

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 вала привода механизма
загрузки токарного станка

Студент(ка)	<u>Тюрин С.М.</u>	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	<u>Воронов Д.Ю.</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

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)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Н.Ю. Логинов

«___» _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»

Студент ____ Тюрин С.М. _____ гр. ТМбз-1232

1. Тема ____ Технологический процесс изготовления вала привода механизма загрузки токарного станка _____

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017 г.

3. Исходные данные к бакалаврской работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание бакалаврской работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.

Введение

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

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

Виткалов В.Г.

Степаненко А.В.

Краснопевцева И.В.

Руководитель бакалаврской работы	 _____	Воронов Д.Ю. _____ (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	 _____	Тюрин С.М. _____ (И.О. Фамилия)

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)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

(подпись)

«___» _____ 2017 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента _____ Тюрина С.М.

По теме _____ Технологический процесс изготовления вала привода механизма загрузки токарного станка

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Описание исходных данных	29.04.2017	29.04.2017	Выполнено	
Технологическая часть работы	15.05.2017	15.05.2017	Выполнено	
Проектирование станочного и контрольного приспособлений	20.05.2017	20.05.2017	Выполнено	
Безопасность и экологичность технического объекта	29.05.2017	29.05.2017	Выполнено	
Экономическая эффективность работы	29.05.2017	29.05.2017	Выполнено	
Заключение	29.05.2017	29.05.2017	Выполнено	
Список использованных источников	29.05.2017	29.05.2017	Выполнено	
Приложения	29.05.2017	29.05.2017	Выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

Воронов Д.Ю.
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Тюрин С.М.
(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления вала привода механизма загрузки токарного станка

Бакалаврская работа.

Тольяттинский Государственный университет 2017 г.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, режущий инструмент, технологическая оснастка, станок, режимы резания, нормы времени, экономический эффект.

В данной работе спроектирован новый технологический процесс изготовления вала привода механизма загрузки токарного станка для условий среднего серийного производства при годовой программе выпуска детали 10000 шт/год).

Данная работа содержит пять разделов. Во введении содержится цель работы, в заключении – результаты выполнения данной работы

В первом разделе работы выполнен анализ служебного назначения нашей детали, анализ технологичности, проанализирован базовый техпроцесс и определены пути совершенствования техпроцесса.

Во втором разделе выполнена технологическая часть работы, где выполнена разработка проектного технологического процесса, который включает в себя: выбор типа производства, расчет заготовки, определение схем базирования, проектирование технологического маршрута, выбор средств технического оснащения, а также необходимые расчеты – припусков, режимов резания, норм времени.

В третьем разделе выполнены конструкторские расчеты двух приспособлений – станочного и контрольного.

Четвертый и пятый раздел бакалаврской работы посвящены вопросам безопасности, экологичности и экономической эффективности работы.

Объем работы составляет: 75 страниц, 19 таблиц, 6 рисунков и графической части, содержащей 7,5 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Описание исходных данных	8
2 Технологическая часть работы	16
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений	39
4 Безопасность и экологичность технического объекта	46
5 Экономическая эффективность работы	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	58
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.	59
ПРИЛОЖЕНИЯ	61

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из ведущих отраслей промышленности Российской Федерации.

Основное значение для технического перевооружения и совершенствования отраслей народного хозяйства имеет развитие машиностроения, всемерное форсирование производства автоматических линий и машин, средств автоматизации, механики, электроники, точных приборов.

При совершенствовании промышленного производства деталей машин и механизмов необходимо использовать различные технологические средства, которые обеспечат выпуск продукции необходимого качества, в заданном количестве и в максимально короткие сроки.

Данная бакалаврская работа посвящается разработке технологического процесса изготовления детали «вал привода механизма загрузки токарного станка» для среднесерийного типа производства.

Цель данной работы – получение детали с наименьшими затратами, в заданном объеме и лучшим качеством. Приобретение практического опыта в разработке и совершенствовании технологического процесса изготовления детали, в конструировании и расчете станочных, контрольных приспособлений и режущих инструментов, разработке комплекта технологической документации.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь называется «вал», устанавливается в приводе механизма загрузки токарного станка предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента.

Фрагмент узла, в состав которого входит вал приведен на рисунке 1.1.

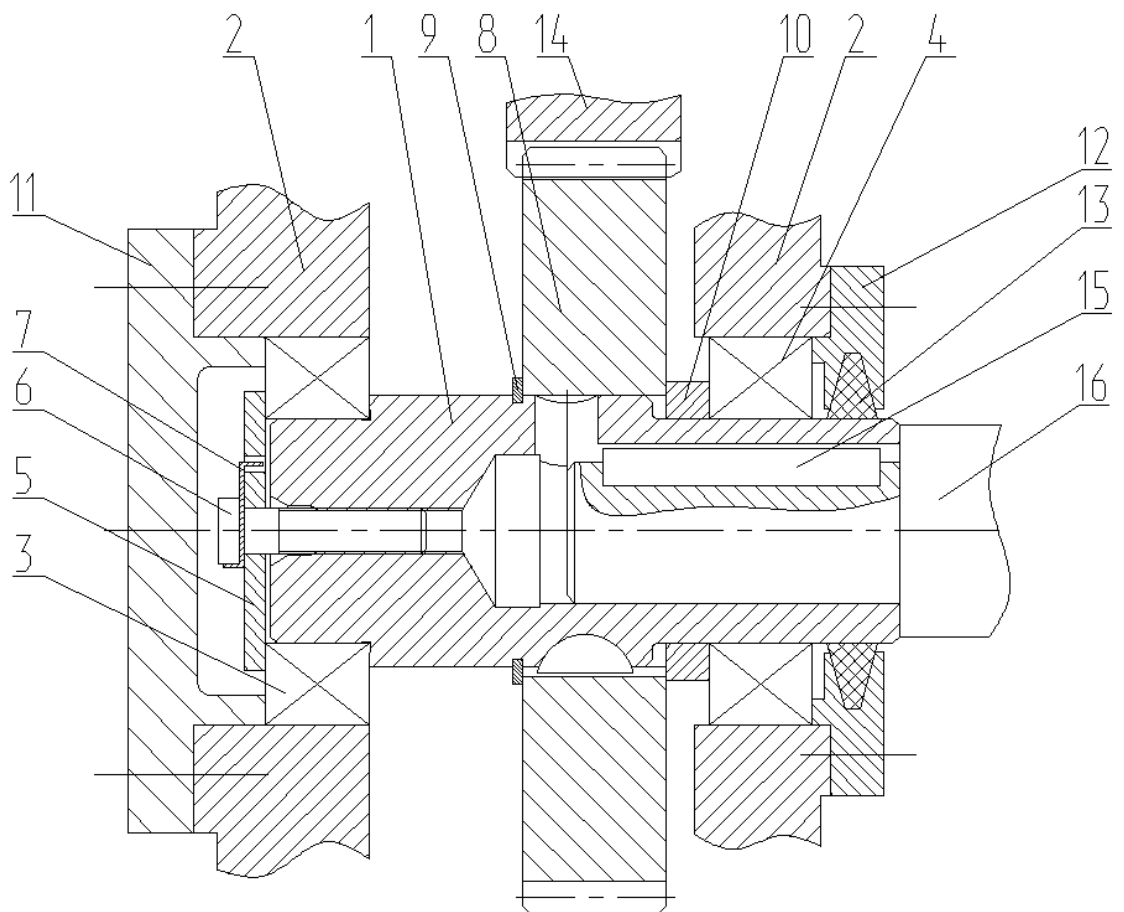


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла

Вал 1 (рисунок 1) установлен в корпусе 2 с на подшипниках 3 и 4. В наружное кольцо подшипника 3 упирается буртик крышки 5, которая крепится винтами к корпусу 2. Для уплотнения вала 1 в крышке 5 установлена манжета 6.

Подшипник 4 фиксируется на валу 1 с помощью гайки 7.

На выходном шлицевом конце вала 1 установлено зубчатое колесо 8, которое фиксируется с помощью стопорного винта 9. На шейке вала 1 установлено колесо 10, которое крепится винтами 11 и 12.

В центральном отверстии вала 1 установлена втулка 13. В пазы вала 1 входят головки рычагов 14, 15 и 16.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал детали - сталь 40Х по ГОСТ 4543-71, ее характеристики представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х по ГОСТ 4543-71

В процентах

Химический элемент	Обозначение	Процент
Углерод	C	0,36-0,44
Сера	S	0,035, не более
Фосфор	P	0,035, не более
Медь	Cu	0,3, не более
Кремний	Si	0.17-0.37
Молибден	Mo	0,5-0,80
Хром	Cr	0,8-1,2
Кремний	Si	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х по ГОСТ 4543-71

Состояние поставки	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
	МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
Прутки	360	785	16	40	50	217

Анализируя таблицы 1.1. и 1.2, приходим к выводу, что химсостав и механические свойства стали 40Х соответствуют требованиям, предъявляемым к материалу детали и обеспечат выполнение ее служебного назначения при эксплуатации.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей призвана систематизировать требования к поверхностям детали.

Для этого пронумеруем все поверхности детали рисунок 1.2:

- исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – поверхности 24,27;
- основные конструкт. базы, поверхности ориентирующие данную деталь в узле – поверхности 3,5,12;
- вспомогательные конструкт. базы определяют положение других деталей присоединяемых к рассматриваемых - поверхности 7,8,9,13,15,18,21,26;
- свободные поверхности - поверхности 1,2,4,6,10,11,12,14,16,17, 19,20,22,23,25

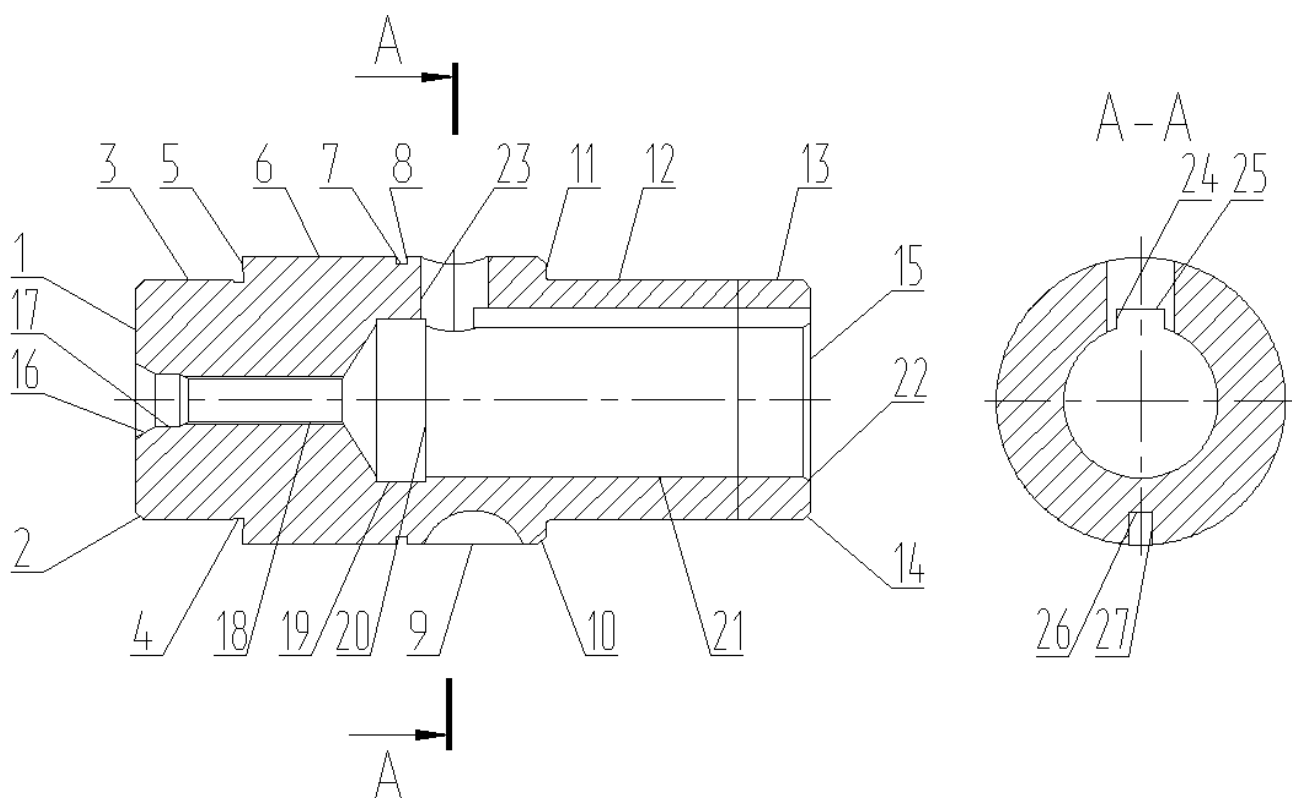


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1 Анализ количественных показателей технологичности

1.2.1.1 Коэффициент, анализирующий унификацию поверхностей

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

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

Σn - число всех поверхностей детали.

$K_{\text{ун.}} = 1$, технологичность выполнена.

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.

$$B_{\text{ср.}} = (1 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,63 + 3 \cdot 1,25 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 3,2 + 17 \cdot 6,3) / 27 = 4,6 \text{ мкм},$$

$$K_{\text{шр.}} = 1 / 4,6 = 0,22$$

$K_{\text{шр.}} < 0,32$, технологичность выполнена.

1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

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

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

$$A_{cp.} = \frac{A_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – конкретный квалитет точности;

Σni – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{cp.} = (3 \cdot 4 + 1 \cdot 7 + 4 \cdot 9 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 11 + 16 \cdot 14) / 27 = 11,5$$

$$K_{Tч.} = 1 - 1/11,5 = 0,91$$

$K_{Tч.} > 0,85$, технологичность выполнена.

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 «Крышка задняя» 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: IT4 – поверхности 3,9,12; Ra 0,4 на поверхность 13; соосность 0,012 поверхности 3,9,12 относит. поверхностей 3,12.

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 вала является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Рассмотрим базовый техпроцесс с целью выявления недостатков, последовательности и содержания операций - таблицу 1.3.

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

Содержание	СТО			
	Оборудование	Оснастка		
		Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5
000 Заготовительная				
005 Токарная черн.	16K20	Резец проходной, T5K10 подрезной, T5K10 Сверло центровочное P6M5	Штангенциркуль	Патрон 3-х кулачковый
010 Токарная чист.	16K20	Резец проходной, T5K10 подрезной, T5K10 канавочный T5K10	Штангенциркуль	Патрон поводковый с центром. Центр вращающийся
015 Шлифовальная черн.	3M131	Шлифовальный круг	Калибр-скоба	Патрон поводковый с центром. Центр упорный
020 Моечная	KMM			
025 Фрезерная	6P11	Фреза пазовая P6M5	Шаблон	Приспособление специальное
030 Координатно-расточная	ИС500ПМ 1Ф4	Сверло спиральное P6M5 Зенкер P6M5 Развертка P6M5 Резец расточной T30K4	Штангенциркуль Калибр-пробка	Приспособление специальное
035 Сверлильная	2P135	Сверло спиральное P6M5	Штангенциркуль	Приспособление специальное
040 Долбежная	7Д430	Сверло спиральное P6M5	Штангенциркуль	Приспособление специальное
045 Слесарная	Верстак	Напильник, шлифшкурка Метчик P5M5		

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5
050 Контрольная				
055 Термическая (закалка, низкий отпуск)				
060 Токарная	Токарно-винторезный 16K20	Сверло центровочное Р6М5 Зенковка 60° Р6М5	Шаблон	Патрон 3-х кулачковый
065 Шлифовальная чист.	3М131	Шлифовальный круг	Калибр-скоба	Патрон поводковый с центром. Центр упорный
070 Торцевнутришлифовальная чист.	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-скоба	Патрон цанговый
075 Моечная				
080 Контрольная				
085 Термическая (стабилизационный отпуск)				
090 Токарная	Токарно-винторезный 16K20	Сверло центровочное Р6М5 Зенковка 60° Р6М5	Шаблон	Патрон 3-х кулачковый
095 Шлифовальная чист.	3М131	Шлифовальный круг	Калибр-скоба	Патрон поводковый с центром. Центр упорный
100 Токарная	Токарно-винторезный 16K20	Лента полировальная, паста абразивная	Профилометр	Патрон 3-х кулачковый
105 Моечная				
110 Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Проанализировав базовый технологический процесс, представленный в таблице 1.4, определим его основные недостатки:

- устаревшая технология для единичного производства

- низкопроизводительные станки и инструменты;
- большие штучное время обработки

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Произведем описание основных задач бакалаврской работы и методом совершенствования технологии:

- рассчитаем припуск на обработку аналитическим методом и спроектировать заготовку с минимальными припусками;
- применим для проектного техпроцесса наиболее оптимальных высокопроизводительных станков, в основном с ЧПУ или полуавтоматы;
- применим современный инструмент, что снижает число переходов и повышает производительность обработки;
- выберем современную механизированную и автоматизированную технологическую оснастку;
- спроектируем приспособление для токарной операции;
- спроектируем контрольное приспособление;
- проведем анализ ТП с точки зрения безопасности и экологичности;
- произведем расчет экономического эффекта.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Для разных типов производства существуют разные подходы к дальнейшей разработки техпроцесса.

Согласно рекомендаций [9, с. 24, табл. 31] исходя из массы детали 1,9 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 Выбор вариантов проектирования исходной заготовки

В качестве заготовки для детали 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], $K_p = 1.9$.

$$M_{шт.} = 1.9 \cdot 1.9 = 3.61 \text{ кг}$$

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

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки ТЗ [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С2 [8, с. 29].

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

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

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

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

$$d_{\text{пр.}} = 60 \cdot 1,05 = 63,0 \text{ мм}$$

$$l_{\text{пр.}} = 140 \cdot 1,05 = 142,8 \text{ мм}$$

По этим данным по ГОСТ стандартное значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 65 \text{ мм}$.

$$l_{\text{пр.}} = 142,8 \text{ мм}.$$

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

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

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 65^2 \cdot 142,8 / 4 = 473614 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 473614 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 3,72 \text{ кг}$$

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

$$\text{Круг} \frac{65 - \text{В1} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Технико-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле

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

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

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

$C_{\text{отх.}}$ – цена отходов при мехобработке, 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 [8, с. 23];

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

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

$K_{\text{сл.}}$ – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки,
 $K_{\text{сл.}} = 0.87$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 1.14$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки, для стали 40Х принимаем $K_{\text{м.}} = 1.18$ [11, с. 24];

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

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 3.61 \cdot 1.0 \cdot 0.87 \cdot 1.14 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 47.32 \text{ руб}$$

Произведем определение цены мехобработки 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 мехобработки резанием $C_{\text{уд.}}$, руб равна:

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

где C_c – общие финансовые траты, руб/кг, $C_c = 14,8$ руб/кг [11, с. 25];

C_k – финансовые траты, руб/кг, $C_k = 32,5$ руб/кг

E_n – показатель норм эффективности ($E = 0,1 \dots 0,2$). Принимает $E_n = 0,16$.

$$C_{mo.} = (3.61 - 1.9) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 34.20 \text{ руб}$$

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

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

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

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

$$C_{отх.} = (3.61 - 1.9) \cdot 0.4 = 0.68 \text{ руб}$$

$$C_{дет.} = 47.32 + 34.20 - 0.68 = 80.83 \text{ руб}$$

2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

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

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

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

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

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

где $C_{пз.}$ – затраты 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:

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

где $d_{\text{пр.}}$ – размер прутка, мм.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 65^2 \cdot 10^{-3} = 0.80 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 0.80 \cdot 1,5 = 1.20 \text{ мин}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 1.20 / 60 = 0.61 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 10 \cdot 3.72 + 0.61 = 37.78 \text{ руб}$$

Цена мехобработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (3.72 - 1.90) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 36.36 \text{ руб}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (3.72 - 1.90) \cdot 0.40 = 0.73 \text{ руб}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 37.78 + 36.36 - 0.73 = 73.42 \text{ руб}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

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

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

Тогда при заготовке штамповки: $K_{\text{и.м.}} = 1.90 / 3.61 = 0.53$

При заготовке из проката: $K_{\text{и.м.}} = 1.90 / 3.72 = 0.51$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{\text{им}}$, делаем вывод о том, что оптимальный вариант получения заготовки – прокат.

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

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

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

Подставив имеющиеся данные в формулу (2.16), получим:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (80.83 - 73.42) \cdot 10000 = 74195 \text{ руб.}$$

2.2.4 Проектирование и расчет исходной заготовки

Найдем максимальный диаметр заготовки из проката

На прокат примем припуски: на черновое точение припуск составляет 3,8 мм, на чистовое 0,8 мм, на шлифование 0,4 мм

Тогда диаметр заготовки

$$D = 60 + 3,8 + 0,8 + 0,4 = 65 \text{ мм}$$

Принимаем прокат по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{65 - \text{В ГОСТ 2590} - 2006}{40\text{X ГОСТ 4543} - 71}$$

Припуск на подрезку каждого торца по 1 мм на сторону.

Тогда длина заготовки

$$L_3 = 140 + 1 \cdot 2 = 142 \text{ мм, принимаем } 142 \text{ мм.}$$

При расчете объема цилиндрические элементы проката будем определять по формуле (2.5) по плюсовым допускам $\varnothing 65^{+0,5}_{-1,1}$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14 / 4 \cdot (65,5^2 \cdot 142) = 478234 \text{ мм}^3$$

Произведем определение массы проката $M_{\text{прок.}}$, кг по формуле (2.2)

$$M_{\text{прок.}} = V \cdot \gamma = 478234 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 3,75 \text{ кг}$$

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

$$\text{КИМ} = M_d / M_{\text{прок.}} = 1,9 / 3,75 = 0,51$$

2.3 Выбор технологических баз. Технологический маршрут и план обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

В качестве черновых баз на первой операции чернового точения возможно использовать наружный диаметр проката, поверхность 6 и торец поверхность 1.

При следующей токарной обработке левого конца в качестве баз возможно использовать поверхность 12 и торец поверхность 15.

При дальнейшей токарной обработке правого конца в качестве баз возможно использовать поверхность 3 и торец поверхность 1.

При фрезерной обработке на первом установе в качестве баз возможно использовать поверхность 3,12 и торец поверхность 15, на втором добавляется угловое центрирование по поверхности 23.

В качестве баз при шлифовальной обработке необходимо использовать центровые фаски 16,22.

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]. Определим коэффициент трудоемкости.

По результатам выбора маршрутов обработки заполним таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Поверхности обработки	Последовательность обработки	IT	Ra
1	2	3	4
1,15,11	Т-Тч-ТО	14	6,3
6	Т-Тч-ТО	9	6,3
2,4,10,14	Тч-ТО	14	6,3
7,8	Тч-ТО	12	6,3
17,23	С-ТО	14	6,3
16	С-ТО-Ш	7	1,25
22	РЧ-ТО-Ш	7	1,25
18	С-Рз-ТО	10	2,5
19,20	С-Р-Рч-ТО	14	6,3
21	С-Р-Рч-ТО-Ш	9	1,25
3,12	Т-Тч-Ш-ТО-Шч	4	0,63
9	Т-Тч-Ш-ТО-Шч	4	1,25
5	Т-Тч-Ш-ТО-Шч	7	1,25
13	Т-Тч-Ш-ТО-Шч-П	9	0,4
24	Д-ТО	9	3,2
25		12	6,3
27	Ф-ТО	9	3,2
26		12	6,3
Тчер – пер. обтачивания черного, Тчт – пер. обтачивания чистовое, Р – пер. растачивания черного, Рч – пер. растачивания чистового, Ш – пер. шлиф. черного, Шч – пер. шлиф. чистового, С – пер. сверления, Рез – пер. резбонарезания, Ф – пер. фрезерования, П – пер. полирования, Д – пер. долбления, ТО– пер. термообработки			

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

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута для всех поверхностей детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали.

Номер и наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra
000 Абразивно-отрезная	6	1,15	15	12,5
005 Токарная (черн.)	1,6	11,12,15,21	13	12,5
010 Токарная (черн.)	12,15	1,3,6,18	13	12,5
015 Токарная (чист.)	1,3	10-15,19-22	10	6,3
020 Токарная (чист.)	12,15	1-5,7,8,16,17	10	6,3
		18	10	2,5
		6	9	6,3
025 Круглошлифовальная (предварит.)	1,3,22	9,12	7	1,6
030 Круглошлифовальная (предварит.)	12,15,16	3	7	1,6
		15	8	1,6
035 Фрезерная. Установ А	3,12,15	23	14	6,3
Установ Б	3,12,15,23	27	9	3,2
		26	12	6,3
040 Долбежная	3,12,5	24	9	3,2
		25	12	6,3
045 Слесарная				
050 Моечная				
055 Контрольная				
060 Термическая				
065 Центрошлифовальная	3,12,5	16,22	7	1,25
070 Круглошлифовальная (окончат.)	16,22	9	4	0,63
		12	4	1,25
		13	9	0,63
075 Круглошлифовальная (окончат.)	22,16	3	4	0,63
		5	7	1,25
080 Внутришлифовальная	1,3,12	21	9	1,25
085 Полировальная	16,22	13	-	0,4
090 Моечная				
095 Контрольная				
100 Гальваническая				

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.

План обработки детали "Вал" представлен в чертежах данной работы.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Обоснование выбора оборудования

Произведем выбор оборудования.

Данные по подбору станков и другого оборудования представлены в таблице 2.3

Таблица 2.3 - Выбор оборудования

Номер и наименование операции	Станок
005,010 Токарная (черн.)	Токарн. станок с ЧПУ RAIS T500
015,020 Токарная (чист.)	Токарн. станок с ЧПУ RAIS T500
025,030 Круглошлифовальная (предварительная)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3CNC
035 Фрезерная	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P11MФ3-1
040 Долбежная	Вертикально-долбежный 7Д430
045 Слесарная	Электрохимич. станок для снятия заусенцев мод. 4407
050,090 Моечная	Камерная моечная машина
065 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок с ЧПУ Henninger ZS 2000
070,075 Круглошлифовальная (окончательная)	Круглошлифовальный станок с ЧПУ Paragon GU-3210CNC
080 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а 3К227В
085 Полировальная	Ленточно-полировальный станок 3Б890М

2.4.2 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор средств технологического оснащения. Результаты подбора - в таблицах 2.4-2.5

Таблица 2.4 - Выбор приспособлений

Номер и наименование операции	Приспособление
005,010 Токарная (черн.)	Патрон токар. 3-х кулачк. ГОСТ 2675-80
015,020 Токарная (чист.)	Патрон токар.3-х кулачк. ГОСТ 2675-80 Люнет гидравл. самоцентрирующий
025,030 Круглошлифовальная (предварительная)	Патрон мембран. ОСТ 3-3843-77 Центр упор. ГОСТ 18259-72.
035 Фрезерная	СНП ОСТ 3-2913-75
040 Долбежная	СНП ОСТ 3-2913-75
065 Центрошлифовальная	СНП ОСТ 3-2913-75
070,075 Круглошлифовальная (окончательная)	Патрон поводков.с центром ГОСТ 2571-71 Центр упор. ГОСТ 18259-72
080 Внутришлифовальная	Патрон мембран. ОСТ 3-3843-77 Люнет гидравл. самоцентрирующий
085 Полировальная	Патрон поводков.с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорн.ГОСТ 18259-72

Таблица 2.5 - Выбор инструмента

Номер и наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3
005,010 Токарная (черн.)	Резец-вставка проход. Пластина 3х гран., Т5К10. $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Сверло спирал. $\varnothing 29$; $\varnothing 9$ Р6М5 ГОСТ 10902-77. Резец-вставка расточ.. Пластина 3х гран., Т5К10 $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$ ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон
015,020 Токарная (чист.)	Резец-вставка проход.. Пластина 3х гран., Т15К6 $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ Резец-вставка канав. Пластина канав., Т15К6 $\varphi=45^\circ$, $B=2$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Сверло комбинир. $\varnothing 11$ ОСТ 2И21-1-76 Р6М5	Калибр-скоба Калибр-пробка Шаблон Шаблон резьбовой

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
	Метчик машинный М10 ГОСТ 3266-81 Р6М5 Резец-вставка расточ.. Пластина 3х гран., Т15К6 $\varphi=105^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=20$ $b=20$ $L=140$ ОСТ 2И.101-83	
025,030 Круглошлифовальная (предварительная)	Шлиф.круг 1 450х20х203 91А F46 Н 4 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба Приспособл. мерител. с индикатором
035 Фрезерная	Фреза пазовая Ø 22 В= 5 ГОСТ 10673-75 Р6М5К5 Сверло спиральное Ø14 Р6М5 ГОСТ 10902-77.	Калибр-пробка Шаблон
040 Долбежная	Резец долбежн. ГОСТ 10046-72 Р6М5К5 В=10	Шаблон
065 Центрошлифовальная	Конич. шл. головка EW 16х50 91А F60 М 7 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон Приспособл. мерител. с индикатором
075 Круглошлифовальная (окончательная)	Шлиф.круг 1 405х20х127 91А F90 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба Шаблон Приспособл. мерител. с индикатором
080 Внутрешлифовальная	Шлиф.круг 5 25х50х123 91А F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка Приспособл. мерител. с индикатором
085 Полировальная	Лента полировальн., паста абразивная	Микроинтерферометр МИИ-6

2.5 Разработка технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

2.5.1.1 Расчет промежуточных припусков аналитическим методом

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность $\varnothing 60\text{к}4$ $\left(\begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.002 \end{smallmatrix} \right)$

Последовательность обработки данной поверхности:

1 заготовительный переход - прокат

2 переход точения черного, установка в патроне

3 переход точения чистового, установка в патроне

4 переход шлифования предварительного, установка в центрах

5 переход шлифования окончательного, установка в центрах

Расчет выполним по методике, представленной в [3, с. 65] и [6, с. 67]

По таблицам [3, с. 66] и [6, с. 69] назначим для переходов исходные данные - величину микронеровностей – R_z , мм, глубину дефектного слоя - h , мм.

Суммарные отклонения расположения ρ_o , мм заготовки проката типа "вал" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{OM}^2 + \rho_{Ц}^2}, \quad (2.17)$$

где ρ_{OM} - величина отклонения проката, мм;

$\rho_{Ц}$ - величина отклонения центровки, мм

Погрешность ρ_{OM} , мм, определяется по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot L = 0.001 \cdot 140 = 0.140 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

где L - расстояние 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 определяется в зависимости от точности заготовки по формуле:

$$\rho_{Ц} = 0,25 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \quad (2.19)$$

где δ_3 – допуск установочных поверхностей, $\delta_3 = 1.6$ мм

$$\rho_{Ц} = 0,25 \sqrt{1.6^2 + 1} = 0.472 \text{ мм}$$

Тогда по формуле (2.17) определим ρ_o , мм

$$\rho_o = \sqrt{0,14^2 + 0,472^2} = 0.492 \text{ мм}$$

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

2 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,32$ мм, 3 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,070$ мм, 4 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,030$ мм, 5 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,015$ мм,

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

$$\rho_{ост} = K_y \cdot \rho_o, \quad (2.20)$$

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:

$$2Z_{min} = 2(Rz+h+\sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.21)$$

Выполним расчеты, результаты приводим в таблице 2.6

Расчетные размеры по поверхностям определяется по формулам

$$d_{min}^{i-1} = d_{min}^i + 2Z_{min} \quad (2.22)$$

$$d_{max}^i = d_{min}^i + Td^i \quad (2.23)$$

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

$$2Z_{max} = d_{max}^{i-1} - d_{max}^i \quad (2.24)$$

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

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

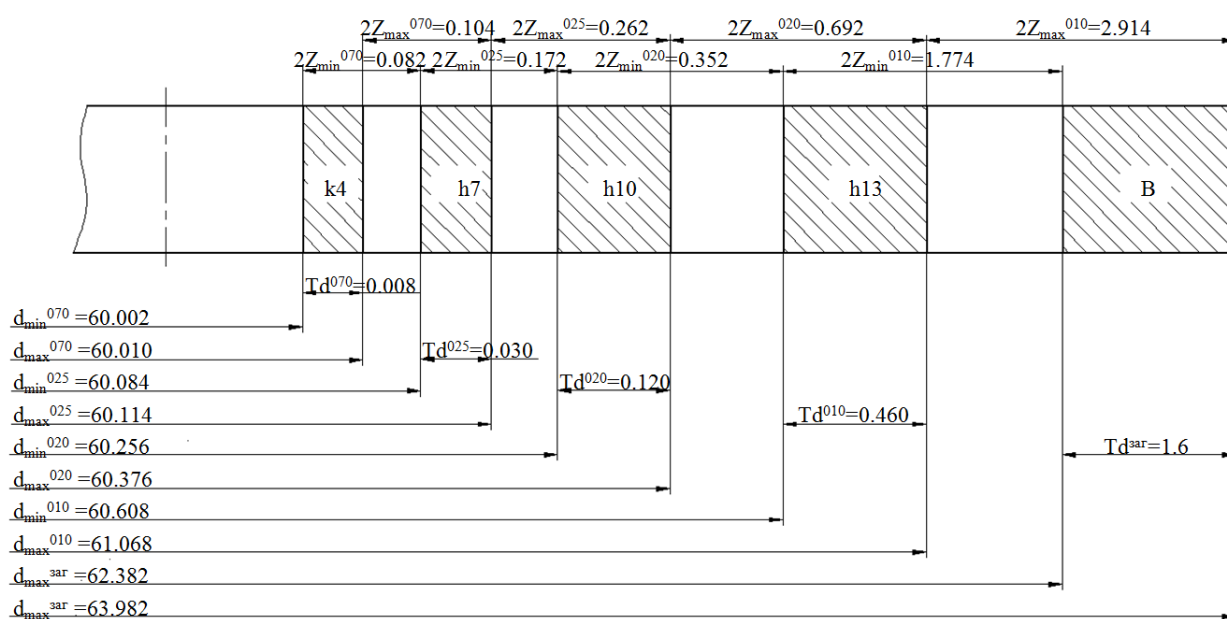
Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.6

Таблица 2.6- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Технолог. переход	Составляющие припуска, мм				2Z min	допуск Td/IT	Размеры пре- дельные, мм		Припуски пре- дельные, мм	
	Rz^{i-1}	h^{i-1}	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			d^i_{max}	d^i_{min}	2Z max	2Z min
1 Заготовительный переход	0.150	0.150	0.492	-	-	1.6 B	63.982	62.382	-	-
2 Переход черного точения	0.050	0.050	0.030	0.320	1.774	0.460 13	61.068	60.608	2.914	1.774
3 Переход чистового точения	0.025	0.025	0.020	0.070	0.352	0.120 h10	60.376	60.256	0.692	0.352
4 Переход предварительного шлифования	0.008	0.015	0.010	0.030	0.172	0.030 h7	60.114	60.084	0.262	0.172
4 Переход окончательного шлифования	0.004	0.010	0.005	0.015	0.082	0.008 k4	60.010	60.002	0.104	0.082

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Результаты расчетов на $\varnothing 60k4$ $\begin{matrix} 0.010 \\ 0.002 \end{matrix}$

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков табличным методом

Выполним расчет и определение промежуточные припуски на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [16, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей вала

Номер, наименование операции	Поверхности обработки	Припуск Z, мм
005 Токарная (черн.)	11,12,15,21	2,0 max
010 Токарная (черн.)	1,3,6,18	2,0 max
015 Токарная (чист.)	10-15,19-22	0,4
020 Токарная (чист.)	1-5,7,8,16,17,18	0,4
025 Круглошлифовальная (предварительная)	9,12	0,14
030 Круглошлифовальная (предварительная)	3,15	0,14
070 Круглошлифовальная (окончательная)	9,12,13	0,06
075 Круглошлифовальная (окончательная)	3,5	0,06
080 Внутришлифовальная	21	0,15
085 Полировальная	13	0,01

2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на 030 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Содержание операции

Оп 015 Токарная (чист.).

Переход1: Точение поверхностей с размерами $\varnothing 50,4_{-0,10}$; $\varnothing 56,8_{-0,12}$; $85,4 \pm 0,06$; $140,4 \pm 0,05$; 45° ; $1,8 \times 45^\circ$

Переход 2: Растачивание отверстий с размерами $\varnothing 31,7^{+0,10}$; $\varnothing 34^{+0,10}$; $50,4 \pm 0,06$; $10 \pm 0,05$; $2 \pm 0,04$; 60°

2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Переход1: Резец-вставка контурный. $h=25$ $b=25$ $L=125$. Пластина 3х гранная, T15K6 $\varphi=97^\circ$

Переход2: Резец-вставка расточной. Пластина ромбическая, T15K6. $\varphi=105^\circ$

2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ RAIS T500

2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

$$t = 0,4 \text{ мм}$$

Подача на оборот заготовки S , мм/об:

$$S = 0.25 \text{ мм/об [15, с.268].}$$

Произведем определение расчётной скорости резания V , м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.26)$$

где C_U – параметр зависимости от условий точения; $C_U = 420$ [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: $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [15, с.270];

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

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.27)$$

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];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_U}, \quad (2.28)$$

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].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{785}\right)^{1.0} = 0,96$$

$$K_U = 0,96 \cdot 1.0 \cdot 1,0 = 0,96$$

$$V_T = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,4^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0,96 = 269,1 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\text{раст}} = V_T \cdot 0,9 = 269,1 \cdot 0,9 = 242,2 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.29)$$

где V - рассчитанная скорость резания, м/мин

$$\varnothing 50,4: n_1 = \frac{1000 \cdot 269,1}{3.14 \cdot 50,4} = 1700 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\varnothing 31,7: n_2 = \frac{1000 \cdot 242,2}{3.14 \cdot 31,7} = 2433 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$n_1 = 1600 \text{ мин}^{-1}; \text{ пер.2: } n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1}$$

Выполним пересчет скорости V , м/мин:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 50,4 \cdot 1600}{1000} = 253,2 \text{ м/мин};$$

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 31,7 \cdot 2000}{1000} = 199,1 \text{ м/мин.}$$

Расчёт сил резания

Произведем определение главной составляющей силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.30)$$

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:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.31)$$

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

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.32)$$

где σ_B - значение предела прочности материала;

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

$$K_{MP} = \left(\frac{785}{750} \right)^{0.75} = 1.03$$

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

Определим эти коэффициенты по [16, с.275]: $K_{\varphi p} = 0.89$; $K_{\gamma p} = 1.0$; $K_{\lambda p} = 1.0$; $K_{rp} = 1.0$.

Подставив значения в формулу (2.31), получим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.4^{1.0} \cdot 0.25^{0.75} \cdot 253.2^{-0.15} \cdot 1.03 \cdot 0.89 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 169 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.33)$$

$$N = \frac{169 \cdot 253.2}{1020 \cdot 60} = 0.70 \text{ кВт} < N_{\text{шт}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0.75 = 7.5 \text{ кВт}$$

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Полученные данные занесем в таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица 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
005 Токарная (черн.)	Точ.Ø 51,2	2,0	0,5	110	684	630	101,3
	Сверл.Ø 29	14,5	0,4	27	296	315	28,7
	Расточ.Ø 30,9	0,7	0,5	100	1030	1000	97,0
010 Токарная (черн.)	Точ.Ø51,2	2,0	0,5	110	684	630	101,2
	Точ.Ø 61,2	1,9	0,5	110	572	500	96,1
	Сверл.Ø 9	4,5	0,25	20	707	630	17,8
015 Токарная (чист.)	Точ.Ø 50,4	0,4	0,25	269,1	1700	1600	253,2
	Расточ.Ø 31,7	0,4	0,25	242,2	2433	2000	199,1
020 Токарная (чист.)	Точ.Ø 60	0,4	0,15	300	1592	1600	301,4
	Точ.Ø 60,4	0,4	0,25	269,1	1418	1250	237,1
	Точ.Ø 50,4	0,4	0,25	269,1	1700	1600	253,2
	Точ.канав Ø 57	1,7	0,10	90	502	500	89,5
	Сверл.Ø 11/15	1/2,3	0,20	25	723	800	27,6
	Нарез. резьбу М10	1	1,0	9	286	250	7,8
025 Круглошлифовальная (предварительная)	Шлиф.Ø 50,16	0,14	0,008*	35	222	222	35
	Шлиф.Ø 60,16	0,14	6	35	185	185	35
030 Круглошлифовальная (предварительная)	Шлиф.Ø 50,16	0,14	0,008* 6	35	222	222	35
035 Фрезерная. Устаноов А	Сверл.Ø 14	7,0	0,20	25	568	500	22,0
Устаноов Б	Фрезер. паз В=5	7,0	0,20	30	434	400	27,6
040 Долбежная	Долб.паз 10	3,4	0,1	35	236	200	29,6
070 Круглошлифовальная (окончательная)	Шлиф.Ø 50	0,06	0,003*	45	286	286	45
	Шлиф.Ø 60	0,06	3	45	238	238	45
075 Круглошлифовальная (окончательная)	Шлиф.Ø 50	0,06	0,003* 3	45	286	286	45
080 Внутришлифовальная	Шлиф.Ø 32	0,15	0,006** 3200****	35	348	348	35
085 Полировальная	Полиров.Ø 50	0,01	-	25	159	160	25,1

*-подача в мм/ход, **-подача в мм/дв.ход стола, ***-подача в мм/мин

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени

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

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.34)$$

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

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

$$n_{прогр.} = N \cdot a / D_{раб}, \quad (2.35)$$

где N - программа выпуска деталей, в год;

a - период запуска партии деталей в днях, $a = 6$;

$D_{раб}$ - рабочие дни

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

Произведем расчет норматива штучного времени $T_{шт.}$:

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

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{об.от} \quad (2.36)$$

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

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

k – серийный показатель.

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

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

$$T_{штуч} = T_{осн} + T_{вспом} \cdot k + T_{технич.} + T_{организац.} + T_{отдых.} \quad (2.37)$$

где $T_{технич.}$ - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием рабо-

чего места станочника, мин, который определяется по формуле (2.38);

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

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

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.38)$$

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:

$$T_{\text{вспом}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.39)$$

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.

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{о}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.40)$$

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

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Расчет времени по приведенной методике оформим в виде таблицы 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

Операция	T _{осн.}	T _{вспом.}	T _{операт.}	T _{об.от.}	T _{под-заг.}	T _{штуч.}	n прогр	T _{штуч- кальк.}
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
005 Токарная (черн.)	1.595	0.981	2.576	0.155	19	2.731	236	2.811
010 Токарная (черн.)	0.905	0.981	1.886	0.113	19	1.999	236	2.080
015 Токарная (чист.)	0.377	1.225	1.602	0.096	19	1.698	236	1.778
020 Токарная (чист.)	0.902	1.458	2.360	0.142	25	2.502	236	2.608
025 Круглошлифовальная (предварительная)	0.901	1.103	2.004	0.199	21	2.203	236	2.292
030 Круглошлифовальная (предварительная)	0.159	1.103	1.262	0.105	21	1.367	236	1.456
035 Фрезерная	0.300	1.043	1.343	0.081	26	1.424	236	1.534
040 Долбежная	0.220	0.884	1.104	0.066	19	1.17	236	1.251
065 Центрошлифовальная	0.210	0.966	1.176	0.101	21	1.277	236	1.366
070 Круглошлифовальная (окончательная)	1.746	1.369	3.115	0.327	21	3.442	236	3.531
075 Круглошлифовальная (окончательная)	0.308	1.314	1.622	0.140	21	1.762	236	1.851
080 Внутришлифовальная	0.996	0.999	1.995	0.187	19	2.185	236	2.262
085 Полировальная	0.280	0.907	1.187	0.105	17	1.292	236	1.364

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для разработки станочного приспособления рассмотрим операцию 015, для нее применяется токарный 3-х кулачковый патрон, выполним его расчет

3.1.1 Расчет усилий при резании

Чтобы определить основные характеристика патрона, в качестве исходных данных принимаем главную составляющую силы резания P_z , которая была определена ранее: $P_z = 169 \text{ Н}$.

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Схема сил патрона и действия сил представлена на рисунке 3.1.

Сила зажима 3-мя кулачками:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (3.1)$$

где K – гарантированный параметр запаса;

P_z – касательная сила резания, Н;

R_o – радиус, по которому производится касания кулачков, мм.

R – радиус, по которому производится обработка, мм;

f – параметр трения на рабочей поверхности.

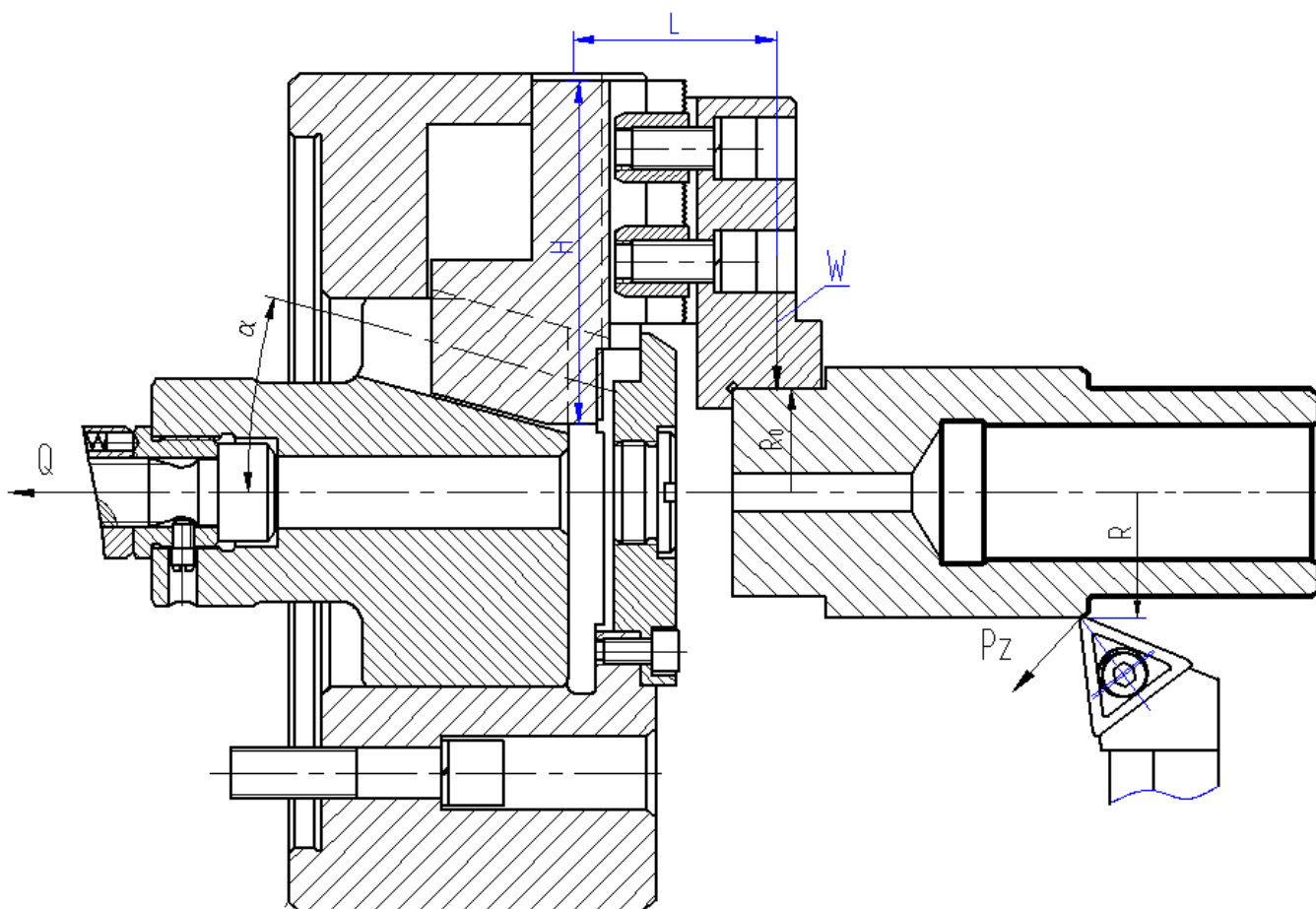


Рисунок 3.1 - Схема действий усилий резания и зажима

Произведем расчет коэффициента запаса K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса. $K_0 = 1,5$ [18, с.382];

K_1 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,2$ [18, с.382];

K_2 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента. $K_2 = 1,0$ [18, с.383];

K_3 - данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 - данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые разви-

васт зажимной механизм приспособления $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 – данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме $K_5 = 1,0$ [18, с.383].

K_6 – данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремящихся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [18, с.384].

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 169 \cdot 61,2 / 2}{0,16 \cdot 51,2 / 2} = 3156 \text{ Н.}$$

3.1.3 Определение конструкции зажимного механизма и его расчет

На основании схемы зажимного механизма (рисунок 3.1) определим величину усилия зажима W_1 , прикладываемой к постоянным кулачкам:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L}{H}}, \quad (3.3)$$

где f_1 – коэффициент трения, который возникает между корпусом патрона и направляющими постоянных кулачков, $f_1 = 0,1$ [2, с.153];

L – длина от точки приложения силы до кулачка, мм; $L_K = 48$ мм;

H_K – размер поверхности обеспечивающий перемещение постоянного кулачка, мм; $H_K = 82$ мм.

$$W_1 = \frac{3156}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{48}{82}} = 3828 \text{ Н.}$$

Определяем усилие Q :

$$Q = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где α - угол скоса;

φ - угол трения.

$$Q = 3828 \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ}43') = 1448 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет силового привода

Исходную силу на штоке пневмоцилиндра определим по выражению:

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.5)$$

где p – давление рабочей среды, МПа;

$\eta = 0,9$ - параметр, учитывающий потери в приводе

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1448}{0,4 \cdot 0,9}} = 74,2 \text{ мм, принимается значение } D = 80 \text{ мм.}$$

Перемещение кулачков: $S = 2 \text{ мм}$

Перемещение поршня: $S_{\text{п}} = S \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 2 \cdot \operatorname{ctg} 15^{\circ} = 7 \text{ мм}$

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Для самоцентрирующего патрона и при доработке кулачков после сборке и для упрощения расчетов в учебной работе можно принять погрешность базирования $\varepsilon_{\text{б}} = 0$.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

На основе расчета начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работы.

В конструкции приспособления присутствует силовой привод и непосредственно приспособление - патрон.

Приспособление монтируется на передний конец шпинделя и крепится винтами, позиция 27 и шайбами, позиция 40. В конструкции патрона базовая деталь корпус, позиция 7, в котором выполнены направляющие под установку кулачков, позиция 14. Сменные кулачки, позиция 12 крепятся винтами, позиция 26 с шайбами, позиция 39 с помощью сухарей, позиция 20 на постоянные кулачки. В

отверстии корпуса расположен клин, позиция 6. В Т-образные пазы клина входят подкулачники, позиция 14. Крышка, позиция 11 закрывает механизм патрона от стружки, она снабжена пробкой 15.

Винт, позиция 1, установленный в отверстии клина, позиция 6 во втулке, позиция 3, фиксируется с помощью втулки, позиция 2 с винтом, позиция 28, фиксатором, позиция 22 и пружиной, позиция 19.

Винт, позиция 1 с помощью гайки, позиция 32 соединен с тягой, позиция 21, которая, в свою очередь соединена со штоком, позиция 23 пневмоцилиндра.

Силовой привод включает корпус, позиция 9, ориентирующий подшипники, позиция 37 по которым установлена крышка, позиция 10, для ее крепления, к корпусу пневмоцилиндра, позиция 8, используются винты, позиция 25 с шайбами, позиция 38. На штоке, позиция 23 закреплена гайкой, позиция 31 со стопорным винтом, позиция 30, поршень, позиция 13. В выточке крышки, позиция 10 установлены демпферы, позиция 5 для исключения ударов поршня в конце рабочих ходов.

Подшипники, позиция 37 разделены втулкой, позиция 4. Левый подшипник фиксируется кольцом, позиция 36.

Для подачи воздуха в корпусе предусмотрены каналы, отверстия которых закрыты заглушками, позиция 16.

В конструкции предусмотрены уплотнительные кольца, позиция 33,34,35.

Описание работы приспособления:

Патрон работает следующим образом - заготовка устанавливается по кулачкам, позиция 12 с упором в их торец. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 13 через шток, позиция 23, тягу, позиция 21, винт, позиция 1 тянет клин, позиция 6 влево, подкулачника, позиция 14 с закрепленными на них сменными кулачками, позиция 12 отходят вниз и зажимают заготовку. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 13 перемещается влево, описанный выше цикл происходит в обратном порядке и заготовка разжимается.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На операции 095 Контрольная происходит контроль параметров вала.

После шлифовальной операции происходит контроль биения базовых поверхностей относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу аналогичные заводские.

Вместо механических индикаторов применим измерительные блоки с индикаторными головками с точностью изменения 0,001 мм. В измерительном блоке устанавливаются 4 индикаторные головки, что позволяет контролировать сразу 4 параметра.

3.2.2 Схема контроля

Схема контроля приведена на рисунке 3.2. Принимаем установку на жесткий задний и плавающий подпружиненный передний центр.

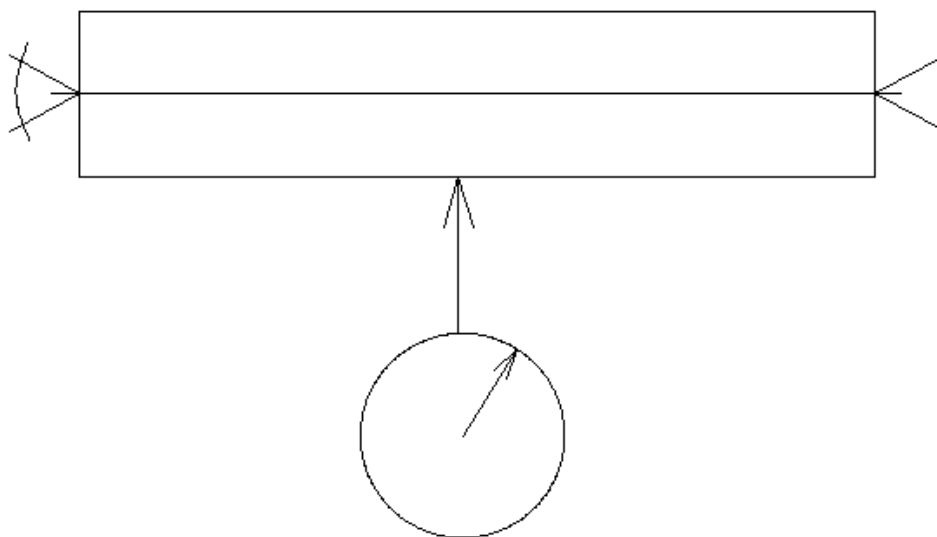


Рисунок 3.2 - Схема контроля

3.2.3 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит плиту, позиция 9, к которому винтами, позиция 4 с гайками, позиция 6 и шайбами, позиция 17 крепятся стойки, позиция 12 и 13. В стойке, позиция 12 с помощью винта, позиция 2 установлен центр, позиция 14. В стойке, позиция 13 с помощью винта, позиция 3 установлена втулка, позиция 5. Во втулке, позиция 5 установлен центр, позиция 15, подпружиненный с помощью пружины, позиция 16, установленной на центре и упирающейся в пробку, позиция 10. На резьбовом конце центра, позиция 15 установлена рукоятка, позиция 11.

На плиту, позиция 9 устанавливается два корпуса, позиция 7, к которым винтами, позиция 1 крепятся индикаторные головки датчиков компаратора для контроля биения.

Первая индикатор. головка – преобразователь линейных перемещений А33, производства НПО «Прибор», с ходом и измерит. вставки ± 1 мм - для контроля радиального биения

Второй головка – преобразователь линейных перемещений А40, производства НПО «Прибор», с ходом и измерит. вставки ± 1 мм - для контроля торцевого биения правого и левого торцев.

Плита, позиция 9 устанавливается на контрольный стол с помощью опор, позиция 8.

Приспособление работает так:

Заготовку устанавливают в центрах. К контролируемой шейке и торцам вала подводят вставки индикаторных головок, деталь проворачивают на 360° и по показаниям компаратора, к которому подключены индикаторные головки, определяют величину радиального и торцевого биения относительно оси центров.

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: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	RAIS T500	Металл, СОЖ
2) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	6P11MФ3-1	Металл, СОЖ
3) Пер: Долбление, Оп: Долбежная, Рабочий: Долбильщик	7Д430	Металл, СОЖ
4) Пер: Центрошлифование, Оп: Центрошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	ZS 2000	Металл, СОЖ
5) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	KШ-3CNC, Paragon GU-3210CNC	Металл, СОЖ
6) Пер: Внутреннее шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3K227B	Металл, СОЖ
7) Пер: Полирование, Оп: Полировальная, Рабочий: Полировщик	3Б890М	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 наиме-

нованием 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
Оп: Токарная Источник: RAIS T500	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: Фрезерная Источник: 6P11MФ3-1	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: Долбежная Источник: 7Д430	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: Центрошлифовальная Источник: ZS 2000 Оп: Круглошлифовальная Источник: КШ-3CNC, Paragon GU-3210CNC Оп: Внутришлифовальная Источник: 3K227B Оп: Полировальная Источник: 3Б890М	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	2
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 перемещающиеся обрабатываемые изделия, заготовки	Орг.методы: Защитное ограждение 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, ограждать 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: Лезвийная обработка Оборуд: RAIS T500, 6P11МФ3-1, 7Д430,	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасн: Пламя и искры Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборуд: ZS 2000, КШ-3CNC, Paragon GU-3210CNC, 3K227B, 3Б890М	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасн: Пламя и искры Сопутств: 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, при-

меняемые 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: Фрезерная, оборудование: 6P11МФ3-1

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 неотведенных 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 сигнализирования 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: Фрезерная, оборудование: 6P11MФ3-1

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 6P11MФ3-1

2) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;
- различные нефтяные продукты;
- применяемая в производстве СОЖ

4) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объек-

екта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в 1,0 м³

4.5.2 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 4.8

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
Фрезерная, 6Р11МФЗ-1	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодически вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу

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

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

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
<u>Операции 025 – Токарная (тонкая).</u> Чистовая обработка базовых поверхностей производится тонким точением. $T_O = 1,581$ мин., $T_{шт} = 3,194$ мин. <u>Оборудование</u> – Токарный станок с ЧПУ, модель RAIS T500. <u>Оснастка</u> – цанговый патрон. <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения, пластина 3-хгранная, T30K4.	<u>Операции 025 – Круглошлифовальная (предварительная).</u> Черновая обработка шеек производится шлифованием. $T_O = 0,901$ мин., $T_{шт} = 2,292$ мин. <u>Оборудование</u> – круглошлифовальный станок с ЧПУ КШ-3CNC. <u>Оснастка</u> – цанговый патрон. <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 450x20x203 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.

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.

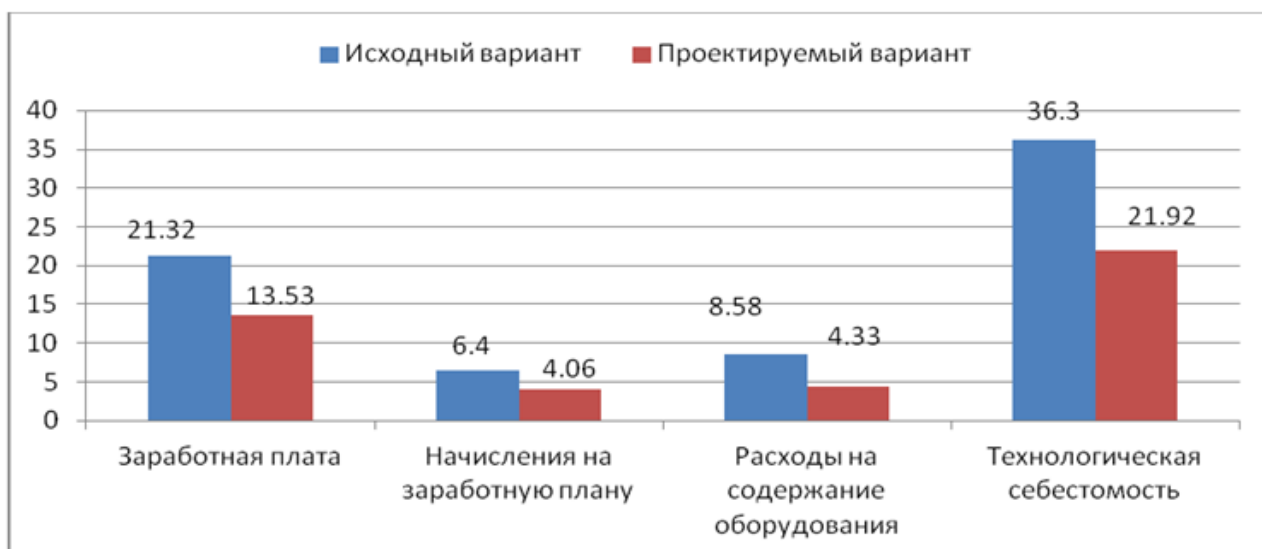


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 497682,9 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	4
2	Общий дисконтированный доход	$D_{OБЩ.ДИСК}$, руб.	607926,24
3	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД$, руб.	110243,34
4	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,22

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 – 110243,34 руб.;
- рассчитано значение срока окупаемости – 4 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,22 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы были решены задачи сформулированные в начале работы и достигнуты цели поставленные во введении данной работы:

- разработан новый технологический процесс изготовления вала привода механизма загрузки токарного станка для условий среднесерийного типа производства;

- снизилась себестоимость готовой детали;
- повысилось качество обработки;
- обеспечен заданный объем выпуска $N_T=10000$ шт.;

Также в процессе выполнения работы были получены следующие результаты:

- выбрана заготовка, полученная из проката с минимальными припусками на обработку

- применена современная технологическая оснастка;
- применен современный режущий инструмент;
- спроектирован патрон клиновый с пневмоприводом для токарной операции;

- спроектировано приспособление для контроля радиального и торцевого биения с электронным компаратором с высокоточными датчиками.

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 110243,34 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.
- 2 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Издание третье, переработанное и дополненное - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 3 Блюменштейн, В.Ю. Технология машиностроения: лабораторный практикум. / В.Ю. Блюменштейн, И.Н. Гергал, А.А. Клепцов, С.А. Кузнецов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. — 122 с.
- 4 Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с.
- 5 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. / А.Ф.Горбачев, В.А. Шкред; пятое издание, стереотипное. Перепечатка с четверного издания. — М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 7 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки./ А.А. Гусев, И.А. Гусева. —М. Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. — Введение 1990-01-07. — М.: Издательство стандартов, 1990. — 83 с.
- 9 Деев, О.М. Курсовое проектирование для студентов специальности «Технология машиностроения». / О.М. Деев, Р.З. Диланян, В.Л. Киселев, Е.Ф. Никадимов. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 28 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. — 123 с.
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, — Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.
- 12 Моисеев, В.Б. Основы технологии машиностроения. Оценка факторов,

влияющих на точность механической обработки. / В.Б. Моисеев, А.В. Ланщиков, Е.А. Колганов. — Пенза : ПензГТУ, 2013. — 47 с.

13. Нелюдов, А.Д. Резание материалов. Справочник для практических занятий. Методическая разработка на практические занятия для студентов специальности 151001 "Технология машиностроения". — Пенза : ПензГТУ, 2012. — 51 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 Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — СПб. : Лань, 2013. — 304 с.

18 Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения. И.П. Филонов, И.Л. Баршай. — Минск : "Высшая школа", 2009.

19 Шишмарев, В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. — М. — Издательский центр «Академия», 2004 — 352 с.

20 Шубин, И.Н. Типовые процессы в машиностроении: лабораторный практикум. И.Н. Шубин, А.Г. Ткачев. — Тамбов: Издательство тамбовского государственного университета, 2007 — 84 с, ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А - Маршрутная карта представленного технологического процесса.

Приложение Б - Операционные карты технологических эскизов.

Приложение В – Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

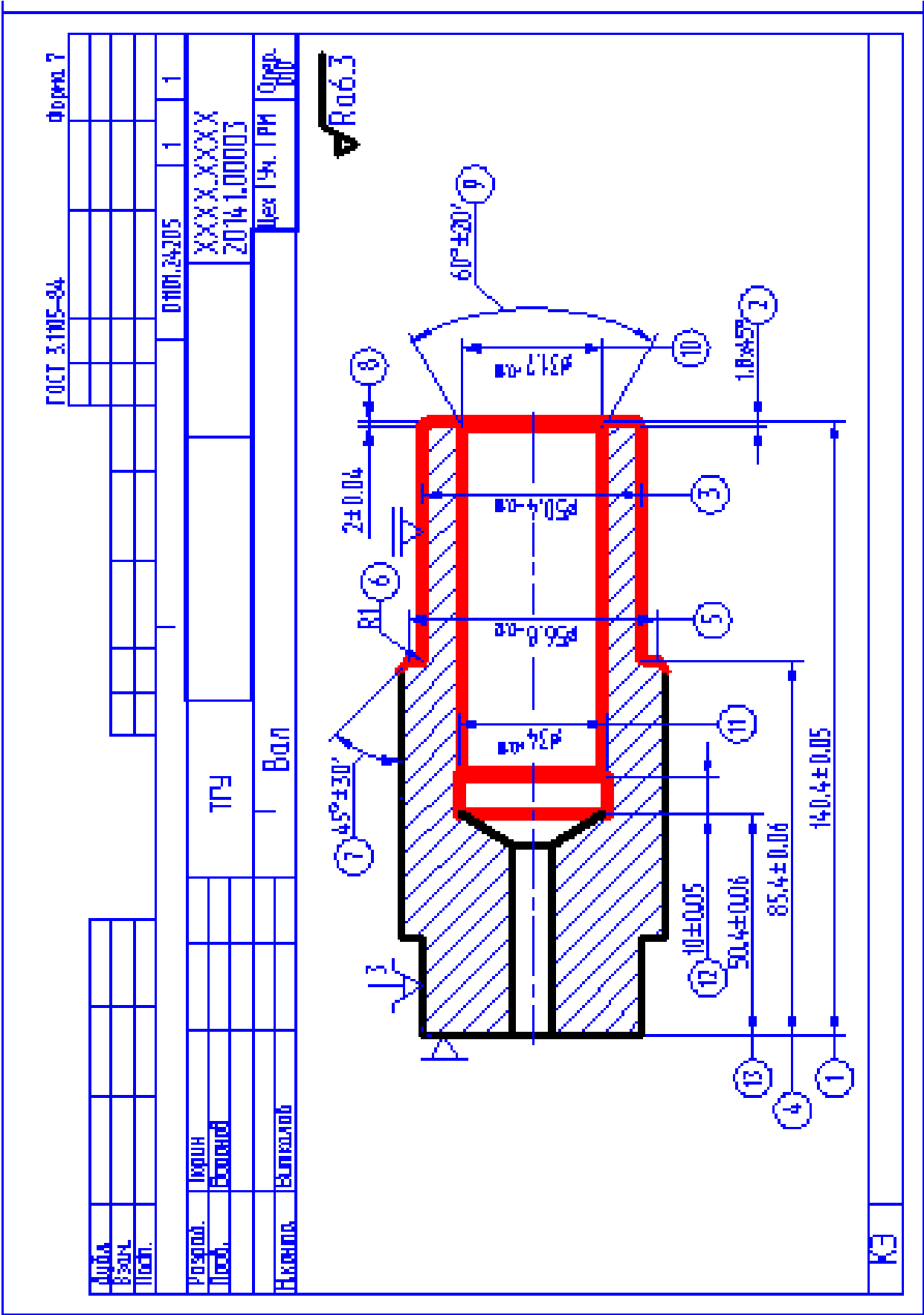
Приложение Г – Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.

										ГОСТ 3.1115-82 Форма 1									

[illegible]

[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]