

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 _____ Евдокимов Никита Вячеславович _____ гр. ТМбз-1232

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления плунжера механизма быстрого подвода

2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской 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

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

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

6. Консультанты по разделам

<u>Виткалов В.Г.</u>
<u>Степаненко А.В.</u>
<u>Краснопевцева И.В.</u>

7. Дата выдачи задания «16» января 2017 г.

Руководитель бакалаврской работы	(подпись)	Воронов Д.Ю. (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	(подпись)	Евдокимов Н.В. (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 Евдокимова Н.В.

По теме Технологический процесс изготовления плунжера механизма быстрого подвода

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)

Евдокимов Н.В.

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления плунжера механизма быстрого подвода

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017.

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы проектирования плунжера механизма быстрого подвода в условиях среднесерийного производства при годовой программе выпуска 10000 штук.

Ключевые слова: заготовка, технологический процесс, станок, припуск, оснастка, комбинированный режущий инструмент.

В результате выполнения работы было предложено следующее:

- современный технологический процесс изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования отечественного и импортного производства (DMTG SKE6150z/1000, 500HS, 3M227BФ2S);
- применение современной технологической оснастки;
- применение современного режущего инструмента;
- спроектирован патрон клиновый с дополнительным торцовым поджимом заготовки, оснащенный гидроприводом, для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля допуска соосности.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 75 страниц, содержащей 17 таблиц, 5 рисунков, и графическую часть, содержащую 6 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Описание исходных данных	7
2 Технологическая часть работы	14
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта	44
5 Экономическая эффективность работы	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.	57
ПРИЛОЖЕНИЯ	59

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.

Целью бакалаврской работы является: проектирование нового современного техпроцесса изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства (при $N_{\Gamma} = 10000$ шт), снижение себестоимости изготовления при одновременном повышении качества обработки, применение новейших разработок в области технологии машиностроения.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь является плунжером, устанавливается в узле механизма быстрого подвода и предназначена для установки сопрягаемых деталей.

Деталь работает в условиях действия небольших нагрузок.

Плунжер (рисунок 1.1) устанавливается в узле по поверхностям 3 и 17 с упором в торцы 5 и 14.

С торцев плунжера по отверстиям 21 с упором с крайние торцы 1 и 19 устанавливаются сопрягаемые крышки.

На поверхности 9 установлена сопрягаемая втулка.

Отверстие 25 служит для подвода смазки. В отверстиях 26 и 27 установлены штуцеры.

В резьбовых отверстиях 28 установлены винты для крепления.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал плунжера: сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71

Проанализируем химсостав и механические свойства рассматриваемой стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71, результаты записываем в таблицы 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71

Химический элемент	Процент
Углерод (C)	0,17-0,31
Хром (Cr)	1,0-1,3
Марганец (Mn)	0,8-1,1
Кремний (Si)	0,17-0,37
Никель (Ni)	0,3
Сера (S), не более	0,035
Фосфор (P), не более	0,035

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 18ХГТ ГОСТ 4543-71

Показатель	Обозначение	Единица изменения	Значение
Твердость по Бринеллю	НВ	-	217
Относительное удлинение при разрыве	δ_5	%	15
Относительное сужение	ψ	%	55
Ударная вязкость	KCU	Дж/см ²	113
Кратковременный предел прочности	σ_B	МПа	980
Предел текучести, определяемый при остаточной деформации	σ_T	МПа	730

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Произведем классификацию поверхностей детали, согласно их служебному назначению, для этого пронумеруем все поверхности детали, рисунок 1.2.

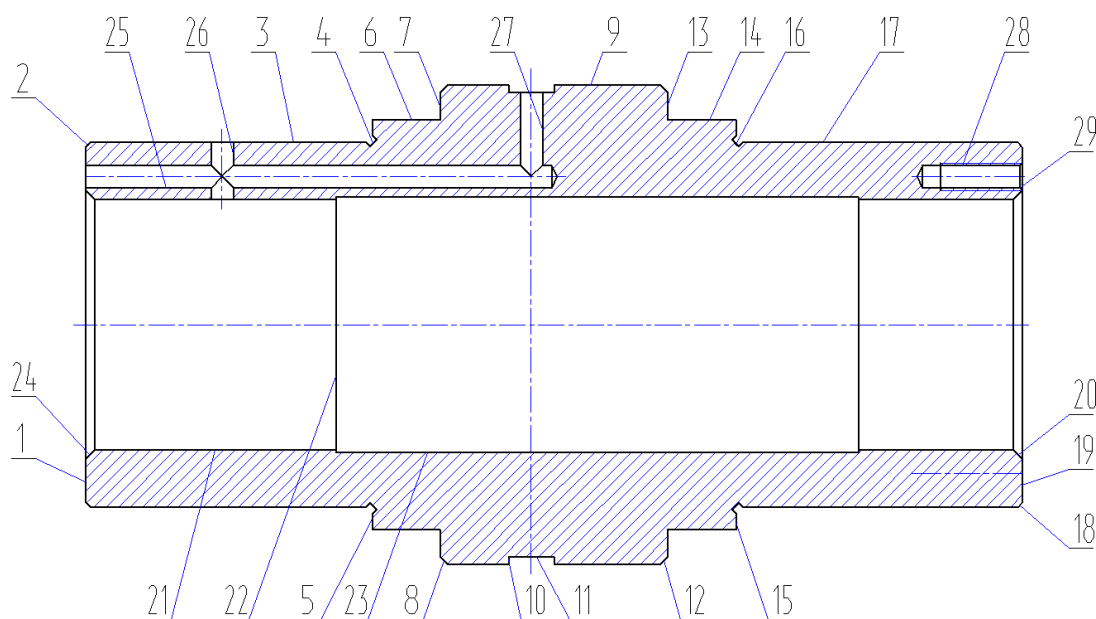


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

Классифицируем поверхности детали:

- исполнительные поверхности выполняют служебное назначение детали – поверхности 9,21,1,19;
- основные конструкторские базы, поверхности, ориентирующую данную деталь в узле – поверхности 3,5,15,17;
- вспомогательные конструкторские базы определяют положение других

деталей, которые присоединяются к ней - поверхности 9,21,1,19,25,26,27,28;
- свободные поверхности – остальные.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

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.

$$B_{\text{ср.}} = (3 \cdot 0,32 + 5 \cdot 1,25 + 1 \cdot 12,5 + 20 \cdot 6,3) / 29 = 5,02 \text{ мкм}$$

$$K_{\text{шр.}} = 1 / 5,02 = 0,20$$

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

1.2.1.3 Коэффициент, анализирующий точность

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

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

$$A_{\text{ср.}} = \frac{A_{\text{ni}}}{\Sigma n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – конкретный квалитет точности;

Σn_i – число поверхностей с конкретной точностью.

$$A_{\text{ср.}} = (1 \cdot 7 + 3 \cdot 8 + 4 \cdot 9 + 1 \cdot 10 + 20 \cdot 12) / 29 = 10,9$$

$$m = 1 - 1/10,9 = 0,91$$

$K_{\text{ТЧ.}} > 0,85$, 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 «Плунжер» 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: IT7 – поверхность 21; Ra 0,32 на поверхности 3,17,9; биение 0,01 поверхность 21 относит. поверхностей 3,17.

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 Плунжера являет-

ся технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Целью данного анализа является выявление недостатков заводского техпроцесса (ТП), устранение этих недостатков будет содействовать достижению основных целей данной работы.

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

№оп, Наименов. оп.	Оборудование	Приспособление	Реж. инструмент
1	2	3	4
Опер005 Заготовительная			
Опер010 Токарная	16K20	Патрон	Резец проход. Т5К10 Резец подрез. Т5К10 Резец расточ. Т5К10
Опер015 Токарная	16K20	Патрон	Резец проход. Т15К6 Резец подрез. Т15К6 Резец расточ. Т15К6
Опер020 Круглошлифовальная	3М151	Патрон	Шлиф.круг
Опер025 Внутршлифовальная	3К227В	Патрон	Шлиф.круг
Опер030 Слесарная (разметочная)			
Опер035 Сверлильная	2Р135	Приспособ. спец.	Сверло спирал.Р6М5 Зенковка Р6М6 Зенкер Р6М5 Развертка Р6М5

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4
Опер040 Слесарная	Верстак		Напильник шлифшкурка Метчик машинный Р6М5
Опер045 Термическая			
Опер050 Круглошлифовальная	3М151	Патрон мембр.	Шлиф.круг
Опер055 Внутришлифовальная	3К227В	Патрон цанг.	Шлиф.круг
Опер060 Контрольная			

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Опишем основными недостатками базового техпроцесса.

1. Оборудование соответствует единичному и мелкосерийному производству - универсальные станки с низкой производительностью.
2. Так как заготовка – пруток, то большое время тратится на ее обработку на токарной черновой операции.
3. Сама последовательность операций выбрана неоптимальна, она соответствует единичному типу производства.
4. На слесарной операции удаляются заусенцы вручную по всему контуру детали, что приводит к большому штучному времени.
5. Низкопроизводительный универсальный инструмент;
6. Применяемая технологическая оснастка преимущественно с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время на установку и закрепление заготовки.
7. Применяемые контрольно-измерительные средства неоптимальны, что увеличивает вспомогательное время на приемы контроля.

1.4.2 Пути совершенствования техпроцесса, задачи бакалаврской работы

Опишем задачи выпускной квалификационной работы и пути совершенствования ТП.

1. Использовать оптимальные высокопроизводительные станки - с ЧПУ, полуавтоматы.
2. Выбрать оптимальный метод получения заготовки, припуски на обработку рассчитать аналитическим методом;
3. Спроектировать более оптимальный техпроцесс исходя из условий выбранного типа производства;
4. Для удаления заусенцев применим электрохимический метод на станке 4407, что позволит уменьшить штучное время на слесарную операцию.
5. Подобрать наиболее оптимальный высокопроизводительный режущий инструмент.
6. Применить специальную и специализированную высокопроизводительную оснастку.
7. Применить высокопроизводительные контрольные приспособления, исходя из выбранного типа производства.
8. Спроектировать патрон токарный с механизированным приводом.
9. Спроектировать контрольное приспособление для контроля соосности;
10. Выполнить анализ техпроцесса принимая во внимание безопасность и экологичность, уменьшить воздействие опасных и вредных факторов.
11. Выполнить экономический расчет эффективности применяемых технологических операций.

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 5,8 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], $K_p = 1.45$.

$$M_{шт.} = 5.9 \cdot 1.45 = 8.56 \text{ кг}$$

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 СЗ [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:

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

$$l_{\text{пр.}} = l_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,01, \quad (2.4)$$

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

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

$$d_{\text{пр.}} = 105 \cdot 1,05 = 110,3 \text{ мм}$$

$$l_{\text{пр.}} = 206 \cdot 1,01 = 210,1 \text{ мм}$$

По этим данным по ГОСТ стандартное значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 110$ мм.

$$l_{\text{пр.}} = 210 \text{ мм.}$$

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

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

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 110^2 \cdot 210 / 4 = 1994685 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{пр.}} = 1994685 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 15,66 \text{ кг}$$

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

$$\text{Круг } \frac{110 - \text{В1} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{18\text{ХГТ ГОСТ } 4543 - 71}$$

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,

$K_{\text{сл.}} = 0.77$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 0.89$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки, для стали 18ХГТ 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].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 8.56 \cdot 1.0 \cdot 0.77 \cdot 0.89 \cdot 1.27 \cdot 1.0 = 83.39 \text{ руб}$$

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:

$$C_{уд.} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

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 $E_n = 0,16$.

$$C_{мо.} = (8.56 - 5.9) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 53.10 \text{ руб}$$

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

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

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

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

$$C_{отх.} = (8.56 - 5.9) \cdot 0.4 = 1.06 \text{ руб}$$

$$C_{дет.} = 83.39 + 53.10 - 1.06 = 135.43 \text{ руб}$$

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

Выполним расчет $T_{штуч.}$, мин:

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

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.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 110^2 \cdot 10^{-3} = 2.30 \text{ мин}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 2.30 \cdot 1,5 = 3.45 \text{ мин}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 3.45 / 60 = 1.74 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 14 \cdot 15.66 + 1.74 = 220.95 \text{ руб}$$

Цена мехобработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (15.66 - 5.9) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 195.17 \text{ руб}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (15.66 - 5.9) \cdot 0.40 = 3.90 \text{ руб}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 220.95 + 195.17 - 3.90 = 412.21 \text{ руб}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

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

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

$$\text{Тогда при заготовке штамповки: } K_{\text{и.м.}} = 5.90 / 8.56 = 0.69$$

$$\text{При заготовке из проката: } K_{\text{и.м.}} = 5.90 / 15.66 = 0.38$$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{\text{им}}$, 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:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (412.21 - 135.43) \cdot 10000 = 2767842 \text{ руб.}$$

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 класс точности заготовки – Т3, группа стали – М2, степень сложности – С3, конфигурация разъема штампа - П (плоская), исходный индекс 11.

Допуски заготовки принимаем по [5, с. 17].

Примем штампов. уклон на поверхности заготовки - не более 5°

Радиусы закругления углов – 3,0 мм, величина остаточного облоя – 0,8 мм, смещение плоскости разъема штампов – 0,6 мм, заусенец по контуру – 3,0 мм, шероховатость – Ra 40 мкм

Эскиз штампованной заготовки приводим на рисунке 2.1

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

$$V = 3,14/4 \cdot (84,2^2 \cdot 62,8 + 93,8^2 \cdot 15,2 + 109,2^2 \cdot 53,8 + 93,8^2 \cdot 15,2 + 84,2^2 \cdot 62,8 - 50,8^2 \cdot 78 - 50,8^2 \cdot 78) = 1097088 \text{ мм}^3$$

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

$$M_{\text{зш.}} = V \cdot \gamma = 1097088 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 8,6 \text{ кг}$$

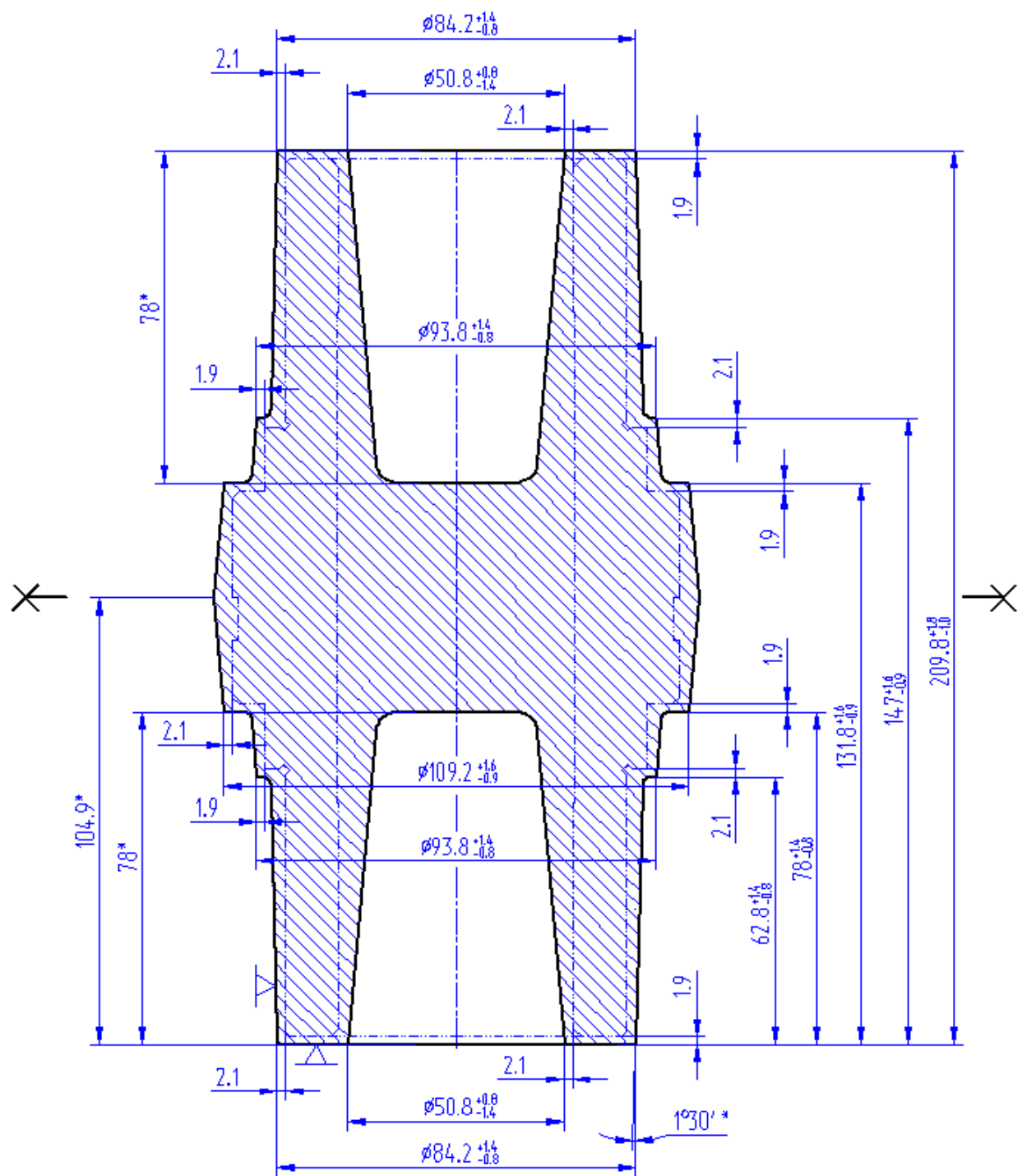


Рисунок 2.1 – Эскиз штамповки

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

$$\text{КИМ} = M_{\text{д}} / M_{\text{зш.}} = 5,9/8,6 = 0,69$$

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.

В качестве черновых баз на первой токарной операции возможно использовать поверхность 3 и торец поверхность 1

В дальнейшем при токарной и круглошлифовальной обработке левого конца базы - поверхность 17 и 19, при токарной обработке правого конца базы - поверхность 3 и торец, поверхность 1.

При внутришлифовальной обработке базы - отв., поверхность 3 и торец 1.

При сверлильной обработке базы - поверхность 3,17 и торец 5.

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 маршрутов обработки заполним таблицу 2.1:

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Нумерация поверхностей обработки	Квалит. IT	Шерохов. Ra	Последовательность обработки
1,6,7,10,11,13,14,19	12	6,3	Тчер(IT13)+Тчист(IT 10)+ ТО
2,4,8,12,16,18	12	6,3	Тчист(IT 11)+ТО
3,9,17	8	0,32	Тчер(IT 13)+Тчист(IT 10)+ ТО+Шлиф(IT 8)
5,15	9	1,25	Тчер(IT 13)+Тчист(IT 10) +ТО+Шлиф(8)
22,23	12	6,3	Рчер(IT 13)+Рчист(IT 10)+ТО
20,24	12	12,5	Рчист(IT 11)+ТО
21	8	1,25	С(IT 13)+Рчист(IT 10)+ ТО+Шлиф(IT 8)
25,29	14	12,5	С(IT 13)+ТО
28	8H	3,2	С(IT 13)+Рез(Ст.т8H)+ТО
26,27	9	1,25	С(IT 13)+Зенк(IT 10)+ Разв(IT 9)+ТО
Тчер- обтач.черн., Тчист- обтач.чист., Рчер- растач.черн., Рчист- растач.чист., С- сверление, Зенк – зенкеро́в., Разв – разверты́в., Рез- резъбо́нарез., Шлиф- шлифов., ТО- термообработка			

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

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута изготовления детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки детали.

Операция	Оборудование	Содержание операции
1	2	3
Опер000 Заготовительная	КГШП	Штамповать заготовку

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3
Опер 005 Токарная (черн.)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1000	Установ., снять заготовку Точить пов. 13,14,15,17,19 начерн.. Сверл. отв., пов. 21
Опер 010 Токарная (черн.)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1000	Установ., снять заготовку Точ. пов. 1,3,5,6,7,9,10,11 начерн.. Точ. канавку, пов. 22,,23 начерн..
Опер 015 Токарная (чист)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1000	Установ., снять заготовку Точ. пов. 12,13,14,15,17,18,19 начист. Точ.канавку, пов. 16 начист. Расточ.отв., пов. 20,21 начист.
Опер 020 Токарная (чист)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1000	Установ., снять заготовку Точ. пов. 1,2,3,5,6,7,8,9 начист. Точ.канавку, пов. 4 начист.. Точ.канавку, пов. 10,11 начист.. Расточ.канавку, пов. 22,23 начист.
Опер 025 Сверлиль- ная	Горизонтальный свер- лильно-фрезерно- расточной с ЧПУ 500HS	Установ., снять заготовку Центров. отв. 25,26,27,28 Сверл.отв. 25 начист. Сверл.отв. 26,27 Зенкер.отв. 26,27 Разверн.отв. 26,27 начист. Сверл.отв. 28 с фасками 29 начист. Нареза.резьбу, пов. 28 начист.
Опер 030 Слесарная	Электрохим. станок для снятия заусенцев 4407	Удалить заусенцы электрохимич. мето- дом
Опер 035 Моечная	Камерная моечная маши- на	Промыть, обдуть горячим воздухом
Опер 040 Контроль- ная		Контролировать основные параметры
Опер 045 Термиче- ская		Нормализация
Опер 050 Круг- лошлифовальн.	Круглошлифовальный с ЧПУ КШ-3CNC	Установ., снять заготовку Шлифовать пов. 15,17 начисто
Опер 055 Круг- лошлифовальн.	Круглошлифовальный с ЧПУ КШ-3CNC	Установ., снять заготовку Шлифовать пов. 3,5,9 начисто
Опер 060 Внутри- шлифовальн.	Универсальный внутри- шлифовальный п/а 3M227BФ2S	Установить, снять заготовку Шлифов.отв., пов. 21 начисто
Опер 065 Моечная	Камерная моечная маши- на	Промыть, обдуть горячим воздухом
Опер 070 Контроль- ная		Контролировать основные параметры

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 "Плунжер" представлен в чертежах данной работы.

2.4 Выбор средств технологического оснащения

2.4.1 Выбор оборудования

Произведем выбор оборудования. Результаты выбора станков 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 - Выбор станочного оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
		Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5
Опер005, Опер010 Токарная (черн.)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/100 0	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец-вставка проход. Пластина T5K10 $\varphi=93^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец-вставка расточ. Пластина T5K10 $\varphi=95^\circ$ h=25 b=25 L=150	Калибры-скобы по ГОСТ 18355-73 Калибры-пробки по ГОСТ 14807-69 Шаблоны по ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
Опер015, Опер020 Токарная (чист.)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/100 0	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец-вставка проход. Пластина T5K10 $\phi=97^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец-вставка расточ. Пластина T5K10 $\phi=97^\circ$ h=25 b=25 L=150 Резец-вставка канав. Пластина канав., T15K6 h=25 b=25 L=125	Калибры-скобы поГОСТ 18355-73 Калибры-пробки поГОСТ 14807-69 Шаблоны поГОСТ 2534-79
Опер 025 Сверлильн.	Горизонтальн. сверлильно-фрезерно-расточной с ЧПУ 500NS	СНП ГОСТ 12195-66	Сверло центров. $\varnothing 3,15$ тип А ГОСТ 14952-75 P6M5 Сверло спирал. $\varnothing 5$ ГОСТ 10903-77 P6M5K5 Сверло спец. комбинир. $\varnothing 5$ ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5 Метчик машин. M6 P6M5 ГОСТ 3266-81 Зенкер цельный $\varnothing 4,8$ P6M5K5 ГОСТ 12489-71 Развертка машин. цельная $\varnothing 5$ P6M5K5 ГОСТ 1672-80	Шаблоны поГОСТ 2534-79 Калибры-пробки поГОСТ 14807-69
Опер030 Слесарная	Электро-химич. станок для удаления заусенцев 4407	Приспособление специальное		
Опер035 Моечная Опер065 Моечная	Камерная моечная машина			
Опер050, Опер 055 Круглошлифовальная	Круглошлиф. с ЧПУ КШ-3CNC	Патрон мембран. ОСТ 3-3443-76 Люнет	Шлиф.круг 1 450x30x203 1 450x30x203 91A F90 O 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры-скобы поГОСТ 18355-73 Шаблоны поГОСТ 2534-79 Приспособл. мерительн. с индикатором Микроинтерферометр МИИ-6
Опер060 Внутрешлифовальная	Универсальный внутришлифовальный п/а 3M227BФ2S	Патрон мембран. ОСТ 3-3443-76 Люнет	Шлиф.круг 5 45x30x15 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры-пробки поГОСТ 18355-73 Приспособл. мерительн. с индикатором 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 $\varnothing 80h8_{(-0,046)}$

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 – $Rz, \text{мм}$, глубину дефектного слоя - $h, \text{мм}$.

Суммарные отклонения расположения $\rho_o, \text{мм}$ заготовки штамповки типа "диска" определяется по формуле

$$\rho_o = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2}, \quad (2.17)$$

где $\rho_{\text{ом}} = 0,6 \text{ мм}$ – погрешность смещения разъема штампов

Погрешность коробления $\rho_{\text{кор}}, \text{мм}$, определяется по формуле

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot L = 0,001 \cdot 206 = 0,206 \text{ мм}, \quad (2.18)$$

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

Δ_k – величина удельного коробления, мкм/мм.

Погрешность центровки $\rho_{\text{ц}}, \text{мкм}$, для установки заготовки определяется в зависимости от точности заготовки по формуле:

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

где δ_3 – допуск установочных поверхностей, $\delta_3 = 2,2 \text{ мм}$

$$\rho_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{2,2^2 + 1} = 0,604 \text{ мм}$$

Суммарное отклонение расположения

$$\rho_o = \sqrt{0,6^2 + 0,206^2 + 0,604^2} = 0.876 \text{ мм}$$

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

2 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,420$ мм, 3 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,100$ мм, 4 переход - $\varepsilon_{уст} = 0,050$ 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. $K_{y2} = 0,06$, $K_{y3} = 0,04$, $K_{y4} = 0,02$

Аналогично определяется погрешность установки.

Выполним расчет, результаты приводим в таблице 2.4

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 2.4

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 2.4

Таблица 2.4- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Технологический переход	Составляющие припуска				$2Z_{\min}$	допуск T_d/IT	Размеры предельные		Припуски предельные	
	Rz^{i-1}	h^{i-1}	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{\text{уст}}^{i-1}$			$d^i_{\max}$	$d^i_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\min}$
1 Заготовительный переход	0.160	0.200	0.876	-	-	2.20 T3	85.465	83.265	-	-
2 Переход черного точения	0.050	0.050	0.053	0.420	2.663	0.46 h13	81.062	80.602	4.403	2.663
3 Переход чистового точения	0.025	0.025	0.035	0.100	0.426	0.120 h10	80.296	80.176	0.766	0.426
4 Переход шлифования	0.010	0.015	0.018	0.050	0.222	0.046 h8	80.000	79.954	0.296	0.222

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

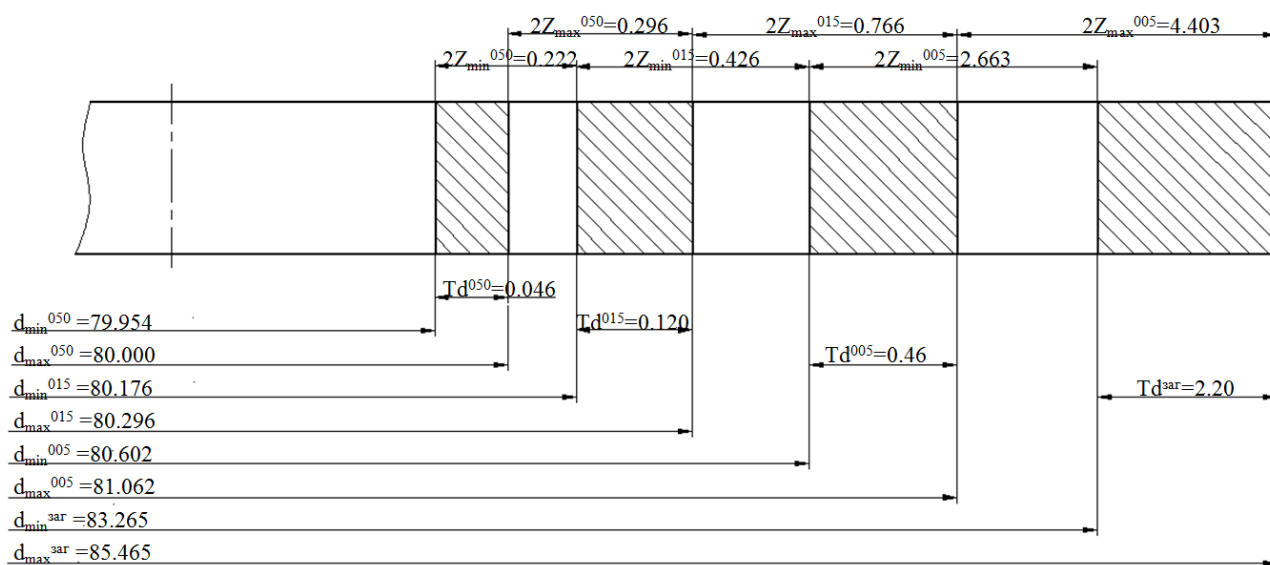


Рисунок 2.2 – Результаты расчета припусков

2.5.1.2 Расчет промежуточных припусков на обработку с помощью табличного метода

Выполним расчет и определение промежуточные припуски 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 плунжера

Операция	Поверхности обработки	Припуск Z, мм на сторону
Опер005 Токарная (черн.)	13,14,15,17,19	3,5max
Опер010 Токарная (черн.)	1,3,5,6,7,9,10,11	3,5max
Опер015 Токарная (чист.)	12,13,14,15,17,18,19,16,20,21	0,40
Опер020 Токарная (чист.)	1,2,3,5,6,7,8,9,4,10,11,11,23	0,40
Опер050 Круглошлифовальная	15,17	0,15
Опер055 Круглошлифовальная	3,5,9	0,15
Опер060 Внутришлифовальная	21	0,15

2.5.2 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на Опер010 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.5.2.1 Содержание операции

Опер010 Токарная.

Содержание операции:

Переход 1: Точение с размерами $\varnothing 81,1_{0,46}$; $\varnothing 90,8_{0,46}$ $\varnothing 106,1_{-0,46}$; $\varnothing 102,8_{-0,46}$; $103,8 \pm 0,27$; $111,5 \pm 0,27$; $128,8 \pm 0,31$; $143,95 \pm 0,31$; $206,8 \pm 0,36$

Переход 2: Растачивание с размерами $\varnothing 55,6^{+0,46}$; $36,8 \pm 0,19$; $150,4 \pm 0,31$

2.5.2.2 Применяемый режущий инструмент

Переход 1: Резец-вставка контурный. h=25 b=25 L=125 Пластина T5K10

Переход 2: Резец-вставка расточной. h=25 b=25 L=200 Пластина T5K10

2.5.2.3 Применяемое оборудование

Принимается токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6150z/1000

2.5.2.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

Пер.1: $t = 3,5 \text{ мм max}$

Пер.2: $t = 0,9 \text{ мм}$

Подача на оборот заготовки S , мм/об:

$S = 0.3 \text{ мм/об}$ [16, 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; $C_U = 350$ [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;

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

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].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{980}\right)^{1,0} = 0.76.$$

$$\text{Тогда } K_U = 0.65 \cdot 1.0 \cdot 0.76 = 0.50.$$

$$\text{Пер.1: } V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 0,30^{0,35}} \cdot 0.5 = 97.0 \text{ м/мин.}$$

$$\text{Пер.2: } V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 0.5 \cdot 0,9 = 107.0 \text{ м/мин.}$$

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

$$\varnothing 81,1: n_1 = \frac{1000 \cdot 97.0}{3.14 \cdot 81.1} = 381 \text{ мин}^{-1}$$

$$\varnothing 90,8: n_2 = \frac{1000 \cdot 97}{3.14 \cdot 90.8} = 340 \text{ мин}^{-1}$$

$$\varnothing 106,1: n_3 = \frac{1000 \cdot 97}{3.14 \cdot 106.1} = 291 \text{ мин}^{-1}$$

$$\varnothing 55,6: n_4 = \frac{1000 \cdot 107}{3.14 \cdot 55.6} = 612 \text{ мин}^{-1}$$

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

По паспорту станка принимаем:

$$n_1 = 381 \text{ мин}^{-1}; n_2 = 340 \text{ мин}^{-1}; n_3 = 291 \text{ мин}^{-1}; n_4 = 612 \text{ мин}^{-1}$$

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:

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

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].

$$K_{MP} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0.75} = 1.22;$$

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

Определим эти коэффициенты по [16, с.275]: $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{гр} = 1,0$.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3.5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 97^{-0,15} \cdot 1.22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2331 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по формуле:

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

$$N = \frac{2331 \cdot 97}{1020 \cdot 60} = 3,7 \text{ кВт}$$

Выполним проверку по мощности электродвигателя привода станка:

$$N_{\text{шт}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; \quad 3,7 < 7,5, \text{ т. е. мощность привода станка достаточна.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Полученные данные занесем в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

Операция	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
Опер005 Токарная (черн.)	Точ.Ø81,1	3,5	0,3	97,0	381	381	97,0
	Точ.Ø90,8	3,5	0,3	97,0	340	340	97,0
	Подрез. тор.до Ø109,2	3,5	0,3	97,0	282	282	97,0
	Сверл.Ø 53,8	26,9	0,4	27,4	162	162	27,4
Опер010 Токарная (черн.)	Точ.Ø81,1	3,5	0,3	97,0	381	381	97,0
	Точ.Ø90,8	3,5	0,3	97,0	340	340	97,0
	Точ.Ø106,1	3,5	0,3	97,0	291	291	97,0
	Расточ.Ø55,6	0,9	0,3	107,0	612	612	107,0
Опер015 Токарная (чист.)	Точ.Ø 80,3	0,4	0,15	214,6	851	851	214,6
	Точ.Ø 90	0,4	0,15	214,6	759	759	214,6
	Подрез. тор.до Ø106,1	0,4	0,15	214,6	644	644	214,6
	Точ.канавку Ø80,3	1,0	0,10	150,0	594	594	150,0
	Расточ.Ø54,7	0,4	0,15	193,1	1124	1124	193,1
Опер020 Токарная (чист.)	Точ.Ø80,3	0,4	0,15	214,6	851	851	214,6
	Точ.Ø90	0,4	0,15	214,6	759	759	214,6
	Точ.Ø105,3	0,4	0,15	214,6	649	649	214,6
	Расточ.Ø56	0,4	0,15	193,1	1098	1098	193,1
	Точ.канавку Ø80,3	1,0	0,10	150,0	594	594	150,0
	Точ.канавку Ø102	0,4	0,10	180,0	562	562	180,0
Опер025 Сверлильная	Центров.Ø 3,15	1,57	0,08	26,0	2628	2628	26,0
	Сверл.Ø 5	2,5	0,10	30,5	1942	1942	30,5
	Сверл.Ø 4,5	2,25	0,10	29,3	2073	2073	29,3
	Зенкер.Ø 4,8	0,15	0,30	18,0	1194	1194	18,0
	Развер.Ø 5	0,1	0,45	12,0	764	764	12,0
	Нарез.резьбу М6	1,0	1,0	8,0	424	424	8,0
Опер050, Опер055 Круглошлиф.	Шлиф.Ø80	0,15	0,004** 9	35	139	139	35
	Шлиф.Ø105	0,15	0,004** 9	35	106	106	35

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
Опер060 Внутришлиф.	Шлиф.отв. Ø 55	0,15	2700* 0,008**	35	202	202	35
* - подача в мм/мин ** - подача поперечная в мм/дв. ход *** - подача поперечная в мм/ход							

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 рабочего места станочника, мин, который определяется по формуле (2.29);

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

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

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

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

T - стойкость шлифовального круга, мин.

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

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

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

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

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

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

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

где $t_{п}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом

или алмазом, мин;

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Выполним расчет на все операции, внесем данные в таблицу 2.7

Таблица 2.7 - Нормы времени

Операция	T _{осн.}	T _{вспом.}	T _{операт.}	T _{об.от.}	T _{под- заг.}	T _{штуч.}	п прогн	T _{штуч- кальк.}
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опер005 Токарная (черн.)	4,417	0,780	1,194	0,071	21	1,265	236	1,354
Опер010 Токарная (черн.)	2,216	0,906	3,122	0,187	21	3,309	236	3,398
Опер015 Токарная (чист.)	1,874	0,812	2,686	0,161	24	2,847	236	2,949
Опер020 Токарная (чист.)	2,015	1,128	3,143	0,188	27	3,331	236	3,445
Опер025 Сверлильная	1,276	0,812	2,088	0,125	42	2,213	236	236
Опер050 Круглошлифоваль- ная	2,044	0,914	2,958	0,297	19	3,255	236	3,335
Опер055 Круглошлифоваль- ная	3,652	1,027	4,679	0,510	23	5,186	236	5,283
Опер060 Внутришлифоваль- ная	1,329	0,914	2,243	0,172	22	2,415	236	2,508

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

В технологическом процессе для базирования и закрепления заготовки на 020 токарной операции используется клиновой патрон. Проведем расчет патрона под конкретные условия обработки и описание его конструкции.

3.1.1 Расчет усилия резания

Чтобы определить основные характеристика патрона, в качестве исходных данных принимаем главную составляющую силы резания P_z , которая была определена ранее: $P_z = 2331 \text{ Н}$.

3.1.2 Расчет усилия зажима

Система сил воздействующих на заготовку в процессе токарной операции: с одной стороны действует сила резания, которая стремится вырвать заготовку из приспособления, препятствует этому сила зажима. Условие равенства моментов сил и с учетом коэффициента запаса определим требуемое усилие зажима.

Схема сил возникающих в процессе резания и сил зажима представлена на рисунке 3.1.

Сила зажима 3-мя кулачками:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (3.1)$$

где K – гарантированный параметр запаса;

P_z – касательная сила резания, Н;

R_0 – радиус обрабатываемой поверхностей, мм;

f – параметр, препятствующий подвижности кулачка и поверхности заго-

товки; $f = 0,2$ (кулачки гладкие);

R – радиус зажим. поверхностей, мм;

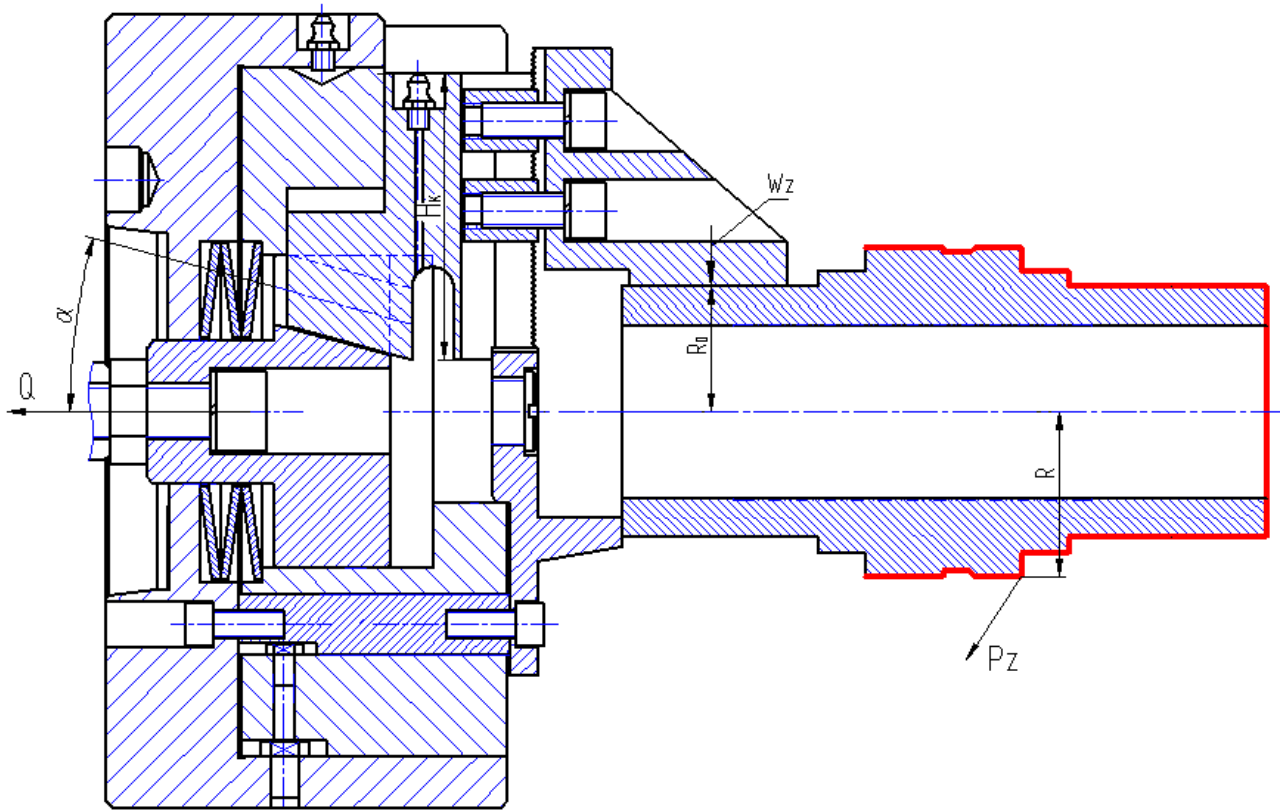


Рисунок 3.1 - Схема действий усилий резания и зажима

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-

васть 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 $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 2331 \cdot 106,1 / 2}{0,3 \cdot 81,1 / 2} = 25413 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

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

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L}{H}}, \quad (3.3)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – параметр сил трения в патроне. Принимаем $K_1 = 1,1$ [2, с.153]

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

L – длина, мм; $L = 84$ мм;

H – размер, мм; $H = 82$ мм.

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{25413}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{84}{82}} = 40357 \text{ Н.}$$

Определяем требуемое усилие Q :

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

где α - угол скоса направляющих;

φ - угол трения.

P – усилие тарельчатых пружин сжатия.

$$Q = (40357 + 2900) \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^0 43') = 16351 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет силового привода

Диаметр поршня силового привода определим по выражению:

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

где p – давление рабочей среды, МПа, принимаем для масла 5 МПа;

$\eta=0,9$ -КПД привода

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{16351}{5 \cdot 0,9}} = 70.5 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 80$ мм.

Ход кулачков: $S = 2,5$ мм

Ход поршня: $S_{\text{п}} = S \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 2.5 \cdot \operatorname{ctg} 15^0 = 10 \text{ мм}$

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Так как измерительная и технологическая база при установке заготовки в приспособлении совпадают, то погрешность базирования принимаем равной 0 ($\varepsilon_{\text{б}} = 0$), погрешность установки так же равна 0, так как рабочие поверхности кулачков патрона и торцовые опоры обрабатываются в сборе ($\varepsilon_{\text{у}} = 0$).

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.

Патрон состоит из корпуса, позиция 6, в котором установлен клин, позиция 7, в наклонные пазы которого входят подкулачники, позиция 12, установленные в Т-образный паз корпуса, позиция 6. Корпус, позиция 6 устанавливается в корпусе патрона, позиция 3.

К подкулачникам, позиция 12 винтами, позиция 26 с помощью сухарей, позиция 18 крепятся кулачки, позиция 10.

Деталь устанавливается до упора в опору, позиция 11, которая крепится к стойкам, позиция 17 корпуса, позиция 3 винтами, позиция 24.

Между корпусом, позиция 6 и корпусом патрона, позиция 3 установлены три тарельчатые пружины 4, позиция 0.

В отверстиях корпуса, позиция 6 и корпуса патрона, позиция 3 установлены направляющие шпонки, позиция 20 и 21.

Патрон крепится к шпинделю с помощью пальцев, позиция 37 и гаек, позиция 29.

Для смазки в корпусе патрона, позиция 3 и в подкулачниках, позиция 12 установлены масленки, позиция 39.

Клин, позиция 7 с помощью винта, позиция 27 с гайкой, позиция 30 соединен с тягой, позиция 19.

Тяга, позиция 19 с помощью гайки, позиция 30 соединена со штоком, позиция 21 гидроцилиндра.

Гидропривод содержит корпус, позиция 4, к которому винтами, позиция 25 с шайбами, позиция 43 крепится крышка, позиция 8. Корпус, позиция 4 устанавливается на резьбовой конец шпинделя станка и фиксируется винтом, позиция 28.

На конце штока, позиция 22 установлен поршень, позиция 13, закрепленный гайкой, позиция 31 со стопорной шайбой, позиция 41. Для предотвращения ударов поршня о стенки гидроцилиндра на нем установлены демпферы, позиция 2.

На конце крышки, позиция 8 на подшипниках, позиция 38 установлен корпус, позиция муфты 5. Между подшипниками, позиция 38 установлена втулка, позиция 1. Левый подшипник фиксируется кольцом стопорным, позиция 36, правый – буртом крышки, позиция 8 и торцем крышки муфты, позиция

9, которая болтами, позиция 23 с шайбами, позиция 42 крепится к корпусу муфты, позиция 5.

Для подачи масла через корпус муфты, позиция 5, втулку, позиция 1, крышку, позиция 8 и корпус, позиция 4 просверлены каналы, выходные отверстия которых закрыты пробками 14.

Для уплотнения в гидроцилиндре установлены уплотнительные кольца, позиция 32,33,34,35.

Описание работы приспособления

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается до упора в опору, позиция 11. При подаче масла в штоковую полость гидроцилиндра, клин, позиция 7 отходит влево, подкулачники, позиция 12 скользят по наклонному пазу вниз, кулачки, позиция 10 опускаются, закрепляя заготовку. Если заготовка не доходит своим торцом до опоры, позиция 11, то при ходе клина, позиция 7 назад корпус, позиция 6, преодолевая сопротивление тарельчатых пружин, позиция 40, тянет подкулачники, позиция 12 с кулачками, позиция 10 назад на величину поджима, прижимая заготовку к опоре, позиция 11.

При подаче масла в поршневую полость гидроцилиндра клин, позиция 4 отходит право, подкулачники скользят по наклонному пазу вверх и кулачки поднимаются, раскрепляя заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 070 Контрольная происходит контроль геометрических параметров плунжера. Спроектируем приспособления для контроля одного из параметров – допуска соосности шеек. За базу возьмем конструкцию заводского приспособления, улучшив ее конструкцию. В качестве индикатора применим электронный индикатор TESA DIGICO 11.

3.2.3 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание, позиция 6, к которой с помощью винтов, позиция 13 крепится фланец, позиция 10, к которому крепится гайка, позиция 3 с шариком, позиция 18.

Во фланец, позиция 10 устанавливается оправка, позиция 5, в которой запрессована цанга, позиция 11, на резьбе которой накручена гайка, позиция 2. В цангу, позиция 11 устанавливается контролируемая заготовка.

К основанию, позиция 6 с помощью винтов, позиция 14 с штифтами, позиция 19 крепится планка, позиция 8, к которой с помощью винта, позиция 12 с шайбой, позиция 17 крепится блок индикаторный, позиция 1.

К основанию, позиция 6 винтами, позиция 15 крепятся ножки, позиция 4 с пальцами, позиция 7, с помощью которых приспособление устанавливается на контрольном столе.

Приспособление работает следующим образом.

При контроле соосности относительно наружной поверхности деталь устанавливается в цанге, позиция 11, гайка, позиция 2 которой закручивается, цанги сдвигаются и центрируют деталь.

Вставка индикаторного блока, позиция 1 с помощью ручки подводится к контролируемой шейке детали. Снимают показания индикатора. Далее вставку отводят, деталь поворачивают и контроль производят еще в нескольких точках. Разница показаний индикатора и определяет величину биения.

У индикатора есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по светодиодной индикацией:

- «зеленый» - годный
- «красный» - брак
- «желтый» - доработать

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	DMTG SKE6150z/1000	Металл, СОЖ
3) Пер: Сверление, Оп: Сверлильная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	500HS	Металл, СОЖ
4) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	КШ-3CNC	Металл, СОЖ
5) Пер: Внутреннее и торцевое шлифование, Оп: Внутришлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	3M227BФ2S	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
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: DMTG SKE6150z/1000	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: 500HS	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: КШ-3CNC Оп: Внутришлифовальная Источник: 3M227ВФ2	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 производственные 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 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 (A...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
Участок: Кузнечный. Оборуд: КГШП	Класс D – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно металлов	Опасн: Пламя и искры; тепловой поток Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: Лезвийная обработка Оборуд: DMTG SKE6150z/1000, 500HS	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: КШ-3CNC, 3M227BФ2S	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, 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: 500HS

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: Сверлильная, оборудование: 500HS

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 500HS

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 объекта на литосферу:

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

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 4.3

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, 500HS	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодичности 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 035 – Токарная (тонкая).</u> Чистовая обработка отверстия производится тонким растачиванием. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 200НТ. <u>Оснастка</u> – патрон мембранный. <u>Инструмент</u> – резец-вставка расточной. Пластина 3-хгранная, Т30К4 $T_O = 2,110$ мин; $T_{шт} = 3,389$ мин	<u>Операции 060 – Внутршлифовальная.</u> Чистовая обработка отверстия производится шлифованием. <u>Оборудование</u> – Универсальный внутршлифовальный п/а 3М227ВФ2S <u>Оснастка</u> – патрон мембранный. <u>Инструмент</u> – Шлифовальный круг 5 45х30х15 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 $T_O = 1,329$ мин; $T_{шт} = 2,508$ мин

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.

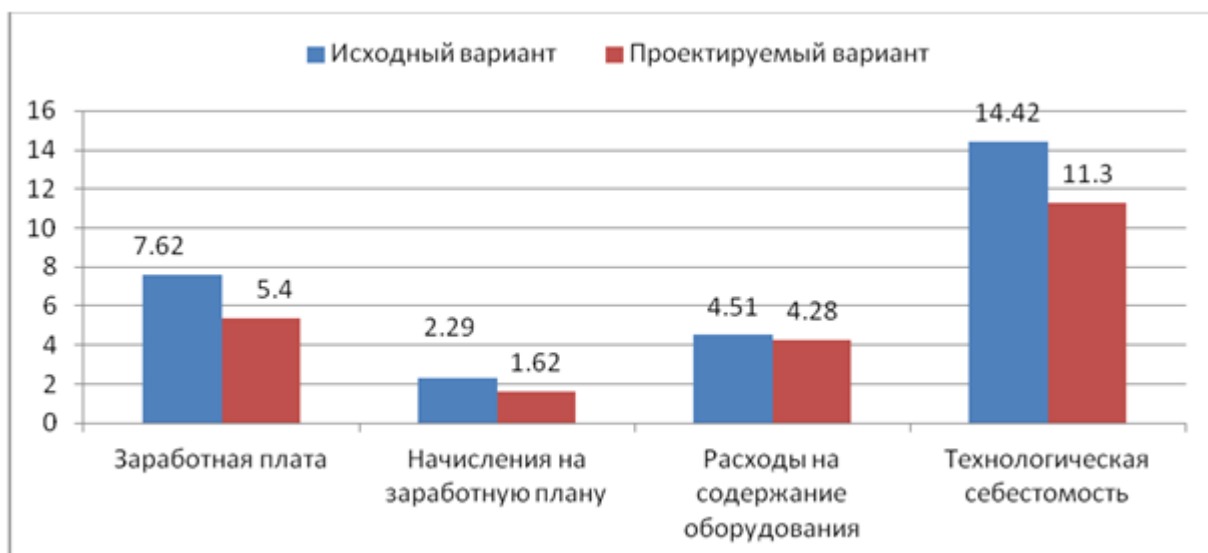


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 239501,47 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.	284956,48
3	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД$, руб.	45455,01
4	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,19

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 – 45455,01 руб.;
- рассчитано значение срока окупаемости – 4 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,19 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 выпускной квалификационной работы предложено следующее:

- современный технологический процесс изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования отечественного и импортного производства (DMTG SKE6150z/1000, 500HS, 3M227BФ2S);
- применение современной технологической оснастки;
- применение современного режущего инструмента;
- спроектирован патрон клиновый с дополнительным торцовым поджимом заготовки, оснащенный гидроприводом, для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля допуска соосности.

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

По итогам проведенных изменений, подсчитан экономический эффект, который составляет 45455,01 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

- 1 Андрианов, А.Н. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 8. Система проектирования технологической оснастки.— СПб. : НИУ ИТМО, 2011. — 84 с.
- 3 Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — СПб. : Лань, 2014. — 224
- 4 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.
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; пятое издание, стереотипное. Перепечатка с четверного издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Методические указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 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 Гусев, А.А. Проектирование технологической оснастки./ А.А. Гусев, И.А. Гусева. —М. Машиностроение, 2013. — 416 с.
- 10 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 11 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.
- 12 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.
- 13 Ковальчук, С.Н. Технология машиностроения. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. — 128 с.
- 14 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.

15 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.

16 Передрей, Ю.М. Технология машиностроительного производства. Часть 1. Теоретические основы технологии машиностроения. — Пенза : ПензГТУ, 2012. — 290 с.

17 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.

18 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.

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

20 Суслов, А.Г. Наукоемкие технологии в машиностроении. / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный, Ю.С. Авраамов. — М. : Машиностроение, 2012. — 528 с.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта представленного технологического процесса.

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1															
Дубл.															
Взам.															
Подп.															
01101.2420513															
Разраб.	Евдокимов				ТГУ				XXXX		XXXX				
Проед	Воронов								10141		00001				
Плунжер															
Н. Контр.	Вилкалов														
М01 Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71															
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ					
-	166	5,9			0,69	41211XXX	Ø109,2x209,8		1	8,6					
Обозначение документа															
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Ишт.	
Б	Код, наименование оборудования														Ишт.
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93									
02Б	391148XXX	DMTG SKE6150z/1000		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	21	1,265	
03															
04А	XXXXXX	010	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93									
05Б	391148XXX	DMTG SKE6150z/1000		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	21	3,309	
06															
07А	XXXXXX	015	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93									
08Б	391148XXX	DMTG SKE6150z/1000		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	24	2,847	
09															
10А	XXXXXX	020	4110	Токарная		ИОТ И 37.101.7034-93									
11Б	391148XXX	DMTG SKE6150z/1000		2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	27	3,331	
12															
13А	XXXXXX	025	4122	Сверлильная		ИОТ И 37.101.7026-89									
14Б	3816XXX	500HS		2	18632	411	1P	1	1	1	236	1	42	2,213	
МК															

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционные карты технологических эскизов.

[illegible]

[illegible]

ГОСТ 3.1105-84		Форма 7	
Добл.			
Взам.			
Подп.			
Разраб. Ебдокинов		01101.24205	1
Проб. Воронав		XXXXXXX	
		2014.1.00003	
Н.Контр. Виткалов		Цех Уч. РМ	Опер. 010
Плунжер			

Technical drawing of a plunger (Плунжер) showing a cross-section with dimensions and surface finish requirements.

Dimensions (mm):

- Overall length: 206.8 ± 0.36
- Section 12 to 9: 36.8 ± 0.19
- Section 9 to 7: 103.8 ± 0.27
- Section 7 to 5: 111.5 ± 0.27
- Section 5 to 3: 128.8 ± 0.31
- Section 3 to 1: 143.95 ± 0.31
- Section 11 to 1: 150.4 ± 0.31

Internal diameters (mm):

- Section 8 to 10: $\phi 102.8_{-0.46}^{+0.46}$
- Section 10 to 6: $\phi 55.6_{-0.44}^{+0.44}$
- Section 6 to 4: $\phi 106.1_{-0.44}^{+0.44}$
- Section 4 to 2: $\phi 90.8_{-0.46}^{+0.46}$
- Section 2 to 12: $\phi 81.4_{-0.46}^{+0.46}$

Surface finish requirements:

- Surface 12: $\sqrt{Ra} 12.5$
- Surface 11: $\sqrt{Ra} 12.5$

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

Форм.	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.TM.062.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	17.07.TM.062.60.001	Втулка	1	
		2	17.07.TM.062.60.002	Демпфер	2	
		3	17.07.TM.062.60.003	Корпус патрона	1	
		4	17.07.TM.062.60.004	Корпус пневмоцилиндра	1	
		5	17.07.TM.062.60.005	Корпус муфты	1	
		6	17.07.TM.062.60.006	Корпус	1	
		7	17.07.TM.062.60.007	Клин	1	
		8	17.07.TM.062.60.008	Крышка	1	
		9	17.07.TM.062.60.009	Крышка муфты	1	
		10	17.07.TM.062.60.010	Кулачок	3	
		11	17.07.TM.062.60.011	Опора	1	
		12	17.07.TM.062.60.012	Подкулачник	3	
		13	17.07.TM.062.60.013	Поршень	1	
		14	17.07.TM.062.60.014	Пробка	1	
		15	17.07.TM.062.60.015	Пробка	1	
		16	17.07.TM.062.60.016	Прокладка	1	
		17	17.07.TM.062.60.017	Стойка	3	
		18	17.07.TM.062.60.018	Сухарь	6	
		19	17.07.TM.062.60.019	Тяга	1	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	17.07.TM.062.60.000	
Разраб.		Бабакимов			Патрон клиновый	Лит.
Проф.		Воронов				Лист
						Листов
						1
н. контр.		Виткалов			ТГУ, гр. ТМбз-1232	
Утв.		Логоинов				

[illegible]

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.

[illegible]

[illegible]