



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 Поляков Сергей Анатольевич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления обоймы штока

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной практики

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 приспособления и/или режущего инструмента*

*4) Описание графической части работы*

*5) Безопасность и экологичность работы*

*6) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

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

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| 1) Деталь (с изменениями)  | 0,5 – 1    |
| 2) Заготовка               | 0,25 – 0,5 |
| 3) План обработки          | 1,5 – 2    |
| 4) Технологические наладки | 1 – 2      |
| 6) Приспособление          | 1 – 1,5    |
| 7) Режущий инструмент      | 0,5 – 1    |
| 8) Презентация             | 0,5 – 1    |

6. Консультанты по разделам

---

---

---

7. Дата выдачи задания « \_\_\_\_ » марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	<hr/> (подпись)	Нахратова Г.В. <hr/> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	<hr/> (подпись)	Поляков С.А. <hr/> (И.О. Фамилия)

# АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

## **Технологический процесс изготовления обоймы штока**

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

Пояснительная записка содержит 12 таблиц, 35 формул и 5 рисунков. Графическая часть содержит 7 листов формата А1.

*Ключевые слова:* Технологический процесс, заготовка, база, маршрут, металлорежущее оборудование, инструмент, станочное приспособление, экономические расчеты.

Выпускная квалификационная работа призвана улучшить типовой технологический процесс обработки обоймы штока.

В работе приводится анализ исходных данных и определение типа производства, намечается стратегия обработки ТП, производится выбор заготовки, технологических баз, методов обработки, разрабатывается технологический маршрут и операционная технология.

При этом используется прогрессивное оборудование, режущий инструмент, высокопроизводительные станочные приспособления. Разработка технологического процесса сопровождается экономическими расчетами, отражающими правильность выбора вариантов технических решений.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы	5
1 Описание исходных данных	6
2 Технологическая часть работы	11
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	39
4 Описание графической части работы	49
5 Безопасность и экологичность работы	50
6 Экономическая эффективность работы	67
Заключение	70
Список используемой литературы	71
Приложения	73
1. Маршрутная карта	
2. Операционные карты	
3. Спецификации к сборочным чертежам	

## **ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ.**

Основу технологической подготовки производства составляет разработка технологического процесса (ТП), позволяющего обеспечить выпуск заданного количества изделий заданного качества в установленные сроки с наименьшими затратами.

Технологическое проектирование представляет собой комплекс проектно-расчетных работ, в который входит проектирование собственно технологического процесса, приспособлений, прогрессивного режущего и вспомогательного инструмента, иногда нестандартного оборудования.

При проектировании новых технологий, модернизации старого оборудования, инструмента или оснастки, появляется необходимость анализа рациональности подобных инженерных решений с точки зрения экономики. Подобный анализ сводится к экономическому обоснованию выбранного варианта посредством сравнения технико-экономических показателей.

Машиностроение в последнее время привлекает все больше внимания со стороны правительства и бизнеса. Это связано с возможностью развития и получения значительной прибыли. Но без внедрения в производственный процесс современных наукоемких технологий это не возможно.

В чем могут заключаться современные технологии? В первую очередь это снижение затрат на производство, повышение точности и качества изделий, и как следствие повышение производительности.

Цель проекта - разработки оптимального технологического процесса механической обработки детали «Обойма штока», который позволит обеспечить заданный выпуск детали необходимого качества, с наименьшими затратами.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

Деталь "Обойма штока" предназначена для осевой ориентации и направления штока станочного приспособления. В процессе работы деталь испытывает знакопеременные нагрузки в поперечном, относительно оси, направлении.

Рабочие поверхности смазываются маслом, подающимся в цилиндр приспособления капельным методом с рабочим телом (воздухом). Трение происходит по цилиндрической поверхности отверстия. Опасные сечения проходят по местам концентрации напряжений (фаски, галтели, проточки, канавки).

Деталь изготавливается из стали 30 ГОСТ 1050-88.

## 1.2 Систематизация поверхностей детали

Присвоим номера всем поверхностям исходной детали (рисунок 1.1) и выполним систематизацию. Так же необходимо присвоить буквенный код размерам детали (рисунок 1.2).

Основные конструкторские базы. (ОКБ)

Поверхности 9,15,25 являются основными конструкторскими базами в силу того, что относительно них деталь будет жестко ориентироваться в корпусе п/цилиндра. Причем ориентация в радиальном направлении осуществляется цилиндрическими поверхностями 9 и 15. В осевом направлении деталь ориентируется при помощи торца 25, который имеет требования по неперпендикулярности, относительно базовых цилиндрических поверхностей. Нормирование неперпендикулярности вытекает из требований по относительному перекосу штока и обоймы.

Вспомогательные конструкторские базы. (ВКБ)

Поверхности 6 и 24 служат для ориентации штока цилиндра приспособления в обойме, а так же установочного штифта. Исходя из этого, считаем эти по-

верхности вспомогательными конструкторскими базами. Кроме того, дно паза под усик корончатой шайбы 29 также будет вспомогательной конструкторской базой, так как определяют положение шайбы.

Исполнительные поверхности. (И)

Исполнительными поверхностями являются боковые поверхности паза под установку корончатой шайбы 28. Кроме этого исполнительными так же являются резьбовые поверхности 18, 9 и 3.

Свободные поверхности. (С)

Все остальные поверхности (фаски, проточки, канавки и т.д.) являются свободными и их наличие обусловлено критериями технологичности.

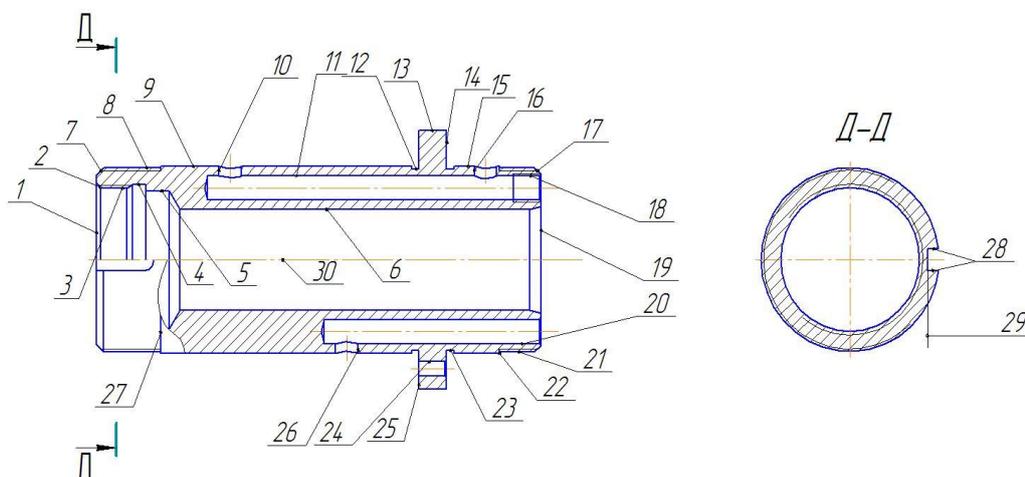


Рисунок 1.1 Кодировка поверхностей детали "Обойма штока"

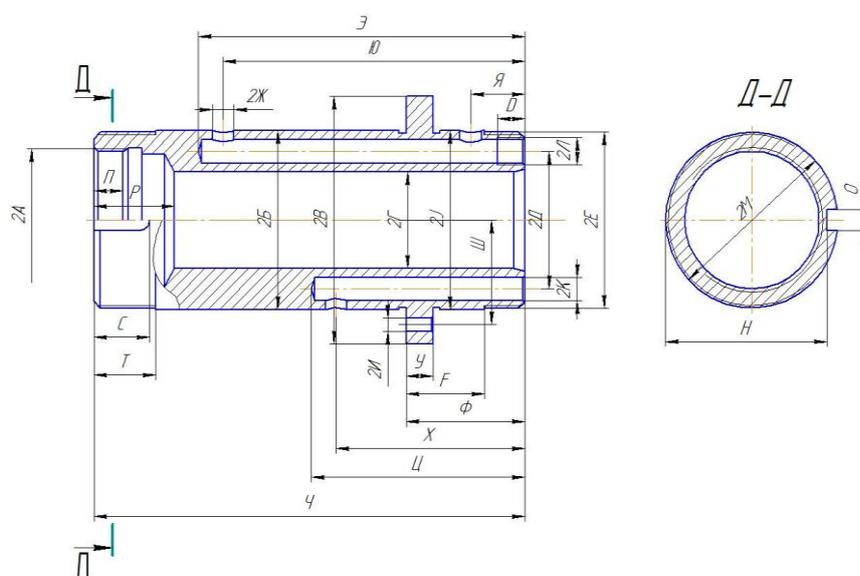


Рисунок 1.2 Кодировка размеров детали "Обойма штока"

### **1.3 Анализ технологичности конструкции детали**

При анализе чертежа детали было выяснено, что все ответственные поверхности по классификации поверхностей имеют необходимую шероховатость и точность. А также проставлены требуемые отклонения от базовых поверхностей и погрешности формы.

Проведена унификация вспомогательных элементов.

Специальных инструментов и средств контроля не требуется, доступ ко всем поверхностям удобный. Также указанные точности не требуют специального оборудования.

Основываясь на перечисленном, можно сделать вывод, деталь технологична.

### **1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса**

В результате анализа исходных данных можно сформулировать следующие задачи работы, решить которые необходимо для достижения цели работы, сформулированной во введении – обеспечить заданный выпуск деталей “Обойма штока” заданного качества с наименьшими затратами путём разработки ТП его механической обработки:

- 1) определить тип производства и выбрать стратегию разработки ТП;
- 2) выбрать оптимальный метод получения заготовки, рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку;
- 3) разработать технологический маршрут, выбрать схемы базирования заготовки, составить план изготовления;
- 4) выбрать средства технологического оснащения (СТО) ТП - оборудование, приспособления, режущие инструменты, средства контроля;
- 5) разработать технологические операции – определить их содержание, рассчитать режимы резания и нормы времени;
- 6) спроектировать металлорежущий инструмент, позволяющий повысить

- производительность механической обработки;
- 7) спроектировать зажимное станочное приспособление;
  - 8) определить экономический эффект от внедрения технологического процесса;
  - 9) рассмотреть вопросы безопасности труда и экологичности на участке;
- Решению этих задач посвящены следующие разделы работы.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Выбор типа производства

Тип производства зависит от программы выпуска деталей и их трудоемкости. По трудоемкости данную деталь можно отнести к деталям средней трудоемкости, так как при их изготовлении применяется ряд точных операций. Поэтому, несмотря на то, что деталь небольшой массы (7,1 кг.), можно принять при  $N = 180000$  штук – крупносерийное производство.

Определим такт выпуска изделия по приведенной в [6, стр. 22] формуле:

$$t_B = \frac{60 \times Fg}{N} \text{ мин}, \quad (2.1)$$

где  $Fg = 4015$  часов – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двух сменной работе;

$N$  – годовая программа.

$$t_B = \frac{60 \times 4015}{180000} = 1,34 \text{ мин.}$$

Такт выпуска составляет 1,34 минут.

Определим стратегию разработки ТП

Задача раздела – в зависимости от типа производства выбрать оптимальную стратегию разработки ТП – принципиальный подход к определению его составляющих (показателей ТП), способствующий обеспечению заданного выпуска деталей заданного качества с наименьшими затратами.

Тип производства – массовый – определен заданием. Принимаем следующую стратегию разработки ТП:

1) В области организации ТП:

Вид стратегии – циклическая, адаптивная, разветвленная.

Форма организации ТП – поточная.

Повторяемость изделий – непрерывный выпуск в течение длительного времени.

2) В области выбора и проектирования заготовки:

Метод получения заготовки – прокат или штамповка.

Выбор методов обработки – аналитический

Припуск на обработку минимальный.

3) В области разработки технологического маршрута:

Степень унификации ТП – на базе анализа.

Степень детализации разработки ТП – пооперационный

Принцип формирования маршрута – экстенсивная, в отдельных случаях интенсивная концентрация операций.

Обеспечение точности – работа на настроенном оборудовании, с частичным применением активного контроля.

Базирование – с соблюдением принципа постоянства и совмещения баз.

4) В области выбора средств технологического оснащения (СТО):

Оборудование – Специализированные и специальные.

Приспособления – Специальные.

Режущие инструменты – Специальные.

Средства контроля – Специальные.

5) В области проектирования технологических операций:

Содержание операций – Одновременная обработка максимального числа поверхностей за счет специального СТО

Загрузка оборудования – Непрерывная загрузка станка.

Коэффициент закрепления операций  $K_{30} = 1$ .

Расстановка оборудования – по ходу ТП.

Настройка станков – по измерительным инструментам и приборам.

6) В области нормирования ТП:

Определение режимов резания – аналитически

Нормирование – на основании хронометража.

Квалификация рабочих – низкая при высокой квалификации наладчика.

Технологическая документация – маршрутно-операционные карты.

Принятой стратегией мы будем руководствоваться при разработке ТП.

## 2.2 Технико-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Заготовку данной детали можно получить штамповкой или отрезкой из прутка. При выборе и проектировании заготовки воспользуемся методикой приведенной в [5]

### 2.2.1 Анализ исходных данных

Исходные данные сведены в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Исходные данные для проектирования заготовки.

Наименование позиций	1 вариант	2 вариант
Вид заготовки	Штамповка	Прокат
Класс точности	T3	1
Группа сложности	C2	–
Масса заготовки, кг	14,3	25,0
Стоимость 1 т. заготовок принятых за базу, С <sub>i</sub> (руб.)	373	141
Стоимость 1 т. стружки, С <sub>отх</sub> (руб.)	22,6	22,6

Дополнительные данные [14]:

группа стали – М2;

класс точности штамповки – Т4;

масса детали – 7,1кг,

степень сложности штамповки – С2.

Степень сложности зависит от соотношения, указанного в [14, стр.4]:

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}},$$

где  $G_{\Pi} \approx G_g \times K_p$  – масса поковки (произведение массы детали на расчетный коэффициент, зависящий от формы детали  $K_p=1,8$ )

$G_{\Phi} = 24,9 \text{ кг}$  – масса геометрической фигуры, в которую вписывается поковка (цилиндр),

$$G_{\Pi} \approx 24,9 \times 1,8 = 44,8 \text{ кг}.$$

Согласно источнику [14], если отношение массы поковки к массе геомет-

рической фигуры, в которую вписывается поковка:

$$0,63 \geq \frac{14,3}{44,8} = 0,32 \geq 0,32 ,$$

то степень сложности штамповки: С2.

### 2.2.2 Стоимость штамповки

Стоимость заготовки, получаемой штамповкой на ГКМ, определяется по формуле (2) из [5, стр. 31]:

$$S_{заг1} = \left( \frac{C_1}{1000} \times \theta \times \kappa_T \times \kappa_C \times \kappa_B \times \kappa_M \times \kappa_{II} \right) - \left( \theta - g \right) \times \frac{S_{омх}}{1000}; \quad (2.2)$$

где  $C_1=373$  руб.- стоимость 1 т. заготовок;

$\theta = 14,3$  кг. – масса заготовки;

$g = 7,1$  кг. – масса готовой детали;

$\kappa_T = 0,9$  – коэффициент, зависящий от точности штамповки;

$\kappa_M = 1,18$  – коэффициент, зависящий от марки материала штамповки;

$\kappa_C = 1$  – коэффициент, зависящий от степени сложности штамповки;

$\kappa_B = 0,89$  – коэффициент, зависящий от массы штамповки;

$\kappa_{II} = 1$  – коэффициент, зависящий от объема производства.

$$S_{заг1} = \left( \frac{373}{1000} \times 14,3 \times 1 \times 0,89 \times 1,18 \times 1 \right) - \left( 14,3 - 7,1 \right) \times \frac{22,6}{1000} = 5,44 \text{ руб.}$$

### 2.2.3 Стоимость проката.

Стоимость заготовки ( $S_{заг.2}$ ) получаемой прокатом складывается из стоимости самой заготовки ( $S_{заг}$ ), стоимости правки и резки прутка ( $\sum C_{о.з.}$ ) и стоимости снятия напусков до размеров штамповки [5].

$$S_{заг.2} = S_{заг} + \sum C_{о.з.} + T_o, \quad (2.3)$$

Стоимость заготовки получаемой прокатом определяется по формуле приведенной в [5]:

$$S_{заг} = \frac{\theta \times C_2}{1000} - \left( \theta - g \right) \times \frac{S_{омх}}{1000} \text{ руб.}, \quad (2.4)$$

где  $\theta = 25,0$  кг. – масса заготовки,

$C_2=141$  руб. – стоимость 1т. заготовок;

$g = 7,1$  кг. – масса готовой детали;

$S_{отх.} = 22,6$  у.е. - стоимость 1 т. стружки;

$$S_{заг} = \frac{25 \times 141}{1000} - \left( 5 - 7,1 \right) \times \frac{22,6}{1000} = 3,12 \text{ руб.}$$

Стоимость резки проката [5];

$$C_{резки} = \frac{C_{п.з.} \times T_{шт.}}{60 \times 100}, \quad (2.5)$$

где  $C_{п.з.}=1,21$  руб./ч. – приведенные затраты на рабочем месте, [6, стр. 30];

$T_{шт.}=3$  мин. – штучное время резки 1 – ой заготовки;

$$C_{резки} = \frac{121 \times 3}{60 \times 100} = 0,06 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты на рабочем месте для правки прутка  $C_{п.з.}=2,50$  руб., штучное время  $T_{шт.}=2$  мин.

$$C_{правки} = \frac{250 \times 3}{60 \times 100} = 0,12 \text{ руб.}$$

Общая стоимость резки и правки проката:

$$\sum C_{о.з.} = C_{правки} + C_{резки} = 0,12 + 0,06 = 0,16 \text{ руб.}$$

Как видно из рисунка 3, необходимо удалить напуски в зоне А и Б.

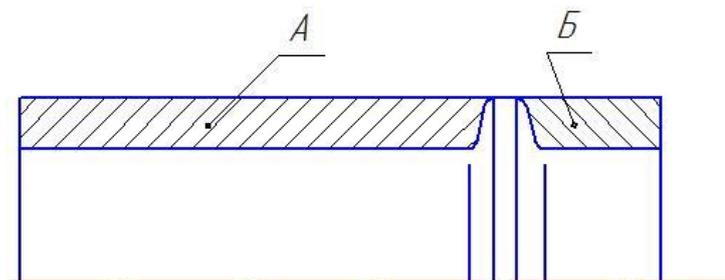


Рисунок 3.1 Схема напусков.

Затраты на механическую обработку напусков определим по приближенным формулам из [14].

Время на обработку:

$$T_o = 10^{-3} \times 0,17 \times d \times l \times i \times K_x \text{ мин}, \quad (2.6)$$

где  $d$  – средний диаметр заготовки при каждом рабочем ходе, мм;

$l$  – длина рабочего хода, мм;

$i$  – число рабочих ходов для снятия напуска;

$K_x = 1,5$  – коэффициент холостых ходов.

Для напуска А:

$$d = 70 \text{ мм},$$

$$l = 100 \text{ мм},$$

$$i = \left( \frac{d_{\max} - d_{\min}}{2} \right) / 1,0 = \left( \frac{81 - 61}{2} \right) / 1,0 \approx 10.$$

Время на обработку:

$$T_o = 10^{-3} \times 0,17 \times 70 \times 100 \times 10 \times 1,5 = 18 \text{ мин.}$$

Для напуска Б:

$$d = 70 \text{ мм},$$

$$l = 30 \text{ мм},$$

$$i = 1.$$

Время на обработку:

$$T_o = 10^{-3} \times 0,17 \times 70 \times 30 \times 10 \times 1,5 = 5,7 \text{ мин.}$$

Общее время на обработку всех напусков

$$T_0 = 18 + 5,7 = 23,7 \text{ мин.}$$

Стоимость одной станкоминуты составляет 4,5 руб./ч.

Тогда:

$$T_o = 23,7 \times \frac{450}{60} = 1,77 \text{ руб.}$$

*Полная стоимость* заготовки из проката с учетом дополнительной механической обработки будет определена по формуле:

$$S_{\text{заг.2}} = S_{\text{заг}} + \sum C_{\text{о.з.}} + T_o = 3,12 + 0,16 + 1,77 = 5,5 \text{ руб.}$$

Кроме того, коэффициент использования металла будет равен:

$$K = \frac{q}{\theta} = \frac{7,1}{25} = 0,28 \text{ т.е. } 70 \% \text{ металла будет переводиться в стружку, в то время}$$

как при использовании штампованной заготовки эти отходы будут составлять 50 %.

Окончательно принимаем метод получения заготовки детали штамповкой, что дает экономию по сравнению с отрезкой из проката в размере:

$$\mathcal{E}_{\text{заг}} = \left( S_{\text{заг}}^{np} - S_{\text{заг}}^{um} \right) \times N = (5,5 - 5,44) \times 180000 = 10800 \text{ руб.}$$

## 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Определяем для каждой поверхности точность и метод ее получения. Сводим полученные результаты в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Методы обработки поверхностей

№ ПОВЕРХНОСТИ	ЛТ	РА МКМ	МАРШРУТ ОБРАБОТКИ
1	12	12,5	ТЧ
2	10	6,3	ТЧ – Т
3	8	2,5	РЧЕ - РЧ - Р
4	10	6,3	РЧЕ
5	10	6,3	РЧЕ
6	7	1,25	РЧЕ-РЧ-ШЧ
7	12	6,3	ТЧ
8	8	2,5	ТЧ – Т – Р
9	9	1,25	Т-ТЧ-ШЧ
10	10	6,3	С
11	10	6,3	С
12	12	12,50	ТЧ
13	12	12,50	Т
14	8	1,25	ТЧ-Т-ШЧ
15	12	12,50	ТЧ-Т-ШЧ
16	10	6,3	С
17	12	6,3	ТЧ
18	10	2,5	С-Р
19	12	12,5	ТЧ
20	10	6,3	С
21	8	2,5	ТЧ-Т-Р
22	10	6,3	Т
23	12	12,50	ТЧ
24	10	6,3	С
25	8	1,25	Т-ТЧ-ШЧ

26	10	6,3	С
27	12	12,50	Т
28	9	3,2	Ф
29	10	6,3	Ф

Условные обозначения в таблице: Тч – точение черновое, Т – точение чистовое, Рч – растачивание, РЧЕ – растачивание черновое, Шч – черновое шлифование, Ш – чистовое шлифование, Ф. – фрезерование, Р – резьбонарезание

## 2.4 Определение припусков с помощью методики размерного анализа

Размерный анализ позволяет: установить научно обоснованные операционные размеры и технические требования (что исключит корректировку разработанного технологического процесса в момент его внедрения) и установить оптимальные размеры заготовки (что обеспечивает минимальный расход металла).

### 2.4.1 Размерный анализ в осевом направлении

Для проведения размерного анализа необходимо вычертить размерную схему и составить уравнения цепей, выявив размерные контуры для каждого из замыкающих звеньев: размеров деталей полученных косвенным путем и припусков (см. графическую часть).

#### 2.4.1.1 Проверка условий точности изготовления детали

Проверка размерной корректности производится путем решения обратной задачи и позволяет до начала расчета размерных цепей убедиться в том, что намеченный вариант технологии изготовления обеспечит получение детали в соответствии с требованиями рабочего чертежа.

Если число составляющих уравнения меньше или равно 4, то расчет будем вести по методу "максимума – минимума" [14, стр. 65, формула 22]:

$$\omega[A]=\sum |\omega A_i| \leq T A_{\text{черт.}} \quad (2.7)$$

где  $|\omega A_i|$  - погрешность выполнения размера [14];

$TA_{\text{черт}}$  – допуск размера проставленный в чертеже.

Если число составляющих уравнения больше 4, то расчет ведем по вероятностному методу [14, стр. 65, формула 23]:

$$\omega[A] = t_{\Delta} \times \sqrt{\sum \lambda^2 \times \sigma_{A_i}} \leq TA_{\text{черт}}, \quad (2.8)$$

где  $t_{\Delta}=3$  – коэффициент риска;

$\lambda^2=1/9$  – коэффициент относительного рассеивания погрешности  $\omega[A]$ .

$$\omega \left[ T^{020} \right]_{\text{min}} = 0,13 + 0,21 = 0,34 \text{ мм.}$$

$$\omega \left[ F^{035} \right]_{\text{min}} = 0,1 + 0,13 + 0,14 = 0,37 \text{ мм.}$$

Для  $T^{020}$  -  $TA_{\text{черт}} = 0,52$  мм, для  $F^{035}$  -  $TA_{\text{черт}} = 0,52$  мм,

Условия точности выполняются.

#### 2.4.1.2 Определение минимальных припусков

Минимальные припуски определим по таблицам [15] в зависимости от исходного индекса.

$$\left[ Z_{14}^{005} \right]_{\text{min}} = 1,4 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{19}^{005} \right]_{\text{min}} = 1,5 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{25}^{010} \right]_{\text{min}} = 1,8 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{1}^{010} \right]_{\text{min}} = 2,0 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{14}^{015} \right]_{\text{min}} = 0,6 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{22}^{015} \right]_{\text{min}} = 0,7 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{27}^{020} \right]_{\text{min}} = 0,8 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{25}^{020} \right]_{\text{min}} = 1,0 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{25}^{035} \right]_{\text{min}} = 0,3 \text{ мм,}$$

$$\left[ Z_{14}^{040} \right]_{\text{min}} = 0,2 \text{ мм,}$$

#### 2.4.1.3 Погрешность замыкающего звена.

При определении погрешности замыкающего звена будем пользоваться вероятностным методом, либо методом "максимума – минимума", в зависимости от числа составляющих уравнение.

$$\omega \left[ Z_{14}^{005} \right]_{\text{min}} = 0,12 + 3,6 = 3,7 \text{ мм,}$$

$$\omega Z_{19}^{005} = 0,12 + 3,6 = 3,7 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{25}^{010} = 0,13 + 0,12 = 0,25 \text{ мм},$$

$$\omega Z_1^{010} = 5 + 3,6 + 0,12 + 0,13 = 8,85 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{14}^{015} = 0,14 + 0,13 + 0,12 + 0,12 = 0,5 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{22}^{015} = 0,14 + 0,13 + 0,12 + 0,12 = 0,5 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{27}^{020} = 0,16 + 0,21 = 0,37 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{25}^{020} = 0,13 + 0,13 = 0,26 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{25}^{035} = 0,13 + 0,1 = 0,23 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{14}^{040} = 0,01 + 0,1 + 0,13 + 0,14 = 0,38 \text{ мм},$$

#### 2.4.1.4 Максимальные припуски

Максимальные припуски механической обработки по каждой операции рассчитываются по формуле:

$$Z_{\max}^i = Z_{\min}^i + \omega Z_{\text{зв}}^i \text{ мм}, \quad (2.9)$$

где  $Z_{\max}^i$  – максимальный припуск на данной операции, мм;

$Z_{\min}^i$  – минимальный припуск на данной операции, мм;

$\omega Z_{\text{зв}}^i$  – погрешность замыкающего звена, мм.

$$Z_{14 \text{ max}}^{005} = 1,4 + 3,7 = 5,1 \text{ мм},$$

$$Z_{19 \text{ max}}^{005} = 1,5 + 3,7 = 5,2 \text{ мм},$$

$$Z_{25 \text{ max}}^{010} = 1,8 + 0,25 = 2,0 \text{ мм},$$

$$Z_{1 \text{ max}}^{010} = 2,0 + 8,85 = 10,85 \text{ мм},$$

$$Z_{14 \text{ max}}^{015} = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм},$$

$$Z_{22 \text{ max}}^{015} = 0,7 + 0,5 = 1,2 \text{ мм},$$

$$Z_{27 \text{ max}}^{020} = 0,8 + 0,37 = 1 \text{ мм},$$

$$Z_{25 \text{ max}}^{020} = 1 + 0,26 = 1,26 \text{ мм},$$

$$Z_{25 \text{ max}}^{035} = 0,3 + 0,23 = 0,53 \text{ мм},$$

$$Z_{14 \text{ max}}^{040} = 0,2 + 0,38 = 0,58 \text{ мм},$$

#### 2.4.1.5 Средние операционные припуски

Средние операционные припуски на каждую поверхность по операциям рассчитаем по формуле, указанной в [14, стр. 66]:

$$Z_{\text{факт}}^i = \frac{Z_{\text{max}}^i + Z_{\text{min}}^i}{2} \text{ мм}, \quad (2.10)$$

где  $Z_{\text{факт}}^i$  – средний операционный припуск на механическую обработку, мм;

$Z_{\text{max}}^i$  – максимальный припуск на механическую обработку, мм;

$Z_{\text{min}}^i$  – минимальный припуск на механическую обработку, мм.

$$Z_{14}^{005 \text{ факт}} = \frac{1,4 + 5,1}{2} = 2,75 \text{ мм},$$

$$Z_{19}^{005 \text{ факт}} = \frac{1,5 + 5,2}{2} = 3,35 \text{ мм},$$

$$Z_{25}^{010 \text{ факт}} = \frac{1,8 + 2,0}{2} = 1,9 \text{ мм},$$

$$Z_1^{010 \text{ факт}} = \frac{2,0 + 10,85}{2} = 6,4 \text{ мм},$$

$$Z_{14}^{015 \text{ факт}} = \frac{0,6 + 1,1}{2} = 0,85 \text{ мм},$$

$$Z_{22}^{015 \text{ факт}} = \frac{0,7 + 1,2}{2} = 0,95 \text{ мм},$$

$$Z_{27}^{020 \text{ факт}} = \frac{0,8 + 1,0}{2} = 0,9 \text{ мм},$$

$$Z_{25}^{020 \text{ факт}} = \frac{1,0 + 1,26}{2} = 1,13 \text{ мм},$$

$$Z_{25}^{035 \text{ факт}} = \frac{0,3 + 0,53}{2} = 0,4 \text{ мм},$$

$$Z_{14}^{040 \text{ факт}} = \frac{0,2 + 0,58}{2} = 0,39 \text{ мм},$$

#### 2.4.1.6 Операционные размеры

Для нахождения операционных размеров необходимо решить систему уравнений, составленных для замыкающих звеньев по размерной схеме.

Известны явные размеры ( $\Phi^{035}=39$  мм,  $Y^{040}=9$  мм,  $Ч^{010}=140,5$  мм) и припуски.

Из уравнения для  $Z_{25}^{035}$ :

$$\Phi^{020} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{25}^{035} + \Phi^{035} = 0,4 + 39 = 39,4 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{25}^{020} \dot{}$

$$\Phi^{010} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{25}^{020} + \Phi^{020} = 1,13 + 39,4 = 40,53 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $[F^{035}]$ :

$$F^{015} = F^{035} - \Phi^{035} + \Phi^{010} = 25,5 - 39 + 40,53 = 27,03 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{040} \dot{}$

$$Y^{015} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{040} + Y^{040} - \Phi^{035} + \Phi^{010} = 0,39 + 9 - 39 + 40,53 = 10,9 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{020} \dot{}$

$$W^{020} = -\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{020} + \Psi^{010} = 140,5 - 20 = 120,5 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{27}^{020} \dot{}$

$$W^{010} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{27}^{020} + W^{020} = 0,9 + 120,5 = 121,4 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{25}^{010} \dot{}$

$$\Phi^{005} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{25}^{010} + \Phi^{010} = 1,9 + 40,53 = 42,43 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{19}^{005} \dot{}$

$$\Phi^{000} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{19}^{005} + \Phi^{005} = 3,35 + 42,43 = 45,8 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_1^{010} \dot{}$

$$\Psi^{000} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_1^{010} + \Phi^{000} - \Phi^{005} + \Psi^{010} = 6,4 + 45,8 - 42,43 + 140,5 = 150,3 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{015} \dot{}$

$$Y^{005} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{015} + Y^{015} - \Phi^{010} + \Phi^{005} = 0,85 + 10,9 - 40,53 + 42,43 = 13,65 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{22}^{015} \dot{}$

$$F^{005} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{22}^{015} + F^{015} - \Phi^{010} + \Phi^{005} = 0,95 + 27,03 - 40,53 + 42,43 = 29,88 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{005} \dot{}$

$$Y^{000} = \overset{\bar{}}{\underset{\bar{}}{r}}_{14}^{005} + Y^{005} = 2,75 + 13,65 = 16,4 \text{ мм},$$

#### 2.4.2 Размерный анализ в радиальном направлении

Для проведения размерного анализа необходимо вычертить размерную схему и составить уравнения цепей, выявив размерные контуры для каждого из замыкающих звеньев: размеров деталей полученных косвенным путем и припус-

КОВ.

#### 2.4.2.1 Проверка условий точности изготовления детали

Проверка размерной корректности производится путем решения обратной задачи и позволяет до начала расчета размерных цепей убедиться в том, что намеченный вариант технологии изготовления обеспечит получение детали в соответствии с требованиями рабочего чертежа.

#### 2.4.2.2 Определение минимальных припусков.

Минимальные припуски определим по таблицам [15] в зависимости от исходного индекса.

$$Z_{15}^{005}{}_{\min} = 0,45 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^{005}{}_{\min} = 0,5 \text{ мм},$$

$$Z_9^{010}{}_{\min} = 0,45 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{015}{}_{\min} = 0,25 \text{ мм},$$

$$Z_{21}^{015}{}_{\min} = 0,25 \text{ мм},$$

$$Z_9^{020}{}_{\min} = 0,25 \text{ мм},$$

$$Z_8^{020}{}_{\min} = 0,25 \text{ мм},$$

$$Z_6^{020}{}_{\min} = 0,25 \text{ мм},$$

$$Z_9^{035}{}_{\min} = 0,1 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{040}{}_{\min} = 0,1 \text{ мм},$$

$$Z_6^{045}{}_{\min} = 0,06 \text{ мм},$$

#### 2.4.2.3 Погрешность замыкающего звена

При определении погрешности замыкающего звена (как и в 2.4.1.3) будем пользоваться все тем же вероятностным методом, либо методом "максимума – минимума", в зависимости от числа составляющих уравнение.

$$\omega Z_{15}^{015}{}_{\min} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,06^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,005^2 + \frac{1}{9} \times 0,037^2} = 0,07 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{13}^{005}{}_{\min} = 2,0 + 0,015 + 0,07 = 2,08 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{15}^{005} = 2,0 + 0,01 + 0,06 = 2,07 \text{ мм},$$

$$\omega Z_9^{010} = 2,0 + 0,01 + 0,01 + 0,06 = 2,08 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{21}^{015} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,06^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,037^2} = 0,12 \text{ мм},$$

$$\omega Z_9^{020} = 0,06 + 0,01 + 0,0005 + 0,037 = 0,1 \text{ мм},$$

$$\omega Z_8^{020} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,06^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,005^2 + \frac{1}{9} \times 0,0005^2 + \frac{1}{9} \times 0,037^2} = 0,11 \text{ мм},$$

$$\omega Z_6^{020} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,05^2 + \frac{1}{9} \times 0,007^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2 + \frac{1}{9} \times 0,005^2 + \frac{1}{9} \times 0,0005^2 + \frac{1}{9} \times 0,026^2} = 0,05 \text{ мм},$$

$$\omega Z_9^{035} = 0,037 + 0,0005 + 0,0005 + 0,015 = 0,053 \text{ мм},$$

$$\omega Z_{15}^{040} = 0,037 + 0,0005 + 0,0005 + 0,015 = 0,053 \text{ мм},$$

$$\omega Z_6^{045} = 3 \times \sqrt{\frac{1}{9} \times 0,026^2 + \frac{1}{9} \times 0,0005^2 + \frac{1}{9} \times 0,0005^2 + \frac{1}{9} \times 0,0005^2 + \frac{1}{9} \times 0,005^2 + \frac{1}{9} \times 0,01^2} = 0,03 \text{ мм},$$

#### 2.4.2.4 Максимальные припуски

Максимальные припуски механической обработки по каждой операции рассчитываются, как и в пункте 2.4.1.4:

$$Z_{15}^{005} \text{ max} = 0,45 + 2,07 = 2,52 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^{005} \text{ max} = 0,5 + 2,05 = 2,58 \text{ мм},$$

$$Z_9^{010} \text{ max} = 0,45 + 2,08 = 2,53 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{015} \text{ max} = 0,25 + 0,07 = 0,32 \text{ мм},$$

$$Z_{21}^{015} \text{ max} = 0,25 + 0,12 = 0,37 \text{ мм},$$

$$Z_9^{020} \text{ max} = 0,25 + 0,1 = 0,35 \text{ мм},$$

$$Z_8^{020} \text{ max} = 0,25 + 0,11 = 0,36 \text{ мм},$$

$$Z_6^{020} \text{ max} = 0,25 + 0,05 = 0,3 \text{ мм},$$

$$Z_9^{035} \text{ max} = 0,1 + 0,053 = 0,15 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{040} \text{ max} = 0,1 + 0,053 = 0,15 \text{ мм},$$

$$Z_6^{045} \text{ max} = 0,06 + 0,03 = 0,1 \text{ мм},$$

#### 2.4.2.5 Средние операционные припуски

Средние операционные припуски на каждую поверхность по операциям рассчитаем по формуле:

$$Z_{15}^{005 \text{ факт}} = \frac{0,45 + 2,52}{2} = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{13}^{005 \text{ факт}} = \frac{0,5 + 2,58}{2} = 1,54 \text{ мм},$$

$$Z_{9}^{010 \text{ факт}} = \frac{0,45 + 2,53}{2} = 1,5 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{015 \text{ факт}} = \frac{0,25 + 0,32}{2} = 0,28 \text{ мм},$$

$$Z_{21}^{015 \text{ факт}} = \frac{0,25 + 0,37}{2} = 0,31 \text{ мм},$$

$$Z_{9}^{020 \text{ факт}} = \frac{0,25 + 0,35}{2} = 0,3 \text{ мм},$$

$$Z_{8}^{020 \text{ факт}} = \frac{0,25 + 0,36}{2} = 0,3 \text{ мм},$$

$$Z_{6}^{020 \text{ факт}} = \frac{0,25 + 0,32}{2} = 0,28 \text{ мм},$$

$$Z_{9}^{035 \text{ факт}} = \frac{0,1 + 0,15}{2} = 0,12 \text{ мм},$$

$$Z_{15}^{040 \text{ факт}} = \frac{0,1 + 0,15}{2} = 0,12 \text{ мм},$$

$$Z_{6}^{045 \text{ факт}} = \frac{0,06 + 0,1}{2} = 0,08 \text{ мм},$$

#### 2.4.2.6 Операционные размеры

Для нахождения операционных размеров необходимо решить систему уравнений, составленных для замыкающих звеньев по размерной схеме.

Известны размеры полученные явным путем ( $\Gamma^{045}=15,005$  мм,  $E^{015}=27,97$  мм,  $J^{040}=28,48$ мм,  $B^{005}=38,28$  мм,  $B^{035}=28,48$  мм,  $M^{020}=27,97$  мм) и все припуски.

Из уравнения для  $Z_{13}^{005}$ :

$$B^{000} = Z_{13}^{005} + B^{005} + E^{015} - J^{040} = 2,58 + 38,28 + 0,015 = 40,87 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $Z_{6}^{045}$ :

$$\Gamma^{020} = \Gamma_6^{045} + \Gamma^{045} + E6^{020}15^{015} + E9^{035}15^{015} + E6^{045}15^{040} =$$

$$= 0,08 + 15,005 + 0,0005 + 0,005 = 15,09 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_{15}^{040}$ :

$$J^{015} = \Gamma_{15}^{040} + J^{040} + E9^{035}15^{015} + E15^{040}9^{035} =$$

$$= 0,12 + 28,48 + 0,0005 + 0,005 = 28,6 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_9^{035}$ :

$$B^{020} = \Gamma_9^{035} + B^{035} + E9^{020}15^{015} + E9^{035}15^{015} =$$

$$= 0,2 + 28,48 + 0,0005 + 0,0005 = 28,68 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_6^{020}$ :

$$\Gamma^{010} = \Gamma_6^{020} + \Gamma^{020} + E6^{010}15^{005} + E9^{010}15^{005} + E15^{015}9^{010} + E6^{020}15^{015} =$$

$$= 0,28 + 15,09 + 0,01 + 0,005 + 0,0005 = 15,38 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_8^{020}$ :

$$M^{010} = \Gamma_8^{020} + M^{020} + E8^{010}15^{005} + E19^{010}15^{015} + E15^{015}9^{010} + E8^{020}15^{015} =$$

$$= 0,3 + 27,97 + 0,01 + 0,01 + 0,005 + 0,0005 = 28,29 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_9^{045}$ :

$$B^{010} = \Gamma_9^{020} + B^{020} + E15^{025}9^{010} + E9^{020}15^{015} = 0,3 + 28,68 + 0,005 + 0,0005 = 28,98 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_{21}^{015}$ :

$$E^{005} = \Gamma_{21}^{015} + E^{015} + E21^{005}9^{000} + E15^{005}9^{000} + E9^{010}15^{005} + E21^{015}9^{010} =$$

$$= 0,31 + 27,97 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,005 = 28,31 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_{15}^{015}$ :

$$J^{005} = \Gamma_{15}^{015} + J^{015} + E15^{005}9^{000} + E9^{010}15^{005} + E15^{015}9^{010} =$$

$$= 0,28 + 28,6 + 0,01 + 0,01 + 0,005 = 28,9 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_9^{010}$ :

$$B^{000} = \Gamma_9^{010} + B^{010} + E15^{005}9^{000} + E9^{010}15^{005} =$$

$$= 1,5 + 28,98 + 0,01 + 0,01 = 30,5 \text{ мм},$$

Из уравнения для  $\Gamma_{15}^{005}$ :

$$J^{000} = \Gamma_{15}^{005} + J^{005} + E15^{005}9^{000} = 1,5 + 28,9 + 0,1 = 30,5 \text{ мм},$$

## **2.5 Разработка технологического маршрута**

### **2.5.1 Разработка схем базирования**

Разработка схем базирования ведется в соответствии с рекомендациями [16].

В качестве черновой базы на операции 005 выбрана цилиндрическая поверхность 9 и торец заготовки 25. На данной операции обрабатываются цилиндрические поверхности, одна из которых на последующих операциях будет служить базовой. В зависимости от обрабатываемой стороны втулки на черновых и чистовых токарных операциях применены: по одной или по две двойных направляющих базы и по одной или по три опорных, реализованные губками токарного самоцентрирующего патрона. На этих операциях обрабатываются цилиндрические поверхности и канавки, служащие впоследствии базами для шлифовальных операций.

На операции 025 – сверлильная с ЧПУ заготовка базируется по отверстию, реализуя две двойные направляющие базы и одну опорную. Еще одна опорная база реализована упором в крайний торец заготовки. В данном случае будет обеспечена параллельность шпоночного паза образующим цилиндрической поверхности втулки.

На шлифовальных операциях деталь устанавливается в поводковый патрон, который реализует двойную направляющую и две опорные базы. Вторая двойная направляющая реализуется неподвижным центром. Таким образом, обеспечивается концентричность наружных шеек детали.

Корректность данной схемы базирования подтверждена размерным анализом (см. графическую часть) и обеспечивает не только соблюдение принципа постоянства баз, но и принцип совмещения баз конструкторских с базами технологическими.

### **2.5.2 Технологический маршрут обработки детали**

Согласно таблице 2.2 (см. пункт 2.3), разработаем маршрут обработки детали. Одним из критериев технологичности детали в целом является возможность приме-

нения типового технологического процесса. Руководствуясь этим соображением, применим типовой технологический процесс изготовления детали типа "Вал". Полученный результат работы сведен в таблицу 2.3

Таблица 2.3 Маршрут обработки

Операция	Оборудование	Обрабатываемые поверхности
000 Заготовительная	ГКМ	
005 Токарно-винторезная	16К20	19,13,14,15,21,22
010 Токарно-винторезная	16К20	1,3,4,5,8,9,13,25,27
015 Токарная с ЧПУ	16К20Ф3	14,15,21
020 Токарная с ЧПУ	16К20Ф3	3,6,8,9,25,27
025 Сверлильная с ЧПУ	2Н125Ф2	20,24,26,10,11,16,18
030 Шпоночно-фрезерная	6Р13	28,29
035 Торцевкруглошлифовальная	3Т150	9,25
040 Торцевкруглошлифовальная	3Т150	14,15
045 Внутришлифовальная	3К225В	6

### 2.5.3 План изготовления детали

Для подробного описания технологического процесса проведем разработку плана изготовления. Информацию сведем в таблицу. В которой присутствует информация об использованном оборудовании, положении заготовки при обработке, операционные размеры и получаемой шероховатости. На все операционные размеры назначены технологические допуски. План изготовления представлен в графической части работы.

### 2.6 Выбор средств технологического оснащения

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

Таблица 2.4 – Средства технического оснащения технологического процесса

№ Операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инстру- мент	Средства контроля
1	2	3	4	5
005 Токарно- винторезная	Токарно- винторезный станок 16К20	Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80	Резец 10x10 2136- 0706 ГОСТ 18875-73	Штангенциркуль ШЦ- I-300-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарно- винторезная	Токарно- винторезный станок 16К20	Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80	Резец 10x10 2136- 0706 ГОСТ 18875- 73, Резец 10x10 2142- 0560 ГОСТ 10044- 73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73	Штангенциркуль ШЦ- I-300-0,1 ГОСТ 166-89
015 Токарно- винторезная с ЧПУ	Токарно- винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, Центр неподвижный А- 1-4-Н ГОСТ 8742-75, устройство позициони- рования, центр подпру- жиненный ГОСТ 8472-75	Резец 10x10 2136- 0706 ГОСТ 18875- 73, Резец 10x10 2142- 0560 ГОСТ 10044- 73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73	Штанген-циркуль ШЦ-II, ГОСТ 160-80
020 Токарная с ЧПУ	Токарно- винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, Центр неподвижный А- 1-4-Н ГОСТ 8742-75, устройство позициони- рования, центр подпру- жиненный ГОСТ 8472-75	Резец 10x10 2136- 0706 ГОСТ 18875- 73, Резец 10x10 2142- 0560 ГОСТ 10044- 73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73 Плашка М56x2 2650-1334 8g ГОСТ 9740-71, Метчик М46x2 2642-0138 ГОСТ 6951-71	Штангенциркуль ШЦ- I-250-0,1 ГОСТ 166- 89, Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90, Шаб- лоны на профиль резьбы.

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
025 Токарная с ЧПУ	Сверлильный станок с ЧПУ 2Н125Ф2	Оправка специальная, с гидропластом	Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14953-76, Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77, Сверло D5 2302-0889 ГОСТ 886-77, Развертка D5 2363-3001 №1 ГОСТ 21526-76, Метчик М8х1,0 2642-0138. Н3 ГОСТ 6951-71	Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89, Шаблон на профиль
030 Шпоночно-фрезерная	Шпоночно-фрезерный 6Р13	Тиски с призматическими самоцентрирующими губками.	Фреза D8,3-z5 специальная	Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89
035 Торцекруглошлифовальная	Круглошлифовальный 3Т160	Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	Круг шлифовальный К6 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80	Прибор активного контроля БВ-153
040 Торцекруглошлифовальная	Круглошлифовальный 3Т160	Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71	Круг шлифовальный К6 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80	Прибор активного контроля БВ-153
045 Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К225В	Патрон цанговый D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80	Круг шлифовальный 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80	Прибор активного контроля БВ-153

## 2.7 Проектирование технологических операций

Расчет режимов резания будем проводить таблично - аналитическим методом по методике [4].

Сверлильная операция состоит из 8 переходов. Пять из них образуют 5 отверстий диаметром 7 мм, еще два перехода служат для сверления и развертывания отверстия диаметром 5 мм. На последнем переходе нарезается резьба М8×1. Для выполнения операции применяются сверла для глубокого сверления диаметром 7 мм, выполненные из быстрорежущей стали и оснащенные твердосплавными пластинами Т5К10. Для сверления отверстия диаметров 5 мм применяется стандартное сверло D7 по ГОСТ 886-77, выполненное из быстрорежущей стали Р6М5, а для его развертывания – развертка D5 2363-3001 А по ГОСТ 21526-76 также изготовленная из Р6М5. Еще три перехода предназначены для выполнения фасок 0,5х45 и 1х45. Фаски обрабатываются специальным центровочным сверлом с углом 90 градусов и диаметром 3 мм во время зацентровки отверстий.

По рекомендациям для всех сверлильных переходов выбираем: подача:  $S=0,15$  мм/об, стойкость:  $T = 25$ мин, для перехода развертывания:  $S=0,8$  мм/об, стойкость:  $T = 25$ мин, для перехода нарезания резьбы  $S=1,0$  мм/об, стойкость:  $T = 90$ мин.

Скорость резания для сверления определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.11)$$

Значения постоянной  $C_v$  и показатели степени возьмем из [4]:

$C_v=7,0$ ;  $x=0$ ;  $y=0,7$ ;  $g=0,4$ ;  $m=0,20$ .

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий отличные от табличных условия резания, представляет собой произведение из коэффициентов [4]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \quad (2.12)$$

где  $K_{mv}$  - коэффициент на качество обрабатываемого материала;

$K_{lv}$  - коэффициент на инструментальный материал;

$K_{lv}$  - коэффициент, учитывающий глубину просверливаемого отверстия.

$$K_{lv}=0.65; K_{lv} = 1$$

$$K_{mv} = C_m \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{nv}, \quad (2.13)$$

где  $\sigma_B$  – предел выносливости материала заготовки:  $\sigma_B=700$  Мпа;

$C_m$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени  $nv$  находим по таблице 2:

Таким образом:

$$K_v = 0,7 \cdot \left( \frac{750}{700} \right)^1 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,48$$

Скорость резания для перехода развертывания дана в пределах 90-80 м/мин. Принимаем 70 м/мин.

Для перехода нарезания резьбы скорость определяется формулой:

$$v = \frac{C_v \cdot D^x}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин.}$$

где,  $S$  – подача

$D$  – диаметр отверстия, мм.

$C_y = 0,7$  – постоянное,

$x=0; y=0,7; m=0,20$  - показатели степени.

$K_v = 1,0$  – поправочный коэффициент.

Частота вращения для всех переходов:

$$n = \frac{1000V}{\pi D},$$

где  $V$  – скорость резания м/мин,

$D$  – диаметр отверстия, мм

Крутящий момент и осевая сила определяется для переходов сверления и развертывания по формулам:

$$P_0 = 10C_p \cdot S^{Y.p} \cdot D^{g.p} \cdot K_p, H$$

$$M = 10C_M \cdot D^{g.m} \cdot S^{Y.m} \cdot K_p, H \cdot M'$$

Значения постоянных  $C_m$  и  $C_p$  для данных условий резания и показатели степени, возьмем [4]:

$$C_m=0,035; g_m=2; y_m=0,8; C_p=68; g_p=1; y_p=0,7.$$

Коэффициентом  $K_p$  учитываются отличные от табличных механические свойства обрабатываемого материала [4]:

$$K_p = \left( \frac{\sigma}{750} \right)^{0,75} = \left( \frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,95$$

Мощность и осевая сила определяется для перехода резьбонарезания с учетом условий обработки по формулам:

$$N = \frac{0,78 \times d^{1,6} \times s}{1,36 \times T^{0,9}},$$

$$M = 2,7 \times d^{1,4} \times S^{1,5}$$

Машинное время для переходов сверления и развертывания определим по формуле:

$$T_m = \frac{L_{p.x.}}{sn}$$

Машинное время для перехода резьбонарезания определим по формуле:

$$T_m = \frac{2L_{p.x.}}{sn}$$

где  $L_{p.x.}$  – величина рабочего хода инструмента (сумма глубины отверстия, врезания и перебега)

$s$  – подача, мм/мин,

$n$  – частота вращения, об/мин.

Подставляя найденные значения в формулы, определим скорость резания, частоту вращения инструмента, мощность, осевую силу и крутящий момент для всех переходов операции.

Переходы 1, 2, 3, 4, 5, 6 – центровка отверстий:

$$\text{Скорость резания } v = \frac{7 \cdot 3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 1,5^0 \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,48 = 10,3 \text{ м/мин}$$

$$\text{частота вращения } n = \frac{1000 \times 10,3}{3,14 \times 3} = 1000 \text{ об/мин}$$

$$\text{Осевая сила } P_0 = 10 \times 68 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 3^1 \cdot 0,95 = 513,5 \text{ Н}$$

$$\text{Крутящий момент } M = 10 \times 0,035 \cdot 3^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,95 = 0,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Машинное время } T_m = \frac{7}{0,15 \times 1000} = 0,05 \text{ мин}$$

Переходы 7, 8, 9, 10, 11 – сверление отверстий диаметром 7 мм:

$$\text{Скорость резания } v = \frac{7 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,5^0 \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,48 = 30,2 \text{ м/мин}$$

$$\text{частота вращения } n = \frac{1000 \times 30,2}{3,14 \times 7} = 1300 \text{ об/мин}$$

$$\text{Осевая сила } P_0 = 10 \times 68 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 7^1 \cdot 0,95 = 1200 \text{ Н}$$

$$\text{Крутящий момент } M = 10 \times 0,035 \cdot 7^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,95 = 3,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Машинное время определяется глубиной отверстий:

$$\text{переход 7: } T_m = \frac{74}{0,15 \times 1300} = 0,38 \text{ мин}$$

$$\text{переход 8: } T_m = \frac{110}{0,15 \times 1300} = 0,56 \text{ мин}$$

$$\text{переходы 9, 10, 11: } T_m = \frac{5}{0,15 \times 1300} = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 12 – сверление отверстия диаметром 5 мм.

$$\text{Скорость резания } v = \frac{7 \cdot 5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,5^0 \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,48 = 12,6 \text{ м/мин}$$

$$\text{частота вращения } n = \frac{1000 \times 12,6}{3,14 \times 5} = 800 \text{ об/мин}$$

$$\text{Осевая сила } P_0 = 10 \times 68 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 5^1 \cdot 0,95 = 856 \text{ Н}$$

$$\text{Крутящий момент } M = 10 \times 0,035 \cdot 5^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,95 = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Машинное время } T_m = \frac{12}{0,15 \times 1000} = 0,08 \text{ мин}$$

Переход 13 – развертывание отверстия диаметром 5 мм.

$$\text{Скорость резания } v = 70 \text{ м/мин}$$

$$\text{частота вращения } n = \frac{1000 \times 70}{3,14 \times 5} = 4000 \text{ об/мин}$$

Корректируем частоту по паспорту станка  $n = 1500 \text{ об/мин}$

Соответственно скорость резания  $v = 23,5 \text{ м/мин}$

Осевая сила, крутящий момент и машинное время соответствуют переходу 12.

$$\text{Машинное время } T_m = \frac{12}{0,8 \times 1500} = 0,01 \text{ мин}$$

Переход 14 – нарезание резьбы М8х1,0

$$\text{Скорость резания } v = \frac{0,7 \cdot 8^0}{90^{0,2} \cdot 1,0^{0,7}} \cdot 1,0 = 1,7 \text{ м/мин}$$

$$\text{частота вращения } n = \frac{1000 \times 1,7}{3,14 \times 8} = 50 \text{ об/мин}$$

$$\text{Крутящий момент } M = 2,7 \times 8^{1,4} \times 1,0^{1,5} = 49,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания } N = \frac{0,78 \times 8^{1,6} \times 1,0}{1,36 \times 90^{0,9}} = 0,4 \text{ кВт}$$

$$\text{Машинное время } T_m = \frac{2 \times 12}{1,0 \times 50} = 0,5 \text{ мин.}$$

Таким образом, суммируя машинное время на каждом переходе получаем общее машинное время для операции  $T_m = 1,9 \text{ мин.}$

### 6.3 Нормирование операции

Необходимо рассчитать норму штучно-калькуляционного времени для проектируемых операций (воспользуемся методикой приведенной [6]). Производство массовое, размер партии 15000 штук; 5% деталей контролируется штангенциркулем и шаблоном [5].

#### 6.3.1 Нормирование операции

Деталь устанавливается на оправку с гидропластом.

Основное машинное время  $T_M = 1,9 \text{ мин.}$

Штучно-калькуляционное время определяется из

[5] формулой:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п.з.}}{n} + T_{оп} + \left( \sum_{v.c.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{изм} \right) \times k + T_{об.ом.}, \text{ мин.} \quad (2.14)$$

где  $T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$T_{оп}$  – оперативное время, мин;

$T_{в.с.}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$  – время на приемы управления, мин;

$T_{изм}$  – время на измерения, мин;

$T_{об.ом}$  – время на обслуживание рабочего места и отдых, мин;

$k = 1,5$  – коэффициент массового производства, мин;

$n = 180000$  шт. – размер партии деталей, мин.

Определяем состав подготовительно-заключительного времени: установка оправки с креплением 4 болтами – 14 мин; установка инструмента – 2 мин; получение приспособлений и инструмента до начала работы и сдача их после завершения работы – 7 мин. [5].

$$T_{п.з.} = 14 + 2 + 7 = 23 \text{ мин.}$$

Время на установку и снятие детали [5]

$$T_{в.с.} = 0,043 \text{ мин.}$$

Время на закрепление и открепление детали [5]

$$T_{з.о.} = 0,04 \text{ мин.}$$

Время на приемы управления: включить и выключить станок кнопкой – 0,01 мин; подвод к детали и отвод сверл –  $0,04 \times 14 = 0,56$  мин;

$$T_{уп} = 0,01 + 0,56 = 0,57 \text{ мин.}$$

Время, затраченное на измерение детали штангенциркулем -  $0,23 \times 14 = 3,2$  мин. [6, стр.209, таб.5.16], при 5% контроле:

$$T_{изм} = \frac{3,2 \times 5}{100} = 0,16 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$T_B = (T_{в.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{изм}) \times k \text{ мин.} \quad (2.15)$$

Поправочный коэффициент на вспомогательное время при крупносерийном производстве  $k = 1,5$

$$T_B = (0,043 + 0,04 + 0,57 + 0,16) \times 1,5 = 1,2 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_M + T_B = 1,9 + 1,2 = 3,1 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места и отдых составляет 8% от оперативного времени [5].

$$T_{об.от.} = \frac{3,1 \times 8}{100} = 0,2 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время по формуле:

$$T_{ш-к} = \frac{23}{180000} + 1,9 + 1,2 \times 1,5 + 0,2 = 4,8 \text{ мин.}$$

На остальные операции технологического процесса режимы резания и нормы времени назначаем табличным методом [3, 5]. Результаты работы сведены в таблицу 2.5 и 2.6

Таблица 6.1 - Режимы резания и нормы времени на абразивную обработку

Операция	Модель станка	Режимы резания							Нормы времени	
		$U_{\text{круг}}$ м/с	$V_{\text{дет}}$ м/мин	Срад мм/мин	$t_{\text{вых}}$ ин	$a_{\text{вых}}$ м	S дв/ход	$u_{\text{п}}$	Tм мин.	Tшт мин.
035	3Т160	30	50	1,25	0,1	0,05	-	-	0,17	0,26
040	3Т160	30	50	2,1	0,08	0,03	-	-	0,09	0,13
045	3К225В	30	55	0,06	0,21	0,02	-	-	0,86	1,3

Таблица 2.5 - Режимы резания и нормы времени на абразивную обработку

№	станок									
035	3Т160	30	50	1,25	0,1	0,05	-	-	0,17	0,26
040	3Т160	30	50	2,1	0,08	0,03	-	-	0,09	0,13
045	3К225В	30	55	0,06	0,21	0,02	-	-	0,86	1,3

Таблица 6.2 - Режимы резания и нормы времени на лезвийную обработку

Операция	Модель станка	переход	Режимы резания						Нормы времени	
			$L_{p.x}$ мин	n об/мин	v м/мин	S мм/об	$S_z$ мм/зуб	$t$ м	$T_m$ мин.	$T_{шт}$ мин.
005	16К20	1	54	350	84,6	0,6	-	3,3	0,25	0,38
010	16К20	1	126	300	72,5	0,6	-	2,0	0,94	1,4
		2	154	800	75,3	0,8	-	1,5		
		3	1,0	350	50,5	0,6	-	3,0		
015	16К20Ф3	1	50	1000	175,8	0,2	-	0,7	0,62	0,93
		2	25	80	14,0	2,0	-	1,0		
		3	1,0	1000	175,8	0,2	-	3,0		
		4	7	1500	141,3	0,2	-	0,5		
020	16К20Ф3	1	121,5	1000	175,8	0,2	-	1,0	1,13	1,7
		2	25	80	14,0	2,0	-	1,0		
		3	1,0	1000	175,8	0,2	-	3,0		
		4	14	80	11,5	2,0	-	1,0		
030	6Р13	1	20	1000	25,1	-	0,01	8,3	1,0	1,5

# 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

## 3.1 Проектирование станочного приспособления

К расчету принимаем консольную оправку с гидропластмассой, применяемую на операции 025 Сверлильная с ЧПУ.

Исходные данные:

Материал детали: Сталь 30;

Длина посадочного отверстия 80 мм;

Диаметр посадочного отверстия 30 мм

Операционный эскиз (рисунок 3.1)

### 3.1.1 Расчет усилий зажима

При расчете оправок с тонкостенными втулками и гидропластмассой рассчитывают основные размеры тонкостенной втулки, размеры плунжера, диаметр плунжера и ход поршня приспособления с механизированным приводом.

Исходными данными для расчета тонкостенных втулок являются диаметр посадочного отверстия и его длина.

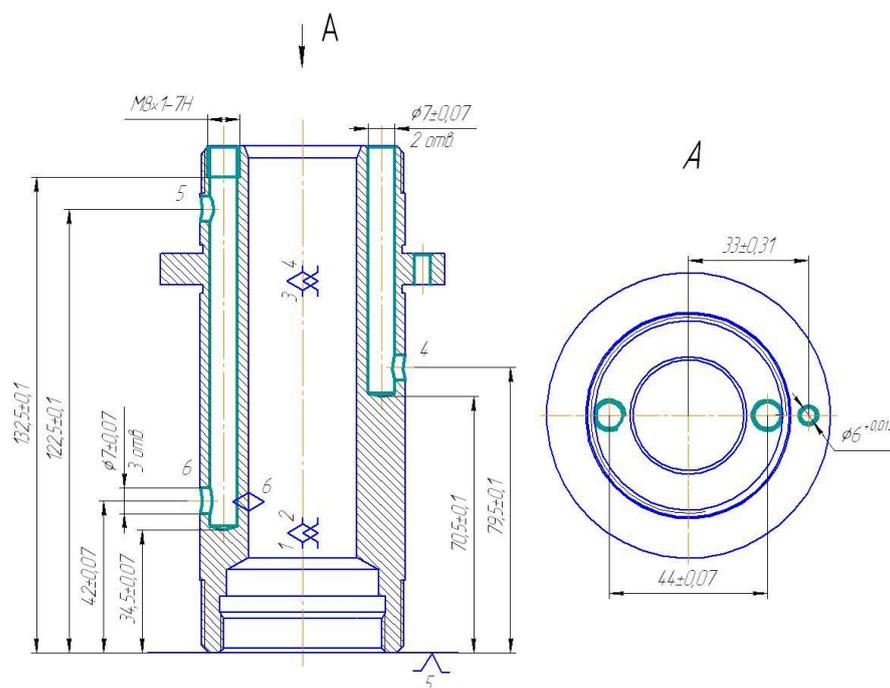


Рисунок 3.1 Операционный эскиз

### 3.1.1.1 Расчет тонкостенной втулки

Наружный диаметр втулки (рис. 8.2)

$$D_{BT} = D_d = 30 \text{ мм}$$

Длина средней части втулки без утолщенных буртиков

$$L = 1,2 \times l_d, \quad (3.1)$$

где  $l_d = 80$  мм – длина посадочного отверстия

Таким образом:  $L = 1,2 \times 82 = 96$  мм

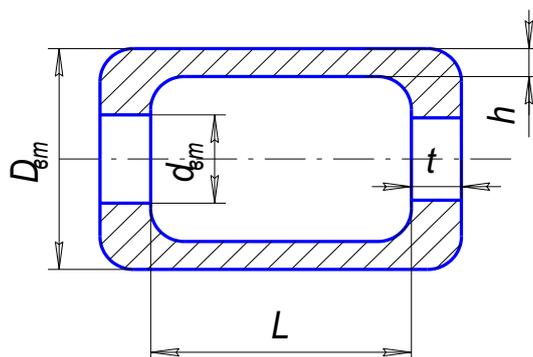


Рисунок 3.2 Эскиз тонкостенной втулки

Толщина тонкостенной втулки

$$h = 0,015 \times D_{BT} + 0,5 = 0,015 \times 30 + 0,5 = 0,95 = 1 \text{ мм}$$

Максимальный радиальный зазор между установочной поверхностью тонкостенной втулки и базовой поверхностью детали, когда деталь не зажата

$$S_{MAX} = 0,01 \dots 0,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $S_{MAX} = 0,05$  мм для свободной установки детали на приспособление.

Допустимая деформация тонкостенной части втулки в ее средней части

$$\Delta = 0,003 D, \quad (3.2)$$

где  $D$  – диаметр базового отверстия

Таким образом  $\Delta = 0,003 \times 30 = 0,09$

Так как  $\Delta > S_{MAX}$  втулка и центрирует и зажимает деталь.

Длина посадочного колеса втулки

$$T = 2,5 \sqrt[3]{D} = 2,5 \sqrt[3]{56} = 2,8 \text{ мм}$$

Высота рабочей полости тонкостенной втулки под гидропластмассу

$$H = 2\sqrt[3]{D} \quad (3.3)$$

$$\text{То есть } H = 2\sqrt[3]{30} = 2,2 \text{ мм}$$

Диаметр посадочного отверстия втулки

$$d_{BT} = D_{BT} - 2h - 2T - 2 \quad (3.4)$$

Таким образом  $H = 30 - 2 \times 1 - 2 \times 2,8 - 2 = 20,4 \text{ мм}$

Выбираем для изготовления втулки материал сталь 65Г, термообработка: закалка 39...45 HRC

Диаметр плунжера для передачи внешней силы давления на гидропластмассу:

$$d_{II} = 1,8\sqrt{D}$$

Определяем диаметр плунжера:  $d_{II} = 1,8\sqrt{30} = 9,8 = 10 \text{ мм}$

### 3.1.1.2 Проверка приспособления на закрепление

При проверке должно быть выполнено условие  $Q_{\Phi} > Q_{\text{ТР}}$ , т.е. фактическое значение силы на штоке, полученное из расчета тонкостенной втулки, должно быть больше требуемого значения силы на штоке, исходящее из расчета силы зажима.

Определяем фактическую силу зажима на штоке

$$Q_{\Phi} = \left( \frac{\pi d_{II}^2}{4} \right) \times P, \quad (3.5)$$

где  $d_{II}$  – диаметр плунжера, мм;

$P$  – гидростатическое давление в полости приспособления.

Гидростатическое давление определяется из формулы:

$$P = \frac{2\Delta E h}{D_{BT}^2} \quad (3.6)$$

где  $E$  – модуль упругости первого рода.

$$P = \frac{2 \times 0,09 \times 2,1 \times 10^5 \times 1}{30^2} = 42 \text{ МПа}$$

Таким образом, фактическая сила зажима на штоке

$$Q_{\phi} = \left( \frac{3,14 \times 10^2}{4} \right) \times 42 = 3297 \text{ Н}$$

Требуемая сила на штоке определяется формулой:

$$Q_{TP} = W \times i, \quad (3.7)$$

где  $i$  – соотношение плеч рычага, через который идет нагрузка на плунжер от штока и тяги пневмоцилиндра:  $i = \frac{15}{30} = 0.5$

$W$  определяется произведением силы резания на ряд коэффициентов:

$K_0$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от вида поверхности (для обработанной поверхности 1);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления инструмента;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при обработке прерывистых поверхностей;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство зажима;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий наличие моментов стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг своей оси;

$K_6$  – коэффициент, учитывающий эргономику;

Таким образом:

$$W = 10 \times 1,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,2 \times 1 = 18 \text{ Н}$$

А требуемая сила:

$$Q_{TP} = 18 \times 0,5 = 9 \text{ Н}$$

Так как выполняется условие  $Q_{\phi} > Q_{TP}$  приспособление надежно закрепляет деталь.

### 3.1.2 Параметры пневмопривода

#### 3.1.2.1 Диаметр поршня привода пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\eta P_B}}, \quad (3.8)$$

где  $P_B$  – давление воздуха в сети;

$\eta$  - КПД привода.

Таким образом

$$D_{пш} = \sqrt{\frac{4 \times 3297}{3,14 \times 0,85 \times 0,44}} = 105,9 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный диаметр поршня 130 мм

#### 3.1.2.2 Длина хода плунжера

Длина хода плунжера определяется формулой:

$$l = \left[ D_{пш} - 2h \right] \times S + 4 \times H \times K_1 \times K_2 \times P \times d_{II}^2 \quad (3.9)$$

где  $l_k$  – длина контактного участка тонкостенной втулки с установочной поверхностью детали после разжима втулки;

$K_1$  – коэффициент запаса гидропласта в каналах;

$K_2$  – коэффициент упругости гидропласта.

$$l = \frac{4 \left[ (30 - 2 \times 1) \times 5 \times 0,05 + 4 \times 2,2 \times 1,18 \times 5 \cdot 10^{-5} \times 42 \right]}{10^2} = 6,5 \text{ мм}$$

#### 3.1.3 Расчет на растяжение тяги

Расчет на растяжение тяги, как и любых деталей, ведется по условию прочности:

$$\sigma_P = \frac{Q}{F} \leq \sigma_{P-} \quad (3.10)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения опасного участка детали. Таким участком является канавка для выхода резьбы на конце тяги  $d = 10$  мм

$\bar{\sigma}_p$  – предельное значение временного сопротивления на растяжение материала тяги. Для Ст. 3  $\bar{\sigma}_p = 90 \text{ МПа}$

$$\text{Поэтому: } F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 10^2}{4} = 78,5 \text{ мм}^2$$

Таким образом, условие:

$$\sigma_p = \frac{3297}{78,5} = 42 \leq \bar{\sigma}_p = 60 \text{ кгс / мм}^2$$

выполняется, а тяга на растяжение прочна.

Из конструктивных соображений принимаем диаметр тяги 16 мм.

### 3.1.4 Определение погрешности базирования

Погрешность базирования в данном случае равна нулю т.к. измерительная база совпадает с технологической, а между деталью и оправкой зазора не существует.

### 3.1.5 Описание работы спроектированного приспособления

Использование гидропласта в качестве среды, передающей движение, позволяет создать простые и рациональные конструкции зажимающих устройств.

Спроектированное приспособление работает следующим образом.

Обрабатываемую деталь базовым отверстием устанавливают на наружную поверхность тонкостенной втулки 3. При подаче сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра 2, поршень 12 со штоком 16 перемещаются вниз. Шток через тягу 15 и рычаг 13 перемещает плунжер 11 вправо, который нажимает на гидропластмассу. Гидропластмасса равномерно давит на внутреннюю поверхность тонкостенной втулки. Втулка разжимается, наружный диаметр втулки увеличивается, и она центрирует и закрепляет обрабатываемую деталь. При подаче воздуха в безштоковую полость цилиндра поршень возвращается в исходное положение и происходит раскрепление детали.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

К проектированию принята шпоночная фреза, применяемая на операции - 030 Шпоночно-фрезерная (см. рис 3.3)

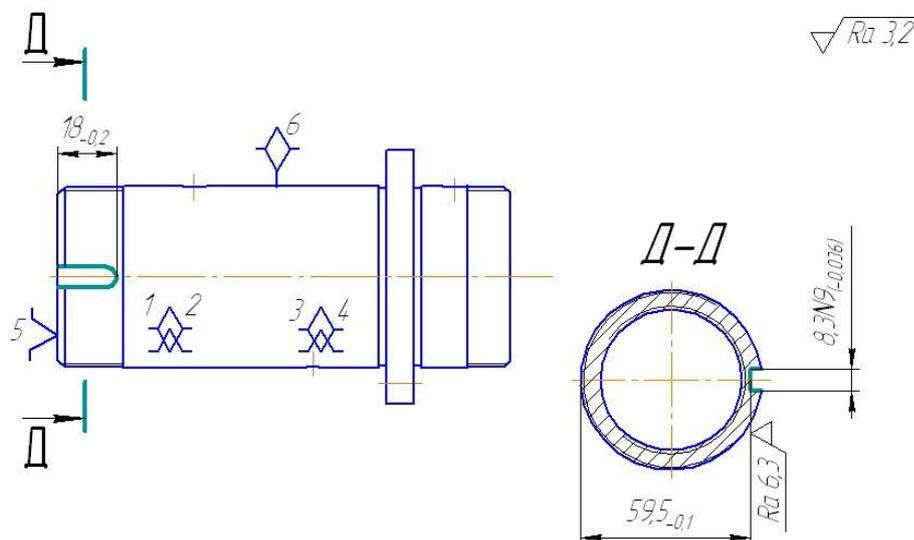


Рисунок 3.3 Операционный эскиз

Шпоночная фреза применяется для производства шпоночных пазов.

Режущая часть фрезы изготавливается по ГОСТ 9140-68 из твердого сплава Т5К10. Твердость после термообработки составляет HRC<sub>Э</sub> 63...68. Инструментальный материал позволяет работать при высоких скоростях.

Режущие кромки торцев зубьев шпоночной фрезы расположены симметрично. Передний угол  $\gamma$  фрезы на торце  $10^\circ$ , на цилиндре  $8^\circ$ , задний угол  $\alpha$  на торце равен  $20^\circ$ , на цилиндре  $12^\circ \dots 14^\circ$ .

Особенностью шпоночных фрез является повышенные требования к их точности, так, радиальное биение кромок зубьев относительно оси хвостовика не должно быть более 0,02 мм, торцевое биение – более 0,03 мм при диаметре до 18 мм.

Допускаемое уменьшение диаметра фрезы по направлению к хвостовику должно быть не более 0,02 мм на длине рабочей части. Прямая конусность на рабочей части не допускается. На задней поверхности зубьев фрез вдоль главных режущих кромок допускается цилиндрическая ленточка шириной не более 1,0

мм.

Форма зуба должна удовлетворять следующим требованиям

- 1) обеспечивать достаточную прочность и массивность зуба;
- 2) образовывать межзубую впадину большого для размещения стружки и хорошего ее отвода;
- 3) впадина не должны иметь острых углов и резких переходов во избежание трещин после закалки;
- 4) допускать достаточно большое количество переточек.

Проектирование профиля зуба шпоночной фрезы

Канавка зуба шпоночной фрезы ограничена углом  $\theta = \eta + \varepsilon + \gamma$ ,

где  $\eta$  – угол зуба ограниченный поверхностью спинки зуба и касательной к передней поверхности зуба в определенной точке;

$\varepsilon$  – угол между вершинами зубьев,

$$\varepsilon = \frac{360^\circ}{Z_i} = \frac{360^\circ}{2} = 180^\circ \quad [20]$$

$\gamma$  – передний угол на цилиндре,  $\gamma = 8^\circ$ ;

$\theta$  – угол канавки в промышленном сечении к цилиндрическому зубу  $\theta = 100^\circ$  Тогда  $\eta = \theta - \varepsilon - \gamma = 100^\circ - 180^\circ - 8^\circ = -88^\circ$

Для обеспечения условий резания режущие кромки необходимо располагать противоположно друг другу.

Для шпоночной фрезы характерна усиленная форма зуба, т.к. осевой шаг

$$t_s = \frac{\pi D}{z} = \frac{3,14 \cdot 8,3}{2} = 12,56 > 10 \quad \text{и} \quad \frac{D}{z} = \frac{8,3}{2} = 6 > 3 \quad [20],$$

где  $D$  – диаметр фрезы, мм.

Основные размеры шпоночной фрезы (ГОСТ 9140-68) принимаются по справочнику [10]

Наружный диаметр  $d = 8,3N9$ .

Диаметр хвостовика  $d = 8,3$  мм.

Длина фрезы  $L = 50$  мм.

Длина рабочей части  $l = 10$  мм.

Число зубьев  $z = 2$ .

Угол наклона зубьев фрезы  $\omega = 20^\circ$  [10].

Главный угол в плане  $\varphi = 5^\circ$  [10].

Диаметр сердцевин  $d_c$  [20]

$$d_c = 0,45 \cdot d_0,$$

где  $d_0$  – диаметр основания канавок фрезы, мм

$$d_c = 0,45 \cdot 7 = 3,2 \text{ мм}$$

При построении профиля поперечного сечения нормального к цилиндрическим зубьям фрезы необходимо выполнять в следующей последовательности:

- 1) проводим окружность диаметром  $d$ ;  $d_0$ ;  $d_c$ ; где  $d$  – диаметр фрезы,  $d = 8$  мм;  $d_0$  – диаметр основания ленточек, при высоте ленточек  $H = 0,5$  мм,  $d_0 = d - 2H = 8 - 1,0 = 7,0$  мм,  $d_c$  – диаметр сердцевин фрезы,  $d_c = 3,2$  мм; (рис.3.4)
- 2) строим луч от оси, соединяющей вершины зубьев фрезы, под углом  $\theta = 100^\circ$ , который определит ширину канавки;
- 3) из точки  $a$  проводим линию спинки зуба под углом  $\xi = 82^\circ$ .
- 4) из точки  $b$  проводим линию передней поверхности под углом  $\gamma = 8^\circ$ .
- 5) рассчитываем радиус спинки зуба  $R$  по формуле [20].

$$R = \frac{d_0^2 - d_c^2}{4(d_c - d_0 \cos \xi)}, \quad (8.1)$$

где  $d_0$  – диаметр основания канавок фрезы, мм;

$d_c$  – диаметр сердцевин, мм

$\xi$  – угол спинки зуба.

$$R = \frac{7^2 - 3,2^2}{4(3,2 - 7 \cos 82^\circ)} = 4,6 \text{ мм}$$

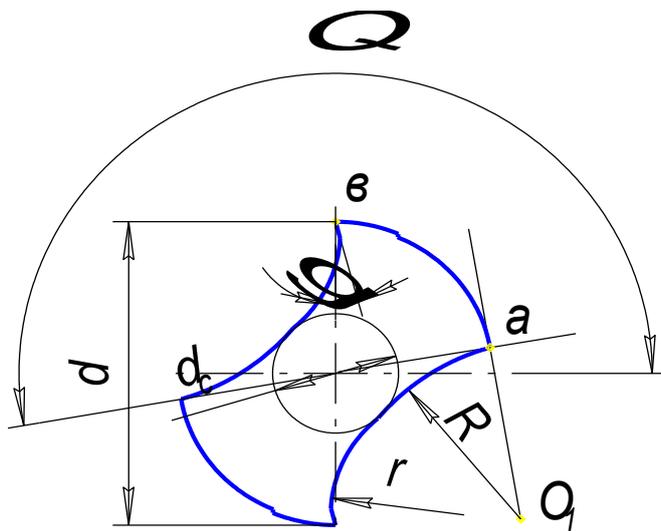


Рисунок 3.4 Профилирование канавок фрезы

По нормали к линии спинки зуба откладываем его от точки  $a$ ; из полученного центра  $O_1$  проводим дугу окружности радиуса  $R$ . При точном построении она должна касаться окружности диаметра окружности сердцевины;

б) подбираем окружность радиуса  $R_1$  так, чтобы она касалась дуги окружности радиуса  $R$  и линии передней поверхности; при этом, точка касания не должна выходить во вне за касательную к передней поверхности зуба;

7) из построения на чертеже  $R_1 = 1,2$  мм

## 4 ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть выпускной квалификационной работы включает 7 листов формата А1:

1. чертеж детали
2. чертеж заготовки
3. план изготовления
4. станочное приспособление
5. режущий инструмент
6. технологические наладки

Все графические материалы выполнены с соблюдением норм ЕСКД.

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

### 5.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Наименование технического объекта дипломного проектирования: технологический процесс изготовления обоймы штока.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс <sup>1</sup>	Технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>2</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1	005 Токарно-винторезная	Токарная: точение наружных цилиндрических поверхностей и подрезка торцев (защитные экраны, предохранительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции)	19149 токарь	Токарно-винторезный станок 16К20. Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89.	Металл, СОЖ
2	010 Токарно-винторезная	Токарная: точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей и подрезка торцев (защитные экраны, предохранительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции)	19149 токарь	Токарно-винторезный станок 16К20. Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73, Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73	Металл, СОЖ

Продолжение таблицы 5.1

3	015 Токарно-винторезная с ЧПУ	Токарная: точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей и под-резка торцев (защитные шторы на станках с ЧПУ препятствующие попаданию оператора в рабочую зону при обработке, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	16045 оператор станков с ПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73, Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73.	Металл, СОЖ
4	020 Токарная с ЧПУ	Токарная: точение наружных и внутренних цилиндрических поверхностей и под-резка торцев (защитные шторы на станках с ЧПУ препятствующие попаданию оператора в рабочую зону при обработке, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	16045 оператор станков с ПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742-75, устройство позиционирования, центр подпружиненный ГОСТ 8472-75. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73, Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73, Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73 Плашка М56х2 2650-1334 8g ГОСТ 9740-71, Метчик М46х2 2642-0138 ГОСТ 6951-71	Металл, СОЖ

Продолжение таблицы 5.1

5	025 Сверлиль- ная с ЧПУ	Сверлильная: сверле- ние отверстий нареза- ние резьбы (защитные шторы на станках с ЧПУ препятствующие попаданию оператора в рабочую зону при об- работке, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	16045 оператор станков с ПУ	Сверлильный станок с ЧПУ 2Н125Ф2. Оправка специальная, с гидропластом. Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14953-76, Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77, Сверло D5 2302-0889 ГОСТ 886-77, Развертка D5 2363- 3001 №1 ГОСТ 21526- 76, Метчик М8х1,0 2642- 0138. НЗ ГОСТ 6951- 71	Металл, СОЖ
6	030 Шпо- ночно- фрезерная	Фрезерная: фрезеро- вать шпоночный паз (защитные экраны, предохранительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции)	19479 фрезеровщик	Шпоночно-фрезерный 6Р13. Тиски с призматиче- скими самоцентриру- ющими губками. Фреза D8,3-z5 специ- альная.	Металл, СОЖ
7	035 Торцекруг- лошлифо- вальная	Шлифовальная: шли- фование наружной ци- линдрической поверх- ности, обработка торца (защитные экраны, предохранительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	19630 шлифовщик	Кругло- шлифовальный 3Т160. Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742- 75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71. Круг шлифовальный К6 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80.	Металл, СОЖ

Продолжение таблицы 5.1

8	040 Торцекруг- лошлифо- вальная	Шлифовальная: шли- фование наружной ци- линдрической поверх- ности, обработка торца (защитные экраны, предохранительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	19630 шлифовщик	Кругло- шлифовальный 3Т160. Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742- 75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71. Круг шлифовальный К6 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80.	Металл, СОЖ
9	045 Внутри- шлифо- вальная	Шлифовальная: шли- фование внутренние цилиндрические по- верхности (защитные экраны, предохра- нительные устройства, заземление, освещение, система вентиляции, система фильтрации СОЖ)	19630 шлифовщик	Внутришлифовальный станок 3К225В. Патрон цанговый D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80. Круг шлифовальный 30х100х35 24А25СМ26К5 ГОСТ 2877-80	Металл, СОЖ

## 5.2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ <sup>(1)</sup>	Опасный и /или вредный производственный фактор <sup>2</sup>	Источник опасного и /или вредного производственного фактора <sup>3</sup>
1	005 Токарно-винторезная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>
2	010 Токарно-винторезная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>

Продолжение таблицы 5.2

3	015 Токарно-винторезная с ЧПУ	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>
4	020 Токарная с ЧПУ	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>

Продолжение таблицы 5.2

5	025 Сверлильная с ЧПУ	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>
6	030 Шпоночно-фрезерная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>

Продолжение таблицы 5.2

7	035 Торцекруглошлифовальная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>
8	040 Торцекруглошлифовальная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте,</li> <li>- повышенная запыленность рабочей зоны.</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>

Продолжение таблицы 5.2

9	045 Внутришлифовальная	<p>Физические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- движущиеся машины и механизмы,</li> <li>- повышенная температура поверхностей материалов,</li> <li>- недостаток естественного света,</li> <li>- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека</li> <li>- повышенный уровень шума на рабочем месте,</li> <li>- повышенная запыленность рабочей зоны.</li> </ul> <p>Химические:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- раздражающие.</li> </ul>	<p>Движущиеся машины и механизмы на участке для транспортировки заготовок.</p> <p>При обработке происходит выделение большого количества энергии в виде теплоты на поверхности заготовки и стружке.</p> <p>В машиностроительных цехах не возможно обеспечить достаточный уровень естественного освещения вследствие конструкции здания.</p> <p>При контакте СОЖ с кожей может возникнуть раздражение.</p>
---	---------------------------	---	---

5.3. 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. Методы и средства защиты выбираются по действующим на данный момент времени нормативным документам согласно Приложения 3, в зависимости от типа реализуемого технологического процесса, используемого состава производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, используемых технических средств ослабления или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора и применяемых для этих целей при необходимости средств индивидуальной защиты работника.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор <sup>1</sup>	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора <sup>2</sup>	Средства индивидуальной защиты работника <sup>3</sup>
1	Движущиеся машины и механизмы	<p>В случае если в результате недопустимой эксплуатации может возникнуть опасность, конструкция машины и (или) оборудования должна препятствовать такой эксплуатации. Если это невозможно, в руководстве (инструкции) по эксплуатации обращается внимание потребителя на такие ситуации.</p> <p>2. Системы управления машиной и (или) оборудованием должны включать средства предупредительной сигнализации и другие средства, предупреждающие о нарушениях функционирования машины и (или) оборудования, приводящих к возникновению опасных ситуаций.</p> <p>3. Каждая система машин и (или) оборудования должна оснащаться органом управления, с помощью которого она может быть безопасно полностью остановлена. Управление остановкой машины и (или) оборудования должно иметь приоритет над управлением пуском.</p> <p>4. Движущиеся части машин и (или) оборудования должны размещаться так, чтобы не возникла возможность получения травмы, или, если опасность сохраняется, должны применяться предупреждающие знаки и (или) надписи, предохранительные или защитные устройства во избежание таких контактов с машиной и (или) оборудованием, которые могут привести к несчастному случаю.</p>	<p>Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, Ботинки кожаные с защитным подноском,</p> <p>Каска защитная, подшлемник под каску</p>
2	Повышенная температура поверхностей материалов,	Неподвижные защитные ограждения должны надежно крепиться таким образом, чтобы доступ в ограждаемую зону был возможен только с использованием инструментов.	Перчатки с полимерным покрытием

Продолжение таблицы 5.3

3	Недостаток естественного света	Всеобщим межотраслевым документом, содержащим нормы естественного и искусственного освещения предприятий, является СНиП 23-05-95.	Использование источников искусственного освещения
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	При разработке (проектировании) машин и (или) оборудования необходимо обеспечить параметры шума, инфразвука, воздушного и контактного ультразвука, не превышающие допустимые при эксплуатации машин и (или) оборудования.	
5	Повышенная запыленность рабочей зоны	Газы, жидкости, пыль, пары и другие отходы, которые выделяют машины и (или) оборудование при эксплуатации, не должны быть источником опасности для жизни и здоровья человека и окружающей среды. При наличии такой опасности машина и (или) оборудование должны оснащаться устройствами для сбора и (или) удаления этих веществ, которые должны располагаться как можно ближе к источнику выделения, а также устройствами для осуществления непрерывного автоматического контроля за выбросами.	Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)
6	Раздражающие	Газы, жидкости, пыль, пары и другие отходы, которые выделяют машины и (или) оборудование при эксплуатации, не должны быть источником опасности для жизни и здоровья человека и окружающей среды. При наличии такой опасности машина и (или) оборудование должны оснащаться устройствами для сбора и (или) удаления этих веществ, которые должны располагаться как можно ближе к источнику выделения, а также устройствами для осуществления непрерывного автоматического контроля за выбросами.	Очки защитные, Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД)
7	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека	В случае если в машинах и (или) оборудовании используется электрическая энергия, они должны разрабатываться (проектироваться), изготавливаться и устанавливаться так, чтобы исключалась опасность поражения электрическим током.	

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 5.4.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механической обработки	Металлорежущее оборудование (см. таблицу 5.1)	<p>Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);</p> <p>Пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е).</p>	<p>1) пламя и искры;</p> <p>2) тепловой поток;</p> <p>3) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;</p>	<p>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;</p> <p>2. вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;</p> <p>3. опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара.</p>

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (выпускной квалификационной работы).

Для выполнения данного раздела необходимо подобрать (обосновать) использование эффективных технических средств, организационно-технических методов, предпринятых мер защиты от пожара - согласно действующим нормативным документам Приложения 4, на основании типа функционирующего (модернизируемого) технологического процесса, используемого (предлагаемого) оборудования, идентифицированного класса пожара, выявленных опасных факторов пожара. По данному разделу оформляется Таблица 5.5.

Таблица 5.5 - 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.
Переносные и передвижные огнетушители (СП 9.13130.2009 Техника пожарная огнетушители требования к эксплуатации), пожарный инвентарь	Пожарные автомобили (основные и специальные)	Установка пожаротушения: агрегатная, автоматическая, порошковая	Извещатели пожарные, Приборы приемно-контрольные пожарные,	Стволы пожарные, Рукава пожарные, пожарный шкаф,	Средства индивидуальной защиты пожарных, Средства защиты органов дыхания	Лопата штыковая и совковая, Багор, Ведро кощунное, Топор, Противопожарное полотно. Гидравлические инструменты.	электрическая шлейфовая пожарная сигнализация

5.4.3. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.6 – 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
Технологический процесс изготовления обоймы штока, металлорежущее оборудование	Организация добровольной пожарной охраны, Обучение рабочих правилам пожарной безопасности, Составление инструкции о порядке действий в случае пожара.	Необходимо: - определить и оборудовать места для курения; - определить место и допустимое количество одновременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; - установить порядок уборки горючих отходов, хранения промасленной спецодежды; - определить порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня; Регламентируется: - порядок проведения временных огневых и других пожароопасных работ; - порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы; - действия работников при обнаружении пожара; - определен порядок и сроки прохождения противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, а также назначены ответственные за их проведение.

### 5.5. Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса (изготовления, транспортировки), и/или возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и/или возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака, и/или

возникающих при утилизации технологического объекта завершившего свой жизненный цикл. 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.

5.6. По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отразить в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – 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.)
Технологический процесс изготовления обоймы штока	Металлорежущее оборудование	Пыль СОЖ и масла, мелкодисперсная металлическая пыль, мелкая стружка	Механические примеси органического и неорганического происхождения, Нефтепродукты, Эмульсии, Растворенные токсичные соединения	Частично загрязнение происходит через отходы попавшие в гидросферу. Металлическая стружка с содержанием СОЖ. Утилизация отработанных масел.

5.7. Разработаем мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления обоймы штока, металлорежущее оборудование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Герметизация технологического оборудования, очистные аппараты по осаждению взвешенных частиц, безотходные технологические процессы.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение безводных и безотходных технологий и безводного водоснабжения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Вторичное использование материалов.

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления, обоймы штока, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 5.1 и 5.2).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие:

- движущиеся машины и механизмы,

- повышенная температура поверхностей материалов,
- недостаток естественного света,
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека
- повышенный уровень шума на рабочем месте,
- повышенная запыленность рабочей зоны.
- раздражающие.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков и подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 5.3).

4. 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 (таблица 5.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 5.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 5.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 5.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 5.8).

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

Базовый вариант: для выполнения операции по получению отверстий в детали применялся универсальный станок, и данная операция являлась лимитирующей. На операции выполнялась разметка. Инструмент универсальный.

Проектный вариант: на операции 025 сверлильной применяется станок 2Н125Ф2 с ЧПУ, что позволило повысить производительность и точность. Предлагается использовать режущий инструмент с покрытием TiN. Приспособление оснащено механизированным приводом.

Предлагаемые совершенствования позволят сократить трудоемкость выполнения операции с 2,26 мин до 0,52 мин., это данные по штучному времени.

Не смотря на существенное сокращение трудоемкости операции необходимо обосновать обоснованность предлагаемого технологического процесса, т.к. предлагаемое на замену оборудование дороже использованного. Для этого, применяя методику [10], определяем капитальные вложения ( $K_{ВВ.ПР}$ ) в осуществление проекта, которые составляют 1894445,77 руб.

Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по сравниваемым вариантам представлена на рис. 6.1 и 6.2

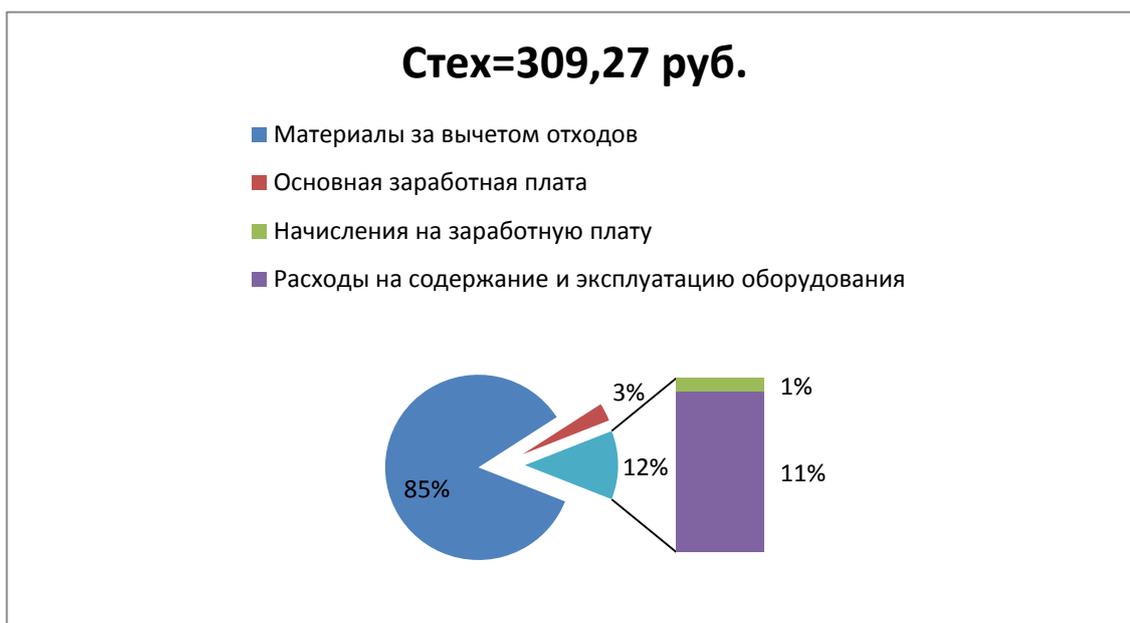


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по базовому варианту

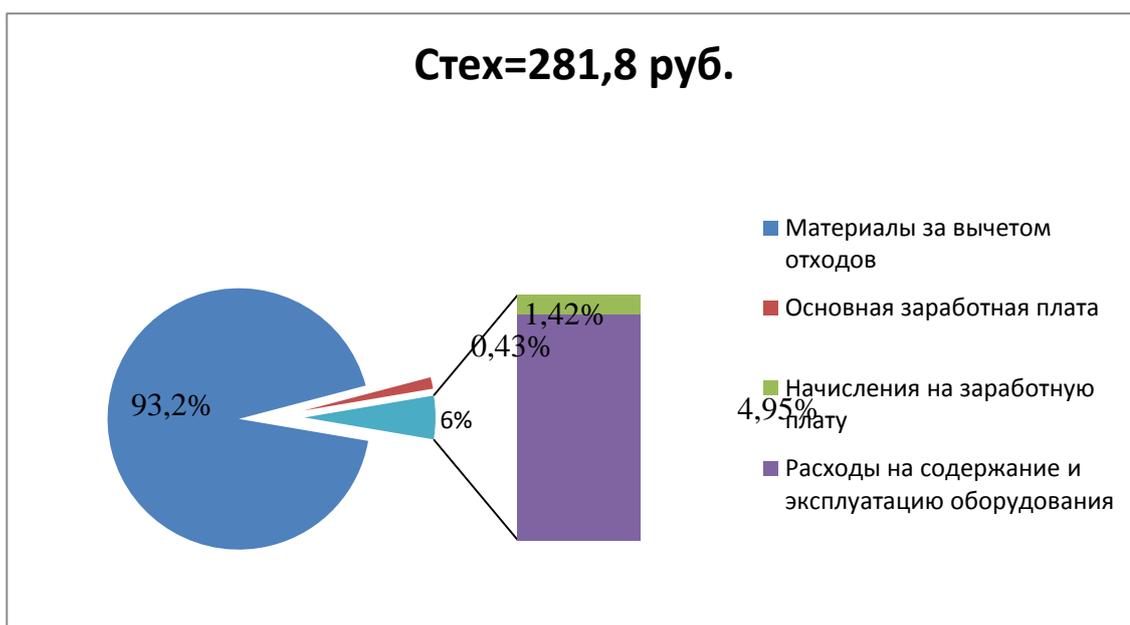


Рисунок 6.2 – Структура технологической себестоимости изготовления кронштейна по базовому варианту

Используя методику составления калькуляции полной себестоимости [10] мы получили следующие данные по этому параметру: базовый вариант – 345,5 руб.; проектный вариант – 297,26 руб.

Базируясь на полученных данных, проведем экономическое обоснование

предлагаемых изменений в технологический процесс по следующей методике.

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (45,5 - 297,26) \cdot 180000 = 4824000 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 4824000 \cdot 0,2 = 964800 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 4824000 - 964800 = 3859200 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{P_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{6994445,27}{3859200} + 1 = 2,812 = 3 \text{ года}$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T P_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 3859200 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 8814412,8 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 8814412,8 - 6994445,27 = 1819967,53 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб./руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{8814412,8}{6994445,27} = 1,26 \text{ руб./руб.}$$

Замена оборудования на операции 25 технологического процесса и замена приспособлений на механизированные позволила снизить трудоемкость их выполнения, что привело к уменьшению себестоимости на 13,96%. Окупаемость проекта наступит в течение 3-х лет. Проведенные экономические расчеты доказали эффективность проекта с величиной интегрального экономического эффекта в размере 1819967,53 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан технологический процесс обработки детали, обеспечивающий производительность среднесерийного производства;
- разработана конструкция штамповки, определены припуски;
- Произведен выбор средств технологического оснащения соответствующий типу производства;
- применен многоцелевой горизонтальный станок 2Н125Ф2, что позволит обработать все отверстия детали с высокой точностью за один установ;
- спроектирован резец токарный для контурного точения с механическим креплением режущей пластины;
- спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом с автоматизированным приводом для токарной операции

Перечисленные усовершенствования позволили получить экономический эффект порядка 1.800.000рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ 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 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 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.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу режущего инструмента.

										ГОСТ 3.1118-82			Форма 1		САПР		
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
ТехноПро						Приспособление						88		74			
Разраб.						ВЕКТОР		П/цилиндр									
Проверил								1									
Нормир.																	
Метролог																	
Н.контр.								Втулка цилиндра									
М 1	Сталь 30 ГОСТ 1050-88																
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры						КД	МЗ		
М 2			7,1				штамповка	81,7x150,3 мм							14,3		
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
А 01			000	Заготовительная													
02																	
Б 03	Горизонтально ковочная машина																
04																	
А 05			005	Токарно-винторезная													
06																	
Б 07	Токарный станок 16К20																
08																	
Т 09	ПР. Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80																
10																	
О 11	Точить цилиндрические поверхности, выдерживая размеры 57,8 js10 (±0,06) на длине 13,6 js12																
О 12	(±0,09), 56,6 js10 (±0,06) на длине 29,8 js12 (±0,105), 38,3 js10 (±0,05) на длине 42,4 js12																
О 13	(±0,125)																
14																	
Т 15	РИ. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																
16																	
..к																	

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										75
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

Т 01	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
02																				
О 03	Подрезать торец в размер 42,4 js11 (±0,08)																			
04																				
Т 05	РИ. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																			
Т 06	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
07																				
08																				
09																				
А 10			010	Токарно-винторезная																
11																				
Б 12	Токарно-винторезный станок 16К20      4       166   1    22  1,4																			
13																				
Т 14	ПР. Патрон D100 7100-0066 ГОСТ 2675-80																			
15																				
О 16	Подрезать торец в размер 140,5 js11 (±0,125)																			
17																				
Т 18	РИ. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																			
Т 19	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
20																				
21	К																			

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
ТехноПро										Приспособление										76	
										1											
										Втулка цилиндра											
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	
О 012	Точить цилиндрические поверхности, выдерживая размеры 57,9 js10 (±0,06) на длине 40,53 js12																				
О 02	(±0,125), 56,6 js10 (±0,06) на длине 121,4 js12 (±0,2),																				
03																					
Т 04	РИ. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																				
Т 05	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																				
06																					
О 073	Расточить отверстие, выдерживая размер 30,76 js10 (±0,05)																				
08																					
Т 09	РИ. Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73																				
Т 10	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																				
11																					
О 124	Точить внутреннюю канавку, выдерживая размер 47 js10 (±0,05) на длине 125 js14 (±0,5)																				
13																					
Т 14	РИ. Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73																				
Т 15	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																				
16																					
А 17	015  Токарная с ЧПУ																				
18																					
Б 19	Токарно-центровой с ЧПУ 16К20Ф3    18217  4    1    166    1   24  0,42																				
20																					
21	К																				

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										77	
										1											
										Втулка цилиндра											

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

Т 01	ПР. Патрон поводковый ГОСТ 2571-71																		
Т 02	ПР. Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742-75																		
03																			
О 04	Точить цилиндрические поверхности, выдерживая размеры 57,2 js8 (±0,023) на длине 27 js10   0,93  24																		
О 05	(±0,042), 55,9 js8 (±0,023) на длине 10,9 js10 (±0,035)																		
06																			
Т 07	РИ. Резец 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																		
Т 08	СИ. Микрометр МК50 ГОСТ 6507-90																		
Т 09	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89																		
10																			
О 112	Точить канавку до диаметра 56 js10 (±0,06) мм шириной 0,5 js14 (±0,125) мм, выдерживая   0,3																		
О 12	размер 10,9 js9 (±0,021).																		
13																			
Т 14	РИ. Резец канавочный 10x10 2136-0706 ГОСТ 18875-73																		
Т 15	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
16																			
О 173	Резать резьбу выдерживая размер 56 8g ( )x2 на длину 13,5 js14 (±0,215)																		
18																			
Т 19	РИ. Плашка М56x2 2650-1334 8g ГОСТ 9740-71																		
Т 20	СИ. Шаблон резьбовой М56																		
21	К																		

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										78
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

01																			
А 02			020	Токарная с ЧПУ															
03																			
Б 04	Токарно-центровой с ЧПУ 16К20Ф3		18217	4		1		166	1		24		0,42						
05																			
Т 06	ПР. Патрон поводковый	ГОСТ 2571-71																	
Т 07	ПР. Центр неподвижный А-1-4-Н	ГОСТ 8742-75																	
08																			
О 09	Точить цилиндрические поверхности, выдерживая размеры	57,36 js8 (±0,023), 55,9 js8 (±0,023),   0,93   24																	
О 10	, . Точить торцы, выдерживая размеры	39,4 js10 (±0,05) и 120,5 js10 (±0,08)																	
11																			
Т 12	РИ. Резец 10x10 2136-0706	ГОСТ 18875-73																	
Т 13	СИ. Микрометр МК50	ГОСТ 6507-90																	
Т 14	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1	ГОСТ 166-89																	
15																			
О 16	Точить канавку до диаметра	56 js10 (±0,06) мм шириной 0,5 js14 (±0,125) мм, выдерживая   0,3																	
О 17	размер 10,9 js9 (±0,021).																		
18																			
Т 19	РИ. Резец канавочный 10x10 2136-0706	ГОСТ 18875-73																	
Т 20	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1	ГОСТ 166-89																	
21	К																		

Дубл.																									
Взам.																									
Подл.																									
ТехноПро										Приспособление										79					
										1															
										Втулка цилиндра															
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх					
01																									
О 023	Резать резьбу выдерживая размер 56 8g ( )x2 на длину 20 js14 (±0,26)																								
03																									
Т 04	РИ. Плашка М56х2 2650-1334 8g ГОСТ 9740-71																								
Т 05	СИ. Шаблон резьбовой М56																								
06																									
О 074	Расточить отверстие, выдерживая размер 30,18 js9 (±0,031)																								
08																									
Т 09	РИ. Резец 10x10 2142-0560 ГОСТ 10044-73																								
Т 10	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																								
11																									
О 125	Резать резьбу выдерживая размер 42 7H ( )x2 на длину 12 js14 (±0,215)																								
13																									
Т 14	РИ. Метчик М46х2 2642-0138 ГОСТ 6951-71																								
Т 15	СИ. Шаблон резьбовой М46																								
16																									
А 17				025	Сверлильная с ЧПУ																				
18																									
Б 19	Сверлильный станок с ЧПУ 2Н125Ф2												5				166			23	12,06				
20																									
21	К																								

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										80
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

Т 01	ПР. Оправка специальная, с гидропластом																		
Т 02	ПР. Патрон d1-10 10-16 ГОСТ 8522-79																		
03																			
О 04	Центровать заготовку, выдерживая размеры 3 js14 (±0,125) и 5 js14 (±0,15)																		
05																			
Т 06	РИ. Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14953-76																		
Т 07	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
08																			
О 09	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 70 js14 (±0,37)																		
10																			
Т 11	РИ. Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77																		
Т 12	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
13																			
О 14	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 106 js14 (±0,435)																		
15																			
Т 16	РИ. Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77																		
Т 17	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
18																			
О 19	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 5 js14 (±0,15)																		
20																			
21																			



Дубл.																															
Взам.																															
Подл.																															
ТехноПро										Приспособление										82											
										1																					
										Втулка цилиндра																					
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа																
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт										
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх											
Б 01	Шпоночно-фрезерный 6P13												5			166			22	1,5											
02																															
Т 03	ПР. Позиционер																														
Т 04	ПР. Тиски с призматическими самоцентрирующими губками																														
05																															
О 06	Фрезеровать шпоночный паз шириной 8,3 N9 (-0,036), на длину 17 js11 (±0,055)																														
07																															
Т 08	РИ. Фреза D8,3-z2, специальная																														
Т 09	СИ. Шаблон на профиль																														
Т 10	СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																														
11																															
А 12			035	Торцекруглошлифовальная																											
13																															
Б 14	Кругло-шлифовальный 3Т160												5			166			26	0,02											
15																															
Т 16	ПР. Патрон поводковый ГОСТ 2571-71																														
Т 17	ПР. Центр неподвижный А-1-4-Н ГОСТ 8742-75																														
18																															
О 19	Шлифовать цилиндрическую поверхность до диаметра 57 h9 (-0,074) мм, выдерживая размер 80											0,1	0,8																		
О 20	js9 (±0,037) мм, с шероховатостью 1,25 Одновременно шлифовать торец на длину 39 js11 (±0,08)																														
21																															





Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										85
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

Т 01	ПР. Оправка специальная, с гидропластом; ПР. Патрон d1-10 10-16 ГОСТ 8522-79																		
02																			
О 031	Центровать заготовку, выдерживая размеры 3 js14 (±0,125) и 5 js14 (±0,15)																		
04																			
Т 05	РИ. Сверло центровочное Р6М5 ГОСТ 14953-76; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
06																			
Р 07	1,5   6   0,15   100   10,3																		
08																			
О 092	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 70 js14 (±0,37)																		
10																			
Т 11	РИ. Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
12																			
Р 13	3,5   1   0,15   1300   30,2																		
14																			
О 153	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 106 js14 (±0,435)																		
16																			
Т 17	РИ. Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																		
18																			
Р 19	3,5   1   0,15   1300   30,2																		
20																			
21	К																		

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										86
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

О 014	Сверлить отверстие, выдерживая размер 7 JS10 (±0,029) на глубину 5 js14 (±0,15)																			
02																				
Т 03	РИ. Сверло D7 2302-0889 ГОСТ 886-77; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
04																				
Р 05																				
06																				
О 075	Сверлить отверстие на проход, выдерживая размер 5 JS10 (±0,024)																			
08																				
Т 09	РИ. Сверло D5 2302-0889 ГОСТ 886-77; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
10																				
Р 11																				
12																				
О 136	Развернуть отверстие на проход, выдерживая размер 6 H7 (+0,012)																			
14																				
Т 15	РИ. Развертка D5 2363-3001 №1 ГОСТ 21526-76; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-89																			
16																				
Р 17																				
18																				
О 197	Резать резьбу выдерживая размер 8 8G ()x1 на длину 8 js14 (±0,18)																			
20																				
21																				

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ТехноПро										Приспособление										87
										1										
										Втулка цилиндра										

А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции										Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх

Т 01	РИ. Метчик М8х1,0 2642-0138. НЗ ГОСТ 6951-71; СИ. Шаблон на профиль																												
02																													
Р 03							3,5		1		0,15		1300		30,2														
04																													
05																													
06																													
07																													
08																													
09																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21	К																												

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ТехноПро | Приспособление | 88

1  
Втулка цилиндра

А	Цех   Уч   РМ   Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала			Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	

01  
02  
03  
04  
05  
06  
07  
08  
09  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21

