1.1 Расчет режимов резания на внутришлифовальную операцию 010

2.7.1.1.1 Исходные данные

- Деталь- звездочка
- Материал- сталь 35 ГОСТ 1050-2013 $\sigma_B = 530$ МПа
- Заготовка- штамповка
- Обработка- торцевнутришлифовальная
- Тип производства- массовое
- Приспособление- патрон мембранный
- Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец.
- Смена детали- автоматическая

2.7.1.1.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 10 Внутришлифовальная

Переход 1: Шлифовать отверстие $\varnothing 29 \begin{pmatrix} +0.012 \\ -0.009 \end{pmatrix}$

Переход 2: Шлифовать торец в размер $22,1 \pm 0,04$

2.7.1.1.3 Выбор режущих инструментов

Переход 1: Круг шлифовальный 5 25x28x10 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл.
ГОСТ Р 52781-2007

Переход 2: Круг шлифовальный 6 150x15x25 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл.
ГОСТ Р 52781-2007

2.7.1.1.4 Расчет режимов резания

2.7.1.1.4.1 Глубина резания t , мм.

Переход 1: $t = 0,17$ мм.

Переход 2: $t = 0,17$ мм.

2.7.1.1.4.2 Поперечная минутная продольная $S_{м пр}$, мм/мин

$$S_{м пр} = S_m \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.8)$$

где S_m – перемещение инструмента за мин, мм/мин [1, с. 214]

K_1 – коэффициент, учитывает величину t и IT;

K_2 – коэффициент, учитывает конфигурацию детали

$$S_m = 7000 \cdot 0,77 \cdot 1,0 = 5400 \text{ мм/мин}$$

Рекомендуемая минутная подача может быть установлена на станке 3К227В с бесступенчатым регулированием в пределах 1000-7000 мм/мин

2.7.1.1.4.3 Подача минутная поперечная $S_{дв.ход}$, мм/дв.ход

$$S_{дв.ход} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.9)$$

где S_t – табличное значение подачи, мм/дв.ход [1, с. 214];

K_1 – коэффициент, учитывает качество и материал;

K_2 – коэффициент, учитывает величину снимаемого слоя;

K_3 – коэффициент, учитывает размер инструмента;

K_4 – коэффициент, учитывает метод контроля;

K_5 – коэффициент, учитывает жесткость детали;

K_6 – коэффициент, учитывает жесткость станка;

K_7 – коэффициент, учитывает механические свойства инструмента.

Переход 1,2: $S_{м.ок} = 0,005 \cdot 1,1 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,006$ мм/дв.ход

2.7.1.1.4.4 Скорость круга, V , м/с

$$V = 35 \text{ м/с}$$

2.7.1.1.4.5 Скорость вращения детали, м/мин

$$v_3 = 45 \text{ м/мин}$$

2.7.1.1.4.6 Частота вращения шпинделя n , мин⁻¹

$$n_3 = 1000 v_3 / \pi d = 1000 \cdot 45 / 3.14 \cdot 39 = 370 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.2.4.7 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Т.к. на шлифовальном станке применяется бесступенчатое регулирование, принимаем фактическую частоту вращения шпинделя

$$n_3 = 370 \text{ мин}^{-1}$$

2.7.1.1.5 Основное время

$$T_0 = \frac{2Lh}{S_t \cdot S} K, \quad (2.10)$$

где L - величина перемещения стола, мм;

h - глубина резания, мм;

S_t – осевая подача, мм/мин;

S – радиальная подача в мм/дв. Ход;

K - коэф-т учитывающий получаемый квалитет.

$$T_0 = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,09}{5400 \cdot 0,006} \cdot 1,2 = 0,07 \text{ мин}$$

2.7.1.2 Расчет режимов резания на зубофрезерную операцию 015

2.7.1.2.1 Исходные данные

- Деталь- звездочка
- Материал- сталь 35 ГОСТ 1050-2013 $\sigma_B = 530$ МПа
- Заготовка- штамповка
- Обработка- зубофрезерная
- Тип производства- массовое
- Приспособление- специальное цанговое
- Смена детали- автоматическая
- Жесткость станка – средняя

2.7.1.2.2 Структура операций (последовательность переходов)

Оп 015 Зубофрезерная

Фрезеровать зубья, выдержать размеры $d = 57,869$, $t=9.525$, $z=19$

2.7.1.2.3 Выбор режущих инструментов

Фреза червячная $\varnothing 80$ ГОСТ 15127-69 P9M4K8, покрытие (Ti, Cr)C

2.7.1.2.4 Расчет режимов резания

2.7.1.2.4.1 Глубина резания

При нарезании зубьев за один проход глубина резания равна высоте зуба нарезаемой звездочки

$$t = h = 4,5 \text{ мм}$$

2.7.1.2.4.2 Назначаем подачу на один оборот звездочки.

$$S_o = S_{o \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.11)$$

где $S_{o \text{ табл}}$ – табличное значение, мм/об [1, с. 136]

K_1 – коэффициент, учитывает мех свойства обрабатываемого материала.

K_2 – коэффициент, учитывает угол наклона зубьев.

Тогда $S_o = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5$ мм/об.

Корректируем подачу по станку: $S_o = 1,5$ мм/об.

2.7.1.2.4.3 Определяем скорость резания, допускаемую режущими свойствами фрезы [1, с. 148].

$$V_{и} = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.12)$$

где $V_{\text{табл}}$ – табличная скорость по таблице, мм/об [1, с. 138];

K_1 – коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом;

K_2 – коэффициент, определяемый количеством проходов;

K_3 – коэффициент, определяемый материалом режущей части фрезы.

$$V_{и} = 70 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 91 \text{ м/мин}$$

2.7.1.2.4.4 Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 91}{3,14 \cdot 80} = 362 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем частоту вращения по данным станка и устанавливаем действительную частоту вращения $n_d = 315 \text{ мин}^{-1}$.

2.7.1.2.4.5 Действительная скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 315}{1000} = 79,1 \text{ м/мин}$$

2.7.1.2.5 Расчет основного времени

$$T_o = \frac{L \cdot z}{n \cdot S_o \cdot k}, \quad (2.13)$$

где L -длина прохода фрезы, мм;

z - число зубьев;

So-подача, мм/об;

k- число одновременно обрабатываемых заготовок.

$$T_0 = \frac{45 \cdot 19}{315 \cdot 1.5 \cdot 2} = 1,82/2 = 0,91 \text{ мин}$$

Рассчитаем режимы резания на остальные операции техпроцесса, пользуясь [1]. Результаты расчета в таблице 2.6

Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Переход, обраб. Ø, мм	t, мм	S, мм/об	n _{пр} мин ⁻¹	V _{пр} м/мин
005	Токарная Установ А	Точить Ø 46/62,5	0,9/8,2max	0,1	580	83,8/113,8
		Расточить Ø 28,4	0,8	0,1	580	51,7
		Расточить фаску Ø 34,8	3,2max	0,1	580	63,4
		Подрезать торец 40	0,8	0,1	580	72,8
		Точить Ø 40/46	0,8/4,2max	0,1	580	72,8/83,8
		Снять фаску Ø 40	0,8	0,1	580	72,8
	Установ 2	Подрезать торец 40	0,2	0,1	580	72,8
		Расточить Ø 28,82	0,2	0,1	580	52,5
		Расточить Ø 33,2	3,2max	0,1	580	60,4
		Точить Ø 60,9	0,8	0,1	580	110,9
	Подрезать торец 40/28,8	0,8	0,1	580	72,8/52,4	
	Подрезать торец 60,9/40	0,8/4,5max	0,1	580	110,9/72,8	
	Точить Ø 60,9/52,4	4max	0,1	580	110,9/95,4	
	Снять фаску Ø 30	0,5	0,1	580	54,6	
	Точить Ø 60,5	0,2	0,1	580	110,2	
	Снять фаску Ø 46	0,5	0,1	580	83,8	
	Подрезать торец 52,4/46	0,2	0,1	580	95,4/83,8	
	Подрезать торец 46/28,8	0,2	0,1	580	83,8/52,4	
010	Внутри-шлифовальная	Шлифовать Ø 29	0,09	0,006 мм/дв.х	370	33,7
		Шлифовать торец 39	0,09	0,006 мм/дв.х	370	45
015	Зубофрезерная	Фрезеровать зубья фрезой Ø 80	4,5	1,5	315	79,1
020	Протяжная	Протянуть шпоночный паз	2,2	7500 мм/мин	-	7,5

2.7.2 Определение норм времени на все операции

Так как за основу взят базовый техпроцесс для массового производства, нормы времени определим по методике для поточной линии.

Определяется норма штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об.} + T_{от}, \quad (2.14)$$

где T_o - машинное время, мин;

T_v - время на обслуживание станка, мин;

$T_{об.}$ - время на подготовку к работе;

$T_{от}$ - время на отдых, мин.

Вспомогательное неперекрываемое время на поточной линии при автоматической загрузке и контроле не учитывается.

Отдельно задаются нормы вспомогательного времени на контрольные операции при визуальном контроле, на контрольных стендах, при слесарных операциях.

Расчет норм времени проводим, пользуясь базовым технологическим процессом и рекомендациями, приведенными в [1, 6]

Таблица 2.7 - Нормы времени

№ оп	Наименование операции	Основное время T_o , мин	Вспомогательное время T_v , мин	Время потерь $T_{п.}$, мин	Штучное время $T_{шт}$, мин
005	Токарная	0,47	-	0,20	0,67
010	Внутришлифовальная	0,07	-	0,20	0,27
015	Зубофрезерная	1,82	-	0,2	2,02/2
020	Протяжная	0,15	-	0,20	0,35/3
025	Электрохимическая	0,21	-	0,20	0,41
030	Моечная	1,1	-	-	1,1/10

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Произведем описание конструкции и расчет цангового патрона для обработки детали на токарной операции 010.

3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета цангового патрона необходимо определить главную составляющую силы резания P_z .

Главная составляющая силы резания: $P_z, Н$

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (3.1)$$

где C_P – табличная величина показателя; $C_P = 300$ [16, с.273];

x, y, n – табличные показатели; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [16, с.273];

K_P - корректирующий коэффициент

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P} \quad (3.2)$$

K_{MP} – учитывает качество материала заготовки [16, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.3)$$

где σ_B – механические напряжение;

$n = 0.75$ [16, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{530}{750} \right)^{0.75} = 0.77;$$

$K_{\varphi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}, K_{\Gamma P}$ - величины учитывающие геометрию инструмента

$$K_{\text{фр}}=0,89 \quad K_{\text{гр}}=1,0 \quad K_{\lambda\text{р}}=1,0 \quad K_{\text{тр}} = 1,0 [16, \text{с.275}];$$

Тогда для самого нагруженного перехода

При подрезке торца 40/28,8:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 72,8^{-0,15} \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 91 \text{ Н.}$$

При подрезке торца 60,9/46:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 110,9^{-0,15} \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 86 \text{ Н.}$$

При точении $\varnothing 60,9$:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,1^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 110,9^{-0,15} \cdot 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 86 \text{ Н.}$$

3.1.2 Расчет усилия зажима

При взаимодействии технологической системы между ее звеньями возникает система сил: это сила от внедрения инструмента в заготовку и сила удержания заготовки установочными элементами приспособления. Для надежного удержания заготовки необходимо обеспечить равенство моментов создаваемых этими силами.

Схема приложения сил представлена на рисунке 3.1.

Сила P_z при обработке создает момент резания $M_{\text{рез}}$, которому противодействует момент трения $M_{\text{тр}}$ между установочной поверхностью цанги и обрабатываемой заготовки.

Тогда из условий равновесия:

$$M_{\text{рез}} = M_{\text{тр}} \tag{3.4}$$

Тогда по формуле [2, с. 36]:

$$W_z \cdot f \cdot R = K \cdot P_z \cdot r, \tag{3.5}$$

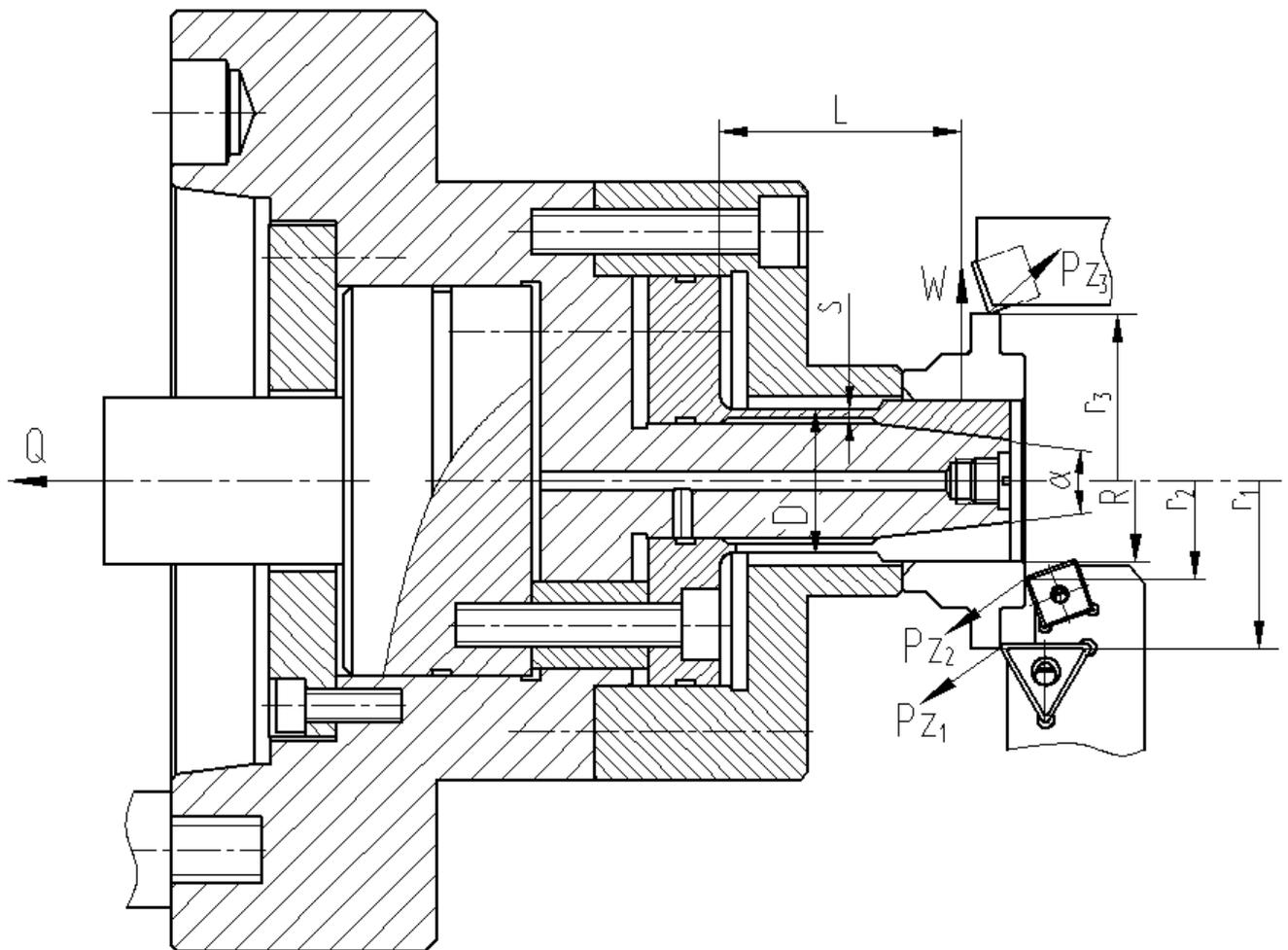


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Тогда сила зажима определяется по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r}{f \cdot R}, \quad (3.6)$$

Коэффициент запаса K определяется по формуле [17, с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.7)$$

где коэффициенты:

K_0 - запаса;

$K_0 = 1,5$ [17, с.382];

K_1 – изменение силы вследствие изменения припуска;

$K_1 = 1,0$ [17, с.382];

K_2 – изменение силы при изменении состояния режущих кромок;

$K_2 = 1,2$ [17, с.383];

K_3 – изменение силы при случайном или резком ее увеличении;

$K_3 = 1,2$ [17, с.383];

K_4 – стабильность силы обеспечиваемой зажимными элементами;

$K_4 = 1,0$ [17, с.383];

K_5 – удобство использования приспособления; $K_5 = 1,0$ [17, с.383];

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$.

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot (91 \cdot 36 / 2 + 86 \cdot 60,9 / 2 + 86 \cdot 60,9 / 2)}{0,16 \cdot 28,82 / 2} = 7455 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет зажимного механизма

Задачи подраздела:

- выбрать тип зажимного механизма (ЗМ) и определить его параметры;
- рассчитать исходное усилие закрепления заготовки;

Сила тяги привода Q , необходимая для обеспечения силы зажима W_z определяется по формуле [17, с.280, табл. 48]:

$$Q = K \cdot (W_z + W') \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right), \quad (3.8)$$

где $K = 1,05$ – коэффициент запаса, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

W' - сила расжатия лепестков цанги для выбора зазора между ее губками и заготовкой, Н;

α - угол конуса цанги;

φ - угол трения между цангой и втулкой;

Для трехлепестковой цанги сила сжатия лепестков цанги определяется по формуле [17, с.280, табл. 48]:

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (3.9)$$

где Δ - зазор между цангой и заготовкой, мм;

s - толщина стенки лепестка, мм;

D - наружный диаметр поверхности лепестка, мм;

L - длина лепестка от места задела до середины конуса, мм.

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,15 \cdot 1,6 \cdot 26^3}{44^3} = 297 \text{ Н.}$$

$$Q = 1,1 \cdot (7455 + 287) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50'\right) = 2018 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа.

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле [17, с. 449] .

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.10)$$

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,95$ -КПД привода

Приняв приближенно $d = 0,25D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.11)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.12)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2018}{0,63 \cdot 0,9}} = 69,8 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 ближайшее значение $D = 80$ мм.

Ход поршня $h = 3,0$ мм.

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования при установке заготовки в самоцентрирующем цанговом патроне $\varepsilon_B = 0$ – т.к. измерительная и технологическая базы совпадают.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление состоит из цангового патрона и пневмопривода.

Патрон состоит из корпуса 1, к которому винтами 19 крепится опора 3. На конус корпуса 1 устанавливается цанга 4, крепящаяся винтами 19 через втулку 5 к штоку 2.

Шток 2 с помощью гайки 21 соединен с муфтой 8, которая, в свою очередь, с помощью гайки 21 соединена со штоком 13 пневмоцилиндра.

Пневмопривод содержит корпус 9, в котором на подшипниках 29 установлена крышка 11, крепящаяся винтами 18 с шайбами 31 к корпусу 10 пневмоцилиндра. На конце штока 13 установлен поршень 14, закрепленный гайкой 20 со стопорной шайбой 30. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра на нем установлены демпферы 15.

Между подшипниками 29 установлена втулка 12. Левый подшипник фиксируется кольцом 26.

Для подачи воздуха в корпусе пневмоцилиндра просверлены каналы, выход-

ные отверстия которых закрыты пробками 28.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 23, 24, 25.

Принцип работы приспособления:

Заготовка устанавливается на цанге 4 с упором в торец опоры 3.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 14 через шток 13 тянет муфту 8 и шток 2 влево. Шток 2, жестко скрепленный с цангой 4, тянет ее назад, лепестки цанги, скользя по конусу корпуса 1, разжимаются, центрируя и зажимая заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 14 отходит вправо, шток 2 через втулки 5 толкает цангу вперед, ее лепестки сжимаются и освобождают заготовку.

3.2 Проектирование режущего инструмента

На токарных операциях применяются резцы с механическим креплением резьбонарезной режущей пластины по ГОСТ 20872-73. Недостатками таких резцов являются недостаточная производительность вследствие низкой надежности закрепления режущей пластины, большое время замены пластины.

Поэтому, основная задача проектирования- усовершенствование конструкции токарного резца с целью устранения указанных выше недостатков.

3.2.1 Проектирование и расчет резца

Для усовершенствования конструкции резца предложим новый способ крепления пластины, применение которого позволит повысить надежность крепления пластины и снизить время замены пластины.

3.2.1.1 Принимаем резец токарный резьбовой сборный .

Принимаем для оп. 005 резец токарный подрезной . Принимаем трехгранную пластину. Для данной пластины передний угол $\gamma = 10^\circ$, задний угол $\alpha = 5^\circ$ - определяются конструкцией пластины

3.2.1.2 Основные размеры резца принимаем, как в базовом варианте:

рабочая высота резца $h = 25$ мм;

ширина корпуса резца $b = 25$ мм;

высота корпуса резца $h_1 = 25$ мм;

длина резца $L = 115$ мм

3.2.1.3 Выбираем материал резца: для корпуса - сталь 40Х (твердость 40...45 HRCэ, оксидировать, для пластины - твердый сплав Т15К6, для штифта - сталь 40Х (головку и конический участок штифта термообработать до 32...37 HRCэ)

3.2.1.4 Технические требования на резец принимаем по ГОСТ 266613-85.

3.2.1.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 4 содержит державку 3, в резьбовое отверстие которого завинчен болт 1, который служит для регулировки положения резца. Для закрепления пластины служит штифт 5 с гайкой 2, которая установлена в отверстии державки.

3.2.1.6 Выполняем сборочный чертеж резца с указанием всех предельных отклонений и технических требований.

3.2.2 Проверочный расчет на прочность

3.2.2.1 Определяем изгибающий момент:

3.2.2.1.1 Вылет резца принимаем равным

$$l = 1,25 H = 1,25 \times 25 = 31 \text{ мм.} \quad (3.13)$$

3.2.2.1.2 Рассчитываем силу P_z :

По предыдущим расчетам $P_z = 91$ Н

3.2.2.1.3 Определяем изгибающий момент

$$M_{из} = P_z \cdot l = 91 \cdot 31 = 2821 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.14)$$

3.2.2.2 Определяем момент сопротивления изгибу

$$W_{из} = B^3/6 = 25^3/6 = 2604 \text{ мм}^3. \quad (3.15)$$

3.2.2.3 Напряжения изгиба, возникающие в державке резца:

$$\sigma_{из} = M_{из} / W_{из} = 2046/2821 = 0,7 \text{ МПа}. \quad (3.16)$$

3.2.2.4 Для изготовления корпуса принимаем сталь марки 40Х с механическими свойствами $\sigma_B = 900 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 700 \text{ МПа}$.

3.2.2.5. Допускаемое напряжение на изгиб:

$$[\sigma_{из}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{из} = 0,7 \text{ МПа}$$

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования (технологический процесс, технологическая операция, технологическое или инженерно-техническое оборудование, техническое устройство, приспособление, материальное вещество, технологическая оснастка, расходный материал) приводится в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный 8-и шпиндельный двухиндексный полуавтомат ф. «Гильдемайстер»	Металл, СОЖ
3	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Специальный торцевнутришлифовальный автомат СШ 171 С40	Металл, СОЖ
4	Зубофрезерование	Зубофрезерная операция	Зуборезчик	Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»	Металл, СОЖ
5	Протягивание	Протяжная операция	Оператор станка с ЧПУ	3-х шпиндельный вертикальный протяжной станок ф. «Форст»	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификацию производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков - опасных и /или вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, источник этих факторов – оборудование, материал, вещество приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный 8-и шпиндельный двухиндексный полуавтомат ф. «Гильдемайстер»
3	Внутришлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Специальный торцевнутришлифовальный автомат СШ 171 С40
4	Зубофрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»
5	Протяжная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	3-х шпиндельный вертикальный протяжной станок ф. «Форст»

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
2	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
3	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
4	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор, маска защитная
5	Токсические, раздражающие (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, ограждение оборудования, защитный экран	Респиратор, перчатки

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
б	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания	Беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);

б) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
- 5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарный 8-и шпиндельный двухиндексный полуавтомат ф. «Гильдемайстер» Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер» 3-х шпиндельный вертикальный протяжной станок ф. «Форст»	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок абразивной обработки	Специальный торцевнутришлифовальный автомат СШ 171 С40	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - 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
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Зубофрезерная операция Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	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.)
Зубофрезерная операция	Зубофрезерный станок с автоматической загрузкой ф. «Либхер»	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Сверление
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидро-	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения

сферу	
-------	--

Продолжение таблицы 4.8

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления звездочки коленчатого вала, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления звездочки коленчатого вала, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

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 данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Звездочка». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операции 010 – Токарная (тонкая)</u></p> <p>Производится тонкое растачивание отверстия и подрезка торца.</p> <p><u>Оборудование</u> – Токарный 4-х шпиндельный расточной станок ф. «Чимат»</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец расточной. Пластина 4-хгранная, Т30К4</p> <p>Резец подрезной. Пластина 3-х гранная, Т30К4</p>	<p><u>Операция 015 – Внутришлифовальная</u></p> <p>Производится шлифование отверстия и торца.</p> <p><u>Оборудование</u> – торцевнутришлифовальный автомат СШ 171 С40.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон мембранный</p> <p><u>Инструмент</u> – Шлифовальный круг 5 25x28x10 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>Шлифовальный круг 6 150x15x25 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p>
<p>Масса детали М = 0,17 кг.</p> <p>Масса заготовки (штамповка) Мз = 0,28 кг</p> <p>Материал – сталь 35 ГОСТ 1050-88</p>	
<p>Тип производства – массовый</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – сдельно-премиальная.</p>	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	300000	300000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$	0,37	0,27
		$T_{маш}, мин.$	0,27	0,17
3	Общее количество рабочих, занятых на операции с учетом сменности, отпусков и больничных	$P_{общ}$	3	3

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

- капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ,ПР} = 861978,45$ руб.;

- полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{полн(баз)} = 5,91$ руб., $C_{полн(пр)} = 4,92$ руб. Представленные значения не

учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Xi_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛ(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛ(ПР)}}) \cdot \Pi_{\Gamma} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Xi_{\text{УГ}} = (5,91 - 4,92) \cdot 300000 = 297000 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 297000 \cdot 0,2 = 71280 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 297000 - 71280 = 225720 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{861978,45}{225720} + 1 = 4,82 = 5 \text{ лет}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 225720 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,15)^1} + \frac{1}{(1 + 0,15)^2} + \frac{1}{(1 + 0,15)^3} + \frac{1}{(1 + 0,15)^4} + \frac{1}{(1 + 0,15)^5} \right) = 977141,88 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 977141,88 - 861978,45 = 115163,43 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{977141,88}{861978,45} = 1,13 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 010 технологического процесса изготовления детали «Звездочка». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 225720 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 115163,43 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан усовершенствованный технологический процесс изготовления детали в условиях массового производства;
- разработана усовершенствованная заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки;
- при изменении припусков на заготовку оптимизирована структура токарной операции, исключены некоторые черновые переходы;
- чистовая обработка отверстия и торца производится шлифованием, а не точением, что существенно снижает брак по точности и шероховатости;
- для удаления заусенцев применен электрохимический станок, что позволит удалить заусенец по всему контуру заготовки и снизит штучное время;
- оптимизированы режимы резания и режущий инструмент на зубофрезерной операции, что существенно снизило штучное время;
- спроектирован патрон цанговый для сокращения вспомогательного времени на токарной операции;
- спроектирован режущий инструмент позволивший повысить режимы резания.

Перечисленные усовершенствования позволили снизить себестоимость и обеспечить производительность, не снижая качества детали, тем самым получить экономический эффект который составил 115163,43 рубля.

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.: Высш.школа, 1980, 240 с
3. Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
4. Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
5. 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.- 256 с.
6. Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
8. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
9. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
10. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2008, 46 с..
11. Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.
12. Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения

о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

13. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.

14. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.], под общ. ред. И.А. Ординарцева –Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 846 с.

15. 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.

16. 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.

17. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

18. Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

19. Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

20. Matsuo, K., & Saeki, S. (1997). Condition Monitoring Method for Automatic Transmission Clutches 972928, p. 93 - 98.

21. Mechanical Engineering / Ed. Murat Gokcek. – InTech, 2012. – 682p.

22. Jitender K. Mill-cut: a neural network system for the prediction of thermo-mechanical loads induced in end-milling operations/ K. Jitender, Villedieu L., Xirouchakis P./Int. J. Adv. Manuf. Technol. (2008) 37: pp. 256–264

23. L .Silva // Modelling and optimization of process parameters during processing keyway cutters made of hardened steel.http://www.ijera.com/papers/Vol2_issue2/DH22674679.pdf.

24. Welding Processes / Ed. [Radovan](#)Kovacevic. - InTech, 2012. - 450p.ISBN 978-953-51-0854-2.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

Дубл.	Взам.	Подп.	Обозначение документа										
			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
			2	16458	411	1Р	1	1	1	1	1	1	0,35/3
01Б													
02													
03А	XXXXXX	025	Электрохимическая										
04Б	38131XXX	Электрохимический станок для удаления заусенцев 4407											
05Б			2	14972	411	1Р	1	1	1	1	1	1	0,41
06													
07А	XXXXXX	030	Моечная ИОТИ 37.101.7026-88										
08Б	XXXXXXX	Машина камерная моечная											
09Б			2	XXXX	411	1Р	1	1	1	1	1	1	1,1/10
10													
11А	XXXXXX	035	Контрольная										
12													
13А	XXXXXX	040	Термическая										
14													
15А	XXXXXX	045	Термическая										
16													
17													
18													
МК													

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.642.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.642.60.001	Корпус	1	
		2	16.07.ТМ.642.60.002	Шток	1	
		3	16.07.ТМ.642.60.003	Опора	1	
		4	16.07.ТМ.642.60.004	Цанга	1	
		5	16.07.ТМ.642.60.005	Втулка	3	
		6	16.07.ТМ.642.60.006	Пробка	1	
		7	16.07.ТМ.642.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.642.60.008	Муфта	1	
		9	16.07.ТМ.642.60.009	Корпус	1	
		10	16.07.ТМ.642.60.010	Корпус	1	
		11	16.07.ТМ.642.60.011	Крышка	1	
		12	16.07.ТМ.642.60.012	Втулка	1	
		13	16.07.ТМ.642.60.013	Шток	1	
		14	16.07.ТМ.642.60.014	Поршень	1	
		15	16.07.ТМ.642.60.015	Демпфер	2	
		16	16.07.ТМ.642.60.016	Прокладка	1	
			16.07.ТМ.642.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Дмитриев			Лит.	Лист
Пров.		Вобровский				Листов
						1 2
И. Контр.		Виткалов			ТГУ, ар. МСБ-1203	
Уте.		Вобровский				

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-84		
		17		M6-6gx18.68	4	
		18		M8-6gx30.68	12	
		19		M8-6gx40.68	8	
		20		Гайка M20.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		21		Гайка M20.5.		
				ГОСТ 5927-70	2	
		22		Гайка M12-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		23		340-240-58-2	2	
		24		580-680-58-2	3	
		25		700-800-58-2	3	
		26		Кольцо А40 65Г кд 15хр		
				ГОСТ 13941-80	1	
		27		Палец M12-8		
				ГОСТ 12593-93	3	
		28		Пробка 7009-0226		
				ГОСТ 12202-66	3	
		29		Подшипник 3108		
				ГОСТ 12941-76	2	
		30		Шайба 20.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
		31		Шайба 8.65Г.029		
				ГОСТ 6402-70	12	

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу режущего инструмента

