



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 Вышкварка Владимир Владимирович гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления диска делительного револьверной головки
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 5000 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>В.В. Вышкварка</i> <hr/> (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления диска делительного револьверной головки.

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

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления диска делительного револьверной головки в условиях среднесерийного производства.

Предложено:

- получение заготовки методом горячей объемной штамповки;
- применение станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение металлорежущего инструмента с износостойкими покрытиями;
- использование самоцентрирующего кулачкового патрона с продольным упором;
- использование контрольного приспособления с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo Co.Ltd с точностью контроля 1 микрон.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 57 страниц, содержащей 18 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 Базовый технологический процесс .....	11
1.3 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	12
2 Технологическая часть работы.....	14
2.1 Выбор типа производства .....	14
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	14
2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей .....	29
2.4 Разработка технологического маршрута и схем базирования .....	19
2.5 Выбор средств технологического оснащения .....	22
2.6 Расчет припусков по операциям техпроцесса .....	25
2.7 Проектирование и расчет штампованной заготовки.....	27
2.8 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	34
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	34
3.2 Проектирование контрольного приспособления .....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	40
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	40
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	41
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	42
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	47

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	49
5 Экономическая эффективность работы.....	50
Заключение.....	54
Список используемой литературы.....	55
Приложения.....	57

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств предприятия существовать не могут. В связи с этим АвтоВАЗ ищет возможности и средства для успешной работы и дальнейшего процветания его работников. Сейчас заметно стремление завода максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами.

Темой выпускной квалификационной работы (ВКР) является разработка технологического процесса изготовления детали «диск делительный» револьверной головки в условиях среднесерийного производства.

В условиях нынешней экономической ситуации необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.

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

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

### 1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь называется диск делительный, устанавливается в револьверной головке и предназначена для установки и точного поворота сопрягаемых деталей.

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

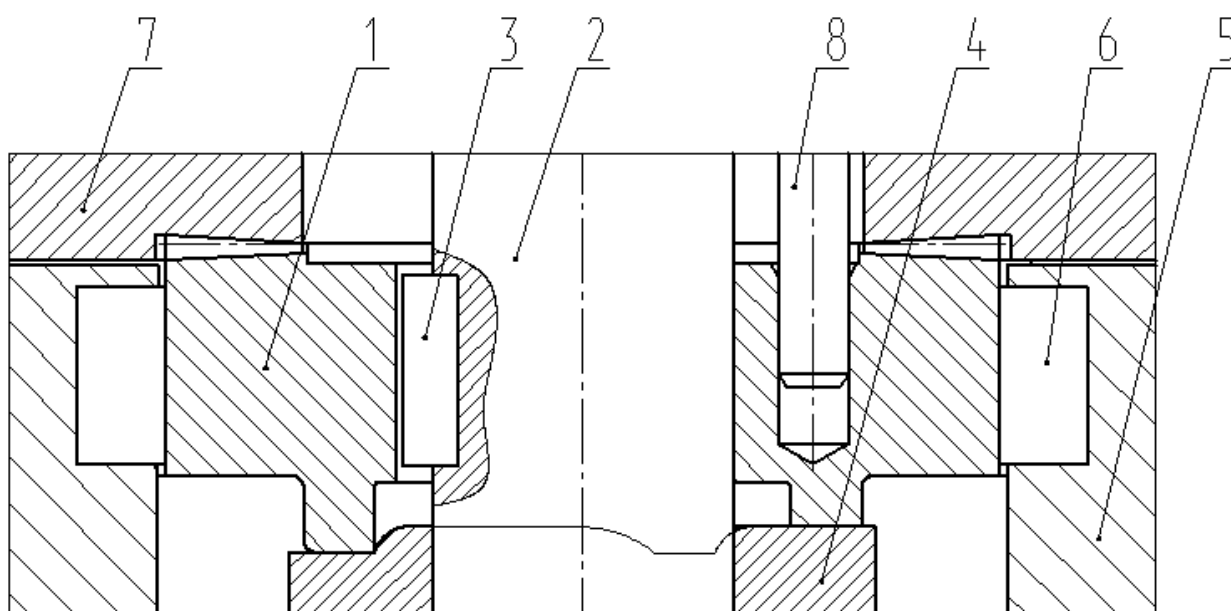


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла револьверной головки

Делительный диск 1 (рисунок 1.1) устанавливается в узле револьверной головки на валу 2 с помощью шпонки 3 с упором с торца во фланец 4.

Диск 1 скрепляется с корпусом головки 5 с помощью шпонок 6.

Инструментальный диск 7 устанавливается на делительном диске 1 по зубьям "Хирта". Зубья "Хирта" обеспечивают высокую точность фиксации инструментального диска 7 в позиции (0,01 мм) при ее повороте, когда диск 7 отводят от зубьев делительного диска 1, поворачивают на необходимый угол и снова опускают, фиксируя.

По четырем отверстиям диска 1 устанавливаются штифты 8.



### 1.1.2 Анализ материала детали

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

Материал диска делительного: сталь 5ХГНМ по ТУ 14-1-335-72.

Сталь 5ХГНМ – сталь инструментальная штамповая.

В таблице 1.1 приведен химический состав стали 5ХГНМ .

В таблице 1.2 приведены физико-механические свойства стали 5ХГНМ.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 5ХГНМ

Элемент	Углерод (С)	Сера (S)	Фосфор (P)	Медь (Cu)	Никель (Ni)	Марганец (Mn)	Хром (Cr)	Кремний (Si)
		Не более						
Содержание, %	0,500-0,600	0,030	0,030	0,300	1,400-1,800	0,50-0,80	0,50-0,80	0,170-0,370

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 5ХГНМ

Состояние поставки.	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	KCU	НВ
Режим термообработки	МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	Не более
Закалка 850°С, масло, Отпуск 460 - 520°С,	1320	1470	9	35	34	241

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Для выполнения классификации необходимо пронумеровать все поверхности детали (рисунок 1.2), и разделить их по служебному назначению (таблица 1.3).

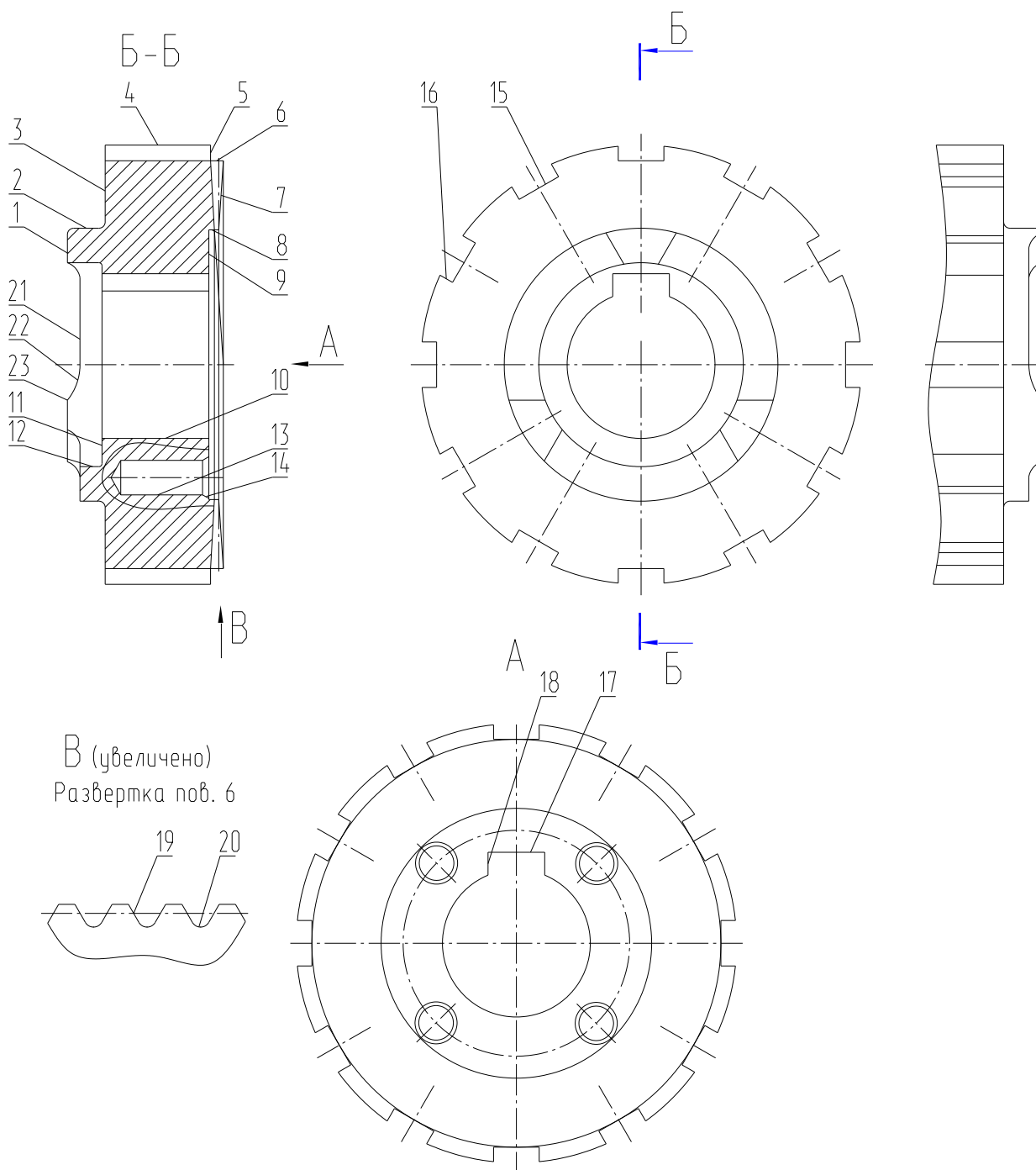


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «Диск делительный»

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Вид поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы (ОКБ)	1,10
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	22,15,13

Исполнительные	16,18,19,22
Свободные	Остальные

## 1.2 Базовый технологический процесс

Для постановки задач работы выполним анализ базового ТП (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - Базовый техпроцесс

№оп	Наименование операции	Станок	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	Тшт, час
000	Прокат				
005	Ленточнопильная				
010	Токарная 1	Токарный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резцы: проходной Т5К10, подрезной Т5К10, расточной Т5К10. Сверло Р6М5	1,8
015	Токарная 2	Токарный 16К20	Патрон самоцентрирующий	Резцы: проходной Т15К6, подрезной Т15К6, расточной Т15К6.	0,7
020	Долбежная	Вертикально-долбежный станок ГД-500	Тиски машинные	Резец долбежный Т5К10	0,42
025	Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный станок 3Е711В	Плита магнитная	Шлифовальный круг	0,2
030	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный станок 3К228В	Патрон мембранный	Шлифовальный круг	0,75
035	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,50
040	Токарная чистовая	Токарно-винторезный 16К20	Патрон 3-х кулачковый	Резец расточной Т15К6	0,42
045	Фрезерная	Фрезерно-расточной ста-	Тиски машинные	Фреза дисковая Р6М5	3,0

№оп	Наименование операции	Станок	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	Тшт, час
		нок с ЧПУ МН700С			

## Продолжение таблицы 1.2

№оп	Наименование операции	Оборудование	Приспособление	Инструмент (материал режущей части)	Тшт, час
050	Слесарная	Верстак		Напильник	0,15
055	Фрезерная	Фрезерно-расточной станок с ЧПУ МН700С	Тиски машинные	Фреза концевая Р6М5	3,0
060	Слесарная	Верстак		Напильник, борфреза	0,17
065	Термическая				
070	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный станок 3К228В	Патрон мембранный	Шлифовальный круг	0,5
075	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М151	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,33
080	Торцешлифовальная	Торцевнутришлифовальный станок 3К228В	Патрон мембранный	Шлифовальный круг	0,25
085	Координатношлифовальная	Координатношлифовальный станок с ЧПУ 3Б282	Приспособление специальное	Шлифовальный круг	4,0
090	Моечная				
095	Контрольная				

### 1.3 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

#### 1.3.1 Недостатки базового ТП

Выполнив анализ базового технологического процесса можно сделать вывод, что оборудование и оснастка не позволяет обеспечить производительность для серийного производства.

### 1.3.2 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

После проведения анализа базового ТП и исходных данных определим задачи работы:

- 1) для обеспечения требуемой производительности необходимо применить производительные станки;
- 2) спроектировать штампованную заготовку;
- 3) оптимизировать структуру фрезерных и сверлильных переходов. Вместо двух фрезерных и сверлильной операции применим две вертикально-фрезерные с ЧПУ на станке S500 с поворотным столом, производительность которых гораздо выше. Радиусы на пов. 23 выполняем в автоматическом режиме;
- 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) применить высокопроизводительные контрольные приспособления и инструменты с высокоточными электронными индикаторами;
- 7) разработать мероприятия по безопасности труда на участке;
- 8) провести анализ экономической эффективности.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

Для формулирования стратегии разработки ТП определим тип производства, по годовой программе  $N_{г} = 5000$  шт. и массе детали 3,80 кг принимаем серийный тип производства [9, с. 17].

### 2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

#### 2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

По материалу и конфигурации детали в качестве заготовки можно применить поковку, штамповку или прокат.

Определим параметры исходных заготовок.

Масса штамповки  $M_{ш}$ , кг, ориентировочно определяется по формуле [8, с. 23]

$$M_{ш} = M_{д} \cdot K_{р}, \quad (2.1)$$

где  $M_{д}$  – масса детали, кг;

$K_{р}$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 23]. Для данной детали примем  $K_{р} = 1.35$

$$M_{ш} = 3.8 \cdot 1.35 = 5.13 \text{ кг}$$

По ГОСТ 7505-89 [8] определим основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП;
- нагрев заготовки: индукционный;
- класс точности – Т3 [8, с.28];
- группа стали – М2 [8, с.8];

- степень сложности – СЗ [8, с. 29].

Определим диаметр и длину заготовки проката [11, с. 23]:

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 140 \cdot 1,05 = 147,00 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Принимаем стандартное большее значение  $d_{\text{пр}} = 150,00 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 49,559 \cdot 1,05 = 52,0 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Принимаем  $l_{\text{пр}} = 52 \text{ мм}$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$M_{\text{пр}} = V \cdot \gamma = 918450 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 7,210 \text{ кг} \quad (2.4)$$

По выполненным расчетам выбираем прокат обычной точности по ГОСТ 2590-2006

Круг  $\frac{150 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{5\text{ХГНМ } \text{ТУ}14-1-335-72}$

### 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

Для определения выбора метода получения заготовки проведем экономическое сравнение.

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}}, \quad (2.5)$$

где  $C_{\text{з}}$  – стоимость заготовки, руб;

$C_{\text{мо}}$  – стоимость механической обработки, руб;

$C_{\text{отх}}$  – стоимость отходов, руб.



### 2.2.2.1 Вариант горячей штамповки

Для определения стоимости заготовки воспользуемся формулой [11, с. 24]

$$C_3 = C_6 \cdot M_{ш} \cdot K_T \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{п}, \quad (2.6)$$

где  $C_6$  – стоимость 1 кг материала, руб/кг;

$M_{ш}$  – определенная масса штамповки, кг;

$K_T$  – класс точности штамповки;

$K_{сл}$  – степень сложности штамповки;

$K_B$  – коэффициент массы заготовки;

$K_M$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$K_{п}$  – коэффициент серийности производства;

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

$$\text{Для класса точности ТЗ} - K_T = 1.0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$\text{Для степени сложности СЗ} - K_{сл} = 1.0 \text{ [11, с. 24]}$$

$$K_B = 0.9 \text{ [11, с. 24]}$$

$$\text{Для стали 5ХГНМ принимаем } K_M = 4.9 \text{ [11, с. 24]}$$

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

$$C_3 = 11,2 \cdot 5.13 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.9 \cdot 4.9 \cdot 1.0 = 250.57 \text{ руб}$$

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

$$C_{мо} = (M_{ш} - M_{д}) \cdot C_{уд}, \quad (2.7)$$

где  $C_{уд}$  – съем 1 кг материала при мехобработке, руб/кг.

Удельные затраты  $C_{уд}$ , руб, могут быть определены по формуле:

$$C_{уд} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.8)$$

$$C_{\text{мо}} = (5.13-3.8) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 26.60 \text{ руб}$$

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

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{отх}}, \quad (2.9)$$

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

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

$$C_{\text{отх}} = (5.13-3.8) \cdot 0.6 = 0.80 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 250.57 + 26.6 - 0.80 = 276.37 \text{ руб}$$

#### 2.2.2.2 Вариант заготовки из проката

Стоимость заготовки из сортового проката определяется по формуле [11, с. 26]

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}}, \quad (2.10)$$

где  $C_{\text{мпр}}$  – стоимость материала 1 кг проката в руб/кг;  $C_{\text{мпр}} = 34$  руб/кг

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

$$C_{\text{оз}} = \frac{C_{\text{пз}} \cdot T_{\text{шт}}}{60}, \quad (2.10)$$

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

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

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

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{о}} \cdot \varphi_{\text{к}}, \quad (2.12)$$

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять  $\varphi_{\text{к}} = 1,5$ , а основное время для отрезных станков  $T_{\text{о}}$ , мин, определяется по формуле [11, с. 27]

$$T_o = 0,19 \cdot d_{\text{пр}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.13)$$

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

$$T_o = 0,19 \cdot 150^2 \cdot 10^{-3} = 4.28 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 4.28 \cdot 1,5 = 6.41 \text{ мин}$$

$$C_{\text{оз}} = 30,2 \cdot 6.41 / 60 = 3.23 \text{ руб}$$

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} \cdot M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}} = 34 \cdot 7.21 + 3.23 = 248.36 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) \cdot C_{\text{уд}} = (7.21 - 3.8) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 68.20 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{\text{отх}} = (7.21 - 3.80) \cdot 0.60 = 2.05 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} = 248.36 + 68.20 - 2.05 = 314.51 \text{ руб}$$

### 2.2.3 Сравнение вариантов исходных заготовок

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

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} \quad (2.14)$$

$$\text{Для штамповки } K_{\text{им}} = 3.80 / 5.13 = 0.74$$

$$\text{Для проката } K_{\text{им}} = 3.80 / 7.21 = 0.53$$

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

$$\text{Э}_{\text{г}} = (C_{\text{д пр}} - C_{\text{д шт}}) \cdot N_{\text{г}}, \quad (2.15)$$

где  $N_{\text{г}} = 5000$  шт/год- годовая программа выпуска

$$\text{Э}_{\text{г}} = (314.51 - 276.37) \cdot 5000 = 190725 \text{ руб.}$$

## 2.3 Обоснование выбора методов обработки поверхностей

Результаты выбора методов обработки диска делительного приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Методы обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Ky	IT	Ra	Маршруты обработки (промежуточный квалитет IT)
2,3,5,6	2,2	14	3,2	Тчер(13)+Тчист(10)+ТО
1	4,6	8	0,4	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(9)+ТО+ Шчист(8)
4	3,4	8	1,6	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО
11,12,8,9	2,4	14	3,2	Рчер(13)+Рчист(10)+ТО
7	3,4	9	3,2	Рчер(13)+Рчист(10)+Шчер(9)+ТО
10	6,0	7	0,8	Тчер(13)+Тчист(10)+Шчер(8)+ТО+ Шчист(7)
13,14	1,0	14	6,3	С(13)+ТО
19,20	3,0	9	0,8	Фчист(10)+ТО+Шчист(9)
15,16	3,0	8	0,8	Фчист(9)+ТО+Шчист(9)
18	0,6	8	3,2	П(8)+ТО
17	0,6	13	3,2	П(12)+ТО
21,22	2,2	9	3,2	Ферн(12)+Фчист(9)+ТО
23	1,2	14	3,2	Фчист+ТО

## 2.4 Разработка технологического маршрута и схем базирования

### 2.4.1 Разработка схем базирования

При разработке схем базирования будем придерживаться принципа единства и постоянства баз.

В качестве баз на токарных операциях при обработке справа возможно использовать цилиндрическую поверхность 4 и торец пов. 1, при обработке слева – отв., пов. 10 и торец пов. 9.

При внутришлифовальной обработке базами являются пов. 4 и торец 7.

При круглошлифовальной обработке базы – отв. 10 и торец 1.

При протяжной обработке базами являются отв. 10 и торец 1.

При фрезерной обработке правого конца базами являются отв. 10 и торец 1, при обработке левого конца – отверстие 10 и торец 7.

При координатно-шлифовальной операции базами являются отв. 10 и торец 1.

#### 2.4.2 Разработка технологического маршрута изготовления детали

На основе анализа базового технологического процесса, представленного в таблице 1.4, разработаем технологический маршрут обработки.

Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2- Технологический маршрут обработки диска делительного

№ оп	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3	4
000	Заготовительная	Штамповать заготовку	КГШП
005	Токарная (черновая)	Установить, снять заготовку Точить поверхности 5,6,7 начерно Расточить отв. 8,9,10 начерно	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC
010	Токарная (черновая)	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2,3,4 начерно Расточить отв. 11,12 начерно	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC
015	Токарная (чистовая)	Установить, снять заготовку Точить поверхности 5,6,7 начисто Расточить отв. 8,9,10 начисто	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC
020	Токарная (чистовая)	Установить, снять заготовку Точить поверхности 1,2,3,4 начерно Расточить отв. 11,12 начерно	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC
025	Внутришлифовальная (черновая)	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 10 начерно Шлифовать торец 1 начерно	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
030	Круглошлифовальная	Установить, снять заготовку Шлифовать пов. 4 начисто Шлифовать пов. 7 начисто	Комбинированный шлифовальный двухшпиндельный станок с ЧПУ RTG-100CNC
035	Протяжная	Установить, снять заготовку Протянуть шпоночный паз, пов. 17,18 начисто	Вертикально-протяжной 7Б64

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
040	Фрезерная	Установить, снять заготовку Сверлить отв. 13 со снятием фаски 14 начисто Поворот стола на 90° в горизонтальную плоскость Фрезеровать пов. 19,20 начисто	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500
045	Фрезерная	Установить, снять заготовку Поворот стола на 90° в горизонтальную плоскость Фрезеровать пов. 15,16 начерно Фрезеровать пов. 15,16 начисто Фрезеровать пов. 21,22 начерно Фрезеровать пов. 21,22 начисто Фрезеровать пов. 23 начисто	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500
050	Слесарная	Электрохимическое снятие заусенцев	Электрохимический станок 4407
055	Моечная	Промыть, обдуть горячим воздухом	Камерная моечная машина
060	Контрольная	Контрольный стол	Предварительно контролировать основные параметры
065	Термическая		Закалка, низкий отпуск
070	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Установить, снять заготовку Шлифовать отв. 10 начисто Шлифовать торец 1 начисто
075	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Установить, снять заготовку Поворот стола на 90° в горизонтальную плоскость Шлифовать пов. 15,16 начисто Шлифовать пов. 19,20 начисто
070	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
075	Контрольная		Окончательно контролировать основные параметры

### 2.4.3 Разработка плана обработки

Разработаем план обработки, и оформим его в виде таблицы на листе графической части.

### 2.5 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор технологического оборудования и средств технологического оснащения для изготовления данной детали. Результаты выбора представляем в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Выбор оборудования и технологической оснастки

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарно-винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3х гранная, T5K10, покрытие Ti-Nb-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 ромбическая, T5K10, покрытие Ti-Nb-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 ГОСТ14827-69

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
015 020	Токарная (чистовая)	Токарно- винторезный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Патрон токар- ный 3-х кулач- ковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креп- лением твердосплавных пла- стин. Пластина 3х гранная, Т15К6, покрытие Ti-Nb-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 креп- лением твердосплавных пла- стин. Пластина ромбическая, Т15К6, покрытие Ti-Nb-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 ГОСТ14827-69
025	Внутри- шлифо- вальная (черновая)	Торцевнут- ришлифо- вальный п/а 3К227В	Патрон мем- бранный само- центрирующий ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 5 40x30x12 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 45x25x12 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Круг- лошлифо- вальная	Комбиниро- ванный шли- фовальный двухшпин- дельный ста- нок с ЧПУ RTG-100CNC	Патрон цанго- вый ГОСТ 17200-71	Шлифовальный круг 1 305x25x127, 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 5 40x30x12, 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособле- ние меритель- ное с индикато- ром
035	Протяж- ная	Вертикально- протяжной 7Б64	Приспособле- ние специаль- ное ГОСТ 15362-96	Протяжка шпоночная для паза В=18 Р6М5, покрытие (Ti, Cr)C ГОСТ 18217-90	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр для ограничения размеров ГОСТ 24110-80
040	Фрезерная	Многоцеле- вой верти- кальный ста- нок с ЧПУ S500	Приспособле- ние специаль- ное самоцен- трирующее с пневоприво- дом ГОСТ 12195-66 Стол поворот- ный со станком	Фреза двугловая несиммет- ричная Ø80 Z=22 В=15 ТУ 2-035-526-76, Р6М5К5, по- крытие (Ti, Cr)C Сверло спиральное комбиниро- ванное Ø11/15 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69



Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
045	Фрезерная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 Стол поворотный со станком	Фреза концевая с коническим хвостовиком Ø25 Z=6 ГОСТ 17025-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком Ø10 Z=4 ГОСТ 17025-71 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза дисковая пазовая Ø80 Z=22 B=13,5 ГОСТ 3964-69 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза дисковая пазовая Ø80 Z=22 B=14,3 ГОСТ 3964-69 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
050	Слесарная	Электрохимический станок 4407			
055 070	Моечная	Камерная моечная машина			
070	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 5 35x30x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 40x30x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
070	Внутришлифовальная (чистовая)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3-3443-76	Шлифовальный круг 5 35x30x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 40x30x15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
075	Координатно-шлифовальная	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом ГОСТ 12195-66 Стол поворотный со станком	Шлифовальный круг 1 50x14x15 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 1 40x10x15 91А F90 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14807-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

## 2.6 Расчет припусков по операциям техпроцесса

### 2.6.1 Расчет операционных припусков и размеров расчетно-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на наиболее точную цилиндрическую поверхность - посадочное отверстие  $\varnothing 45H7^{(+0,025)}$ , расчет выполним по методике, представленной в справочнике Косиловой [16].

Таблица 2.4- Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припускам				Операц допуск Td/IT	Предельные размеры		Предельные припуски	
		$Rz^{i-1}$	$h^{i-1}$	$\Delta^{i-1}$	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$		$D^i \max$	$D^i \min$	$2Z \max$	$2Z \min$
1	Штамповать	0.1600	0.2000	0.6750	-	2.2 T3	43.8150	41.6150	-	-
2	Расточить начерно	0.0500	0.0500	0.0400	0.5000	0.39 H13	46.2150	45.8250	4.2100	2.4000
3	Расточить начисто	0.0250	0.0250	0.0270	0.1000	0.1 H10	46.6300	46.5300	0.7050	0.4150
4	Шлифовать начерно	0.0100	0.0200	0.0150	0.0600	0.039 H8	46.8620	46.8230	0.2930	0.2320
5	Шлифовать начисто	0.0050	0.0100	0.0070	0.0500	0.025 H7	47.0250	47.0000	0.1770	0.1630

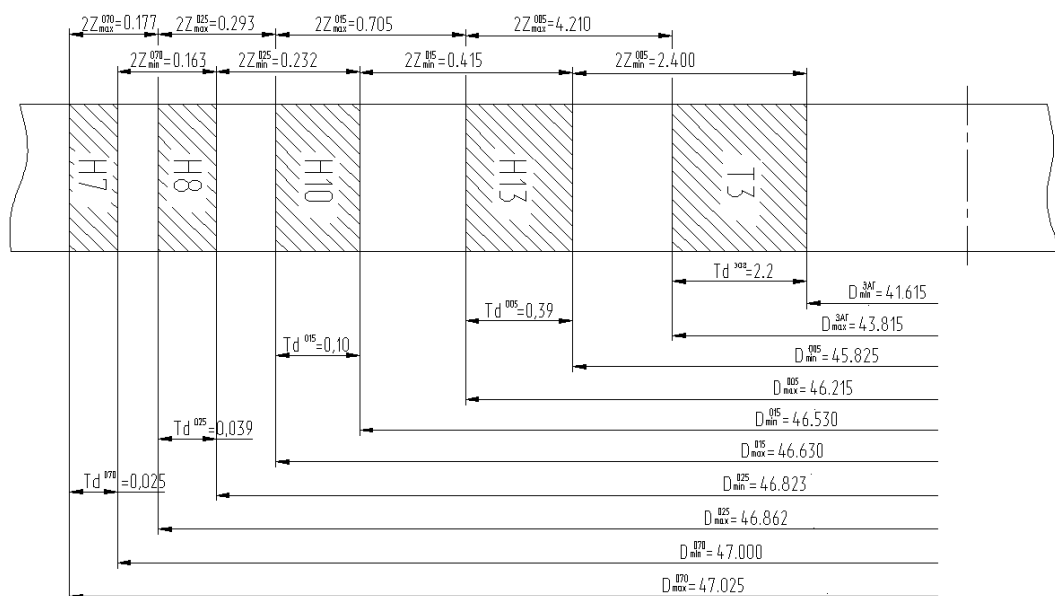


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков, допусков и операционных

размеров на отверстие  $\varnothing 45H7^{(+0,025)}$

## 2.6.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Произведем расчет промежуточных припусков табличным методом на основе [12, с. 191]

Результаты расчетов припусков приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5- Припуски на обработку поверхностей диска делительного

Наименование операции	Обрабатываемые поверхности	Припуск на сторону, мм
005 Токарная (черн.)	5,6,7	1,5
	8,9,10	2,0max
010 Токарная (черн.)	1,2,3,4	1,5
	11,12	1,5
015 Токарная (чист.)	5,6,7	0,4
	8,9,10	
020 Токарная (чист.)	1,2,3,4	0,4
	11,12	
025 Внутришлифовальная (черн.)	1,10	0,15
030 Круглошлифовальная	4,7	0,15
070 Внутришлифовальная (чист.)	1,10	0,10
075 Координатно-шлифовальная	15,16,19,20	0,10



Масса штамповки  $M_3$ , кг определяется по формуле

$$M_3 = V \cdot \gamma = 642628 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,040 \text{ кг}$$

Определим Ким

$$\text{КИМ} = M_d / M_3 = 3,80 / 5,04 = 0,75$$

## 2.8 Проектирование технологических операций

2.8.1 Расчет режимов резания аналитическим методом по методике [17], все коэффициенты и справочные данные взяты из [17].

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 015.

Исходные данные

Деталь - диск делительный

Материал - сталь 5ХГНМ по ТУ 14-1-335-72  $\sigma_B = 1470$  МПа

Заготовка - штамповка

Приспособление - патрон 3-х кулачковый

Структура операции (последовательность переходов)

Оп 015 Токарная (чистовая)

Переход 1: Содержание операции: точить поверхн., выдержать размеры  $\emptyset 130_{-0,16}$ ;  $50,21_{-0,10}$ ;  $45,75 \pm 0,05$ ;  $3^\circ 15' \pm 10'$

Переход 2: Расточить отв., выдерж. разм.  $\emptyset 46,5^{+0,1}$ ;  $\emptyset 86^{+0,14}$ ;  $45,75 \pm 0,05$

Принимаем станок токарно-винторезный модели SAMAT 135 NC

Расчет режимов резания

Глубина резания  $t$ , мм

Переход 1:  $t = 0,4$  мм

Переход 2:  $t = 0,4$  мм

Подача  $S$ , мм/об

Переход 1:  $S = 0.1500$  мм/об [17, с.268].

Переход 2:  $S = 0.1500$  мм/об

Скорость резания

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.16)$$

$$V_1 = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,4^{0.15} \cdot 0.2^{0.20}} \cdot 0.46 = 134.9 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0,4^{0.15} \cdot 0.2^{0.20}} \cdot 0.46 \cdot 0.9 = 121.4 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.17)$$

$$\text{При точении } \varnothing 130: n_1 = \frac{1000 \cdot 134.9}{3.14 \cdot 130} = 330 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 86: n_2 = \frac{1000 \cdot 121.4}{3.14 \cdot 86} = 449 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{При растачивании } \varnothing 46,5: n_3 = \frac{1000 \cdot 121.4}{3.14 \cdot 46.5} = 831 \text{ мин}^{-1}$$

Расчёт сил резания

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (2.18)$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.4^{1.0} \cdot 0,2^{0.75} \cdot 134.9^{-0.15} \cdot 1.66 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 254,00 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{254 \cdot 134.9}{1020 \cdot 60} = 0,560 \text{ кВт} \quad (2.19)$$

## 2.8.2 Определение режимов резания табличным методом

Выполним расчет на внутришлифовальную операцию 025

Исходные данные

Деталь - диск делительный

Материал - сталь 5ХГНМ по ТУ 14-1-335-72  $\sigma_B = 1470$  МПа

Заготовка - штамповка

Обработка - внутришлифовальная

Тип производства - среднесерийное

Приспособление - патрон мембранный

Структура операций (последовательность переходов)

Оп 025 Внутришлифовальная

Содержание операции:

Переход 1: Шлифовать отверстие, выдерж. разм.  $\varnothing 46,8^{+0,039}$

Переход 2: Шлифовать торец, выдерж. разм  $49,809_{-0,04}$

Выбор режущих инструментов

Переход 1: Шлифовальный круг 5 40x30x12 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл.  
ГОСТ Р 52781-2007

Переход 2: Шлифовальный круг 6 45x25x12 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл.  
ГОСТ Р 52781-2007

Расчет режимов резания

Глубина резания  $t$ , мм.

$t = 0,150$  мм.

Подача:

$$S_{м пр} = S_{м} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.20)$$

Переход 1:  $S_{м пр} = 5000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 4500$  мм/мин

Переход 2:  $S_{м пр} = 5000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 4500$  мм/мин

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

Подача минутная:

$$S_{дв.ход} = S_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7, \quad (2.21)$$

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

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

Принимаем по паспорту станка 3К227В

Переход 1:  $S_{дв.ход} = 0,010$  мм/дв.ход

Переход 2:  $S_{дв.ход} = 0,012$  мм/дв.ход

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

$$V_k = 35 \text{ м/с}$$

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

$$V_d = 35 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя:

$$\text{Переход 1: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 46,8} = 238 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Переход 2: } n_{\max} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 83} = 134 \text{ мин}^{-1}.$$

Результаты расчета режимов резания для остальных операций приведены в таблице 2.6



Таблица 2.6 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания $t_r$ , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка $S$ , мм/об	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ , об/мин
1	2	3	4	5	6
05	Токарная (черновая)	Точить Ø130,8	1,50	0,40	161
		Расточить Ø85,2	1,50	0,40	223
		Расточить Ø45,7	2,00	0,40	398
10	Токарная (черновая)	Точить Ø87,8	1,50	0,40	240
		Точить Ø141,1	1,60	0,40	148
		Расточить Ø64,2	1,50	0,40	296
15	Токарная (чистовая)	Точить Ø130	0,40	0,20	330
		Расточить Ø86	0,40	0,20	449
		Расточить Ø46,5	0,40	0,20	831
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø87	0,40	0,20	494
		Точить Ø140,3	0,40	0,20	306
		Расточить Ø65	0,40	0,20	595
25	Внутришлифовальная (черновая)	Шлифовать Ø46,8	0,150	4500*	238
		Шлифовать торец Ø83	0,150	0,0100**	134
				3500*	
30	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø 140	0,15	0,010**	80
		Шлифовать торец Ø130	0,15	6	85
				4500*	
				0,010**	
35	Протяжная	Протянуть паз 18	5,5	-	8
40	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø80	3,62	0,04·22	299
		Сверлить Ø11	5,5	0,25	492
45	Фрезерная	Фрезеровать фр. Ø25	3,7	0,12·6	356
		Фрезеровать фр. Ø25	0,4	0,04·6	1363
		Фрезеровать фр. Ø10	1,0	0,05·4	1273
		Фрезеровать фр. Ø80	4,5	0,12·22	191
		Фрезеровать фр. Ø80	0,4	0,04·22	537
70	Внутришлифовальная (чистовая)	Шлифовать Ø47	0,1	5400*	305
		Шлифовать торец Ø83	0,1	0,006**	172
				4400*	
				0,005*	
75	Координатно-шлифовальная	Шлифовать зуб Хирта кругом Ø 40	0,10	3500*	-
		Шлифовать паз 14,5 кругом Ø 50	0,15	0,008**	-
				3500*	
				0,008**	

\*-подача в мм/МИН

\*\* -подача в мм/ДВ.ХОД СТОЛА

### 2.8.3 Определение норм времени на все операции

Произведем расчет технических норм времени на все операции технологического процесса [5] изготовления диска делительного, а результаты занесем в таблицу 2.7.

Таблица 2.7- Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_o$	$T_v$	$T_{оп}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	n	$T_{шт-к}$
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
05	Токарная (черновая)	1,117	0,662	1,779	0,107	21	1,886	236	1,975
10	Токарная (черновая)	1,517	0,618	2,135	0,128	21	2,263	236	2,352
15	Токарная (чистовая)	1,047	0,644	1,691	0,101	21	1,792	236	1,881
20	Токарная (чистовая)	1,484	0,695	2,179	0,131	21	2,310	236	2,399
25	Внутришлифовальная (черновая)	0,338	0,573	0,911	0,081	21	1,127	236	1,216
30	Круглошлифовальная	1,312	0,610	1,922	0,191	26	2,113	236	2,223
35	Протяжная	0,110	0,326	0,436	0,026	19	0,462	236	0,542
40	Фрезерная	7,360	0,932	8,292	0,497	29	8,789	236	8,911
45	Фрезерная	4,310	0,829	5,139	0,308	38	5,447	236	5,608
70	Внутришлифовальная (чистовая)	0,325	0,573	0,898	0,087	21	0,985	236	1,074
75	Координатно-шлифовальная	7,542	0,869	8,411	0,899	26	9,310	236	9,420

## 3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

### 3.1 Проектирование станочного приспособления

#### 3.1.1 Анализ конструкции базового приспособления.

##### Цели проектирования

На токарной операции 015 для закрепления детали в базовом варианте применяется 3-х кулачковый клиновый патрон.

Основным недостатком данного патрона является: низкая точность установки заготовки.

Поэтому основной задачей является проектирование нового токарного клинового патрона с большей надежностью закрепления и большей точностью установки. Примем специальную конструкцию патрона с торцовым поджимом, который при установке заготовке со смещением притягивает и поджимает ее к опорам, тем самым, увеличивая точность установки в осевом и радиальном направлении

#### 3.1.2 Расчет усилия резания

При точении ведем расчет по главной составляющей силы резания  $P_z$ . (п. 2.8:  $P_z = 254 \text{ Н}$ )

#### 3.1.3 Расчет усилий закрепления заготовки

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

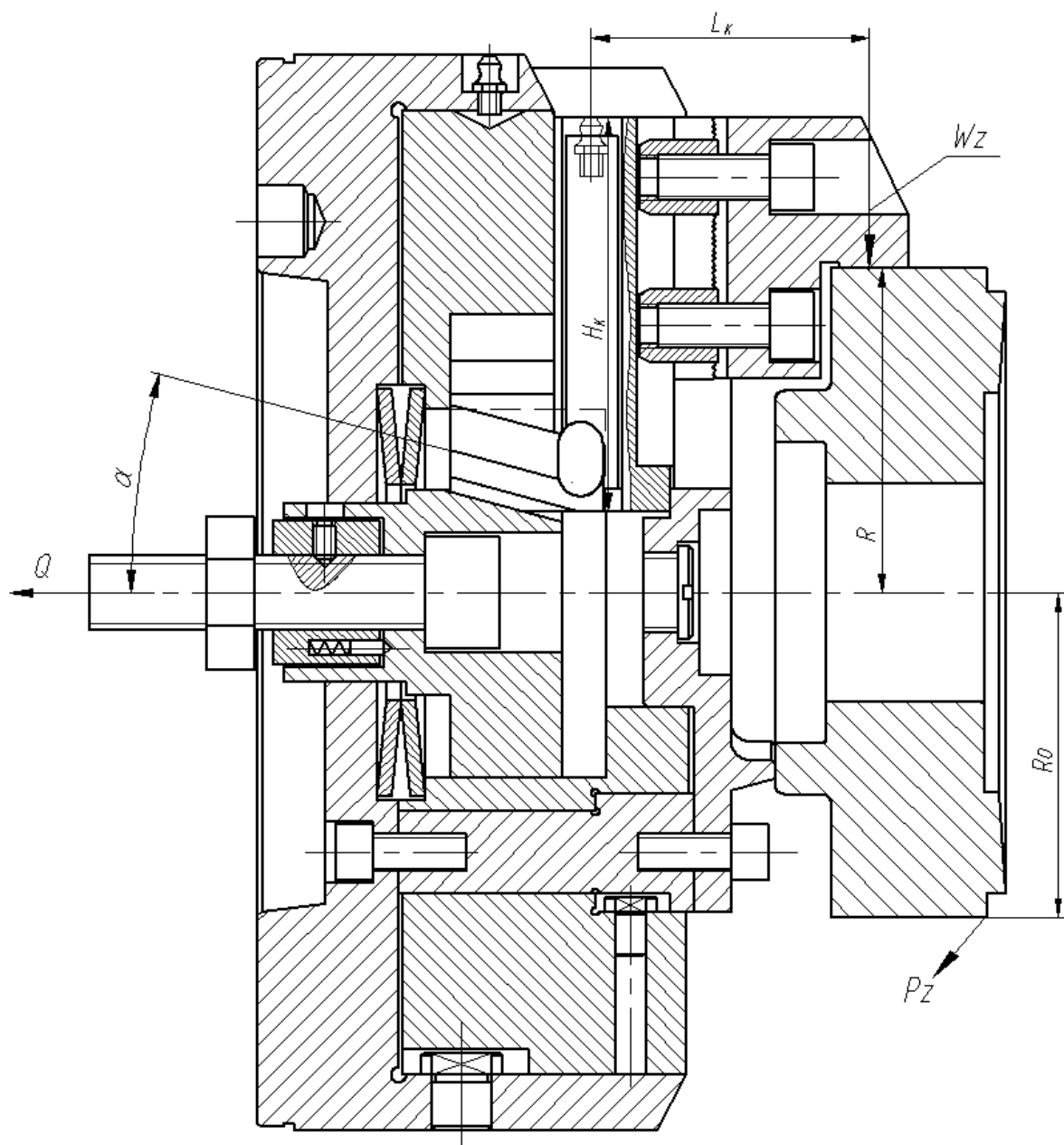


Рисунок 3.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Из равенства моментов определим условие равновесия:

$$M_{тр} = M_{рез}, \quad (3.1)$$

Из равенства моментов  $M_{рез}$  и  $M_{тр}$  определим необходимое усилие зажима с учетом коэффициента запаса  $K$  по формуле :

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (3.2)$$

$$K=1,50 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,20 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 2,1600.$$

Если  $K < 2,5$ , принимаем  $K=2,5$ .

Тогда:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 254 \cdot 141,1 / 2}{0,16 \cdot 141,1 / 2} = 3968,00 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет зажимного механизма

Схема зажимного механизма представлена на рисунке 3.1.

Величина усилия зажима  $W_1$  [2, с.153]:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{r_k}{H_k}} \quad (3.3)$$

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{3968}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{65}{85}} = 5664,00 \text{ Н.}$$

Определяем исходную силу Q:

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

$$Q = (5664 + 2900) \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^0 43') = 3239 \text{ Н.}$$

### 3.1.5 Расчет силового привода

Принимаем пневмоцилиндр с рабочим давлением 0,4 МПа, для обеспечения компактности пневмоцилиндр двустороннего действия.

Сила на штоке [18, с. 449] .

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.5)$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.3^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.91 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.6)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.91 \cdot p \cdot \eta}} = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

$$D = 1,19 \cdot \sqrt{\frac{3239}{0,63 \cdot 0,9}} = 89,9 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 с учетом габаритов приспособления, размера присоединяемого конца шпинделя стандартное значение присоединяемого пневмоцилиндра  $D = 100$  мм.

Определим ход штока поршня  $h_{ш}$  пневмоцилиндра, приняв его равным ходу клина  $S_k$  по формуле

$$h_{ш} = S_k = S_w \cdot i_{п} , \quad (3.8)$$

где  $S_w = 2$  мм – ход кулачков;

$i_{п} = \text{ctg}\alpha$  - передаточное отношение зажимного механизма по перемещению.

$$i_{п} = \text{ctg}\alpha = \text{ctg}15^\circ = 3,73 ;$$

$$h_{ш} = 2 \cdot 3,73 = 7,46 \text{ мм}$$

Примем  $h_{ш} = 8$  мм

### 3.1.6 Расчет погрешности базирования и установки

При совпадении технологической и измерительной базы погрешность базирования принимаем  $\varepsilon_B = 0$ .

### 3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Патрон состоит из корпуса 1, клина 4, подкулачников 5.

Фиксацию патрона на шпинделе обеспечивают винты 32.

Патрон работает следующим образом:

При подаче воздуха в правую полость пневмоцилиндра клин 4 перемещается влево, постоянные кулачки 5 перемещаются по наклонному пазу, кулачок перемещается, зажимая заготовку. При подаче воздуха в левую полость поршень со штоком и клин 4 отходит право, постоянные кулачки скользят по наклонному пазу и кулачки, раскрепляют заготовку.

## 3.2 Проектирование контрольного приспособления

### 3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

Для проведения выборочного контроля на 60 операции, после шлифовальной, необходимо проконтролировать радиальное и торцевое биение. Выполним проектирование контрольного приспособления на базе аналогичных конструкций.

### 3.2.2 Описание сущности усовершенствований

Для повышения точности контроля применим электронный индикатор с ценой деления 0,001мм (Mitutoyo 545A)

### 3.2.3 Описание конструкции приспособления

Приспособление содержит основание 4, к которому с помощью винтов 10 с шайбами 12 и штифтами 14 крепится стойка 6, в отверстии которой устанавливается оправка 3, на которую устанавливается контролируемая заготовка.

К основанию 4 с помощью винтов 9 с шайбами 11 крепится плита 5, на ко-

торую устанавливаются индикаторные стойки 1,2, с помощью которых осуществляется контроль радиального и торцевого биения.

К основанию 4 винтами 8 крепится табличка 7 с маркировкой приспособления.

Приспособление работает следующим образом:

При контроле биения относительно посадочного отверстия деталь устанавливается на клино-плунжерную оправку 3, отжимной винт которой выкручивается, кулачки выдвигаются и центрируют деталь. Вставку индикатора подводят к контролируемой поверхности, оправку 3 поворачивают на  $360^\circ$  и определяют максимальные отклонения показаний индикатора. Разница показаний индикатора и определяет величину биения.



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC	Металл, СОЖ
3	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Вертикально-протяжной 7Б64	Металл, СОЖ
4	Сверление, фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ S500	Металл, СОЖ
5	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ
6	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Комбинированный шлифовальный двухшпиндельный станок с ЧПУ RTG-100CNC	Металл, СОЖ
7	Координатное шлифование	Координатно-шлифовальная операция	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	Металл, СОЖ

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC
3	Протяжная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC
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 Координатно-шлифовальная 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)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В Комбинированный шлифовальный двухшпиндельный станок с ЧПУ RTG-100CNC Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284CF4

### 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	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный станок с ЧПУ SAMAT 135 NC 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	Торцевнутришлифовальный п/а 3K228B Комбинированный шлифовальный двухшпиндельный станок с ЧПУ RTG-100CNC Координатно-шлифовальный станок с ЧПУ 3284СФ4	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 диэлектрический	Автоматические извещатели

#### 4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
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 недопозволенных 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 <sup>3</sup>

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

сферу	
-------	--

Продолжение таблицы 4.8

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

#### 4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления диска делительного револьверной головки, 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 делительного револьверной головки, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

## 5. Экономическая эффективность работы

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

Подробная информация, касающаяся технологического процесса изготовления детали, представлена в предыдущих разделах выпускной квалификационной работы. Поэтому, представим только краткую характеристику с отличительными особенностями совершенствования данного процесса.

*Базовый вариант.*

Операции 025 – Токарная (тонкая). Чистовая обработка отверстия и базового торца производится тонким точением за два перехода.  $T_O = 1,591$  мин.,  $T_{ШТ} = 2,592$  мин.

Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16А20Ф305.

Оснастка: мембранный патрон.

Инструмент:

*переход 1* – резец-вставка токарный расточной с 3-хгранной пластиной, Т30К4 ( $T_O=1,138$  мин);

*переход 2* – резец-вставка токарный для контурного точения с 3-хгранной пластиной, Т30К4 ( $T_O=0,453$  мин).

*Проектный вариант.*

Операции 025 – Внутришлифовальная. Получистовая обработка отверстий и базового торца производится черновым шлифованием за два перехода.  $T_O = 0,338$  мин.,  $T_{ШТ} = 1,216$  мин.

Оборудование – внутришлифовальный станок, модель 3К227В.

Оснастка – мембранный патрон.

Инструмент:

*переход 1* – круг шлифовальный 5 40×30×12 91А F36 Р4 ГОСТ Р 52781-2007 ( $T_O=0,249$  мин);

переход 2 – круг шлифовальный 6 45×20×12 91A F45 P7 ГОСТ Р 52781-2007 (То=0,089 мин).

Дополнительными исходными данными являются:

- Деталь – диск делительный
- Масса детали  $M_D = 3,8$  кг.
- Масса заготовки (штамповка) –  $M_3 = 5,04$  кг.
- Материал – сталь 5ХГНМ ТУ 14-1-335-72;
- Годовая программа  $P_T = 5000$  шт./год

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенного инженерного решения, для этого будем проводить следующие расчеты:

- определение капитальных вложений в проектируемый вариант;
- рассчитаем себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;
- составим калькуляцию полной себестоимости операции, по сравниваемым вариантам;
- рассчитаем экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Чтобы определить перечисленные величины будем использовать программный пакет Microsoft Excel. Также для осуществления перечисленных действий применяется методика экономического обоснования инженерных решений [10], согласно которой осуществляем расчет капитальных вложений. Учитывая особенности изменений предлагаемых в проектном варианте, а именно замену оборудования, инструмента, затраты на проектирование и другие составные элементы, мы получили необходимую для вложения величину капитальных затрат, размер которой составит:  $K_{ВВ.ПР} = 126506,6$  руб.

Себестоимость выполнения операции учитывает ряд величин, ее структура с расчетной величиной, представлена на диаграмме (рис. 5.1). Учитывая, то, что в процессе предложенного инженерного решения метод получения заготовки и материал из которого она сделана, не менялся, рассчитывать затраты на материал

определять не целесообразно, т.к. они не влияют на конечный результат.

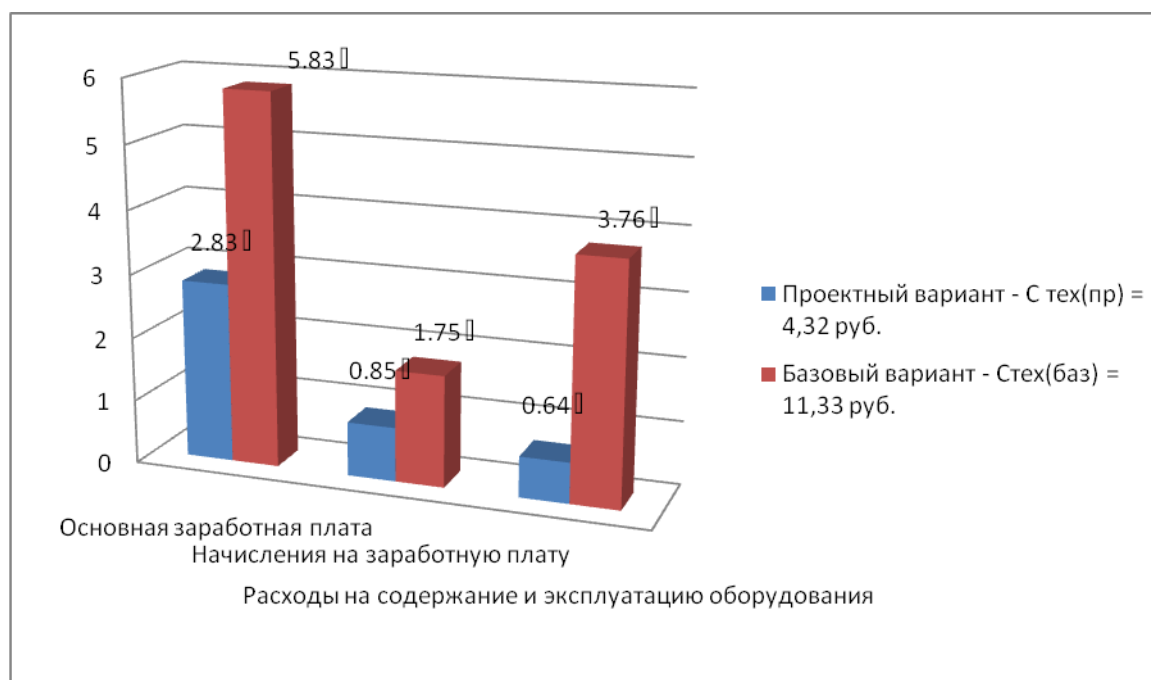


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операций 025 по сравниваемым вариантам

Используя полученные значения, рассчитываем величину полной себестоимости выполнения совершенствованной операций 025. Согласно расчетам по применяемой методике составления калькуляции [10] были получены следующие значения: для базового варианта полная себестоимость составила 32,65 руб.; а для проектного варианта – 14,68 руб.

Все вышеперечисленные параметры необходимы для проведения экономического обоснования предложенных изменений. Для этого воспользуемся методикой расчета показателей экономической эффективности [10], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$\Pi_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot \Pi_{Г} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{P.OЖ} = \Delta_{УГ} = (32,65 - 14,68) \cdot 5000 = 89850 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 89850 \cdot 0,2 = 17970 \text{ руб.}$$

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

$$П_{\text{Р.ЧИСТ}} = 89850 - 17970 = 71880 \text{ руб.}$$

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

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{126506,6}{71880} + 1 = 2,76 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = П_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 71880 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} \right) = 151379,3 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 151379,3 - 126506,6 = 24872,7 \text{ руб.}$$

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

$$\text{ИД} = \frac{151379,3}{126506,6} = 1,2 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операции 025 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получения дополнительной чистой прибыли в размере 71880 руб. от снижения себестоимости. А также достичь экономического эффекта положительной величины 24872,7 руб., что окончательно подтверждает целесообразность внедрения предложенного инженерного решения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- спроектирован техпроцесс отвечающий условиям серийного производства;
- спроектирована заготовка - объемная штамповка;
- оборудование соответствует типу производства и обеспечивает требуемую производительность;
- применяемая оснастка механизирована;
- металлорежущий инструмент оснащен покрытиями для повышения стойкости;
- разработан самоцентрирующий патрон реализующий базу в осевом направлении;
- разработано контрольное приспособление с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo Co.Ltd с точностью контроля 1 микрон.

Таким образом, основные цели выпускной квалификационной работы достигнуты.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
- 8 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2008, 46 с..
- 11 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 техникумах: 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





Дубл.	Взам.	Людл.											01101	25211	2	5						
			А	цех	Уч.	Р/М	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД
Б		Код, наименование оборудования		Код, наименование операции																		
01Т	392195XXX	резец-вставка 25x25	ОСТ 2.И. 10.1-83	T15K6; 393120XXX	калибр-скоба	ГОСТ 2216-84																
02Т	392195XXX	резец-вставка	расточной	ОСТ 2.И. 10.1-83	T15K6; 393120XXX	калибр-пробка	ГОСТ 14807-69															
03Т	393120XXX	шаблон	ГОСТ 9038-83																			
04																						
05А	XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93																	
06Б	391148XXX	SAMAT	135	NC	2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	21	2,310							
07Т	392195XXX	резец-вставка 25x25	ОСТ 2.И. 10.1-83	T15K6; 393120XXX	калибр-скоба	ГОСТ 2216-84																
08Т	392195XXX	резец-вставка	расточной	ОСТ 2.И. 10.1-83	T15K6; 393120XXX	калибр-пробка	ГОСТ 14807-69															
09Т	393120XXX	шаблон	ГОСТ 9038-83																			
10																						
11А	XXXXXX	025	4132	Внутришлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85																	
12Б	38132XXX	3K227B	2	18873	411	1P	1	1	1	1	236	1	21	1,127								
13Т	391810XXX	шлифовальный	круг 5	40x30x12	91A F36	Р 4	V A	35	м/с	2	кл.	ГОСТ Р 52781-2007										
14Т	391810XXX	шлифовальный	круг 6	45x25x12	91A F36	Р 4	V A	35	м/с	2	кл.	ГОСТ Р 52781-2007										
15Т	393120XXX	шаблон	ГОСТ 9038-83; 393120XXX	калибр-пробка	ГОСТ 2216-84																	
16Т	393140XXX	приспособление	мерительное	с индикатором																		
17																						
18А	XXXXXX	030	41312	Круглошлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85																	
МК																						

Дубл.	Взам.	Подп.											01101	25211	3	5					
			Обозначение документа																		
			Код, наименование операции		Код, наименование оборудования																
			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.									
			А	цех	Уч.	РМ	Опер.														
			Б	Код, наименование оборудования																	
01Б	38132XXX							2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	26	2,113			
02Т	391810XXX							шлифовальный круг 1 305x25x127, 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007													
03Т	391810XXX							шлифовальный круг 5 40x30x12 91А F36 Р 4 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007													
04																					
05А	XXXXXX	035	4182	Протяжная				ИОТ И 37.101.7346-84													
06Б	381753XXX							2	16458	411	1Р	1	1	1	236	1	19	0,462			
07Т	392302XXX							протяжка шпоночная для паза В=18 Р6М5 ГОСТ 18217-90; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83													
08Т	393120XXX							калибр для ограничения размеров ГОСТ 24110-80													
09																					
10А	XXXXXX	040	4260	Фрезерная				ИОТ И 37.101.7026-89													
11Б	3816XXX							2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	29	8,789			
12Т	391810XXX							фреза двуугловая несимметричная Ø80 Z=22 В=15 ТУ 2-035-526-76;													
13Т	391267XXX							сверло спиральное комбинированное Ø11/15 ОСТ 2И21-2-76 Р6М5К5;													
14Т	393120XXX							калибр-пробка ГОСТ 2216-84; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;													
15																					
16А	XXXXXX	045	4260	Фрезерная				ИОТ И 37.101.7026-89													
17Б	3816XXX							2	18632	411	1Р	1	1	1	236	1	38	5,447			
18Т	391810XXX							фреза концевая с коническим хвостовиком Ø25 Z=6 Р6М5К5 ГОСТ 17025-71;													
МК																					

Дубл.	Взам.	Лобл.											01101	25211	4	5	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования																
01Т	391810XXX- фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком Ø10 Z=4 Р6М5К5 ГОСТ 17025-71;																
02Т	391810XXX- фреза дисковая пазовая Ø80 Z=22 В=13,5 Р6М5К5 ГОСТ 3964-69;																
03Т	391810XXX- фреза дисковая пазовая Ø80 Z=22 В=14,3 Р6М5К5 ГОСТ 3964-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																
04Т	393140XXX- приспособление мерительное с индикатором																
05																	
06А	XXXXXX 050 0190 Слесарная																
07Б	XXXXXX 4407																
08																	
09А	XXXXXX 055 0130 Моечная																
10Б	375698XXX КММ																
11																	
12А	XXXXXX 060 0200 Контрольная																
13																	
14А	XXXXXX 065 0511 Термическая																
15																	
16А	XXXXXX 070 4132 Внутришлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																
17Б	38132XXX 3К227В						2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	21	0,985
18Т	391810XXX- шлифовальный круг 5 35х30х15 91А F60 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007;																
МК																	





ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
Операционные карты

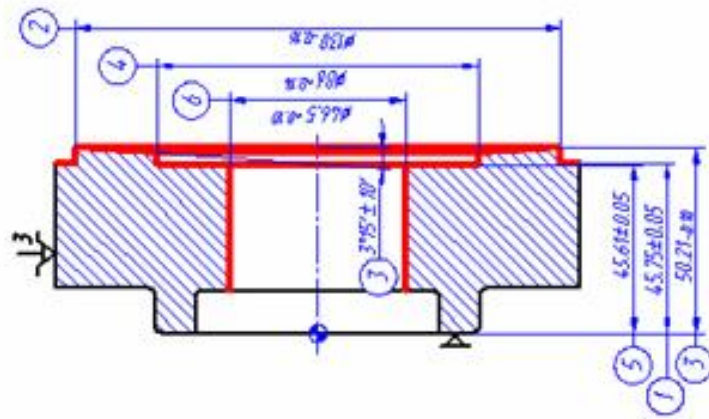




ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Разраб.	Вышварка	ТГУ	01101.24.205 1	XXXX.XXXX 2014.1.00003	Цех   Уч.   РМ	Опер. 019
Пров.	Бобробский					
Н.контр.		Диск делительный				



КЭ



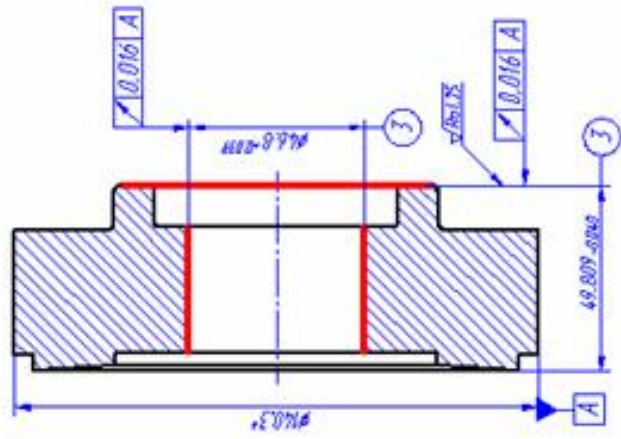


ГОСТ 3.1105-84

Форма 7

Разраб. Пров.	Выплавка Бобровский	ТГУ	01101.24.205 1	1
Н.контр.		Диск делительный	XXXX.XXXX 2014.1.00003	Цех   Уч.   РМ   Опер. 825

$\nabla Ra1.6(\nabla)$



КЭ

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления



Форм.	Зона	Лоз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.528.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.528.60.100	Муфта		
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.528.60.002	Корпус патрона	1	
		3	16.07.ТМ.528.60.003	Корпус	1	
		4	16.07.ТМ.528.60.004	Клин	1	
		5	16.07.ТМ.528.60.005	Подкулачник	1	
		6	16.07.ТМ.528.60.006	Кулачок	3	
		7	16.07.ТМ.528.60.007	Сухарь	6	
		8	16.07.ТМ.528.60.008	Опора	3	
		9	16.07.ТМ.528.60.009	Стойка	1	
		10	16.07.ТМ.528.60.010	Пробка	1	
		11	16.07.ТМ.528.60.011	Пробка	3	
		12	16.07.ТМ.528.60.012	Шпонка	1	
		13	16.07.ТМ.528.60.013	Шпонка	1	
		14	16.07.ТМ.528.60.014	Пружина	1	
		15	16.07.ТМ.528.60.015	Втулка	1	
			16.07.ТМ.528.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Нзрар.	выпечка				Лит.	Лист
Пров.	Бобровский					Листов
И. контр.	выкатное					1
Утв.	Бобровский					3
Патрон клиновый с торцевым поджимом					ТГУ, гр. ТМбз-1101	





## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу контрольного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			12.07. TM.526.62.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	12.07. TM.526.62.100	Индикаторный блок	1	
		2	12.07. TM.526.62.100	Индикаторный блок	1	
		3	12.07. TM.526.62.100	Оправа	1	
				<u>Детали</u>		
		4	12.07. TM.526.62.001	Основание	1	
		5	12.07. TM.526.62.001	Плита	1	
		6	12.07. TM.526.62.001	Стойка	1	
		7	12.07. TM.526.62.001	Табличка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Винт М5х10.58		
				ГОСТ 17473-80	2	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		9		М6х20.88	4	
		10		М8х30.88	2	
				16.07. TM.528.61.000		
Изм.	Лист	№ док-м.	Подпись	Дата		
Издано.	выпуск				Лит.	Лист
Пров.	Бобровский					1 2
И. контр.	выпущено				ТГУ, гр. ТМбз-1101	
Утв.	Бобровский					

