

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Башаев Алексей Сергеевич _____ гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления диска распределительного пластинчатого насоса

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» _____ 2016 г.

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

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование 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 – 1
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

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

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

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления диска распределительного пластинчатого насоса. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления диска распределительного пластинчатого насоса в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- вариант ТП обработки диска для среднесерийного производства;
- получение заготовки методом литья в песчано-глинистые формы;
- применение станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение оснастки с гидравлическим и пневматическим приводами;
- применение инструмента с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон цанговый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения с высокоточными электронными индикаторными головками.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 64 страниц, содержащей 20 таблиц, 7 рисунков, и графической части, содержащей 7,5 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	14
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	15
2 Технологическая часть работы.....	17
2.1 Выбор типа производства	17
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	17
2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей	23
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки	24
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки	28
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	30
2.7 Проектирование технологических операций.....	33
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений	42
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	42
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	46
4 Безопасность и экологичность технического объекта	48
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	48
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	49
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	50
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	51
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	55
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	56

5 Экономическая эффективность работы.....	57
Заключение.....	61
Список используемой литературы.....	62
Приложения.....	64

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Бурный прогресс технологической науки обусловил большие задачи, стоящие перед машиностроением.

Унифицированные типовые и групповые технологические процессы, а также их элементы нуждаются в переходе на более высокий этап проектирования – автоматизацию технологической подготовки производства на базе моделирования технологических процессов с учетом современных методов его оптимизации.

Большое внимание должно обращаться на повышение точности процессов производства, проблемам надежности и путям повышения производительности.

Не стоит упускать из вида и серийное производство, все перечисленное выше является актуальной задачей снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Сегодняшняя экономическая обстановка является удобным моментом для вложения средств в отечественную промышленность, эти вложения позволят получить серьезную прибыль уже в обозримом будущем.

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали требуемого качества в установленном годовой программе количестве с минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь называется диск распределительный (передний), устанавливается в механизме пластинчатого насоса PVT-SS-SO-25ER и предназначена для установки сопрягаемых деталей и перераспределения рабочей жидкости из полостей всасывания в полости нагнетания при работе насоса.

На рисунке 1.1 приведен фрагмент узла, в который входит данная деталь.

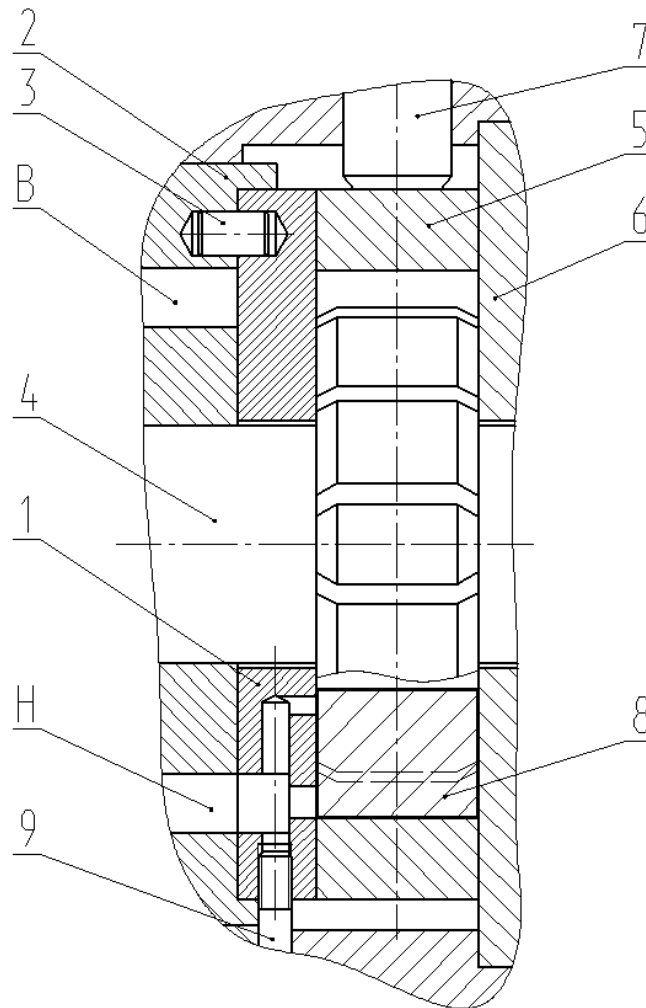


Рисунок 1.1 - Фрагмент механизма пластинчатого насоса PVT-SS-SO-25ER

Диск распределительный 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе 2 и центрируется штифтами 3.

Через отверстие диска 1 и корпуса 2 проходит вал ротора 4, который установлен в статорном кольце 5 между дисками распределительными – передним 1 и задним 6. Статорное кольцо 5 фиксируется в корпусе с помощью ограничительных винтов 7.

В пазах ротора 4, установленного в статорном кольце 5 эксцентрично, расположены заслонки 8.

В резьбовом отверстии диска 1 устанавливаются штуцеры 9.

При вращении вала ротора 1, так как он расположен эксцентрично, между заслонками 8 создаются рабочие камеры, которые наполняются жидкостью из линий всасывания В, когда ротор проходит по радиальным канавкам всасывания диска 1. При достижении максимального объема рабочие камеры переходят от стороны всасывания на сторону нагнетания, сужаются и нагнетают жидкость по напорным магистралям Н в систему.

1.1.2 Анализ материала детали

Диск распределительный имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления.

Материал диска распределительного: бронза БрАЖ9-4 по ГОСТ 18175-78.

БрАЖ9-4 – бронза алюминиевая, безоловянистая, обрабатываемая давлением. Имеет высокие механические свойства, хорошие антифрикционные свойства, коррозионно стойкая.

Применение: шестерни, втулки, седла клапанов в машиностроении для отливок массивных деталей в землю.

Таблица 1.1 - Химический состав бронзы БрАЖ9-4

В процентах

Элемент	Fe	Si	Mn	P	Al	Cu	Pb	Zn	Sn	Примесей
Содержание	2 - 4	до 0.1	до 0.5	до 0,1	8-10	84,3-90	до 0,01	до 1	до 0,1	Всего 1,7

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства бронзы БрАЖ9-4

Состояние поставки, режим термообработки	σ_b	δ_5	$E \cdot 10^{-5}$	ρ	НВ
	МПа	%	МПа	кг/м ³	
Прутки прессованные	540	15	1,16	7500	110-180
Сплав мягкий	400-500	35-45			100-120
Сплав твердый	500-700	4-6			160-200

Обозначения в таблице 1.2:

σ_b - предел кратковременной прочности, МПа;

δ_5 - относительное удлинение при разрыве, %;

E - модуль упругости первого рода, МПа

ρ - плотность материала, кг/м³

НВ - твердость по Бринеллю.

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Классификация поверхностей проводится для определения соответствия предъявляемых требований к поверхностям детали по служебному назначению (табл. 1.3).

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные	5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
2	ОКБ (основные конструкторские базы)	1, 2
3	ВКБ (вспомогательные конструкторские базы)	3,4,7
4	СП (свободные)	Остальные

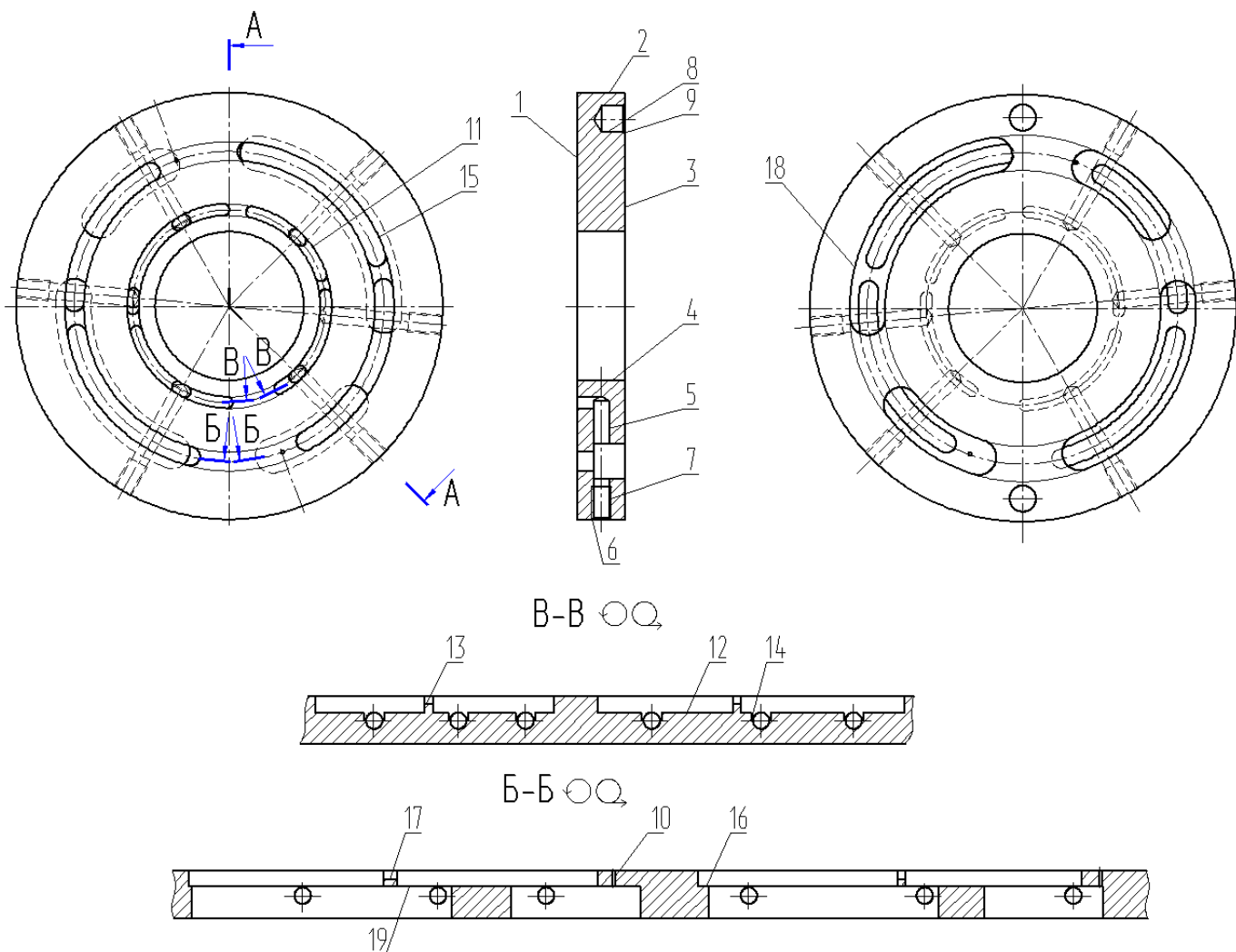


Рисунок 1.2 - Нумерация поверхностей детали «Диск распределительный»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Для совершенствования конструкции детали и определения возможности сокращения себестоимости проведем оценку технологичности.

1.2.1 Количественный анализ технологичности проведем по методике [11]

1.2.1.1 Коэффициент унификации поверхностей

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y - количество унифицированных поверхностей;

Σn - количество поверхностей на детали.

$K_y = 1$, т.к. обработка ведется на универсальном оборудовании с использованием типовых инструментов и оснастки.

1.2.1.2 Коэффициент шероховатости поверхностей

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.2)$$

где $B_{ср}$ - средняя шероховатость;

$$B_{ср} = \frac{B_{ni}}{\sum ni}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – шероховатость;

$\sum ni$ – количество шероховатостей одного значения

$$B_{ср} = (2 \cdot 0,630 + 2 \cdot 2,500 + 15 \cdot 3,200) / 19 = 2,8500 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1 / 2,8500 = 0,3500$$

Вывод: $K_{ш} < 0,32$ по данному показателю деталь технологична. Шероховатость поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.1.3. Коэффициент точности

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{ср}}, \quad (1.4)$$

где $A_{ср}$ – квалитет средний

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

где A_{ni} – квалитет

$\sum ni$ – количество поверхностей одного квалитета

$$A_{ср} = (2 \cdot 8.0 + 2 \cdot 9.0 + 2 \cdot 10.0 + 1 \cdot 12.0 + 12 \cdot 14.0) / 19 = 12,30$$

$$K_T = 1 - 1/12,3 = 0,920$$

Вывод: $K_T > 0,8$ по данному показателю деталь технологична. Точность поверхностей детали соответствует служебному назначению.

1.2.2 Качественный анализ технологичности

Качественный анализ технологичности проводится по нескольким показателям.

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Диск распределительный изготавливается из бронзы БРАЖ9-4 ГОСТ 18175-78.4543-71 методом литья. По сложности конфигурации поверхностей детали сложности с получением не возникает - заготовка технологична.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Всю информацию о детали можно получить на чертеже.

Рассматриваемая деталь относится к типовым деталям типа диск, и для их изготовления имеется типовой техпроцесс.

Проанализировав форму детали можно сделать вывод – возможности обработки с двух установов. Можно применять инструменты поочередно или совместно.

Обработку можно проводить, применяя стандартный режущий инструмент, при транспортировке и загрузке специальной оснастки не требуется.

Конфигурация поверхностей обеспечивает свободный доступ для контроля и обработки.

Вывод: деталь с точки зрения конфигурации можно считать технологичной.

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

Устойчивое положение детали можно обеспечить на двух установках, и выполнение принципа единства баз также возможно.

Точность базовых поверхностей и их шероховатость обеспечивает требуемую точность обработки.

Таким образом, по всем показателям технологичности деталь является тех-

нологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Данный анализ должен показать недостатки которые затрудняют достижение цели сформулированной во введении.

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Для анализа ТП оформим его в виде таблицы 1.4.

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

№оп	Наименование операции	станок	оснастка	Режущий инструмент	Тшт, мин
00	Заготовительная				
05	Отрезная				
10	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной ВК6 Резец подрезной ВК6,5 Сверло спиральное Р6М5 Резец расточной ВК6	1,5
15	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец проходной ВК4М Резец подрезной ВК4М Резец расточной ВК4М Резец канавочный	0,85
020	Слесарная (разметочная)				0,16
025	Фрезерная	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11МФ3-1	Тиски машинные	Фреза концевая Р6М5	2,5
030	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,25

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2Р135	Тиски машинные	Сверло центровочное Р6М5 Сверло спиральное Р6М5	0,35
040	Слесарная	Верстак		Напильник	0,15
045	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3Л722	Тиски машинные	Шлифовальный круг	0,28
050	Моечная				
055	Контрольная				

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Повышение производительности базового технологического процесса в условиях рассматриваемого производства невозможно.

Определим основные недостатки препятствующие повышению производительности базового техпроцесса:

- 1) универсальное оборудование;
- 2) значительный припуск;
- 3) инструмент не позволяющий применить высокие режимы резания;

1.4.2 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Задачи выпускной квалификационной работы:

1) при разработке ТП использовать соответствующее типу производства оборудование;

2) спроектировать заготовку;

3) оптимизировать структуру фрезерных и сверлильных переходов. Вместо фрезерной и двух сверлильных операций применим две вертикально-фрезерных с ЧПУ на станке S500 с поворотным столом, на которой также будем обрабатывать

все отверстия боковые отверстия;

4) оптимизировать структуру остальных операций с целью максимальной концентрации переходов, снижения трудоемкости и себестоимости;

5) рассчитать наиболее оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность;

6) при применении станков с ЧПУ разметочные операции исключаются;

7) применить высокопроизводительный комбинированный инструмент с износостойкими покрытиями, дающий наивысшие показатели точности и производительности;

8) применить высокопроизводительные контрольные приспособления и инструменты с высокоточными электронными индикаторами;

9) спроектировать оснастку на токарную операцию;

10) спроектировать приспособление контрольное;

11) определить опасные и вредные факторы присутствующие при изготовлении детали;

12) расчет экономической эффективности.

Решению этих задач посвящены последующие разделы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Для определения типа производства воспользуемся упрощенной методикой [9], по массе и годовой программе.

При массе детали 0,950 кг и годовой программе выпуска $N_T = 10$ тыс. шт. тип производства - среднесерийное [9, с. 17]

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

По конфигурации и материалу (бронза БрАЖ9-4), в качестве заготовки может быть использована:

- отливка;
- пруток бронзовый холоднодеформируемый.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса отливки $M_{ш}$, кг, ориентировочно определяется по формуле [11, с. 23]

$$M_{ш} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [11, с. 23]. Для данной детали примем $K_p = 1.8$

$$M_{ш} = 0.95 \cdot 1.8 = 1.71 \text{ кг}$$

По ГОСТ Р 53464-2009 [8] определим основные параметры заготовки:

- метод получения заготовки – литье в кокиль;
- класс размерной точности – 8 [8];
- степень коробления – 6 [8];
- степень точности поверхности отливки – 11 [8].

Определим массу прутка $M_{\text{пр}}$, кг по формуле [11, с. 23]

$$M_{\text{пр}} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V – объем проката, мм^3 ;

γ - плотность бронзы, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

При отрезки от прутка форма заготовки цилиндр, с диаметром $d_{\text{пр}}$, мм и длиной $l_{\text{пр}}$, мм, определяемыми по формулам [11, с. 23]

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 130 \cdot 1,05 = 136,5 \text{ мм} \quad (2.3)$$

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

Принимаем стандартное большее значение $d_{\text{пр}} = 140 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,1 = 14,50 \cdot 1,10 = 16,00 \text{ мм} \quad (2.4)$$

где $l_{\text{д}}^{\text{max}}$ – максимальный осевой размер детали, мм

Принимаем $l_{\text{пр}} = 16,00 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок V , мм^3 , [11]

$$V = \pi \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot l_{\text{пр}} / 4 = 3,14 \cdot 140,00^2 \cdot 16,00 / 4 = 246176,00 \text{ мм}^3 \quad (2.5)$$

Вес заготовки из круглого проката

$$M_{\text{пр}} = 246176 \cdot 7,5 \cdot 10^{-6} = 1,85 \text{ кг}$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер прутка бронзового холоднодеформируемого обычной точности, диаметра 140 мм, длиной 3 м по ГОСТ 1628-78.

Пруток ДКРНТ 140,0 КДЗ БРАЖ9-4 ГОСТ 1628-78.

2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Для выбора метода получения заготовки выполним экономический расчет, по минимальной себестоимости [11, с. 24]

$$C_d = C_3 + C_{mo} - C_{отх}, \quad (2.6)$$

где C_3 – цена исходной заготовки, руб;

C_{mo} – суммарная стоимость механической обработки, руб;

$C_{отх}$ – стоимость стружки, руб.

2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Для определения стоимости заготовки воспользуемся формулой [11]

$$C_3 = C_6 \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (2.7)$$

где C_6 – базовая стоимость 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{ш}$ – ориентировочная масса отливки, кг;

K_T – коэффициент, зависящий от класса размерной точности отливки;

$K_{сл}$ – коэффициент, зависящий от степени сложности отливки;

K_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

K_M – коэффициент, учитывающий марку материала;

$K_{п}$ – коэффициент, зависящий от типа производства;

$$C_6 = 11,2 \text{ руб/кг [11, с. 23]}$$

Для размерной точности 9 – $K_T = 1.03$ [11, с. 24]

Для бронзовой отливки 2 группы сложности - $K_{cl} = 0.98$ [11, с. 24]

$K_B = 0.87$ [11, с. 24]

Для бронзы БРАЖ9-4 принимаем $K_M = 4.0$ [11, с. 24]

Для среднесерийного производства $K_{п} = 1,0$ [11, с. 24]

$$C_3 = 11,2 \cdot 1.71 \cdot 1.03 \cdot 0.98 \cdot 0.87 \cdot 4.0 \cdot 1.0 = 67.28 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки отливки $C_{мо}$, руб, определяется по формуле:

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.8)$$

где $C_{уд}$ – стоимость механической обработки на сьем 1 кг материала, руб/кг.

Удельные затраты при механической обработке резанием $C_{уд}$, руб, могут быть определены по формуле:

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

где C_c – общие расходы, руб/кг;

C_k – затраты на капитальные расходы, руб/кг;

E_n –эффективность кап. вложений нормативный коэффициент
($E = 0,1 \dots 0,2$). Для машиностроительных цехов принимаем $E_n = 0,16$

Принимаем $C_c = 14,8$ руб/кг, $C_k = 32,5$ руб/кг [11, с. 25]

Тогда

$$C_{мо} = (1.71 - 0.95) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 15.20 \text{ руб}$$

Стоимость отходов $C_{отх}$, руб, является возвратной величиной и определяется как

$$C_{отх} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot Ц_{отх}, \quad (2.10)$$

где $C_{отх}$ – цена отходов (стружки), руб/кг.

Принимаем $C_{отх} = 0.6$ руб/кг [11, с. 25]

Тогда

$$C_{отх} = (1.71 - 0.95) \cdot 0.6 = 0.46 \text{ руб}$$

$$C_d = 67.28 + 15.20 - 0.46 = 82.02 \text{ руб}$$

2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Для определения стоимость заготовки проката воспользуемся формулой [11]

$$C_{пр} = C_{мпр} \cdot M_{пр} + C_{оз}, \quad (2.11)$$

где $C_{мпр}$ – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{мпр} = 48$ руб/кг

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

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

где $C_{пз}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{пз} = 30,2$ руб/ч [11, с. 26]

$C_{оз}$ – стоимость отрезки заготовки из проката, руб.

Штучное время $T_{шт}$, мин, определяется по формуле [11, с. 26]

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

где T_o – время на выполнение технологической операции, мин;

φ_k – коэффициент, зависящий от используемых станков и типа производства.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_o , мин, определяется по формуле [11, с. 27]

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

где $d_{\text{пр}}$ – диаметр проката, мм

$$T_o = 0,19 \cdot 140^2 \cdot 10^{-3} = 3,72 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 3,72 \cdot 1,5 = 5,59 \text{ мин}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 5,59 / 60 = 2,81 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}} = 48 \cdot 1,85 + 2,81 = 91,43 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (1,85 - 0,95) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 17,93 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{\text{отх}} = (1,85 - 0,95) \cdot 0,60 = 0,54 \text{ руб}$$

Тогда

$$C_{\text{д}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 91,43 + 17,93 - 0,54 = 108,82 \text{ руб}$$

2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

Коэффициент использования материала $K_{\text{им}}$ определяется по формуле [11, с. 28]

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} \quad (2.15)$$

Для отливки $K_{\text{им}} = 0,95 / 1,71 = 0,56$

Для проката $K_{\text{им}} = 0,95 / 1,85 = 0,51$

По проведенным расчетам сделаем вывод – для данной детали принимаем отливку.

Годовой экономический эффект, $\text{Э}_{\text{г}}$, руб, определяется по формуле

$$\text{Э}_{\text{г}} = (C_{\text{д пр}} - C_{\text{д шт}}) \cdot N_{\text{г}}, \quad (2.16)$$

где $N_r = 10000$ шт/год- годовая программа выпуска

$$\mathcal{E}_r = (108.82-82.02) \cdot 10000 = 268041 \text{ руб.}$$

2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

По трудоемкости определим виды обработки.

Определяем коэффициент трудоемкости на основании [11, с. 32-34, табл. 5.17-5.19].

Результаты выбора методов обработки корпуса приведены в таблице 2.1, где обозначено:

Тчер - обтачивание черновое, Тчист - точение чистовое,
 Рчерн - растачивание черновое, Рчист - растачивание чистовое,
 Ртонк - растачивание тонкое, С - сверление,
 Шчист - шлифование чистовое, Фчист – фрезерование чистовое

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхности				Шероховатость Ra, мкм	Твердость НРС	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
				Размеры, мм		Формы	Расположение				
		d	l	d	l		Допуск, мкм				
1	Плоск	130/45,3	42,35	8	10	0,005	0,000	0,63	100	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9)+Шчист(8)	2,2
2	Цил	130 _{0,1}	14,5	9	9	-	-	3,2	100	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчист(9)	3,4
3	Плоск	130/45,3	42,35	8	10	0,005	0,000	0,63	100	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9)+Шчист(8)	2,2
4	Цил	45,3 ^{+0,1}	14,5	10	9	-	-	2,5	100	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчист(9)	5,2
5	Цил	5,2	36	14	14	-	-	3,2	100	С(13)	1,2
6	Конич	0,5x45°	0,5	14	14	-	-	3,2	100	С(13)	1,2
7	Резьб	M6x0,75	10	7H	14	-	-	3,2	100	С(13)+Рез(7H)	2,2
8	Цил	8 ^{+0,05}	7	9	14	-	0,03	2,5	100	С(13)+Рчист(10)+Ртонк(9)	3,8
9	Конич	0,5x45°	0,5	14	14	-	-	3,2	100	С(13)	1,2
10	Цил	1	4,5	14	14	-	-	3,2	100	С(13)	1,2
11	Паз, цил	62,3/55,3x5	180	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
12	Паз, плоск	62,3/55,3x3,5	180	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
13	Паз, плоск	62,3/55,3x3,5	2,57	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
14	Паз, плоск	62,3/55,3x3,5	6	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

15	Паз, цил	100,3/88,7x5	296	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
16	Паз, плоск	100,3/88,7x5,8	296	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
17	Паз, цил	100,3/88,7x5	4,1	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
18	Паз, цил	105,5/84x10	296	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2
19	Паз, плоск	105,5/84x10,7	296	14	14	-	-	3,2	100	Фчист(13)	1,2

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Определим припуски для самой ответственной поверхности ОКБ - шейки $\varnothing 130_{-0,1}$, методика расчета припусков и все необходимые данные, коэффициенты, значения взяты из [11].

Выполним расчет припусков по эмпирическим зависимостям.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2- Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припускам			Операц допуск Тd/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		a	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{\text{вер}}^{i-1}$		d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1	Отлить	0.3	0.763	-	1.60	134.602	133.002	-	-
					8 ст				
2	Точение черновое	0.14	0.046	0.440	0.63	131.270	130.640	3.332	2.362
					h13				
3	Точение чистовое	0.07	0.031	0.090	0.16	130.318	130.158	0.952	0.482
					h10				
4	шлифованье	0.035	0.015	0.050	0.10	130.000	129.900	0.318	0.258
					h9				

Минимальный припуск на черновую обработку определяем по формуле [11, с. 48]

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (R_z + h + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (2.17)$$

Промежуточные расчетные размеры по обрабатываемым поверхностям d_{\min}^{i-1} , мм и d_{\max}^i , мм определяется по формулам [11, с. 48]

$$d_{\min}^{i-1} = d_{\min}^i + 2Z_{\min} \quad (2.18)$$

$$d_{\max}^i = d_{\min}^i + Td^i \quad (2.19)$$

Максимальные припуски $2Z_{\max}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49]

$$2Z_{\max} = d_{\max}^{i-1} - d_{\max}^i \quad (2.20)$$

Минимальные припуски $2Z_{\min}$, мм, определяем по формуле [11, с. 49]

$$2Z_{\min} = d_{\min}^{i-1} - d_{\min}^i \quad (2.21)$$

Проверка результатов расчёта производится по формуле

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = TD^i - TD^{i-1} \text{ – условие проверки} \quad (2.22)$$

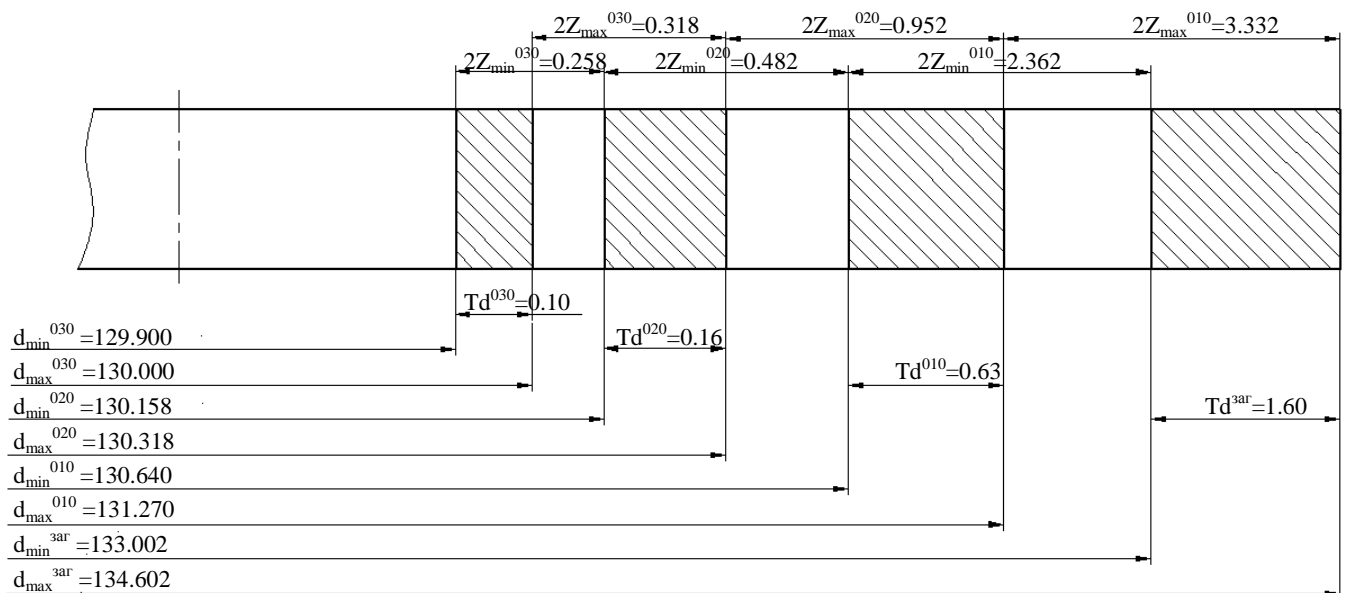


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков

2.4.2 Определение припусков табличным методом

Результаты определения припусков табличным методом приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3- Припуски на обработку поверхностей диска распределительного

№, операция	обрабатываемые поверхности	Припуск на сторону, мм
05Токарная (черновая)	поверхности - 3,4	max 1,3
010Токарная (черновая)	поверхности - 1,2	max 1,3
015Токарная (чистовая)	поверхности - 3,4	max 0,5
020Токарная (чистовая)	поверхности - 1,2	max 0,5
025Внутришлифовальная	поверхности - 4	0,15
030Круглошлифовальная	поверхности - 2	0,16
035Плоскошлифовальная (черновая)	поверхности - 1,3	0,15
060Плоскошлифовальная (чистовая)	поверхности - 1,3	0,1

2.4.3 Проектирование и расчет заготовки

Основные параметры заготовки принимаем по [8].

По таблице А.1 [3, с. 27] выбираем метод получения заготовки – литье в кокиль без песчаных стержней.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем класс размерной точности отливки [8, с. 26].

Принимаем: класс размерной точности – 8.

В зависимости от отношения наименьшего размера отливки к наибольшему выбираем степень коробления отливки по таблице Б.1 [8, с. 29].

Принимаем: степень коробления – 6.

В зависимости от наибольшего габаритного размера отливки и ее материала выбираем степень точности поверхности отливки по таблице Г.1 [8, с. 32].

Принимаем: степень точности поверхности отливки – 11 (шероховатость Ra20 мкм).

В зависимости от вида литья и массы выбираем класс точности массы отливки по таблице Д.1 [8, с. 33].

Принимаем при массе заготовки св. 1 до 10 кг: класс точности массы отливки - 8.

Таким образом – точность отливки - 8-6-11-8 по ГОСТ Р 53464-2009

По таблице 1 [8, с. 8] для 8 класса точности определяем допуски размеров, и в зависимости от допусков по таблице 6 [8, с. 11] определяем припуски.

Литейный уклон:

на наружной и внутренней поверхности – не более $2^{\circ}30'$

Радиусы закругления наружных углов – 2 мм

Сдвиг полуформ – не более 0,6 мм [8, с. 8]

Эксцентричность отверстий - не более 0,600 мм [8, с. 8]

Шероховатость заготовки – Ra 20 мкм

Эскиз заготовки приведен на рисунке 5.2

Определения объема заготовки (радиусы, фаски, уклоны не учитываем).

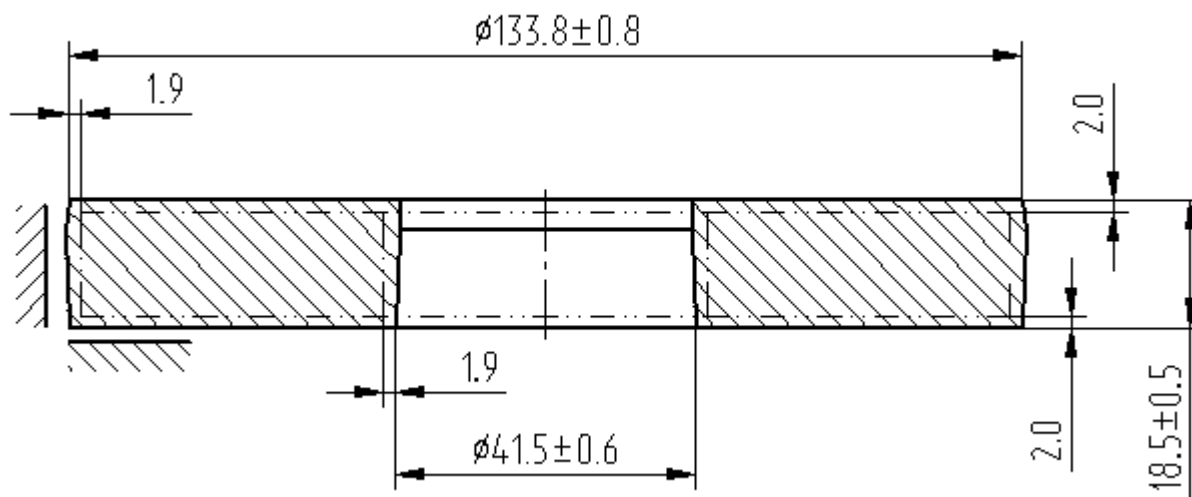


Рисунок 2.2- Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовки (2.5).

$$V = 3,14/4 \cdot (133,80^2 \cdot 18,50 - 41,50^2 \cdot 18,50) = 235089,00 \text{ мм}^3 .$$

Масса отливки M_3 , кг (2.2)

$$M_3 = V \cdot \gamma = 235089,00 \cdot 7,500 \cdot 10^{-6} = 1,760 \text{ кг}$$

Определим коэффициент использования материала на литую заготовку по (2.15)

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 0,950 / 1,760 = 0,5400$$

2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

2.5.1 Разработка схем базирования

При разработке схем базирования принимаем во внимание принципы постоянства и единства баз. На токарных операциях обработка ведется с двух сторон, при обработке справа воспользуемся наружной цилиндрической поверхностью 2 и торцем 1, слева – цилиндрическим отверстием 4 и торцем 3.

При фрезеровании справа базами являются отв., пов. 4 и плоскость 1, при

обработке слева – отв., пов. 4 и торец 3 с угловой центровкой по отв. 8.

При плоскошлифовальной операции базами являются отв., пов. 4 и торцы 1 или 3.

2.5.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Разработку маршрута будем проводить используя принцип концентрации переходов.

Таблица 2.4- Маршрут обработки диска распределительного

№ оп	операция	станок	содержание
1	2	3	4
000	Заготовительная		Отлить заготовку
005	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить поверхность 3 начерно Расточить отв. 4 начерно
010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2 начерно
015	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить поверхность 3 начисто Расточить отв. 4 начисто
020	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2 начисто
025	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а ВШ-3	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 4 начисто
030	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а КШ-3М	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 2 начисто
035	Плоско-шлифовальная (черновая)	Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11	Установ А. Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 3 начерно Установ Б. Переустановить заготовку Шлифовать пов. 1 начерно
040	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 18,19 начисто Сверлить отв.8 с фаской 9 Расточить отв. 8 начисто Расточить отв. 8 тонко

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
045	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Установить, снять заготовку Фрезеровать пов. 15,16,17 начисто Фрезеровать пов. 11,12,13,14 начисто Центровать отв. 10 Сверлить отв. 10 Повернуть стол станка на 90° в горизонтальную плоскость Центровать отв. 5 Сверлить отв. 5 с фаской 6 Нарезать резьбу 7
050	Плоскошлифовальная (чистовая)	Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11	Установ А. Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 3 начисто Установ Б. Переустановить заготовку Шлифовать пов. 1 начисто
055	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
060	Контрольная		Окончательно контролировать основные параметры

2.5.3 Разработка плана обработки

Разработаем план обработки детали "Диск распределительный".

План обработки детали "Диск распределительный" представлен в графической части.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Задача раздела - выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление и инструмент, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальными затратами.

Результаты выбора технологической оснастки приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.5 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, ВК6, покрытие (Ti,Si)N $\varphi=97^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, ВК6, покрытие (Ti,Si)N $\varphi=97^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=16$ $b=16$ $L=125$ ВК6 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79
015 020	Токарная (чистовая)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, ВК3М, покрытие (Ti,Si)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ $h=25$ $b=25$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, ВК3М, покрытие (Ti,Si)N $\varphi=97^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ $h=16$ $b=16$ $L=125$ ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
025	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а ВШ-3	Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 5 35x15x10 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Приспособление мерительное с индикатором
030	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а КШ-3М	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 1 450x20x203 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
035	Плоскошлифовальная (черновая)	Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Шлифовальный круг 1 450x63x203 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление мерительное с индикатором
040 045	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ 400V	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Фреза концевая твердосплавная ГОСТ 18372-73 Ø3,5 Z=3; Ø5,8 Z=4; Ø10,75 Z=5 ВК6М, покрытие (Ti,Si)CN Сверло центровочное Ø1; Ø3,15 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5 Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø1 короткой серии ГОСТ 4010-77 Сверло специальное Ø5,2; Ø7 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5 Резец расточной Ø7,7. Пластина ВК6, покрытие (Ti,Si)CN Резец расточной Ø8. Пластина ВК3М, покрытие (Ti,Si)CN Метчик машинный М6x0,75 Р6М5К5 ГОСТ 3266-81	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
050	Плоскошлифовальная (чистовая)	Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11		Шлифовальный круг 1 450x63x203 63С F60 L 6 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление мерительное с индикатором
055	Моечная	Камерная моечная машина			

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 020.

2.7.1.1 Исходные данные

Деталь – диск распределительный

Материал - бронза БрАЖ9-4 по ГОСТ 18175-78. $\sigma_B = 500$ МПа

Заготовка - отливка

Приспособление - патрон цанговый

2.7.1.2 Структура операции

Оп 020 Токарная (чистовая)

Содержание операции: точить поверхн., выдерж. размеры $\varnothing 130,32_{-0,16}; 15_{-0,084}$

2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина ВК3М $\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$, $\alpha = 11^\circ$; $h = 25$ $b = 25$ $L = 125$

2.7.1.4 Выбор оборудования

Принимаем станок токарно-винторезный модели ВСТ-625-21 CNC

2.7.1.5 Расчет режимов резания

Глубина резания t , мм

$t = 0,50$ мм

Подача S , мм/об

$S = 0.250$ мм/об [17, с.268].

Расчётная скорость резания V , м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.23)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 182$ [17, с.270]

T – время между переточками; $T = 1.0$ час;

t - глубина резания, мм;

m, x, y - табличные значения; $m = 0.23, x = 0.12, y = 0.3$ [17, с.270]

K_U - коэффициент, учитывающий действительные условия обработки.

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.24)$$

где K_{MU} - коэффициент, отвечающий за качество обрабатываемого материала. [17, с.261]

$K_{ПУ}$ - коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки;

$K_{ПУ} = 1.0$ [17, с.263]

$K_{ИУ}$ - коэффициент, зависящий от материала инструмента; $K_{ИУ} = 2,7$ [17, с.263]

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,7 = 2,7.$$

$$V = \frac{182}{60^{0,23} \cdot 0,5^{0,12} \cdot 0,25^{0,3}} \cdot 2,7 = 315,6 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя n , мин^{-1} определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.25)$$

где V - расчётная скорость резания, м/мин.

$$\text{При точении } \varnothing 130,32: n_1 = \frac{1000 \cdot 315,6}{3,14 \cdot 130,32} = 771 \text{ мин}^{-1}$$

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование):

$$n_1 = 771 \text{ мин}^{-1}$$

Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания P_z , Н, определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.26)$$

где C_p - поправочный коэффициент; $C_p = 55$ [17, с.273]

x, y, n - показатели степени; $x=1.0, y=0.66, n=0$;

K_p - поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}, \quad (2.27)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала
 $K_{MP}=1,0$ [17, с.264]

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\tau p}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания.

$$K_{\varphi p}=0,89 \quad K_{\gamma p}=1,0 \quad K_{\lambda p}=1,0 \quad K_{\tau p}=1,0$$

$$P_z = 10 \cdot 55 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,66} \cdot 315,6^{0,5} \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 98 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{98 \cdot 315,6}{1020 \cdot 60} = 0,50 \text{ кВт} \quad (2.28)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка ВСТ-625-21 CNC $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5$ кВт; $0,50 < 7,5$, т. е. обработка возможна.

2.7.2 Определение режимов резания табличным методом

Выполним на внутришлифовальную операцию 025

2.7.2.1 Исходные данные

Деталь – диск распределительный

Материал - бронза БрАЖ9-4 по ГОСТ 18175-78. $\sigma_b = 500$ МПа

Заготовка - отливка

Обработка- внутришлифовальная

Тип производства- среднесерийное

Приспособление- патрон мембранный

Закрепление заготовки- по наружной поверхности с упором в торец.

2.7.2.2 Структура операций

Оп 025 Внутришлифовальная

Содержание операции: Шлифовать отверстие $\varnothing 45,3H9$

2.7.2.3 Выбор оборудования

Принимаем внутришлифовальный п/а ВШ-3

2.7.2.4 Выбор режущих инструментов

Шлифовальный круг 5 35x20x10 63С F36 О 4 V А 35 м/с 2 кл.

ГОСТ Р 52781-2007

2.7.2.5 Расчет режимов резания

Глубина резания t , мм.

$t = 0,150$ мм.

Подача минутная продольная определяется по формуле [1, с.214]:

$$S_{м пр} = S_m \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.29)$$

где S_m – минутная подачи по таблице, мм/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от припуска и точности;

K_2 – коэффициент, зависящий от формы заготовки.

$$S_{м пр} = 6000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 4800 \text{ мм/мин}$$

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

Подача минутная поперечная $S_{\text{дв.ход}}$, мм/дв.ход, определяется по формуле [1, с. 216]:

$$S_{\text{дв.ход}} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.30)$$

$$S_{\text{дв.ход}} = 0,008 \cdot 1,1 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,010 \text{ мм/дв.ход}$$

Принимаем по паспорту станка 3К227В $S_{\text{дв.ход}} = 0,0105 \text{ мм/дв.ход}$

Скорость круга, V_k , м/с [1, с. 218]:

$$V_k = 25 \text{ м/с}$$

Скорость вращения детали, V_d м/мин [1, с. 218]:

$$V_d = 25 \text{ м/мин}$$

Частота вращения заготовки n , мин^{-1} , : определяется по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 45,3} = 175 \text{ мин}^{-1}$$

Т.к. на шлифовальном станке применяется бесступенчатое регулирование, принимаем фактическую частоту вращения шпинделя $n = 175 \text{ мин}^{-1}$.

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

Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости n_r , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{\text{пр}}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{\text{пр}}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Токарная (черновая)	Подрезать торец Ø133,8	1,250	0,50	155,00	369,0	155,00	369,0
		Расточить Ø44,1	1,30	0,50	139,50	1007,0	139,50	1007,0

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Токарная (черновая)	Точить Ø131,3	0,50	0,50	155,00	376,0	155,00	376,0
15	Токарная (чистовая)	Подрезать торец Ø131,3 Расточить Ø45	0,50 0,450	0,250 0,250	315,60 286,20	765,0 2025,0	765,0 2025,0	315,60 286,20
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø130,32	0,50	0,250	315,60	771	771	315,60
25	Внутришлифовальная	Шлифовать Ø45,3	0,150	4800* 0,010**	25	175	175	25
30	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø 130	0,160	0,010* 8	25	61	61	25
35	Плоскошлифовальная (черновая)	Шлифовать торец	0,150	0,015*3	16	-	-	16
40	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø10,75	5	0,04·5	42	1244	1244	42
		Сверлить Ø7	3,50	0,3	30	1365	1365	30
		Расточить Ø7,7	0,350	0,2	50	2481	2481	50
		Расточить Ø8	0,150	0,1	100	3980	3980	100
45	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø5,8	4	0,030·4	32	1757	1757	32
		Фрезеровать фр. Ø3,5	2,50·2	0,02·3	26	2365	2365	26
		Центровать Ø 1	0,50	0,05	16	5095	5095	16
		Сверлить Ø1	0,50	0,05	13	4140	4140	13
		Сверлить Ø5,20	3,60	0,25	28	1714	1714	28
		Нарезать резьбу М6х0,75	0,750	0,750	9	477	477	9
50	Плоскошлифовальная (чистовая)	Шлифовать торец	0,1	0,006* ³	18	-	-	18

* - подача в мм/мин

** - подача в мм/дв.ход стола

*³ - подача в мм/ход

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса изготовления диска распределительного.

Определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$, мин по методике [5]

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.31)$$

$$n = N \cdot a / D, \quad (2.32)$$

где N- годовая программа выпуска;

Принимаем a= 6;

D- количество рабочих дней.

Тогда

$$n = 10000 \cdot 6 / 254 = 236$$

Определяется норма штучного времени $T_{шт}$ [5]

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.33)$$

Для шлифовальной операции $T_{шт}$, [5]

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.34)$$

Вспомогательное время T_v , мин, [5]

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.35)$$

$$T_{тех} = T_o \cdot t_{п} / T \quad (2.36)$$

Расчет норм времени на токарную операцию 020

Основное время T_o , мин, определяются по формуле [9, с. 94]

$$T_o = \frac{L_{рх} \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.37)$$

где $L_{рх}$ - длина рабочего хода, мм [4, с. 84]

$$L_{рх} = L_{рез} + l_1 + l_2 + l_3, \quad (2.38)$$

где $L_{рез}$ – длина резания, мм [9, с. 85];

l_1 – длина подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности, мм [4, с.85];

l_2 - длина врезания режущего инструмента, мм [9, с. 85];

l_3 - длина перебега режущего инструмента, мм [9, с. 85];

i - число проходов.

Для контурного резца с углом $\varphi=90^\circ$ при черновом точении $l_1 + l_2 + l_3 = 4$ мм

$$T_o = \frac{65}{771 \cdot 0,25} = 0,337 \text{ мин}$$

При установке заготовки в 3-х кулачковом патроне с $T_{y.c} + T_{з.о} = 0,15$ мин, при контроле 2-х размеров с $T_{из} = 0,06$ мин и процентом контролируемых деталей 20% вспомогательное время равно:

$$T_B = (0,15+0,10+0,06 \cdot 2 \cdot 0,2) \cdot 1,85 = 0,507 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 0,337+0,507 = 0,844 \text{ мин}$$

При затратах времени $T_{об.от}$ равным 6% от оперативного $T_{оп}$ [3, с.214]

$$T_{об.от} = 0,06 \cdot 0,844 = 0,051 \text{ мин}$$

Норматив $T_{п-з}$ на наладку станка, инструмента и приспособления при установке заготовки на токарном станке патроне, с одним инструментом определим по [3, с.215]:

$$T_{п-з} = 17 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,844+0,051 = 0,895 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 1,032+21/236 = 1,121 \text{ мин}$$

Результаты определения норм времени приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_{шт}$	T_o	T_B	$T_{оп}$	$T_{п-з}$	$T_{об.от}$	n	$T_{шт-к}$
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
05	Токарная (черновая)	0,847	0,300	0,499	0,799	21	0,048	236	0,936
10	Токарная (черновая)	0,892	0,343	0,499	0,842	17	0,050	236	0,964
15	Токарная (чистовая)	0,832	0,278	0,507	0,785	21	0,047	236	0,921

№ оп	Наименование оп	T _{шт}	T _о	T _в	T _{оп}	T _{п-з}	T _{об.о т}	п	T _{шт-к}
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
20	Токарная (чистовая)	0,895	0,337	0,507	0,844	17	0,051	236	1,121

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	Внутришлифовальная	0,692	0,103	0,537	0,640	21	0,052	236	0,781
30	Круглошлифовальная	1,184	0,530	0,537	1,067	21	0,117	236	1,273
35	Плоскошлифовальная (черновая)	1,850	0,766	0,888	1,654	38	0,196	236	2,010
40	Фрезерная	1,816	1,007	0,706	1,713	28	0,103	236	1,935
45	Фрезерная	6,231	4,640	1,239	5,879	35	0,352	236	6,379
50	Плоскошлифовальная (чистовая)	2,278	1,134	0,888	2,022	38	0,256	236	2,440

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления

На токарной операции 020 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый клиновый патрон.

Основным недостатком данного патрона является низкая точность установки заготовки типа диск.

Поэтому основной задачей является проектирование нового цангового патрона с большей надежностью закрепления и большей точностью установки.

3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет тангенциальной составляющей P_z .

Расчет тангенциальной составляющей P_z проведен в п. 2.7 $P_z = 98 \text{ Н}$

3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

При обработке со стороны инструмента действует сила резания, препятствует этому сил зажима (рис. 3.1). Из условия равенства моментов определим силу зажима.

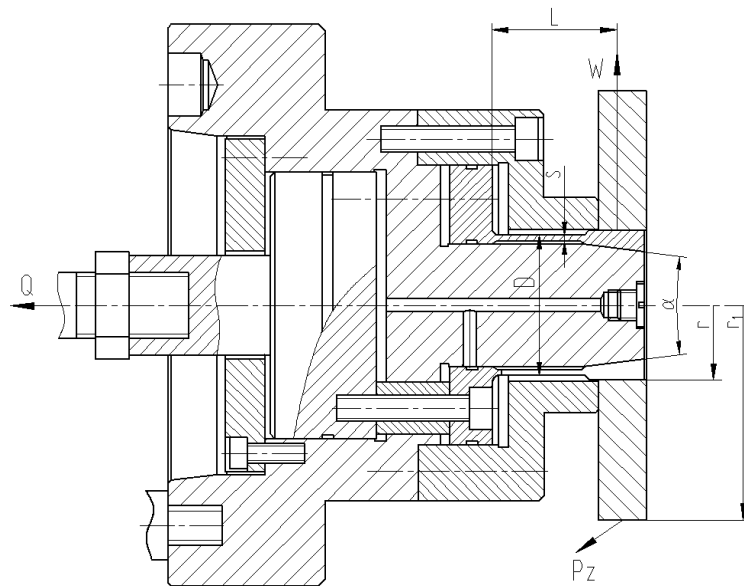


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Условие равновесия:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{рез}}, \quad (3.1)$$

Суммарный момент резания $M_{\text{рез}}$ от тангенциальной составляющей силы резания определяется по формуле:

$$M_{\text{рез}} = P_Z \cdot r, \quad (3.2)$$

Суммарный момент трения $M_{\text{тр}}$ определяется по формуле:

$$M_{\text{тр}} = T \cdot r_1 = W_Z \cdot f \cdot r_1, \quad (3.3)$$

где T – суммарная сила трения в местах между установочной поверхностью цанг и обрабатываемой заготовки, Н;

W_Z – суммарная сила зажима, Н;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности цанг; При гладкой поверхности цанг $f = 0,160$ [2, с. 153];

r_1 - радиус зажимаемой поверхности, мм;

Определим необходимое усилие зажима:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r}{f \cdot r_1}, \quad (3.4)$$

где K - коэффициент запаса

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

Тогда:

$$W_z = \frac{2.5 \cdot 98 \cdot 130.32 / 2}{0,16 \cdot 45 / 2} = 4434 \text{ Н.}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Определим исходное усилие привода Q, [2]:

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

Для трехлепестковой цанги сила сжатия лепестков цанги определяется по формуле [2]:

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

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,15 \cdot 1,4 \cdot 42^3}{38^3} = 1701 \text{ Н.}$$

$$Q = 1,05 \cdot (434 + 1701) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50'\right) = 1527,00 \text{ Н.}$$

3.1.5 Расчет силового привода

Для создания исходной силы используем пневматический привод двухстороннего действия с рабочим давлением 0,63 МПа. [18].

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.7)$$

Приняв по [18, с. 379] приближенно $d = 0,25D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0,25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0,9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.8)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0,9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.9)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{1527}{0,4 \cdot 0,9}} = 76,2 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартное значение $D = 80,00$ мм.

Определим ход штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра по формуле

$$h_{ш} = S_{ц} \cdot i_{п}, \quad (3.10)$$

$$S_{ц} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p, \quad (3.11)$$

$S_{ц} = 0,1 + 0,1 + 0,05 = 0,25$ мм. Принимаем $S_{ц} = 0,25$ мм

$$i_{п} = \text{ctg}\alpha/2 = \text{ctg}7,5^{\circ} = 7,6;$$

$$h_{ш} = 0,25 \cdot 7,6 = 1,9 \text{ мм}$$

Принимаем $h_{ш} = 2,0$ мм.

3.1.6 Расчет погрешности базирования и установки

При совпадении измерительной и технологической баз $\varepsilon_B = 0$.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Выполним конструирование приспособления, используя выполненный расчет.

На чертеже графической части представлен патрон и силовой привод.

В конструкции патрона: корпус 1, шток 2, опора 3, цанга 4, втулка 5.

В конструкции пневмопривода: корпус 9, крышка 11, корпус пневмоцилиндра 10, шток 13, поршень 14.

Подача рабочей среды осуществляется через каналы, технологические отверстия которых заглушены пробками 28.

Приспособление работает следующим образом: при подаче воздуха в правую полость пневмоцилиндра поршень со штоком перемещается влево и заготовка, прижатая к торцу, зажимается за счет раскрытия цанги, происходит центрирование заготовки.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

Для организации выборочного контроля после шлифовальной операции выполним проектирование приспособления для определения биения торцев и наружной поверхности.

В базовом варианте контроль производится механическим индикатором с ценой деления 0,005 мм.

3.2.2 Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 7, к которому винтами 15 крепится базовая плита 8, на которую устанавливаются индикаторные блоки для контроля биения.

Индикаторные блоки состоят из корпусов 3, 4, 5 к которым винтами 2 крепятся индикаторные головки датчиков компаратора для контроля биения.

Первая индикаторная головка – преобразователь литейных перемещений А33, производства НПО «Прибор», с ходом и измерительной вставки ± 1 мм - для контроля радиального биения

Второй головка – преобразователь литейных перемещений А40, производства НПО «Прибор», с ходом и измерительной вставки ± 1 мм - для контроля торцевого биения.

К корпусам 3, 4, 5 винтами 13 крепятся ограничительные планки 10.

В отверстие основания 7 устанавливается фланец 12, закрепленный винтами 16. В отверстие фланца установлена самоцентрирующая оправка 1. На плите также установлена стойка 9, закрепленная винтами 14. В стойке крепится винт 18, зафиксированный гайкой 19.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается базовым отверстием на оправку1 с упором в торец и центрируется.

Для выполнения контроля на базовую плиту 8 устанавливают контрольный блок. Индикаторная головка упирается в поверхность и вращая заготовку по показаниям определяют величину отклонения.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отливка	Заготовительная операция	Литейщик	Печь литейная	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC	Металл, СОЖ
3	Сверление, фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Металл, СОЖ
4	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Внутришлифовальный п/а ВШ-3	Металл, СОЖ
5	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а КШ-3М	Металл, СОЖ
6	Плоское шлифование	Плоскошлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Печь литейная
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC
4	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500
5	Внутришлифовальная операция Круглошлифовальная операция Плоскошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Внутришлифовальный п/а ВШ-3 Круглошлифовальный п/а КШ-3М Плоскошлифовальный станок ЗД711АФ11

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

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

Продолжение таблицы 4.3

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

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

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Литейный участок	Печь литейная	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Внутришлифовальный п/а ВШ-3 Круглошлифовальный п/а КШ-3М Плоскошлифовальный станок 3Д711АФ11	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект электрический	Автоматические извещатели

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

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

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

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления диска распределительного пластинчатого насоса, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по

обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела необходимо краткое представление изменений по сравниваемым операциям, чтобы экономически обосновать их эффективность. Основные отличия между вариантами представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика операций по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Программа выпуска – 10000 шт. Метод получения заготовки – отливка Материал – бронза БрАЖ9-4 по ГОСТ 18175-78 Масса детали – $M_D = 0,95$ кг. Масса заготовки – $M_3 = 1,76$ кг.	
<p><u>Операция 035 – Токарная тонкая</u></p> Получистовая обработка торцев тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16А20Ф3. <u>Оснастка</u> – мембранный патрон. <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения; пластина 3-хгранная, ВКЗМ. $T_O = 2,30$ мин $T_{шт} = 3,648$ мин	<p><u>Операция 035 – Плоскошлифовальная черновая</u></p> Получистовая обработка торцев производится плоским шлифованием. <u>Оборудование</u> – плоскошлифовальный п/а с ЧПУ, модель 3Д711АФ11. <u>Оснастка</u> – специальное самоцентрирующее приспособление с пневмоприводом ГОСТ 12195-66. <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 450×63×203 63CF36O4VA ГОСТ Р 52781-2007. $T_O = 0,766$ мин $T_{шт} = 2,010$ мин
Тип производства – серийный Условия труда – нормальные. Форма оплаты труда – повременно-премиальная.	

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику [10], согласно которой данная величина составляет $K_{ВВ,ПР} = 266774,93$ руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение оборудования, оснастки, инструмента, затрат на проектирование и другие затраты, необходимые для осуществления предложенных изменений.

Далее согласно методике расчета себестоимости [10], определим технологическую себестоимость, которая зависит от материала заготовки, заработной платы, начисления на нее и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения не окажут влияния на конечный результат. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали по сравниваемым вариантам представлена на рисунках 5.1 и 5.2.

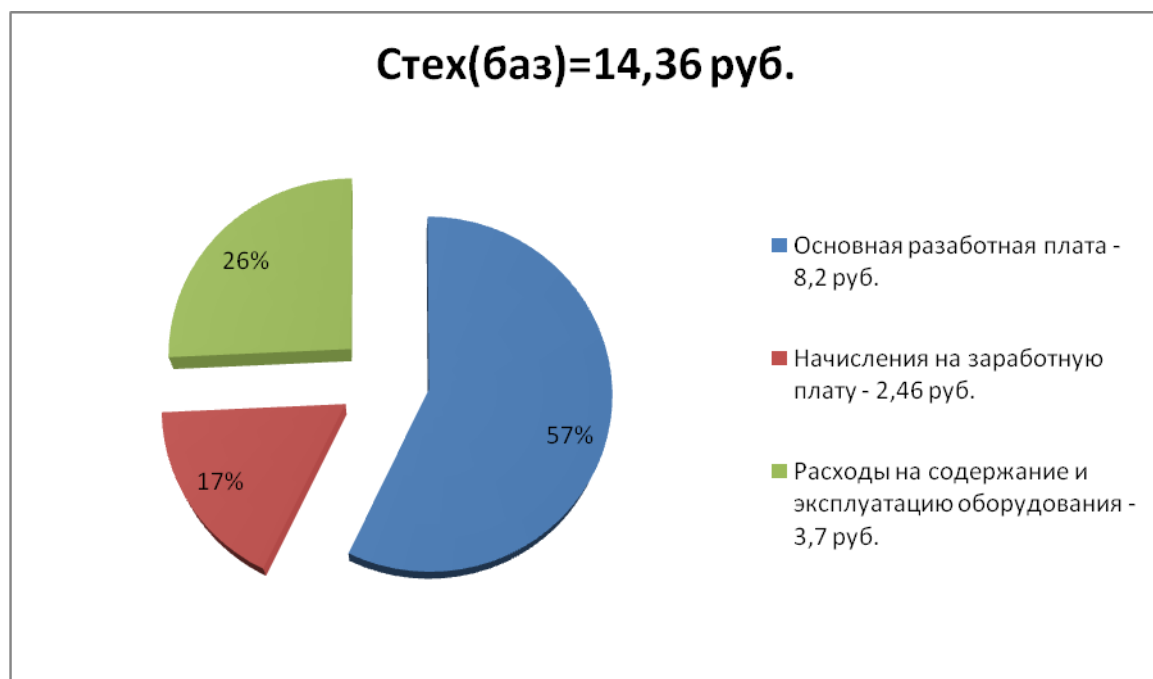


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 035 по базовому варианту

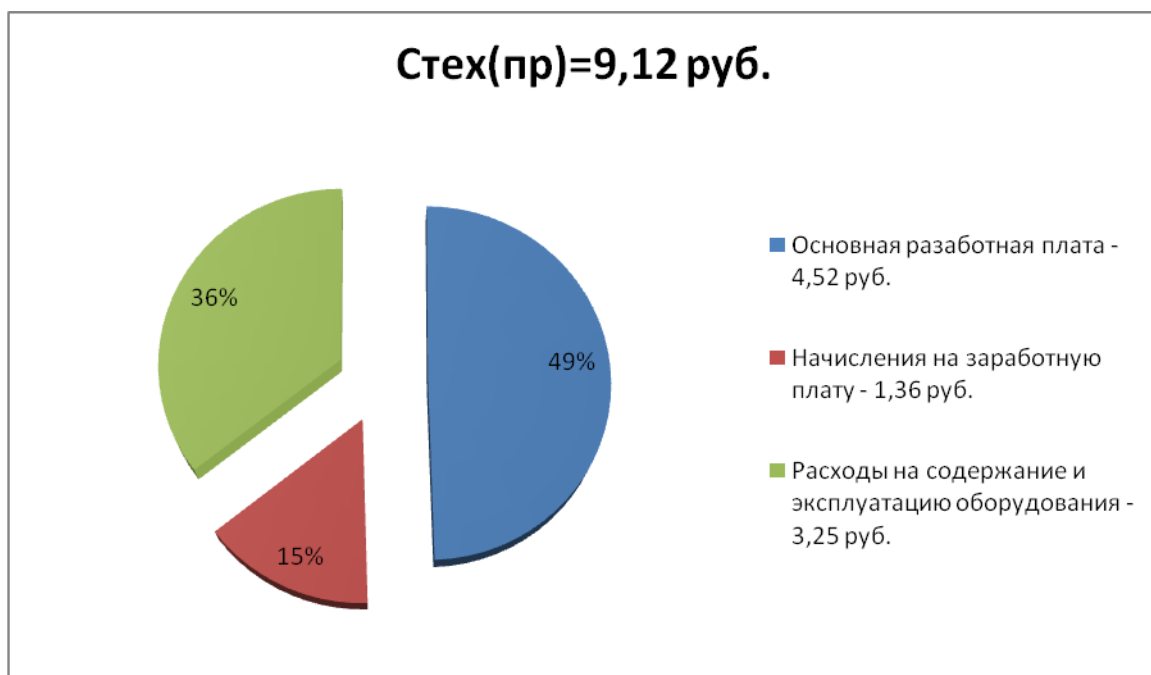


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 035 по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [10] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 035. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 44,35 руб.; а по проектному варианту – 25,65 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot П_{Г} \quad (5.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (44,35 - 25,65) \cdot 10000 = 187000 \text{ руб.}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = 187000 \cdot 0,2 = 37400 \text{ руб.}$$

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

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = 187000 - 37400 = 149600 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{266774,93}{149600} + 1 = 2,78 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 149600 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 315057,6 \text{ руб}$$

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

$$\text{Э}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 315057,6 - 266774,93 = 48282,67 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{315057,6}{266774,93} = 1,18 \text{ руб./руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 035 технологического процесса, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 42,16%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 48282,67 руб., что подтверждает эффективность работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- спроектирован техпроцесс изготовления детали;
- разработана заготовка, полученная методом литья в песчано-глинистые формы с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- спроектирован патрон цанговый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения с высокоточными электронными индикаторными головками.

В результате выполнения работы, все задачи, сформулированные вначале, решены полностью. Перечисленные мероприятия позволили получить экономический эффект 48282,67 рубля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2008, 46 с..
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК, 2008. - 75 с.
- 12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, -

М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

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

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

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

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

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

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

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

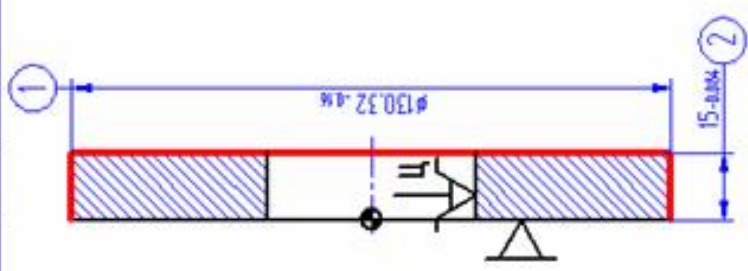
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Разраб.	Башаев	ТГУ	01101.24.205	1	1
Проб.	Бобровский		XXXX.XXXX		
			2014.1.00003		
Н.контр.		Диск распределительный	Цех Уч. IPM	Форм.	028



КЗ

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

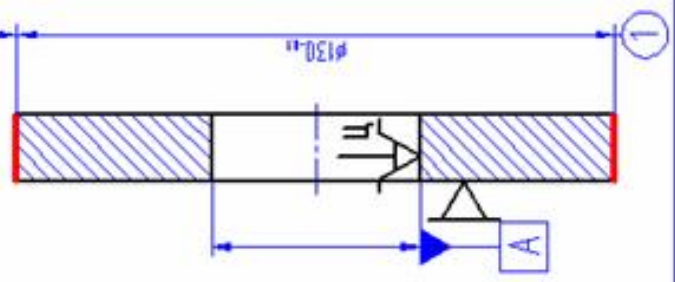
Разраб.	Башаев	01101.24.205 1	1
Проб.	Бобровский	XXXX.XXXX 2014.00003	
Н.контр.		Цех Уч. ГРМ	Дер. 030

ТГУ

Диск распределительный

$\sqrt{Ra2,5}$

$\sqrt{0,030} \ A$

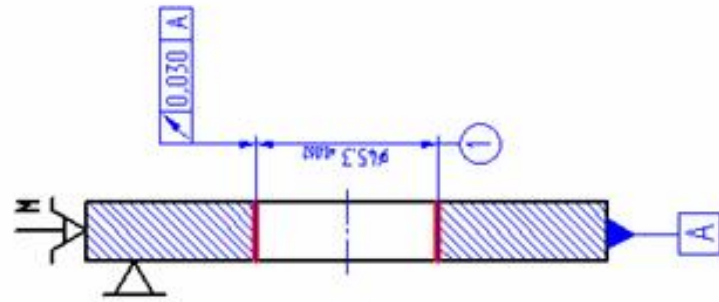


КЗ

ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Разраб.	Башаев	01101.24.205	1	1
Проб.	Бобровский	XXXX.XXXX		
Н.контр.		2014.1.00003		
		Цех Уч. РМ		
		Диск распределительный		
		Детр.		025



КЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу контрольного приспособления

Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.525.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.525.61.100	Оправка	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.525.61.002	Винт	2	
		3	16.07.ТМ.525.61.003	Корпус	1	
		4	16.07.ТМ.525.61.004	Корпус	1	
		5	16.07.ТМ.525.61.005	Ножка	4	
		6	16.07.ТМ.525.61.006	Основание	1	
		7	16.07.ТМ.525.61.007	Плита	1	
		8	16.07.ТМ.525.61.008	Стойка	1	
		9	16.07.ТМ.525.61.009	Планка	1	
		10	16.07.ТМ.525.61.010	Табличка	1	
		11	16.07.ТМ.525.61.011	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
			16.07.ТМ.525.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Испол.	Вашаев				Лист	Листов
Пров.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, ар. ТМБз-1101	
Утв.	Бобровский					
Приспособление контрольное						

