

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления шестерни конической привода
загрузочного устройства промышленного робота

Студент(ка)	<u>Прокофьев А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Гуляев В.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления шестерни конической привода
загрузочного устройства промышленного робота

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017 год.

В представленной бакалаврской работе производится разработка технологического процесса изготовления шестерни конической, применимо к условиям среднесерийного типа производства

Ключевые слова: шестерня коническая, заготовка, технологический процесс, оборудование, инструмент, припуск, технологическая оснастка режущий инструмент.

В результате выполнения работы было предложено следующее:

- разработка современной технологии изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- совершенствование структуры технологических операций при применении современного технологического оборудования, производящегося на ведущих предприятиях России;
- применение современного режущего инструмента, производящегося в России, в том числе по лицензиям ведущих зарубежных производителей, приводит к существенному увеличению производительности обработки;
- применяемая высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом существенно увеличивает точность обработки со снижением вспомогательного времени;
- разработана конструкция цангового патрона с механизированным приводом;
- разработана конструкция токарного сборного резца для токарной черновой операции.

Бакалаврская работа содержит:

- пояснительную записку, состоящую из 75 страниц, 17 таблиц, 6 рисунков.

- графическую часть, содержащую 8 листов чертежей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Описание исходных данных	6
2 Технологическая часть работы	14
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта	45
5 Экономическая эффективность работы.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	58
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	60

ВВЕДЕНИЕ

Учитывая, экономическую ситуацию и то тяжелейшее положение, в котором оказалась вся машиностроительная отрасль в целом, необходимо максимально эффективно расходовать имеющиеся средства, снижать все возможные издержки, как производственного, так и не производственного характера, уменьшив, таким образом, себестоимость изделия, не снижая при этом его качества, а наоборот, повышая его, что даст предприятию конкурентное преимущество на рынке.

В связи с этим, на предприятии ведутся постоянные работы по повышению качества и снижению себестоимости изготовления продукции, для чего применяется высокопроизводительное оборудование, оснастка, режущий инструмент, роботизированные комплексы, труд работников частично заменяется промышленными роботами.

Цель бакалаврской работе: проектирование прогрессивного техпроцесса изготовления детали, из расчета выбранного среднесерийного типа производства, при повышении качества ее обработки, уменьшении себестоимости изготовления, при применении самых современных разработок в машиностроительной области.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Деталь, которая разрабатывается в данной работе называется шестерней конической и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента. Деталь устанавливается в узле привода загрузочного устройства промышленного робота.

Узел, в состав которого входит данная деталь, приводится на рисунке 1.1

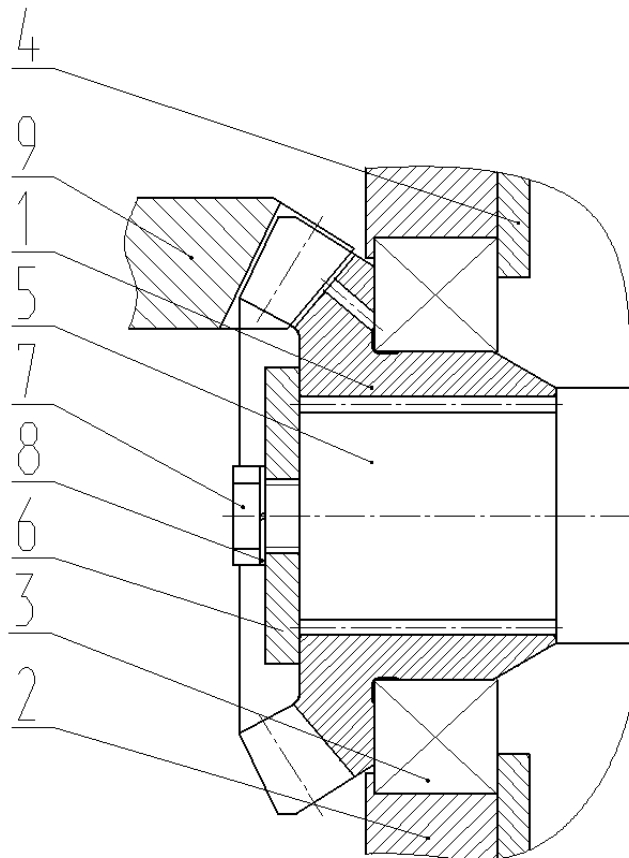


Рисунок 1.1 - Узел, в состав которого входит шестерня коническая

Шестерня коническая коническое 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе привода загрузочного устройства промышленного робота 2 на подшипнике 3. Подшипник 3 фиксируется буртом крышки 4, которая крепится

к корпусу 2.

В шлицевом отверстии колеса 1 установлен вал 5, который фиксируется торцовой шайбой 6, болтом 7 с шайбой 8.

В зацеплении с зубчатым венцом шестерни конической 1 находится шестерня коническая 9.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал шестерни конической: сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Проанализируем хим состав и механические свойства рассматриваемой стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71, результаты записываем в таблицы 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Химический элемент	Обозначение	Процент
Углерод	C	0,35-0,42
Сера	S	0,025, не более
Фосфор	P	0,025, не более
Медь	Cu	0,30, не более
Никель	Ni	0,30, не более
Марганец	Mn	0,30-0,60
Молибден	Mo	0,15-0,60
Алюминий	Al	0,7-1,1
Хром	Cr	1,35-1,65
Кремний	Si	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71

Показатель	Обозначение	Единица изменения	Значение
Твердость по Бринеллю	НВ	-	235
Относительное удлинение при разрыве	δ_5	%	13
Относительное сужение	ψ	%	40
Ударная вязкость	KCU	Дж/см ²	49
Кратковременный предел прочности	σ_b	МПа	735
Предел текучести, определяемый при остаточной деформации	σ_T	МПа	590

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Произведем нумерацию всех поверхностей детали в зависимости от их служебного назначения. Результаты приводим на рисунке 1.2.

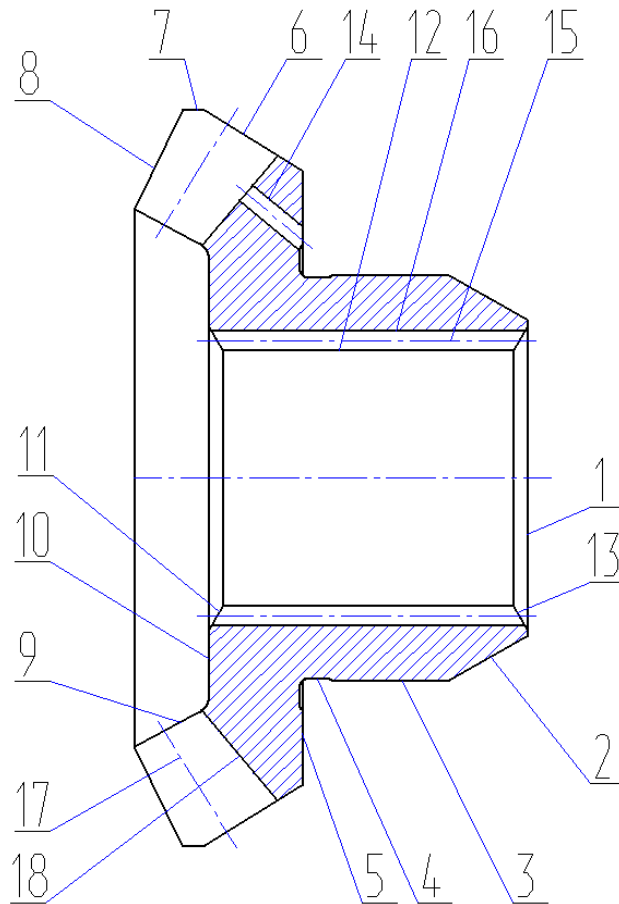


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

Классифицируем поверхности детали:

- исполнительными являются поверхности 15,17;
- основными конструкторскими базами являются поверхности 3,5;
- вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 12,1,10;
- свободными поверхностями являются все остальные поверхности.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Анализ количественных показателей технологичности

1.2.1.1 Коэффициент, анализирующий унификацию поверхности

$$K_{\text{ун.}} = n_{\text{ун.}} / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где $n_{\text{ун.}}$ - сумма поверхностей, которые унифицированы;

Σn - число всех поверхностей детали.

$K_{\text{ун.}} = 1$, т.к. все поверхности детали унифицированы и не требуют специальных станков и инструмента.

1.2.1.2 Коэффициент, анализирующий шероховатости поверхностей

$$K_{\text{шр.}} = \frac{1}{B_{\text{ср.}}}, \quad (1.2)$$

где $B_{\text{ср.}}$ - усредненное значение шероховатости, которое определяется по формуле:

$$B_{\text{ср.}} = \frac{B_{ni}}{\Sigma n_i}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – число конкретной шероховатости;

Σn_i – число поверхностей с конкретной шероховатостью.

$$B_{\text{ср.}} = (2 \cdot 0,63 + 3 \cdot 2,5 + 13 \cdot 3,2) / 18 = 2,8 \text{ мкм}$$

$$K_{\text{шр.}} = 1 / 2,8 = 0,35$$

Вывод: по показателю шероховатости поверхностей деталь не является технологичной, так как $K_{\text{шр.}} > 0,32$.

1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

$$K_{Тч.} = 1 - \frac{1}{A_{ср.}}, \quad (1.4)$$

где $A_{ср.}$ - усредненная точность выполнения детали, она определяется по формуле:

$$A_{ср.} = \frac{A_{ni}}{\sum ni}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – конкретный квалитет точности;

$\sum ni$ – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{ср.} = (1 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 9 + 12 \cdot 14) / 18 = 12,0$$

$$K_{Тч.} = 1 - 1/12,0 = 0,92$$

Вывод: по этому показателю технологичность выполнена, т.к $K_{Т} > 0,85$.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение проката или штамповки, выбирается далее на основании экономического расчета. Деталь такая, что получается данными методами без существенных проблем.

Чертеж детали выполнен по всем стандартам, все данные для ее изготовления есть.

На чертеже детали «Шестерня коническая» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация.

Деталь может быть обработана по типовому техпроцессу. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки.

Приведем максимальные параметры основных характеристик детали: IT6 – поверхность 3; 8-B на поверхность 17; Ra 0,63 на поверхности 3,5; биение 0,02 поверхности 5 относит. поверхности 3.

Данные параметр детали нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Анализируя эти данные, делаем вывод, что конструкция шестерни конической является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса (ТП), устранив их мы добьемся целей данной работа.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс, выполним его анализ для выявления основных его недостатков.

Основные характеристики заводского техпроцесса приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технологическая характеристика заводского техпроцесса

Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент
1	2	3	4
000 оп: Заготовительная			
005 оп: Отрезная			
010 оп: Токарная	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резцы проходные, расточные, подрезные Т5К10 Сверла спиральные Р6М5
015 оп: Токарная	16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резцы проходные, расточные, подрезные, канавочные Т5К10
020 оп: Протяжная	7Б64	Приспособление специальное	Протяжка шлицевая Р6М5
025 оп: Зубострогальная	5А250	Патрон цанговый	Резец зубострогальный для конических колес с прямым зубом, Р6М5
030 оп: Круглолифовальная	3М151	Патрон 3-х кулачковый	Шлиф. круг
035 оп: Сверлильная	2Р135	Приспособление специальное	Сверло спиральное Р6М5
040 оп: Слесарная			Напильник, шлифовальная шкурка

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4
045 оп: Моечная	КММ		
050 оп: Контрольная			
055 оп: Термическая			
060 оп: Круглолифовальная	ЗМ151	Патрон 3-х кулачковый	Шлиф. круг
065 оп: Моечная	КММ		
070 оп: Контрольная			

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Описание недостатков базовой технологии

Опишем основными недостатками базового техпроцесса:

- 1) на токарных операциях неоптимальные режимы резания, большой припуск, большое штучное время.
- 2) оборудование – универсальные низкопроизводительные станки;
- 3) неоптимальная структура сверлильной операции – обработка с нескольких установов;
- 4) ручное удаление заусенцев при слесарной операции;
- 5) универсальный инструмент с низкой производительностью.
- 6) оснастка не оптимальна – универсальная, с ручным зажимом.

1.4.2 Описание методов совершенствования техпроцесса, задачи данной работы

Произведем описание основных задач бакалаврской работы и методом совершенствования технологии:

- 1) рассчитаем припуск на обработку аналитическим методом и спроектировать заготовку с минимальными припусками;

- 2) применим для проектного техпроцесса наиболее оптимальных высокопроизводительных станков, в основном с ЧПУ или полуавтоматы;
- 3) оптимизируем структуру сверлильной операции, применим современное оборудование;
- 4) для удаления заусенцев применим электрохимический метод, что значительно снизит штучное время;
- 5) применим современный режущий инструмент.
- 6) выберем современную механизированную и автоматизированную технологическую оснастку;
- 7) спроектируем приспособление для круглошлифовальной операции;
- 8) спроектируем режущий инструмент на токарную операцию;
- 9) проведем анализ ТП с точки зрения безопасности и экологичности;
- 10) произведем расчет экономического эффекта.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

В соответствии с типом производства существуют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендаций [9, с. 24, табл. 31] исходя из массы детали 0,41 кг, принимая во внимание годовую программу выпуска $N_r = 10000$ шт/год, при этом тип производства принимаем как среднесерийный.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Определение вариантов исходной заготовки

В качестве заготовки для детали «шестерня коническая», принимая во внимание ее общую конфигурацию и свойства материала, из которого она изготовлена (сталь 38Х2МЮА) можно выбрать:

- а) штамповку;
- б) прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки $M_{шт.}$, кг, приблизительно равна:

$$M_{шт.} = M_{дет.} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{дет.}$ – масса готовой детали, кг;

K_p – коэффициент формы детали, устанавливается по [11, с. 23], $K_p = 1.7$.

$$M_{шт.} = 0.41 \cdot 1.7 = 0.70 \text{ кг}$$

Параметры заготовки будем принимать по ГОСТ 7505-89 [8]:

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки Т3 [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С3 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката $M_{\text{пр.}}$ будем определять согласно формуле:

$$M_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{пр.}}$ – объем данного проката, мм^3 ;

ρ - плотность материала заготовки из проката, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

Так как форма заготовки, принимаемая для изготовления из сортового проката для детали типа тела вращения - цилиндр, у него диаметр $d_{\text{пр.}}$, мм и его длина $l_{\text{пр.}}$, мм будет равна:

$$d_{\text{пр.}} = d_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.3)$$

$$l_{\text{пр.}} = l_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.4)$$

где $d_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольший диаметр детали, мм;

$l_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольшая длина детали, мм.

$$d_{\text{пр.}} = 72,5 \cdot 1,05 = 76,1 \text{ мм};$$

$$l_{\text{пр.}} = 40 \cdot 1,05 = 42 \text{ мм}.$$

По этим данным по ГОСТ стандартное значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 78 \text{ мм}$.

$$l_{\text{пр.}} = 42 \text{ мм}.$$

Произведем определение объема элементов заготовок V , мм^3 формы цилиндра как:

$$V_{\text{ц.}} = \pi \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot l_{\text{пр.}} / 4 \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 78^2 \cdot 42 / 4 = 200589 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 200589 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,57 \text{ кг}$$

В результате произведем выбор размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006, точность – обычная В1:

$$\text{Круг} \frac{78 \text{ В1 ГОСТ } 2590 - 2006}{38\text{X}2\text{МЮА ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Технико-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле [11, с. 24]:

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – базовая цена принятого варианта заготовки, руб;

$C_{\text{мо.}}$ – цена последующей мех обработки, руб;

$C_{\text{отх.}}$ – цена отходов при мех обработки, руб.

2.2.2.1 Расчет варианта горячей штамповки

Цену штампованной заготовки будем определять по формуле:

$$C_{\text{заг.штамп}} = C_{\text{баз.}} \cdot M_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{т.}} \cdot K_{\text{сл.}} \cdot K_{\text{в.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot K_{\text{п.}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{баз.}}$ – цена 1 т штамп. заготовок, принятая за базу, руб/кг, $C_{\text{б.}} = 11,2$ руб/кг [11, с. 23];

$M_{\text{шт.}}$ – предварительно рассчитанная масса штамповки, кг;

$K_{\text{т.}}$ – данный коэффициент определяется от класса точности штамповки (Т3), $K_{\text{т.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{сл.}}$ – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки (С3), $K_{\text{сл.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 1.29$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки, для стали 38Х2МЮА принимаем $K_{\text{м.}} = 1.27$ [11, с. 24];

$K_{\text{п.}}$ – данный коэффициент определяет выбранный среднесерийный тип производства, $K_{\text{п.}} = 1.0$ [11, с. 24].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 0.70 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.29 \cdot 1.27 \cdot 1.0 = 12.79 \text{ руб}$$

Произведем определение цены мех обработки штампованной заготовки $C_{\text{м.о.}}$, руб, по формуле:

$$C_{\text{м.о.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}}, \quad (2.8)$$

где $C_{\text{уд.}}$ – удельная стоимость съема 1 кг материала, руб/кг.

Удельная стоимость мех обработки резанием $C_{\text{уд.}}$, руб равна:

$$C_{\text{уд.}} = C_{\text{с.}} + E_{\text{н.}} \cdot C_{\text{к.}}, \quad (2.9)$$

где $C_{\text{с.}}$ – общие финансовые траты, руб/кг, $C_{\text{с.}} = 14,8$ руб/кг [11, с. 25];

$C_{\text{к.}}$ – капитальные финансовые траты, руб/кг, $C_{\text{к.}} = 32,5$ руб/кг

$E_{\text{н.}}$ – показатель норм эффективности ($E = 0,1 \dots 0,2$). Принимает $E_{\text{н.}} = 0,16$.

$$C_{\text{мо.}} = (0.70 - 0.41) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 5.74 \text{ руб}$$

Цену отходов $C_{\text{отх.}}$, руб, будем определять как

$$C_{\text{отх.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{отх.}}, \quad (2.10)$$

где $C_{\text{отх.}}$ – продажная возвратная цена отходов, руб/кг.

Принимаем эту цену $C_{\text{отх.}} = 0.4$ руб/кг [11, с. 25]

$$C_{\text{отх.}} = (0.70 - 0.41) \cdot 0.4 = 0.11 \text{ руб}$$

$$C_{\text{дет.}} = 12.79 + 5.7 - 0.11 = 18.41 \text{ руб}$$

2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

Цену заготовки, которая получается из сортового проката будем определять по формуле [11, с. 26]

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{отрз.}}, \quad (2.11)$$

где $C_{\text{м.пр.}}$ – стоимость металла 1 кг проката в руб/кг; $C_{\text{м.пр.}} = 14$ руб/кг

$C_{\text{отрз.}}$ – стоимость реза проката на мерные заготовки, руб.

$$C_{\text{отрз.}} = \frac{C_{\text{пз.}} \cdot T_{\text{шт.}}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{пз.}$ – затраты для отрезного станка, руб/ч; $C_{пз.} = 30,2$ руб/ч [11, с. 26];

Выполним расчет $T_{штуч.}$, мин:

$$T_{штуч.} = T_o \cdot \varphi_k, \quad (2.13)$$

где T_o – время обработки основное (машинное), мин;

φ_k – параметр, учитывающий вид оборудования, принимается $\varphi_k = 1,5$.

Основное машинное время для отрезных станков T_o , мин:

$$T_{осн.} = 0,19 \cdot d_{пр.}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{пр.}$ – размер прутка, мм.

$$T_{осн.} = 0,19 \cdot 78^2 \cdot 10^{-3} = 1.16 \text{ мин}$$

$$T_{штуч.} = 1.16 \cdot 1,5 = 1.73 \text{ мин}$$

$$C_{отрз.} = 30,2 \cdot 1.73 / 60 = 0.87 \text{ руб}$$

$$C_{пр.} = C_{м.пр.} \cdot M_{пр.} + C_{оз.} = 15 \cdot 1.57 + 0.87 = 24.49 \text{ руб}$$

Цена мехобработки при этом будет равна:

$$C_{мо.} = (M_{пр.} - M_{дет.}) \cdot C_{уд.} = (1.57 - 0.41) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 23.29 \text{ руб}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{отх.} = (1.57 - 0.41) \cdot 0.40 = 0.47 \text{ руб}$$

$$C_{дет.} = C_{пр.} + C_{мо.} - C_{отх.} = 24.49 + 23.29 - 0.47 = 47.32 \text{ руб}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

Произведем расчет параметра коэффициента использования металла $K_{и.м.}$, который будет равен [11, с. 28]:

$$K_{и.м.} = M_{дет.} / M_{заз.} \quad (2.15)$$

Тогда при заготовке штамповки: $K_{и.м.} = 0.41 / 0.70 = 0.59$

При заготовке из проката: $K_{и.м.} = 0.41 / 1.57 = 0.26$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{и.м.}$, делаем вывод о том, что

оптимальный вариант получения заготовки – штамповка.

Экономический эффект, $\mathcal{E}_{\text{год.}}$, руб, приведенный к годовой программе выпуска, будет равен:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (C_{\text{д.про}} - C_{\text{д.што}}) \cdot N_{\text{год.}}, \quad (2.16)$$

где $N_{\text{год.}} = 10000$ шт/год - программа производства детали в год.

Подставив имеющиеся данные в формулу (2.16), получим:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (47.32 - 18.41) \cdot 10000 = 289044 \text{ руб.}$$

2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Выполненные расчеты позволяют спроектировать заготовку.

Проектирование выполнено в соответствии с ГОСТ 7505-89.

Принимаем оборудование для штамповки: КГШП, принимаем индукционный способ нагрев заготовки.

Принимаем для нашей заготовки: параметр класса точности штамповки – Т3, параметр группы стали – М2, параметр, характеризующий степень сложности – С3, плоскость разъема штампа соответствует конфигурации - П (плоская), при этом исходный индекс будет - 9.

Допуски заготовки принимаем по [8, с. 17].

Примем штамповочный уклон на поверхностях заготовки - не более 5°

Радиусное скругление углов штамповки – $R = 2,0$ мм, остаточный облой по контуру – $0,5$ мм, смещение плоскости разъема штампов – $0,3$ мм, заусенец по контуру – $2,0$ мм, шероховатость – $Ra 40$ мкм

Эскиз штампованной заготовки приводим на рисунке 2.1

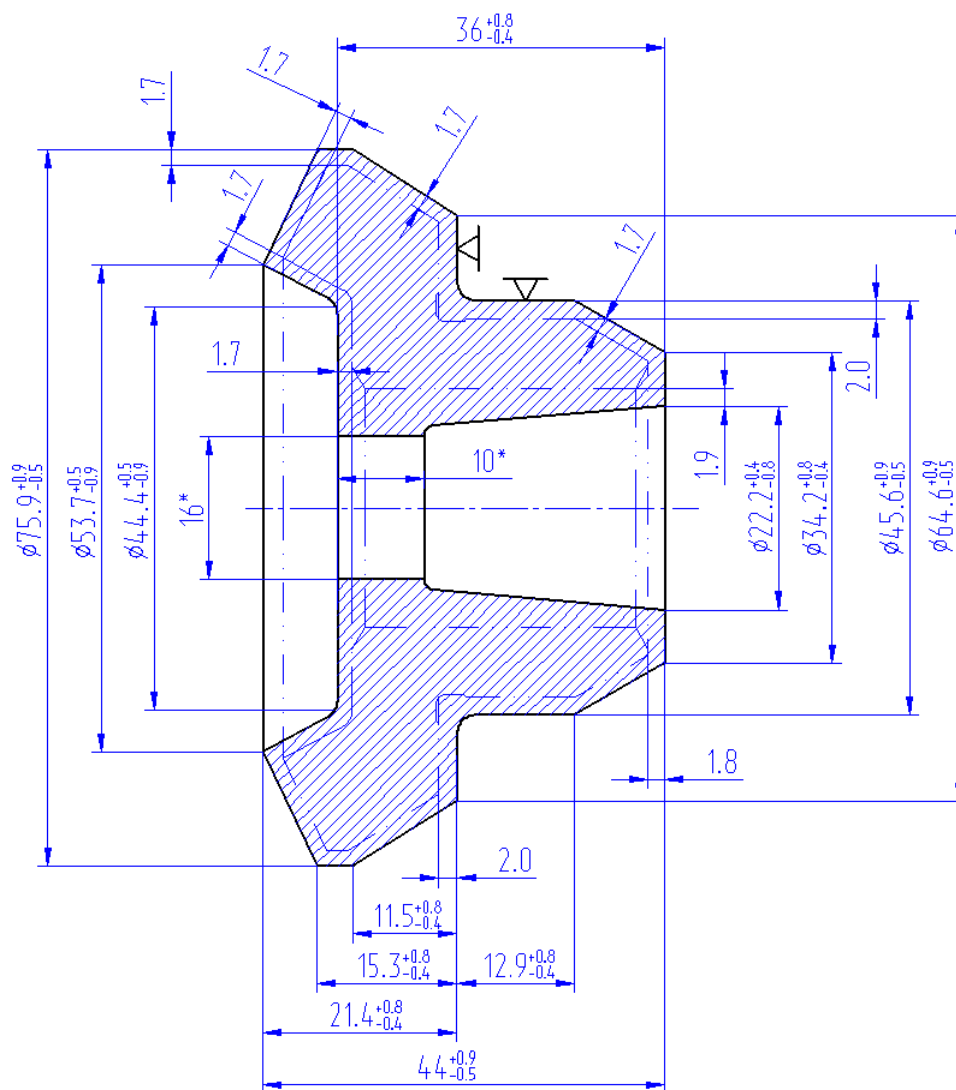


Рисунок 2.1 – Эскиз штамповки

При расчете объема цилиндрические элементы штамповки будем определять по формуле (2.5).

Произведем определение объема конических составляющих элементов штамповки по формуле (2.17).

$$V_{\text{кон}} = \pi \cdot l \cdot (R^2 + r \cdot R + r^2)/3, \quad (2.17)$$

где R- радиус большего основания, мм;

r- радиус меньшего основания, мм.

l-длина, мм.

При этом суммарный объем штампованной заготовки V, мм³

$$V = 3,14/4 \cdot (75,9^2 \cdot 3,8 + 45,6^2 \cdot 12,9 - 16^2 \cdot 10 - 22,2^2 \cdot 26) + \\ + 3,14/3 \cdot (6,1 \cdot (37,95^2 + 37,95 \cdot 26,85 + 26,85^2) + 11,5 \cdot (37,95^2 + 37,95 \cdot 32,3 + 32,3^2 + \\ + 9,7 \cdot (22,8^2 + 22,8 \cdot 17,1 + 17,1^2) - 8 \cdot (26,85^2 + 26,85 \cdot 22,2 + 22,2^2)) = 88174 \text{ мм}^3 .$$

Произведем определение массы штампованной заготовки $M_{\text{зш.}}$, кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{зш.}} = V \cdot \gamma = 88174 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,69 \text{ кг}$$

При этом уточняем коэффициент использования материала на рассчитанную заготовку согласно формулы (2.15)

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{зш.}} = 0,41 / 0,69 = 0,59$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

Произведем выбор поверхностей для установки заготовки в процессе ее обработки:

- черновые базы для точения на первой установке – поверхности 3,5;
- чистовые базы для точения с правой стороны – поверхности 10,12;
- чистовые базы для точения с левой стороны – поверхности 3,5;
- базы для протягивания – поверхность 1;
- базы при нарезании зубьев – поверхности 3,5;
- базы при круглом шлифовании – 10,12.

Условные обозначения баз приведены в плане обработки.

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Анализируя конструкцию детали, ее точность и шероховатость, произведем определение маршрута обработки ее поверхностей.

Произведем определение способа и вида технологической обработки по каждой из поверхностей детали согласно источникам [5] и [11, с. 32-34].

Произведем назначение промежуточные способов обработки -

технологических переходов. Произведем определение показателя трудоемкости на основании [8, с. 32-34].

По результатам выбора произведем заполнение таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Результат выбора обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Точность поверхности			Шероховатость Ra, мкм	Твердость HV	Технологический маршрут, качество КВ,	Показатель трудоемкости
		Размер ов, мм	Формы					
			Допуск, мкм	Расположения				
1	Плоская	14	-	-	2,5	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+ТО	2,2
2	Коническая	14	-	-	3,2	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+ТО	2,2
3	Цилиндрическая	6	-	0,020	0,63	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+Шчерн(8 кв.)+ТО+Шчист(6 кв.)	4,3
4	Канавка	14	-	-	3,2	850	Тчист(11 кв.)+ТО	1,2
5	Плоская	8	-	0,020	0,63	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+Шчерн(9 кв.)+ТО+Шчист(8 кв.)	4,3
6	Коническая	14	-	-	3,2	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+ТО	2,2
7	Цилиндрическая	14	-	-	3,2	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(10 кв.)+ТО	2,2
8	Коническая	9	-	-	3,2	850	Тчер(13 кв.)+Тчист(9 кв.)+ТО	2,2
9	Коническая	14	-	-	3,2	850	Рчер(13 кв.)+Рчист(10 кв.)+ТО	2,4
10	Плоская	14	-	-	3,2	850	Рчер(13 кв.)+Рчист(10 кв.)+ТО	2,4
11	Коническая	14	-	-	3,2	850	Рчист(11 кв.)+ТО	1,4
12	Цилиндрическая	9	-	-	3,2	850	Рчер(13м)+Рчист(10 кв.)+П(9 кв.)+ТО	2,8
13	Коническая	14	-	-	3,2	850	Рчист(11 кв.)+ТО	1,4
14	Цилиндрическая	14	-	-	3,2	850	С(13 кв.)+ТО	1,0
15	Эвольвента	9Н	-	-	2,5	850	Рчер(13 кв.)+Рчист(10 кв.)+П(степ. 9Н)+ТО	2,8
16	Цилиндрическая	14	-	-	3,2	850	Рчер(13 кв.)+Рчист(10 кв.)+П(12 кв.)+ТО	2,8
17	Зуб, коническая, эвольвента.	8-В	-	-	2,5	850	Зстрог(степ. 8-В)+ТО	1,5
18	Зуб, коническая	14	-	-	3,2	850	Зстрог(12 кв.)+ТО	1,5

Тчер – пер. обтачивания черного, Тчист - пер. обтачивания чистового, Ттонк - пер. обтачивания тонкого, Рчерн - пер. растачивания черного, Рчист - пер. растачивания чистового, Шчер - пер. шлифования черного, Шчист - пер. шлифования чистового, С - пер. сверления, П - пер. протягивания, Зстрог - пер. зубострогания, ТО - пер. термообработки

Данные методы обработки поверхностей шестерни конической обеспечивает выполнение требований чертежа детали по точности и качеству поверхностей.

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута изготовления детали приведем в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Результат разработки технологического маршрута обработки

Номер, наименование операции	№ базовых поверх.	№ обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм	Оборудование
005 оп: Токарная (черновая)	3,5	8,9,10,12	13	6,3	16Б16Т1
010 оп: Токарная (черновая)	10,12	1,2,3,5,6,7	13	6,3	16Б16Т1
015 оп: Токарная (чистовая)	3,5	8,9,10,11,12	10	3,2	16Б16Т1
020 оп: Токарная (чистовая)	10,12	1 2-7,13	10 10	2,5 3,2	16Б16Т1
025 оп: Протяжная	1	12 15 16	8 9 12	2,5 2,5 3,2	7Б64
030 оп: Круглошлифовальная (черновая)	10,12	3 5	8 9	1,25 1,25	3Б153Т
035 оп: Зубострогальная	3,5	17 18	8-В 12	2,5 3,2	5А250
040 оп: Сверлильная	3,5	14	13	3,2	S500
045 оп: Слесарная					4407
050 оп: Моечная					КММ
055 оп: Контрольная					
060 оп: Термическая					
065 оп: Круглошлифовальная (чистовая)	10,12	3 5	6 8	0,63 0,63	3Б153Т
070 оп: Моечная					КММ
075 оп: Контрольная					
080 оп: Маркировочная					

2.3.4 План обработки детали

На основании предыдущих расчетов произведем разработку плана обработки детали, где указывается основная информация, полученная в результате расчетов: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров на обработку по операциям.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Выбор оборудования

Произведем выбор оборудования. Данные по подбору станков и другого оборудования представлены в таблице 2.3

2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор технологической оснастки – приспособлений, режущего инструмента и средств измерения. Результаты выбора технологической оснастки приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Итого подбора оборудования и средств технологического оснащения

Номер и наименование операции	Технологическое оборудование	Тех.оснастка		
		Станочное приспособление	Лезвийный и абразивный инструмент	Средства измерения
1	2	3	4	5
005, 010 оп: Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=97^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец-вставка расточной. Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=97^\circ$ h=16 b=16 L=70	Калибры (пробки и скобы) и линейные шаблоны по ГОСТ 18355-73, ГОСТ 14807-69, ГОСТ 2534-79
015, 020 оп: Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ 16Б16Т1	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец-вставка проходной. Пластина 3х гранная, Т15К6 $\varphi=97^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец-вставка расточной.	Калибры (пробки и скобы) и линейные шаблоны по

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
			Пластина 3х гранная, Т15К6 φ=92° h=16 b=16 L=70 Резец-вставка канавочный. Пластина канавочная, Т15К6 В=3 h=25 b=25 L=125	ГОСТ 18355-73, ГОСТ 14807-69, ГОСТ 2534-79
025 оп: Протяжная	Вертикально-протяжной 7Б64	Приспособление спец. с плавающей опорой ГОСТ 16518-96	Протяжка шлицевая Ø30 Р6М5К5 ГОСТ 26479-85	Калибры (пробки) и линейные шаблоны по ГОСТ 14807-69, ГОСТ 2534-73
030 оп: Круглошлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный п/а ЗБ153Т	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	Шлиф. круг 3 500x25x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры (скобы) и линейные шаблоны по ГОСТ 18355-73 ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
035 оп: Зубострогальная	Зубострогальный станок 5А250	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	Резец зубострогальный для конических колес с прямым зубом, Р6М5, тип III, (2шт)	Линейные и угловые шаблоны по Микроинтерферометр МИИ-6
040 оп: Сверлильная	Станок фрезерно-расточной с наклонно-поворотным столом S500	Приспособление спец. самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Сверло спиральное Ø2 ГОСТ 10903-77 Р6М5К5	Калибры (пробки) и линейные шаблоны по ГОСТ 14807-69 ГОСТ 2534-73
045 оп: Слесарная	Электрохимический станок 4407			
050,070 оп: Моечная	Камерная моечная машина			
065 оп: Круглошлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный п/а ЗБ153Т	Патрон спец. для конических колес цанговый	Шлиф. круг 3 500x25x203 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры (скобы) и линейные шаблоны по ГОСТ 18355-73 ГОСТ 2534-73 Приспособление контрольное с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Определение припусков на обработку и операционных размеров

2.5.1.1 Аналитическое определение промежуточных припусков

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность $\varnothing 41,675h_{6(-0,016)}$

Последовательность обработки данной поверхности:

- 1 заготовительный переход - штамповка
- 2 переход точения черного, установка в патроне кулачковом
- 3 переход точения чистового, установка в патроне кулачковом
- 4 переход шлифования предварительного, установка в патроне цанговом
- 5 переход шлифования окончательного, установка в патроне специальном

Расчет выполним по методике, представленной в [5, с. 65] и [9, с. 67]

По таблицам [5, с. 66] и [9, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – Rz,мм, глубину дефектного слоя - h,мм.

Суммарные отклонения расположения ρ_o , мм заготовки штамповки типа "втулка" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{CM}^2 + \rho_{КОР}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.18)$$

где $\rho_{CM} = 0.3$ мм – погрешность, возникающая при смещении разъема штампов

Произведем определение погрешности коробления $\rho_{кор}$, мм:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0.001 \cdot 40 = 0.04 \text{ мм}, \quad (2.19)$$

где L- расстояние, измеряемое от торца заготовки до сечения, в котором определяется погрешность коробления, мм;

Δ_k – величина удельного коробления, мкм/мм.

Погрешность центровки $\rho_{Ц}$, мкм, для установки заготовки будет определено по следующей формуле:

$$\rho_{Ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.20)$$

где δ_3 – величина допуска установочных поверхностей, $\delta_3 = 1.4$ мм

$$\rho_{ц} = 0,25 \sqrt{1.4^2 + 1} = 0.430 \text{ мм}$$

При этом суммарное отклонение расположения будет равно

$$\rho_o = \sqrt{0,3^2 + 0,04^2 + 0,430^2} = 0.526 \text{ мм}$$

Теперь определим погрешность установки заготовки $\varepsilon_{уст}$, мм:

2 переход - $\varepsilon_{уст} = 0.44$ мм, 3 переход - $\varepsilon_{уст} = 0.1$ мм, 4 переход - $\varepsilon_{уст} = 0.04$ мм, 5 переход - $\varepsilon_{уст} = 0.02$ мм.

Отклонения $\rho_{ост}$, мм, для последующих операций равны:

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.21)$$

где K_y - коэффициент, уточняющий переход обработки. $K_{y2} = 0,06$, $K_{y3} = 0,04$, $K_{y4} = 0,02$, $K_{y5} = 0,01$

Аналогично определяется погрешность установки.

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Минимальный припуск $2Z_{min}$, мм равен:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.22)$$

Выполним расчеты, результаты приводим в таблице 2.6

Произведем определение промежуточных расчетных размеров по поверхностям обработки как:

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min} \quad (2.23)$$

$$d_{max}^i = d_{min}^i + Td^i \quad (2.24)$$

Максимальные припуски $2Z_{max}$, мм, будут равны:

$$2Z_{max} = d_{max}^{i-1} - d_{max}^i \quad (2.25)$$

Минимальные припуски $2Z_{min}$, мм, будут равны:

$$2Z_{min} = d_{min}^{i-1} - d_{min}^i \quad (2.26)$$

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.4

Таблица 2.4- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Тех.переход	Составляющие припуска, мм				2Z min мм	Допуск Td/IT	Размеры предельные, мм		Припуски предельные, мм	
	Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹	ε _{вер} ⁱ⁻¹			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1 Заготовительный переход	0.160	0.200	0.526	-	-	1.4 T3	45.972	44.572	-	-
2 Переход черногов точения	0.050	0.050	0.032	0.500	2.171	0.390 I3	42.791	42.401	3.181	2.171
3 Переход чистового точения	0.025	0.025	0.021	0.100	0.410	0.100 h10	42.091	41.991	0.700	0.410
4 Переход предварительного шлифования	0.010	0.020	0.011	0.050	0.208	0.039 h8	41.822	41.783	0.269	0.208
5 Переход окончательного шлифования	0.005	0.015	0.005	0.030	0.124	0.016 h6	41.675	41.659	0.147	0.124

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.2.

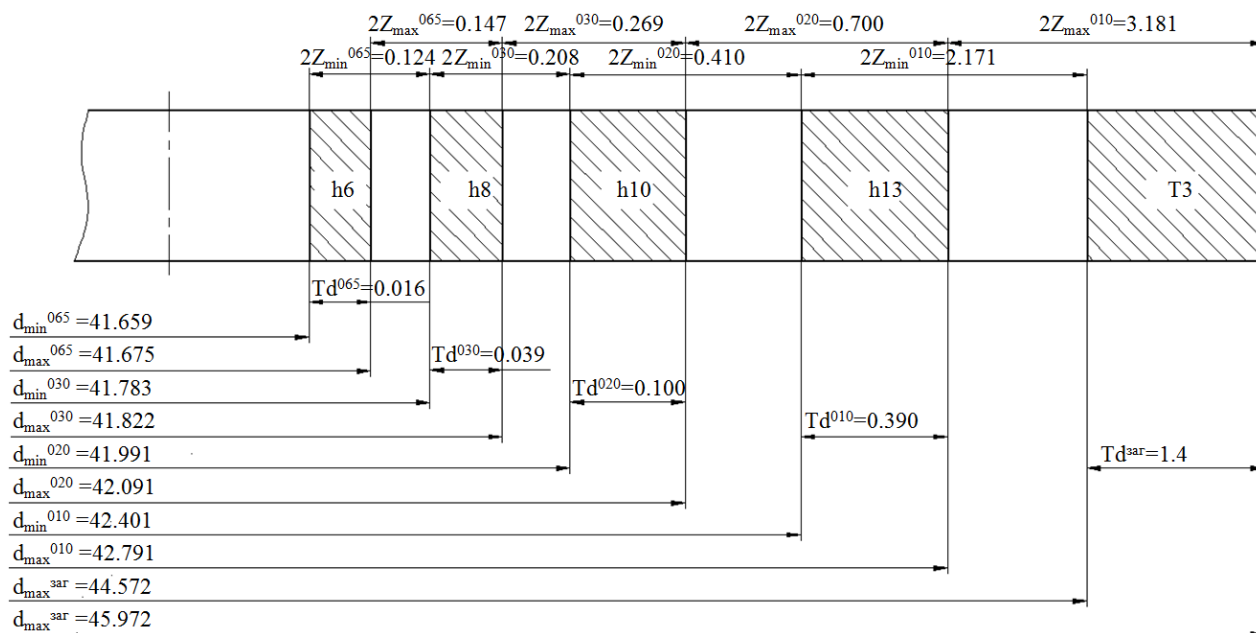


Рисунок 2.2 – Результаты расчета припусков

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков на обработку с помощью табличного метода

Выполним расчет и определение припусков на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [14, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Припуски на обработку поверхностей шестерни конической

Номер, наименование операции, номера обрабатываемых поверхностей	Припуск, определяемый на сторону, мм
1	2
005 оп: Токарная (черновая) – поверхности 8,9,10,12	1,30
010 оп: Токарная (черновая) – поверхности 1,2,3,5,6,7	1,30
015 оп: Токарная (чистовая) – поверхности 8,9,10,11,12	0,40
020 оп: Токарная (чистовая) – поверхности 1-7,13	0,40
025 оп: Протяжная – поверхность 12	0,15
030 оп: Круглошлифовальная (черновая) – поверхности 3,5	0,13
065 оп: Круглошлифовальная (чистовая) – поверхности 3,5	0,08

2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на 010 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Содержание операции

Оп 010 Токарная (черновая)

Черновое точение поверхностей с выдержкой размеров: $\varnothing 32,9_{-0,39}$, $\varnothing 42,9_{-0,39}$, $\varnothing 73,3_{-0,46}$, $\varnothing 75,87_{-0,30}$, 30° ; $1,67_{-0,14}$; $10,3 \pm 0,11$; $33,3 \pm 0,2$

2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Резец-вставка контурный. $h=25$ $b=25$ $L=125$ Пластина 3х гранная, Т5К10 $\varphi=97^\circ$

2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ 16Б16Т1

2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

$$t=1,3 \text{ мм}$$

Подача на оборот заготовки S , мм/об:

$$S = 0,3 \text{ мм}$$

Произведем определение расчётной скорости резания V , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.27)$$

где C_U – параметр зависимости от условий точения; $C_U = 350$ [15, с.270];

T – норматив времени работы инструментального материала между перетачиванием, мин; $T = 60$ мин;

t – припуск на обработку, мм;

m, x, y – показатели степеней зависимостей: $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.35$, [15, с.270];

K_U – параметр фактической обработки [15, с.282], определяется по формуле;

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.28)$$

где K_{MU} – коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.261], определяем по формуле (2.29);

$K_{ПУ}$ – коэффициент, который определяется в зависимости от состояние поверхностей обрабатываемой заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ – коэффициент, который определяется в зависимости от инструментального материала; $K_{ИУ} = 1,0$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.29)$$

где K_{Γ} - показатель характеристики материала по его обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [15,с.262];

σ_B – значение предела прочности у стали;

n_U – коэффициент, $n_U = 1.0$ [15,с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{735}\right)^{1.0} = 1.02.$$

$$K_U = 1.02 \cdot 1.0 \cdot 0.65 = 0.66.$$

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 1.3^{0.15} \cdot 0.3^{0.35}} \cdot 1.02 = 150,0 \text{ м/мин.}$$

Произведем определение частоты вращения шпинделя станка, n , мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.30)$$

где V - рассчитанная скорость резания, м/мин

$$\text{Точение } \varnothing 42,9: n_1 = \frac{1000 \cdot 150.0}{3.14 \cdot 42.9} = 1113 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Точение } \varnothing 73,3: n_2 = \frac{1000 \cdot 150.0}{3.14 \cdot 73.3} = 652 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

По характеристикам станка принимаем: $n_1 = 1113 \text{ мин}^{-1}$; $n_2 = 652 \text{ мин}^{-1}$

Расчёт сил резания

Главную составляющую силы резания определяем по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.31)$$

где C_p - коэффициент зависимости параметров обработки на силы резания; $C_p = 300$ [15,с.273];

x, y, n - коэффициенты показателей степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$

[15,с.273];

K_p - коэффициент зависимости от обрабатываемой стали и характеристик инструмента, рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.32)$$

K_{MP} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15,с.264], определяем по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.33)$$

где σ_B - значение предела прочности материала;

n - коэффициент; $n = 0.75$ [15,с.264].

$$K_{MP} = \left(\frac{735}{750}\right)^{0.75} = 0,98;$$

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, K_{rp} - коэффициенты, который определяется в зависимости от геометрических параметров режущей части инструмента.

Определим эти коэффициенты по [15, с.275]: $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 0,93$.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.3^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 150^{-0,15} \cdot 0.98 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 608 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.34)$$

$$N = \frac{608 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 1,5 \text{ кВт}$$

Выполним проверку по мощности электродвигателя привода станка:

$N_{шт} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$; $1,5 < 7,5$, т. е. по мощности привода станок проходит.

2.5.3 Определение режимов резания с помощью табличного метода

Произведем определение режимов резания с помощью табличного метода по источнику [1]. Расчет будем производить на 030 торцекруглошлифовальную операцию.

2.5.3.1 Содержание операции

Оп 020 Круглошлифовальная (черновая)

Черновое шлифование поверхностей с выдержкой размеров: $\varnothing 41,84_{-0,039}$; $9,58 \pm 0,04$

2.5.3.2 Применяемое оборудование

Принимаем торцекруглошлифовальный п/а 3Б153Т

2.5.3.3 Применяемый режущий инструмент

Шлиф круг 3 450x30x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл.

ГОСТ Р 52781-2007

2.5.3.4 Определение элементов режимов обработки

Глубина резания на операции будет равна:

$$t = 0,13 \text{ мм.}$$

Определение подачи минутной, мм/мин

Минутная подача предварительная, $S_{\text{мин.пр.}}$, мм/мин равна:

$$S_{\text{мин.пр.}} = S_{\text{мин.пр.табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.35)$$

Минутная подача окончательная, $S_{\text{мин.ок.}}$, мм/мин, равна:

$$S_{\text{мин.ок.}} = S_{\text{мин.ок.табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.36)$$

где $S_{\text{мин.пр.}}$, $S_{\text{мин.ок.}}$ – предварительная и окончательная минутные подачи, мм/мин [1, с. 173]

K_1 – коэффициент влияния зависимости от материала заготовки и скорости шлифовального круга [1, с. 174];

K_2 – коэффициент, который учитывает величину припуска на обработку и точность обработки [1, с. 175];

K_3 – коэффициент, который учитывает размер шлифовального круга, количества кругов и характеристики поверхностей [1, с. 175]

$$S_{\text{м.пр.}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,60 \text{ мм/мин}$$

$$S_{\text{м.ок.}} = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,50 \text{ мм/мин}$$

Произведем корректирование расчетной минутной подачи, исходя из паспортных данных станка 3Т153F1:

$$S_{\text{мин.пр.}} = 1,6 \text{ мм/мин}$$

$$S_{\text{мин.ок.}} = 0,5 \text{ мм/мин}$$

Произведем выбор скорости вращения шлифовального круга, V_k , м/с [1, с. 171]:

$$V_k = 35 \text{ м/с}$$

Произведем выбор скорости вращения заготовки, V_d м/мин [1, с. 171]:

$$V_d = 35 \text{ м/мин}$$

Далее определяем частоту вращения у заготовки n , мин^{-1} :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 41,84} = 266 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

По паспорту станка принимаем: $n = 266 \text{ мин}^{-1}$.

Произведем определение режимы резания на все другие операции технологического процесса, пользуясь источником [1]. Полученные данные занесем таблицу 2.6

Таблица 2.6 – Результаты расчета режимов резания

Номер, наименование оп.	Наименование перехода	t,	S _{таблич.} ,	V _{таблич.} ,	n _{таблич.} ,	n _{принят.} ,	V _{принят.} ,
		мм	мм/об	м/мин	об/мин	об/мин	м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
005 оп: Токарная (черновая)	Точить конус до Ø75,9	1,3	0,3	150,0	629	629	150,0
	Расточить Ø55,55	1,3	0,3	135,0	774	774	135,0
	Расточить Ø24,5	2,0max	0,3	126,5	1644	1644	126,5
010 оп: Токарная (черновая)	Точить Ø42,9	1,3	0,3	150,0	1113	1113	150,0
	Точить Ø73,3	1,3	0,3	150,0	652	652	150,0
015 оп: Токарная (чистовая)	Точить конус до Ø73,3	0,4	0,15	316,9	1376	1376	316,9
	Расточить Ø55,14	0,4	0,15	285,2	1647	1647	282,2
	Расточить Ø25,3	0,4	0,15	285,2	3590	3200	254,2
020 оп: Токарная (чистовая)	Точить Ø42,1	0,4	0,15	316,9	2397	2397	316,9
	Точить Ø72,5	0,4	0,15	316,9	1392	1392	316,9
	Точить канавку Ø 41,3	0,3	0,10	240,0	1850	1850	240,0
025 оп: Протяжная	Протянуть Ø 26	0,1/2,0	-	8	-	-	8
030 оп: Круглошлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø 41,84	0,13	1,6/0,5*	35	266	266	35
035 оп: Зубострогальная	Строгать зубья начисто	9,68 max	0,2	45	1406	1250	40
040 оп: Сверлильная	Сверлить Ø 2	1	0,06	25	3980	3980	25,0
065 оп: Круглошлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø 41,675	0,08	1,3/0,4*	45	343	345	45

*-подача черновая/чистовая в мм/мин

2.5.4 Расчет технологических норм времени

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени

T_{штуч-кальк}, мин согласно формулы [5, с.101]

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.37)$$

где T_{под-заг} – табличные нормативы времени подготовительно-заключительных работ, мин;

n_{прогр.} – величина настроенной партии заготовок, шт, она равна:

$$n_{прогр.} = N \cdot a / D_{раб}, \quad (2.38)$$

где N - программа выпуска деталей, в год;

a - период запуска партии деталей в днях, принимается для нашего случая $a=6$;

$D_{\text{раб}}$ - рабочие дни

$$n_{\text{прогр}} = 10000 \cdot 6 / 254 = 236 \text{ шт.}$$

Произведем расчет норматива штучного времени $T_{\text{шт}}$:

Для операций лезвийной обработки, кроме операций абразивной обработки $T_{\text{шт}}$, мин будет равно [5, с.101]:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{об.от}} \quad (2.39)$$

где $T_{\text{осн}}$ – время основной обработки заготовки, мин;

$T_{\text{вспом}}$ – время вспомогательных работ, мин.;

k – серийный показатель.

$T_{\text{об.от}}$ - норматив времени, связанный с обслуживанием рабочего места, а также отдыха и личных надобностей, мин.

Для операции абразивной обработки (шлифовальной) $T_{\text{шт}}$, мин будет равно:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{технич.}} + T_{\text{организац.}} + T_{\text{отдых.}} \quad (2.40)$$

где $T_{\text{технич.}}$ - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием рабочего места станочника, мин, который определяется по формуле (2.40);

$T_{\text{организац.}}$ - норматив времени, связанный с организационным обслуживанием, мин;

$T_{\text{отдых}}$ - норматив времени, связанный с перерывами рабочего для отдыха и личных надобностей, мин.

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.41)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин;

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Определим норматив времени вспомогательного $T_{\text{вспом.}}$, мин:

$$T_{\text{вспом.}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.42)$$

где $T_{\text{устан.}}$ – норматив времени, связанный с установкой и снятием детали, мин;

$T_{\text{закрепл}}$ - норматив времени, связанный с закреплением и откреплением детали, мин;

$T_{\text{управл.}}$ - норматив времени, связанный с приемами управления станком, мин;

$T_{\text{измер.}}$ - норматив времени, связанный с измерением детали, мин.

Расчет норм времени на 010 токарную операцию

Произведем определение основного (машинного) времени T_o , мин, по формуле:

$$T_{\text{осн.}} = \frac{L_{\text{раб.ход}} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.43)$$

где $L_{\text{раб.ход}}$ - суммарная длина хода инструмента, мм [9, с. 84], определяется как:

$$L_{\text{раб.ход}} = L_{\text{резан.}} + l_{1\text{подв}} + l_{2\text{врез}} + l_{3\text{переб}}, \quad (2.44)$$

где $L_{\text{резан}}$ – длина поверхности обработки (резания), мм [9, с. 85];

$l_{1,2,3}$ – величины, связанные: с длиной подвода $l_{1\text{подв}}$, врезания $l_{2\text{врез}}$ и перебега $l_{3\text{переб}}$ режущего инструмента, мм [9, с.85];

i - количество ходов режущего инструмента.

$$T_{\text{осн.}} = \frac{19}{1113 \cdot 0,3} + \frac{26}{652 \cdot 0,3} = 0,190 \text{ мин}$$

$$T_{\text{вспом.}} = (0,15+0,20+0,05 \cdot 9 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,814 \text{ мин}$$

$$T_{\text{операт.}} = 0,190+0,814 = 1,004 \text{ мин}$$

$$T_{\text{об.от.}} = 0,06 \cdot 1,004 = 0,060 \text{ мин}$$

$$T_{\text{под-заг.}} = 17 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 1,004+0,060 = 1,064 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч-кальк.}} = 1,064+17/236 = 1,136 \text{ мин}$$

Таким же образом, выполнив расчет на все остальные операции, внесем данные в таблицу 2.7

Таблица 2.7 - Нормы времени

Номер, наименование операции	T _{осн.}	T _{вспом.}	T _{операт.}	T _{об.от.}	T _{под-заг.}	T _{штуч.}	П прогр	T _{штуч-кальк.}
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
005 оп: Токарная (черновая)	0,215	0,795	1,010	0,061	21	1,071	236	1,160
010 оп: Токарная (черновая)	0,190	0,814	1,004	0,060	17	1,064	236	1,136
015 оп: Токарная (чистовая)	0,206	0,892	1,098	0,066	21	1,164	236	1,253
020 оп: Токарная (чистовая)	0,177	0,958	1,135	0,068	21	1,203	236	1,292
025 оп: Протяжная	0,110	0,481	0,591	0,035	19	0,626	236	0,706
030 оп: Круглошлифовальная (черновая)	0,257	0,448	0,705	0,060	21	0,765	236	0,854
035 оп: Зубострогальная	4,533	0,610	5,143	0,308	36	5,451	236	5,603
040 оп: Сверлильная	0,125	0,551	0,676	0,040	19	0,716	236	0,796
065 оп: Круглошлифовальная (чистовая)	0,240	0,448	0,688	0,055	21	0,743	236	0,832

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Выполним расчет основных параметров с описание конструкции и принципа работы станочного приспособления - цангового патрона для обработки детали на круглошлифовальной операции 030.

3.1.1 Определение усилий при резании

Произведем определение мощности резания N , кВт:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot s^x \cdot d^q \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где C_N – показатель вида обработки; $C_N = 0,14$ [15, с.303];

r, x, q, z - величины показателей степени, они равны: $r = 0.8, x = 0.8, q = 0,2, z = 1,0$ [15, с.303];

d - обрабатываемый диаметр, мм;

s - радиальная подача, мм/об;

b - ширина шлифования, мм

$$N = 0.14 \cdot 35^{0.8} \cdot 0.006^{0.8} \cdot 41.84^{0.2} \cdot 18^1 = 1,52 \text{ кВт}$$

Произведем определение силы резания P_z , Н:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v} = \frac{1.52 \cdot 1020 \cdot 60}{35} = 2658 \text{ Н} \quad (3.2)$$

3.1.2 Расчет сил зажима заготовки

Выполним эскиза действий сил резания с силами зажима, рисунок 3.1.

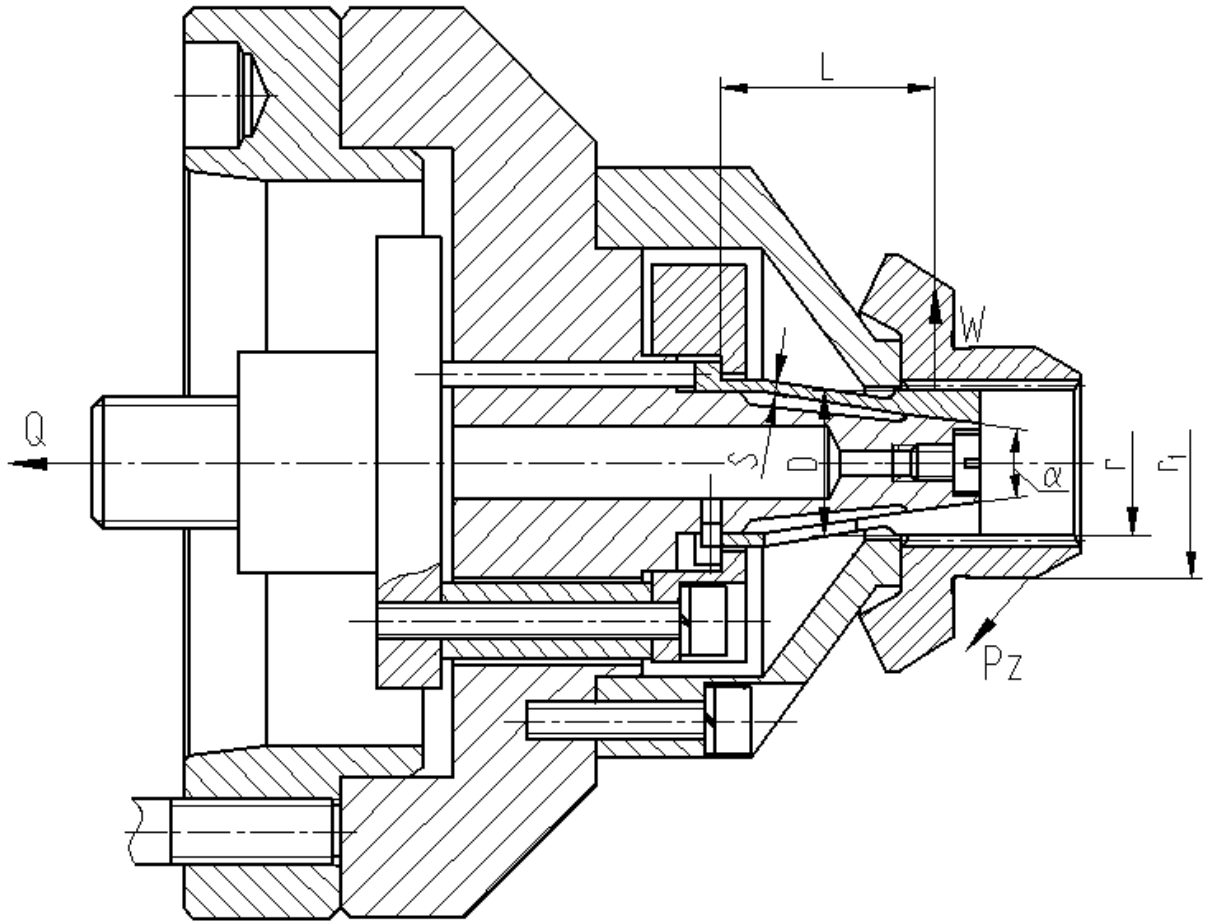


Рисунок 3.1 - Эскиз действий сил резания с силами зажима

Произведем расчет необходимого усилия зажима заготовки цангами:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r}{f \cdot r_1}, \quad (3.3)$$

где K - показатель запаса, вычисляемый по формуле (3.4) [16, с.382]:

P_z – сила резания, Н;

r_1 - радиус поверхности действия силы резания, мм.

r - радиус поверхности действия силы зажима, мм;

f – показатель сил трения, $f = 0,4$ [2, с. 153];

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.4)$$

где K_0 - гарантированный показатель запаса. $K_0 = 1,5$ [16, с.382];

K_1 - показатель увеличения сил резания из-за погрешностей поверхности обрабатываемой заготовки; $K_1 = 1,0$ [16, с.382];

K_2 - показатель увеличения сил резания в зависимости от состояния режущего инструмента; $K_2 = 1,2$ [16, с.383];

K_3 - показатель зависимость силы резания от плавности процесса резания; $K_3 = 1,2$ [16, с.383];

K_4 - показатель характеристики постоянство силы, развиваемой механизмом зажима; $K_4 = 1,0$ [16, с.383];

K_5 - показатель эргономики немеханизированного зажима; $K_5 = 1,0$ [16, с.383];

K_6 – показатель наличия моментов поворота заготовки; $K_6 = 1,0$ [16, с.384].

$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$, т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2.5 \cdot 2658 \cdot 41.84 / 2}{0,4 \cdot 26 / 2} = 26731 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет механизма зажима

Произведем определение тяги привода Q , необходимой, чтобы обеспечить силу зажима W_z :

$$Q = K \cdot (W_z + W') \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right), \quad (3.5)$$

где $K = 1,05$ – показатель запаса, который учитывает дополнительные силы трения в приспособлении;

W' - усилие сжатия лепестков цанг, необходимое, чтобы выбрать зазор между ее губками и заготовкой, Н;

α -угол конической цанги;

φ -угол трения, возникающий между цангой и втулкой.

Произведем определение силы сжатия лепестков цанг:

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (3.6)$$

где Δ - величина зазор от цанги до заготовки, мм;

s - толщина стенки лепестка, мм;

D - диаметр лепестка цанги, мм;

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

Подставим значения в формулу (3.9) и (3.8), получим:

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 26^3}{40^3} = 329 \text{ Н.}$$

$$Q = 1,05 \cdot (6731 + 329) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50'\right) = 6734 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет силового привода

Для пневмоцилиндра с рабочим давлением 1,0 МПа диаметр поршня будет равен:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

где p - рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,95$ - КПД привода.

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{6734}{1,0 \cdot 0,95}} = 98,5 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартное значение $D = 100$ мм.

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Так как патрон, применяемый при установке заготовки – самоцентрирующий, то погрешность базирования будет равна нулю, $\varepsilon_B = 0$ – база измерительная совпадает с базой технологической.

3.1.6 Описание принципа работы приспособления

При проектировании данного приспособления составим спецификацию, в которой указана составляющие его конструкции

Опишем принцип работы данного приспособления:

Заготовка устанавливается на цанге, позиция 16 с упором в торец опоры, позиция 10.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 12 через шток, позиция 17 тянет тягу, позиция 14 и шток, позиция 18 влево. Шток, позиция 18, жестко скрепленный с цангой через кольцо, позиция 8, тянет цангу, позиция 16, лепестки которой, скользя по конусу корпуса, позиция 5, разжимаются, центрируя и зажимая заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 12 отходит вправо, шток, позиция 18 под действием плунжеров, позиция 13 сдвигает цангу, позиция 16 вправо и ее лепестки сжимаются и освобождают заготовку.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Для выполнения токарных операций применяются инструменты с механическим креплением пластин.

У данных резцов существует ряд недостатков - низкая надежность, от этого низкая стойкость, сложность замены пластины.

3.2.1 Выбор основных параметров инструмента

По сравнению со стандартными резцами произведем изменение конструкции механизма зажима режущей пластины, что приведет к решению указанных недостатков.

Разрабатываем резец-вставку для контурного точения .

Пластина трехгранная, главный угол в плане $\varphi = 97^{\circ}$, передний угол

принимаем $\gamma = 10^\circ$, задний угол принимаем $\alpha = 5^\circ$

Габаритные размеры державки резца принимаем следующие:

- высота державки $h = 25$ мм;
- ширина державки $b = 25$ мм;
- общая длина резца $L = 115$ мм

Державку выполняем из стали 40Х, твердостью 40...45 НРС с оксидированием

Пластину – из твердого сплава Т15К6

Штифт и гайку выполним из стали 45 с ТО до твердости 32...35 НРС.

Основные тех требования на резец принимаем по ГОСТ 266613-85.

3.2.2 Описание конструкции инструмента

Резец состоит из следующих компонентов: державки, позиция 4, в ней закручены регулировочные винт, позиция 2 и болт, позиция 1, пластины, позиция 5, штифта, позиция 6, гайкой, позиция 3.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Произведем описание технологического объекта данной бакалаврской работы, которое характеризуется паспортом объекта, в котором описываются этапы техпроцесса, виды работ, применяемое технологическое оборудование и перечень различных расходных материалов и веществ, которые участвуют в данном этапе техпроцесса. Внесем данные в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты заполнения технологического паспорта объекта

Наименование перехода технологического процесса, выполняемые работы, должность работника	Модель технологического оборудования	Применяемые материалы и вещества
1) Пер.: Штамповка, Оп: Заготовительная, Рабочий: Кузнец-штамповщик	КГШП	Металл
2) Пер: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	16Б16Т1	Металл, СОЖ
3) Пер: Протягивание, Оп: Протяжная, Рабочий: Протяжник	7Б64	Металл, СОЖ
4) Пер: Зубострогание, Оп: Зубострогальная, Рабочий: Зуборезчик	5А250	Металл, СОЖ
5) Пер: Сверление, Оп: Сверлильная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	S500	Металл, СОЖ
6) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3Б153Т	Металл, СОЖ

4.2 Определение производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Произведем определение основных производственных, технологических, эксплуатационных профессиональных рисков, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74, именуются как опасные и вредные производственные факторы.

Опишем эти факторы для основных технологических операций с наименованием операций и переходов, перечнем произв. факторов и источником этих факторов. Результаты приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Определение профессиональных рисков

Переход техпроцесса, операция, Источник возникновения произв. фактора	Перечень опасных и вредных произв. фактор
2	3
Оп: Заготовительная Источник: КГШП	Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов, большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке
Оп: Токарная Источник: 1ББ16Т1	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Протяжная Источник: 7Б64	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Зубострогальная Источник: 5А250	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Сверлильная Источник: S500	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Круглошлифовальная Источник: 3Б153Т	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Анализируя действующие опасные и вредные произв. факторы, опишем организационно-технические методы, а также технические средства для защиты от них. Результаты приводим в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень средства и методов устранения воздействия опасных и вредных произв. факторов

Опасный, вредный произв. фактор	Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора
1) Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов	Орг.методы: Ограждение оборудования СИЗ: Краги для металлурга
2) Перемещающиеся машины и части механизмов	Орг.методы: Необходимо соблюдать правила безопасности выполняемых работ СИЗ: Каска защитная, очки защитные
3) Перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки	Орг.методы: Защитное огораживание технологического оборудования СИЗ: Каска защитная, очки защитные
4) Воздействие пыли, загазованности, стружки приводит к фиброгенному воздействию	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной СИЗ: Респиратор
5) При применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной, огораживать технологическое оборудование, на станках применять защитные экраны СИЗ: Респиратор, перчатки
6) Большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке;	Орг.методы: Подналадка технологического оборудования для исключения его шума, при увеличении жесткости технологических систем уменьшаются резонансные колебания, применение специальных материалов, которые поглощают шум, колебания и вибрации СИЗ: беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

4.4.1 Определение опасных факторов пожара

Произведем выявление возможных опасных факторов, которые могут привести к пожару. Определим класс пожара (А...F) в зависимости от горения различных веществ, материалов и газов.

А также, наряду с опасными факторами пожара, непосредственно воздействующими на людей и материальное имущество опишем также сопутствующие проявления опасных факторов пожара.

Все полученные данные заносим в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Определение классов и опасных факторов пожара

Технологический участок, применяемое оборудование	Наименование класса пожара	Возникающие факторы пожара: опасные и сопутствующие
1	2	3
Участок: Кузнечный. Оборудование: КГШП	Класс D – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно металлов	Опасные: Пламя и искры; тепловой поток Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: Лезвийная обработка Оборудование: 16B16T1, 7B64, 5A250, S500	Класс B – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборудование: 3B153T	Класс B – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасные: Пламя и искры Сопутствующие: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.

4.4.2 Определение организационных мероприятий и подбор технических средств для обеспечения пожарной безопасности разрабатываемого технического объекта

Подберем организационно-технические методы и технические средства, необходимые для защиты от пожаров.

1) Первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком

2) Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся пожарные автомобили, пожарные лестницы.

3) Автоматические пожарные средства. К ним относятся различные приемно-контрольные пожарные приборы, а также технологические средства, применяемые для оповещения и управления эвакуацией.

4) Пожарное оборудование. К нему относятся различные напорные пожарные рукава, а также рукавные разветвления.

5) Средства для индивидуальной защиты, а также спасения людей при пожарах. К ним относятся пожарные веревки, различные карабины, а также респираторы и противогазы.

6) Пожарный инструмент. К нему относится как механизированный, так и немеханизированный инструмент: пожарные багры, ломы, лопаты и т.д.

7) Пожарные сигнализация. К ним относятся автоматизированные извещатели для связи и оповещения.

4.4.3 Определение организационных и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение пожара

Произведем разработку организационных и организационно-технических мероприятия, необходимых для предотвращения возникновения пожара, а также опасных факторов, которые способствуют возникновению пожара на одну из операций.

Операция: Сверлильная, оборудование: S500

Произведем описание видов реализуемых организационных и организационно-технических мероприятий:

- необходимо контролировать правильную эксплуатацию производственного оборудования, содержать его в технически исправном состоянии;
- своевременно проводить пожарный инструктаж по пожарной безопасности;
- повсеместно применять различные автоматические устройства, предназначенные для тушения пожаров, устройства обнаружения возгораний и устройства оповещения при пожаре.

Произведем описание требования, которые необходимо предъявить для обеспечения пожарной безопасности:

- своевременно проводить противопожарное инструктирование работников,
- запрещать курение в не отведенных для этого местах, запрещать применение открытых очагов огня вне производственных мест,
- при проведении работ, связанных с возгоранием необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности,
- необходимо применять средства для тушения пожаров,
- необходимо применять средства сигнализации и извещения о возгорании.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Произведем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые возникают при технологическом процессе.

4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

В зависимости от вида предлагаемого технологического процесса проведем идентификацию негативных экологических факторов применимо к одной из операций.

Операция: Сверлильная, оборудование: S500

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: S500

2) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;

- различные нефтяные продукты;

- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в $1,0 \text{ м}^3$

4.5.1 Определение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение негативных антропогенных воздействий разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Произведем описание разработанных организационно-технических мероприятий, которые направлены на уменьшение вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду, применимо к одной из операций.

Результат занесем в таблицу 4.3

Таблица 4.8 - Организационно-технические мероприятия уменьшения вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Операция, оборудование	Наименование технического объекта. Мероприятия, направленные на снижение вредного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Сверлильная, S500	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В результате выполнения данного раздела были получены следующие результаты:

- произведено описание техпроцесса изготовления детали, выбранного оборудования, должностей работников, применяемых в техпроцессе веществ и материалов;

- определены профессиональные риски по операциям техпроцесса, описаны возникающие опасные и вредные производственные факторы. Для защиты от воздействия этих факторов определены организационные методы, технические средства и средства индивидуальной защиты;

- рассмотрено обеспечение пожарной и техногенной безопасности, разработаны технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

- рассмотрены экологические факторы с разработкой мероприятий по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операция 025 – Токарная тонкая</u></p> <p>Чистовая обработка радиуса и торца производится тонким точением.</p> <p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 200НТ.</p> <p><u>Оснастка</u> – Патрон цанговый ГОСТ 17200-71</p> <p><u>Инструмент</u> – Резец-вставка подрезной. Пластина 3-хгранная, ВКЗМ.</p> <p>$T_O = 0,750$ мин</p> <p>Штучное время операции</p> <p>$T_{шт} = 1,397$ мин</p>	<p><u>Операция 030 – Круглошлифовальная</u></p> <p>Чистовая обработка наружной поверхности и торца производится черновым шлифованием.</p> <p><u>Оборудование</u> – Торцекруглошлифовальный врезной полуавтомат 3Б153Т.</p> <p><u>Оснастка</u> – Патрон цанговый ГОСТ 17200-71</p> <p><u>Инструмент</u> – 1 Шлифовальный круг 3 500x30x203 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>$T_O = 0,257$ мин</p> <p>Штучное время операции</p> <p>$T_{шт} = 0,854$ мин</p>

Описанные, в таблице 5.1., условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо

знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом ТП не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [10], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

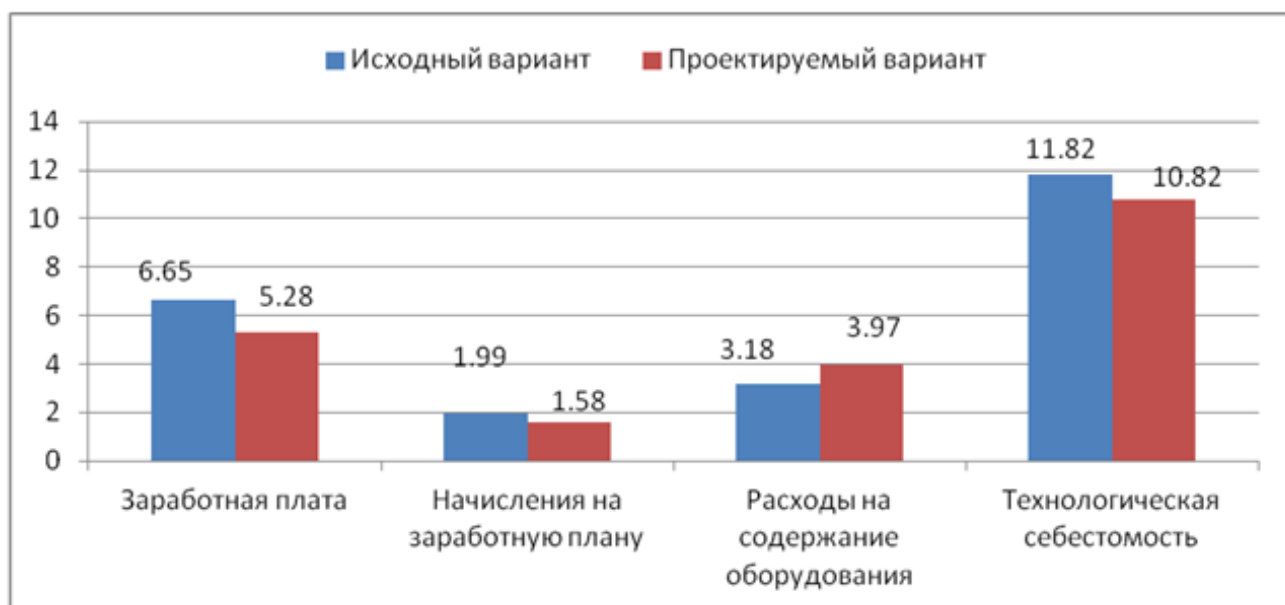


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 51936,1 руб., в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса и т.д.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [10], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Срок окупаемости инвестиций	T_{OK} , лет	5
2	Общий дисконтированный доход	$D_{OБЩ.ДИСК}$, руб.	60640,0
3	Интегральный экономический эффект	$E_{ИНТ} = ЧДД$, руб.	8703,9
4	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,17

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно:

- получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 8703,9 руб.;

- рассчитано значение срока окупаемости – 5 лет, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,17 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над бакалаврской работой предложены следующие изменения в базовый технологический процесс:

- разработка современной технологии изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- совершенствование структуры технологических операций при применении современного технологического оборудования, производящегося на ведущих предприятиях России;
- применение современного режущего инструмента, производящегося в России, в том числе по лицензиям ведущих зарубежных производителей, приводит к существенному увеличению производительности обработки;
- применяемая высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом существенно увеличивает точность обработки со снижением вспомогательного времени;
- разработана конструкция цангового патрона с механизированным приводом;
- разработана конструкция токарного сборного резца для токарной черновой операции.

Перечисленные изменения базового технологического процесса позволили добиться цели бакалаврской работы сформулированной во введении.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 8703,9 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.
- 2 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
- 3 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
- 4 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / А.А. Гусев, И.А. Гусева. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 5 Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.
- 6 Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введение 1990-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. – 364 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..
- 11 Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

12 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

13 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 1/ А.Г. Косилова [и другие]; под редакцией А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 2/ А.Г. Косилова [и другие]; под ред. А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В двух книгах. Книга 1./ Б.Н. Вардашкин; под редакцией Б.Н. Вардашкина [и других]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с.

18 Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

19 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

20 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

21 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник. / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 м., ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта представленного технологического процесса.

ГОСТ 3.1118-82 Формат 1														
Доп.														
Взм.														
Подп.														
													01101 252XX	1 4
Взм.	Профиль												XXXX	XXXX
Доб.	Гуляе												10141	00001
Н. Контр.	Вып. №006.													
Шестерня коническая														
М01 Сталь 38Х2МЮА ГОСТ4543-71														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.в.асх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
М02	-	166	0,41		0,59	41211XXX		Ø75,9x44	1	0,69				
А	цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	В	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.
Б					Код, наименование оборудования									Лит.
Обозначение документа														
А01	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТИ37.101.7034-2008									
Б02	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1 21 1,071
03														
А04	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТИ37.101.7034-2008									
Б05	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1 17 1,064
06														
А07	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТИ37.101.7034-2008									
Б08	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1 21 1,164
09														
А10	XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТИ37.101.7034-2008									
Б11	391148XXX		16Б16Т1			2	15929	411	1Р	1	1	1	236	1 21 1,203
12														
А13	XXXXXX	025	4182	Протяжная	ИОТИ37.101.7346-2009									
Б14	381753XXX		7Б64			2	16458	411	1Р	1	1	1	236	1 19 0,626
МК														

Дроб. Взвм. Лоп.											01101	252XX	2	3	
А		РМ		Опер.		Код, наименование операции		Обозначение документа							
Б		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпа.	Тшт.	
А01		XXXXXX	030	4131	Круглошлифовальная		ИОТИ 37.101.7419-2008								
Б02		38132XXX	35153Т		2	18873	411	1Р	1	1	236	1	21	0,765	
03															
А04		XXXXXX	035	4153	Зубострогальная		ИОТИ 37.101.7111-2009								
Б05		381572XXX	5А250		2	18632	411	1Р	1	1	236	1	36	5,451	
06															
А07		XXXXXX	040	4121	Сеерильная		ИОТИ 37.101.7120-2009								
Б08		391213XXX	S500		2	17335	411	1Р	1	1	236	1	19	0,716	
09															
А10		XXXXXX	045	0200	Слесарная										
Б11		38132XXX	4407												
12															
А13		XXXXXX	050	0130	Моечная										
Б14		375698XXX	КММ												
15															
А16		XXXXXX	055	0200	Контрольная										
17															
А18		XXXXXX	060	0511	Термическая										
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционные карты технологических эскизов.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.067.60.000.СБ.	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
A3		1	17.07.ТМ.067.60.100	Муфта		
				<u>Детали</u>		
		2	17.07.ТМ.067.60.002	Втулка	3	
		3	17.07.ТМ.067.60.003	Втулка	1	
		4	17.07.ТМ.067.60.004	Демпфер	1	
		5	17.07.ТМ.067.60.005	Корпус	1	
		6	17.07.ТМ.067.60.006	Корпус	1	
		7	17.07.ТМ.067.60.007	Кольцо	1	
		8	17.07.ТМ.067.60.008	Кольцо	1	
		9	17.07.ТМ.067.60.009	Крышка	1	
		10	17.07.ТМ.067.60.010	Опора	1	
		11	17.07.ТМ.067.60.011	Пробка	1	
		12	17.07.ТМ.067.60.012	Поршень	1	
		13	17.07.ТМ.067.60.013	Плунжер	3	
		14	17.07.ТМ.067.60.014	Тяга	1	
		15	17.07.ТМ.067.60.015	Фланец	1	
		16	17.07.ТМ.067.60.016	Цанга	1	
			17.07.ТМ.067.60.000			
Ком.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Рядов.		Прокофьев			Лит.	Лист
Посл.		Гулеев				Листов
						1 3
И. Контр.		Витковская			ТГУ, зр. ТМБз-1232	
Утв.		Лозина				

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация, применительно к чертежу режущего инструмента.

