



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 Марков Александр Вячеславович гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления литьевого стержня
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 5000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

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

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование приспособления и режущего инструмента*

*4) Безопасность и экологичность технического объекта*

*5) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

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

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

6. Консультанты по разделам

---

---

---

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

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

## АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления литьевого стержня. Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления литьевого стержня.

В работе рассмотрены вопросы:

- Экономического обоснования выбора метода получения заготовки;
- Проектирования заготовки с учетом определенных припусков;
- Разработки технологического маршрута изготовления детали;
- Проектирования технологических операций;
- Проектирования технологической оснастки.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 66 страниц, содержащей 17 таблиц, 8 рисунков, и графической части, содержащей 8,5 листов.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы .....	7
1 Описание исходных данных .....	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции .....	14
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	15
1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса.....	17
2 Технологическая часть работы.....	18
2.1 Выбор типа производства .....	18
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	18
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	22
2.4 Определение припуска и проектирование заготовки .....	23
2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки.....	26
2.6 Выбор средств технологического оснащения .....	28
2.7 Проектирование технологических операций.....	30
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента .....	38
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	38
3.2 Проектирование режущего инструмента .....	43
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	49
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	49
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	50
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков .....	51
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) .....	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта .....	56
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» .....	58

5 Экономическая эффективность работы.....	59
Заключение.....	63
Список используемой литературы.....	64
Приложения.....	66

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

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.

Применение только высокопроизводительного оборудования не позволит добиться перечисленного, внимание необходимо уделять и новым методам проектирования технологических процессов, и разработке современной оснастки.

Основываясь на перечисленном выше сформулируем цель выпускной квалификационной работы – разработать технологический процесс изготовления детали в условиях серийного производства с выполнением требований чертежа и минимальными затратами.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

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

Данная деталь является литьевым стержнем, устанавливается на литьевую машину TRIULI CAST 700 в форме литья под давлением и предназначена для оформления внутренней полости отливки, из которой получается деталь Тормозной барабан автомобиля ВАЗ-2108.

На рисунке 1.1. приведен фрагмент узла формы литья

Форма состоит из 2-х частей: верхней (подвижной) и нижней (неподвижной) части (см. рисунок 1.1).

Стержень литьевой 1 установлена в обойме подвижной 2 и крепится винтами 3 и штифтами 4. Через отверстие матрицы проходит рассекатель 5

В нижней части в обойме матрицы 6 установлена матрица 7. Через отверстия матрицы 6 проходят стержни 8, которые упираются в матрицу подвижную 1.

Через отверстия стержня литьевого 6 проходят стержни 9, которые упираются в матрицу 7.

Сверху матрицы 1 установлен коллектор 10, который крепится винтами 11. Через него проходят трубки охлаждения 12.

Также в отверстии матрицы установлены стержни 13.

Через отверстия матрицы 1 проходят выталкиватели 14,15,16,17, служащие для извлечения отливки из литейной формы.



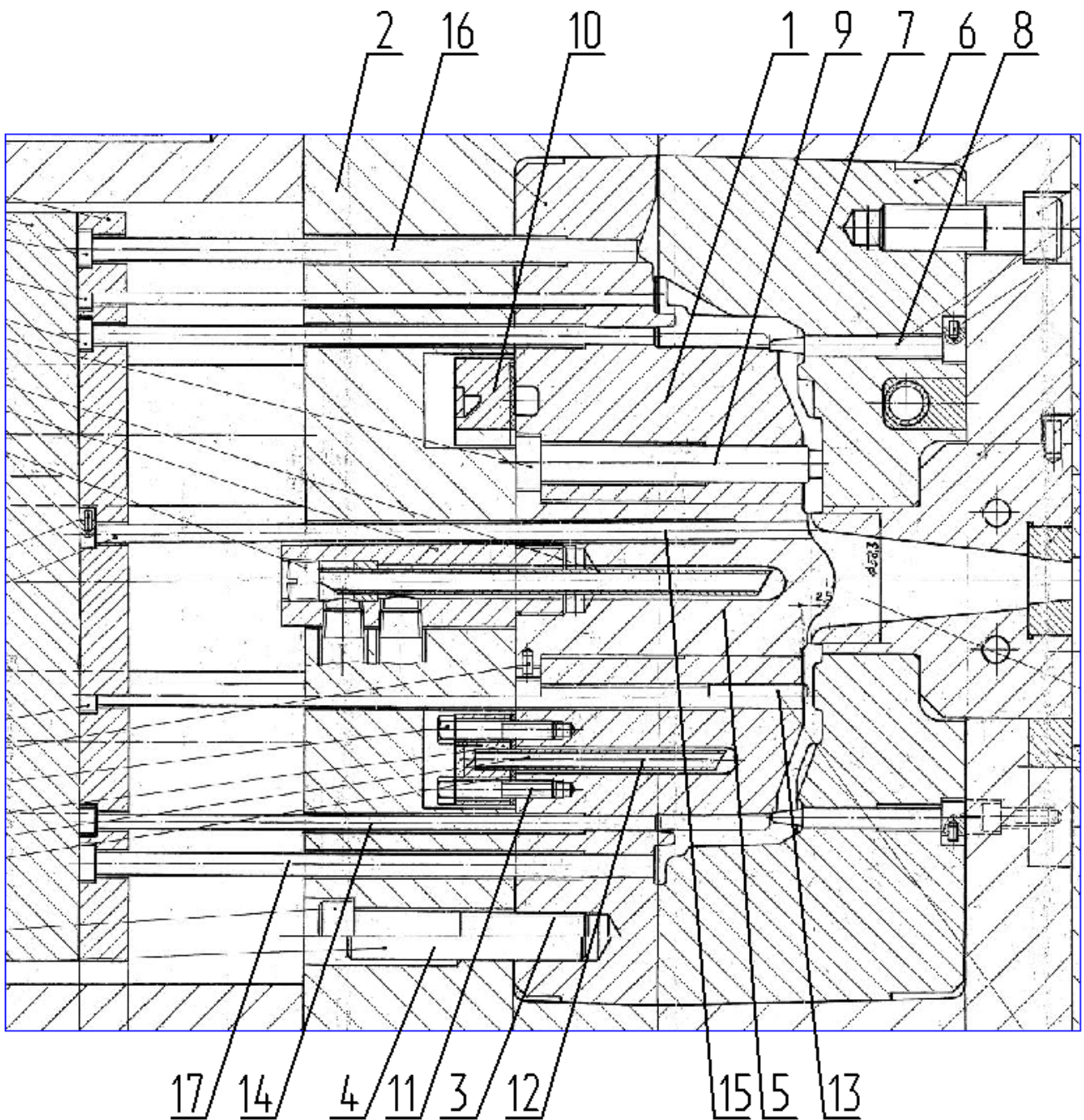


Рисунок 1.1 - Фрагмент узла формы литья под давлением

На литьевую машину TRIULI CAST 700 устанавливается форма литья под давлением детали “Тормозной барабан”.

Процесс литья состоит из нескольких этапов:

- 1) разогрев чугунного кольца в газовой печи до температуры 120...160°C и его монтаж на подвижную половину пресс-формы;
- 2) закрытие 2-х половин пресс-формы;
- 3) разогрев пресс-формы газовой горелкой до температуры 220±40°;

- 4) заливка жидким алюминием. Ковшом алюминий заливают в камеру прессования через загрузочное окно (температура алюминия 695...705°C);
  - 5) прессование. Поршень под давлением  $P=738,5 \text{ кг/см}^2$  в камере прессования толкает жидкий металл в полости пресс-формы;
  - 6) кристаллизация отливки. Время кристаллизации отливки 25...30 секунд. В процессе кристаллизации металла в специальные отверстия обоймы, матрицы и стержня подаётся вода для охлаждения отливки;
  - 7) возврат поршня прессования с извлечением пресс остатка;
  - 8) разъединение 2-х частей пресс-формы. После разъединения частей формы отливка остаётся в подвижной части пресс-формы;
  - 9) выталкивание отливки системой выталкивания;
  - 10) снятие отливки клещами роботом или человеком;
  - 11) обрубка отливки на специальном прессе;
- После доработки отливки получается деталь под названием “Тормозной барабан”, которая идёт на сборку автомобиля ВАЗ-2108.

### 1.1.2 Анализ материала детали

Стержень литевой изготавливается из стали 4Х5МФС ГОСТ 5950-73, что удовлетворяет условиям работы детали в узле.

Сталь 4Х5МФС инструментальная, качественная, углеродистая, легированная применяется для изготовления молотовых штампов, крупных (толщиной или диаметром более 200 мм) молотовых и прессовых вставок при горячем деформировании конструкционных сталей и цветных сплавов в условиях крупно- серийного и массового производства.

В табл. 1.1 приведен химический состав стали 4Х5МФС

Таблица 1.1 - Химический состав стали 4Х5МФС

В процентах

Элемент	С	S	P	Cu	Ni	Mn	Cr	Si	Mo	V
		Не более								
Содержание	0.32-0,4	0.03	0.03	0,3	0.35	0.2-0.5	4,5-5,5	0.17-0.37	1,2-1,5	0,3-0,5

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали 4Х5МФС

Режим термообработки	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>	НВ
Закалка 1000 - 1020°С, Отпуск 650°С	960	1080	15	60	79	241

### 1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Для выполнения классификации пронумеруем все поверхности детали. И определим, к какому типу поверхностей относится та или иная поверхность. Исходя из служебного назначения детали, при разработке технологического процесса ее изготовления особое внимание следует уделить выбору методов обработки поверхностей 12, 16, 57 - основная конструкторская база; набору поверхностей 37, 39, 42, 44, 20, 23, 46, 48, 50, 51, 53, 52, 55, 56, 59, 36– вспомогательные конструкторские базы; а также - 1-11, 26-33 исполнительные поверхности. Свободные поверхности особых требований по качеству и точности не имеют.

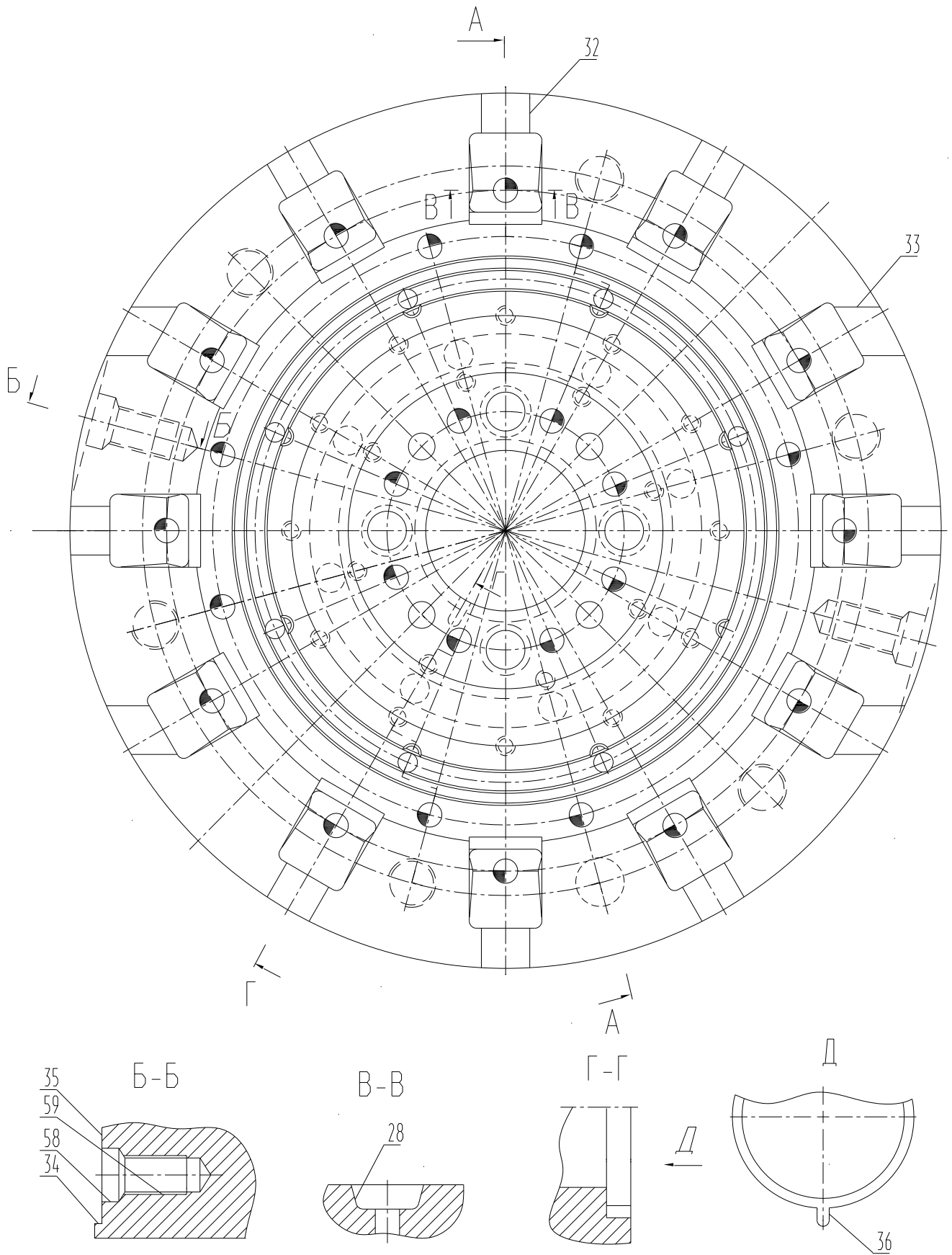


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей детали «стержень литевой»

A-A

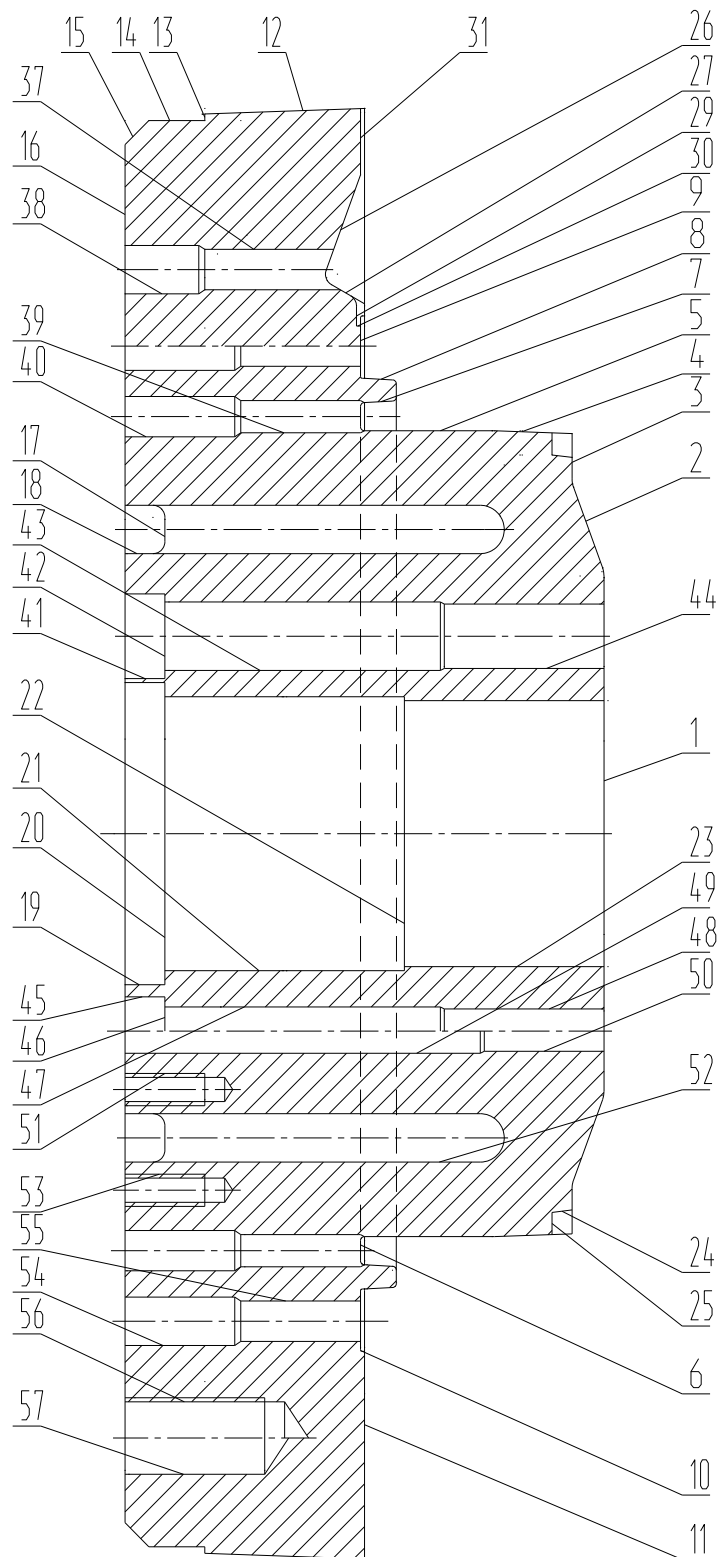


Рисунок 1.2 (продолжение)

## 1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Основным критерием технологичности заготовки являются технологические и механические свойства материала. Материал данной детали обладает низкими литейными свойствами. Поэтому в качестве метода получения заготовки целесообразно использовать штамповку или прокат.

Преимуществом заготовки является простота геометрической формы, а также возможность формирования нескольких поверхностей на заготовительной операции без последующей обработки. А также необходимо предусмотреть наличие уклонов и по возможности плоскую поверхность разъема для обеспечения свободного удаления заготовки из формы.

В конструкции детали использованы стандартные фаски, радиусы, уклоны, и: диаметры валов, посадочные размеры, что позволяет в наибольшей степени использовать унифицированный инструмент и приспособления.

Вместе с тем конструкция детали позволяет проводить одновременную обработку нескольких поверхностей, с обеспечением свободного доступа к местам обработки, что позволяет говорить о технологичной конструкции детали.

Фаски расположены на поверхностях простого профиля, обеспечивает свободный вход и выход осевого инструмента.

Для обеспечения высокой технологичности базирования необходимо обеспечить совпадение технологической и измерительной баз. В базовом техпроцессе, на определенных его этапах, не обеспечивается данное требование, что приводит к возникновению погрешности базирования.

Базовые поверхности обладают достаточной протяженностью для устойчивого положения заготовки при обработке, достаточной точностью и шероховатостью для обеспечения выполнения требуемой точности обработки.

Максимальные требования по точности и шероховатости: 6 квалитет, 0,63 Ra. Это не требует применения специальных методов обработки и может быть

достигнуто на станках нормальной точности. Поверхности различного назначения разделены по точности и шероховатости. Обеспечивается возможность обработки осевым инструментом на проход.

### 1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособление	Инструмент	Тшт, час
1	2	3	4	5	6
005	Контрольная				
010	Транспортная				
015	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный 1525	Патрон 3-х кулачковый	Резец подрезной Т5К10	0,5
020	УЗК				
025	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный 1525	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной Т5К10 Резец подрезной Т5К10 Резец расточной Т5К10	10,5
030	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6Р11	Тиски машинные	Фреза концевая Р6М5	0,65
035	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135	Тиски машинные	Сверло спиральное Р6М5	0,3
040	Слесарная			Метчик машинный Р6М5	0,3
045	Термическая (отжиг)				131
050	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный 1525	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной Т15К6 Резец подрезной Т15К6 Резец расточной Т15К6 Резец канавочный Т15К6	5,5

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
055	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P11MФ3-1	Тиски машинные	Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 Резец расточной T5K10	9,7
060	Сверлильная	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135	Тиски машинные	Сверло центровочное P6M5 Сверло спиральное P6M5 Метчик машинный P6M5	04
065	Слесарная (маркировать)				0,1
070	Термическая (закалка)				
075	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный 1525	Патрон самоцентрирующий	Резец проходной T15K6 Резец подрезной T15K6 Резец расточной T15K6 Резец канавочный T15K6	9
080	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный 1525	Патрон 3-х кулачковый	Паста полировальная	7
085	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3Л722В	Стол магнитный	Шлифовальный круг	0,9
090	Фрезерная	Вертикально-фрезерный 6P11MФ3-1	Тиски машинные	Резец расточной T15K6 Резец расточной T30K4 Цековка P6M5	22
095	Слесарная			Паста полировальная Напильник Борфреза	20,6
100	Термическая (карбонитрация)				
105	Контрольная				



#### 1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

После проведенного анализа базового техпроцесса, сформулируем задачи работы:

1. спроектировать заготовку и рассчитать припуски,
2. разработать технологический процесс изготовления детали,
3. спроектировать операции, рассчитать режимы резания, определить нормы времени на операции,
4. спроектировать станочное и контрольное приспособление,
5. разработать мероприятия по безопасности труда при изготовлении детали,
6. определить экономический эффект от предложенных изменений в технологический процесс.

Определим пути совершенствования:

- токарную обработку будем выполнять на токарном станке с ЧПУ SL-30ВНЕ фирмы Haas Automation, Inc. Наибольший диаметр устанавливаемой заготовки – 762 мм, шпиндель с частотой вращения до 2400 мин<sup>-1</sup>. Станок может оснащаться стрелой крана, позволяющей устанавливать габаритные заготовки. Точность станка позволяет обработать контур формообразующих поверхностей по 8 качеству, без последующего шлифования;

- фрезерные и сверлильные операции выполним на горизонтальном обрабатывающем центре EC-500HE фирмы Haas Automation, Inc.. Станок оснащен высокоточным шпинделем с частотой вращения до 8000 мин<sup>-1</sup>, устройством смены инструмента бокового исполнения на 40 инструментов, системой подачи СОЖ через шпиндель и т.д. Применив специальное приспособление с установкой заготовки горизонтально и зажимом по отверстию возможно провести всю обработку на одном переходе;

- рассчитать наиболее оптимальные режимы резания, дающие наивысшую стойкость инструмента и производительность.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

В машиностроении различают типы производства - единичный, серийный и массовый, которые характеризуются различной величиной коэффициента закрепления операций. Для расчета этого коэффициента необходимо знать трудоемкость изготовления детали, последовательность обработки и количество станков, что неизвестно в начале проектирования. Поэтому тип производства определим по табличным данным с учетом годовой программы, массы детали и качественной оценки трудоемкости ее изготовления.

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

По [9, с. 24, табл. 31] при массе детали 54,9 кг и годовой программе выпуска  $N_T = 5000$  шт производство – среднесерийное.

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

#### 2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Исходя из физико-технологических свойств стали 4X5МФС, конфигурации и размеров детали в качестве заготовки может быть использована:

- 1) поковка или штамповка
- 2) прокат

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штамповки ориентировочно равна:

$$m_{зШ} = m_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $m_d$  – масса детали

$K_p$  – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали и устанавливаемый по [8, с. 22]

$$m_{зШ} = 54,9 \cdot 1,3 = 71,3 \text{ кг}$$

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

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность поковки оценивается классом – Т3 [8, с.28, табл. 19].

Материал детали относится к группе – М3 [8, с.8, табл. 1].

Сложность оценивается степенью – С3 [8, с. 29]

Определим массу проката

$$m_{з\text{ПР}} = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где  $V$  – произведение площади фигуры на высоту,  $\text{мм}^3$ ;

$\gamma$  - отношение массы тела к занимаемому объему,  $\text{кг}/\text{мм}^3$ .

Определим размеры заготовки из проката

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 360 \cdot 1,05 = 378 \text{ мм} \quad (2.3)$$

где  $d_{\text{д}}^{\text{max}}$  – максимальный диаметральный размер

Принимаем  $d_{\text{пр}} = 380 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} \cdot 1,05 = 120,7 \cdot 1,05 = 126,7 \text{ мм} \quad (2.4)$$

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

Принимаем  $l_{\text{пр}} = 127 \text{ мм}$

Объем цилиндрических элементов заготовок определяем по формуле

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4, \quad (2.5)$$

где  $d$ - диаметр, мм

$l$ -длина, мм

$$V = 3,14 \cdot 380^2 \cdot 127 / 4 = 14395958 \text{ мм}^2$$

Тогда масса заготовки из круглого проката

$$m_{3IP} = 14395958 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 113 \text{ кг}$$

Выбираем размер проката обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{380 - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{4X5M\Phi C - \text{ГОСТ } 5950 - 73}$$

## 2.2.2 Технико-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки

### 2.2.2.1 Стоимость штампованной заготовки

$$S_{\text{заг}} = C_i / 1000 \cdot (m_3 \cdot k_T k_c k_B k_M k_{\Pi}) - (m_3 - m_d) \cdot S_{\text{отх}} / 1000 \quad (2.6)$$

где  $C_i$  - цена 1 т штампованных заготовок, руб [5, с. 37]

$$C_i = 373 \text{ руб}$$

$m_3$  - вес заготовки, кг

$m_d$  - вес детали, кг

$k_T$  - коэффициент оценивает точность  $k_T = 1.0$  [5, с. 37]

$k_c$  - коэффициент учитывает сложность  $k_c = 1,0$  [5, с. 38]

$k_B$  - коэффициент веса

$$k_B = 0,7 [5, \text{ с. } 38]$$

$k_M$  - коэффициент марки материала

$$k_M = 1,3 [5, \text{ с. } 37]$$

$k_{\Pi}$  - коэффициент программы

$$k_{\Pi} = 1,0$$

$S_{\text{отх}}$  - стоимость отходов, руб

$$S_{\text{заг}} = 373 / 1000 \cdot (71,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,3) - 24 / 1000 \cdot (71,3 - 54,9) = 23,807 \text{ руб}$$

Определение стоимости заготовки проводилось в ценах 1985 год, для перевода в сегодняшние цены воспользуемся поправочным коэффициентом.

$$S_{\text{заг III}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 23,807 \cdot 100 = 2380,7 \text{ руб} \quad (2.7)$$

### 2.2.2.2 Стоимость заготовки из проката

$$S_{\text{заг}} = C_i/1000 \cdot m_3 - (m_{3,\text{п}} - m_{\text{д}}) (C_{\text{отх}}/1000) = \\ = 240/1000 \cdot 113 - (113 - 54,9)(24/1000) = 25,725 \text{ руб} \quad (2.8)$$

Определение стоимости заготовки проводилось в ценах 1985 год, для перевода в сегодняшние цены воспользуемся поправочным коэффициентом.

$$S_{\text{заг п}} = S_{\text{заг}} \cdot K = 25,725 \cdot 100 = 2572,5 \text{ руб}$$

Таблица 2.1 - Результаты расчетов заготовки

Показатели	Штамповка	Прокат
Сложность	C2	-
Точность	T3	2
Группа материала	M3	M3
Масса	71,3 кг	113,0 кг
Стоимость	2380,7 руб.	2572,5 руб.

### 2.2.3 Экономическое сравнение двух вариантов заготовки

Учетом изменяемую стоимость механической обработки

$$C_{\text{обр}} = C_{\text{уд}} \cdot (m_3 - m_{\text{д}}) / K_0, \quad (2.9)$$

где  $C_{\text{уд}} = 26$  [6, с. 3]

$K_0 = 0,8$  [6, с.5]

Штамповка

$$C_{\text{обр ш}} = 26 \cdot (71,3 - 54,9) / 0,8 = 533 \text{ руб}$$

Проката

$$C_{\text{обр п}} = 26 \cdot (113 - 54,9) / 0,8 = 1888,2 \text{ руб}$$

$$C = S_{\text{заг}} + C_{\text{обр}} \quad (2.10)$$

Штамповки

$$C_{\text{шт}} = 2380,7 + 533 = 2913,7 \text{ руб}$$

Проката

$$C_{\text{пр}} = 2572,5 + 1888,2 = 4460,7 \text{ руб}$$

Определив стоимость заготовок по принятым методам видно, что выгоднее вариант штампованной заготовки. Определим эффект:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{\text{пр}} - C_{\text{шт}}) \cdot N_Г \quad (2.11)$$

где  $N_Г = 5000$  шт/год- годовая программа выпуска

$$\mathcal{E}_Г = (4460,7 - 2913,7) \cdot 5000 = 8735000 \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки.

Результаты выбора маршрутов обработки стержня литейного приведены в таблице 2.2, где обозначено:

Т- обтачивание черновое,

Тч- обтачивание чистовое,

Тт- обтачивание тонкое,

Р- растачивание черновое,

Рч- растачивание чистовое,

С- сверление,

З- зенкерование,

РЗ- развертывание черновое,

РЗч- развертывание чистовое,

Ф- фрезерование,

Фч- фрезерование чистовое,

Фт- фрезерование тонкое,

Ш- шлифование,

П- полирование,

ТО- термообработка

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

поверхность	маршрут	IT	Ra
1	2	3	4
1,2,3,4,6,7,8,9,10	Т, ТО, Тч, ТО, Тт, П	12	Ra 0,63
5	Т, ТО, Тч, ТО, Тт, П	10	Ra 0,63
11	Т, ТО, Тч, ТО, Тт, П	8	Ra 0,63
12	Т, ТО, Тч, ТО, Ш	6	Ra 1,25

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
16	Т, ТО, Тч, ТО, Ш	8	Ra 1,25
23		7	Ra 1,25
13,14,15	Т, ТО, Тч	14	Ra 6,3
17,18,19,21,22	Р, ТО, Рч	14	Ra 6,3
20		10	Ra 2,5
24,25,34,35	ТО, Ф, ТО	14	Ra 6,3
26,27,28,29,30,31,32,33	ТО, Ф, ТО, П	12	Ra 0,63
36	ТО, Ф, Фч, Фт, ТО	7	Ra 1,25
38,40,41,42,43,45,46,47,49,54,58	ТО, С, ТО	14	Ra 6,3
37,39,44,48,50,55,57	ТО, С, З, РЗ, РЗч, ТО	7	Ra 1,25
51,53,56,59	ТО, С, Рез	11	Ra 6,3

## 2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

### 2.4.1 Расчет операционных припусков и размеров расчето-аналитическим методом

Рассчитаем припуски на  $\varnothing 360_{-0,04}$ , итоговые данные расчета припусков приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Расчет припуска

№ пер	Технологический переход	Элементы припуска, мкм			Опе-рац до-пуск Тд/ЛТ	Предельн. размеры мм		Предельн. припуски мм	
		a	$\rho^{i-1}$	$\epsilon_{уст}^{i-1}$		d <sup>i</sup> max	d <sup>i</sup> min	2Z max	2Z min
1	Штамповать	360	1755	-	5000 IT 16	370.218	365.218	-	-
2	Точить начерно	100	105	660	570 IT 12	361.318	360.748	8.900	4.470
3	Точить начисто	50	70	100	140 IT 9	360.398	360.258	0.920	0.490
4	Шлифовать начерно	20	35	70	40 IT 6	360.000	359.960	0.398	0.298

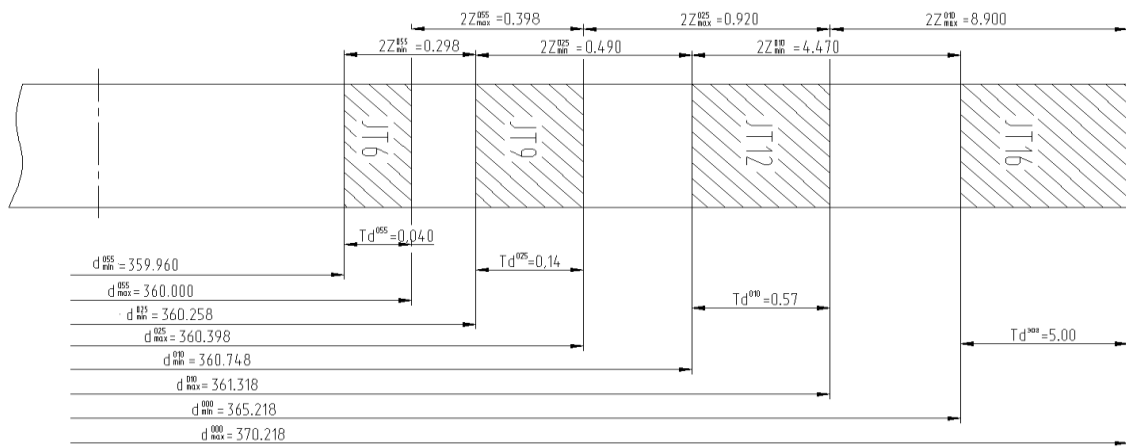


Рисунок 2.1- Схема расположения припусков  $\varnothing 360_{-0,04}$

#### 2.4.2 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров табличным методом

Произведем определение промежуточных припусков табличным методом [15, 191]. Все данные оформлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Припуски на обработку поверхностей стержня литейного

№ оп	операция	поверхность	припуск, мм
1	2	3	4
005	Токарная (черновая)	1-11	Z=2,5max
		23	Z=3,0max
010	Токарная (черновая)	12-16	Z=3,0max
		17,18	10
		19,20,21	Z=3,0max
015	Токарная (чистовая)	1-11	Z=0,5
		23	Z=0,45
020	Токарная (чистовая)	12-21	Z=0,5
055	Круглошлифовальная	12	Z=0,20
060	Внутришлифовальная	23,16	Z=0,20
065	Токарная (тонкая)	1-11	Z=0,20



### 2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Штамповочное оборудование: КГШП.

Нагрев заготовки: индукционный.

Точность штамповки оценивается классом – Т3 [8, с.28, табл. 19].

Материал относится к группе – М2 [8, с.8, табл. 1].

Сложность штамповки оценивается степенью – С3 [8, с. 29]

Плоскость разъема штампа - П (плоская) [8, с.8, табл. 1].

Определив исходный индекс 16 [8, с.10, табл. 2], можно определить припуски, допуски, а также другие технические требования необходимые при проектировании заготовки [8, с. 12, табл. 3].

Эскиз заготовки приведен на рисунке 2.2, чертеж представлен в графической части работы.

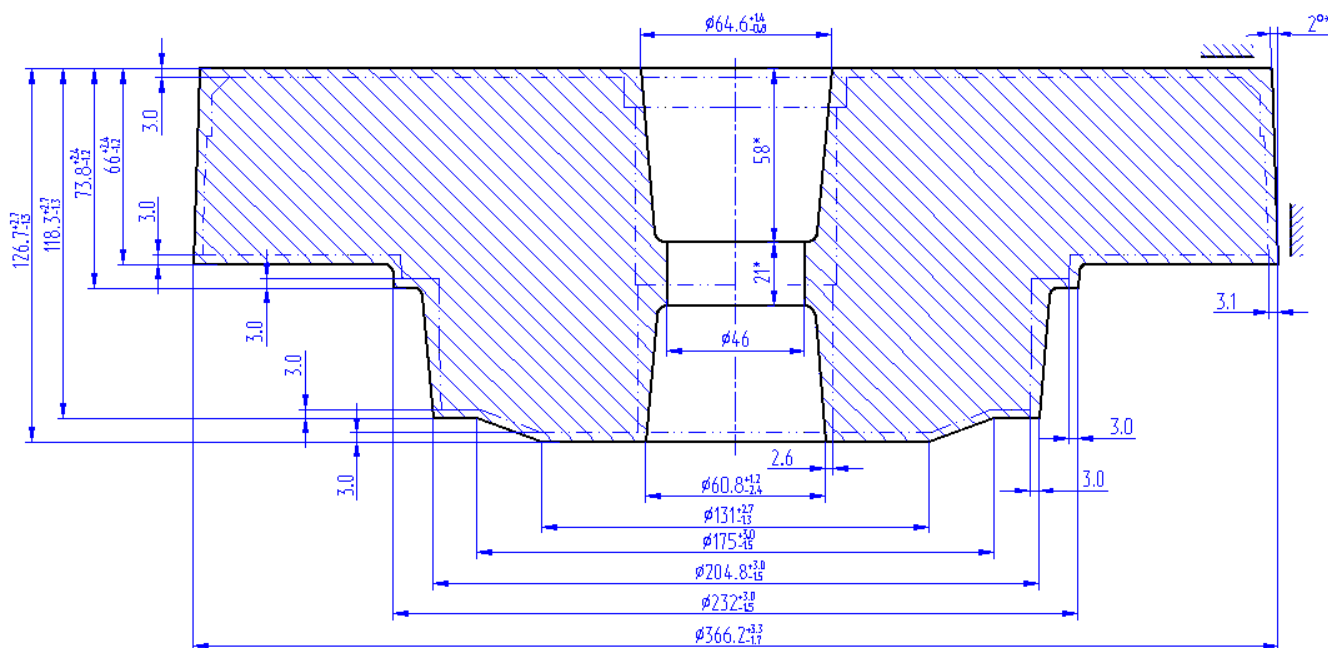


Рисунок 2.2- Эскиз заготовки

Объем цилиндрических элементов заготовки определяются по формуле:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14/4 \cdot (366.2^2 \cdot 66 + 232^2 \cdot 7.8 + 204.8^2 \cdot 44,5 + 153^2 \cdot 8,4 - 55,3^2 \cdot 58 - 46^2 \cdot 21 - 53,4^2 \cdot 47,7) = 8616053 \text{ мм}^3 .$$

Масса штамповки определяется по формуле (2.2):

$$m = V \cdot \gamma = 8616053 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 67,6 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 54,9/67,6 = 0,81 \quad (2.12)$$

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана обработки

### 2.5.1. Выбор технологических баз

Закрепление должно обеспечить во время технологических операций неподвижность заготовки относительно приспособлений, гарантирующую сохранение базирования и нормальное протекание процесса обработки. Особое внимание следует уделять вопросам базирования, особенно при обработке заготовок в условиях массового производства, где оборудование настроено на размер. Поэтому при назначении технологических баз следует предусматривать выполнения принципа единства баз, то есть совмещать измерительную и технологическую базы, используемые для отсчета размера и базирования заготовки. Этот вариант исключает погрешность базирования, то есть влияние погрешности размера заготовки, связывающего измерительную и технологическую базы, на погрешность выполняемого размера.

При токарной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 5 и торец 1, при токарной обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 12 и торец, пов. 16.

При фрезерной обработке в качестве баз используем отверстие, пов. 23 и торец 16.

При круглошлифовальной обработке в качестве баз используем отв., пов. 23 и торец 1.

При внутришлифовальной обработке в качестве баз используем пов. 12 и торец 1.

При токарной тонкой и полировальной обработке в качестве баз используем пов. 12 и торец 16.

Таким образом, обработку цилиндрических поверхностей стержня литейного можно вести от одних и тех же баз.

Схемы базирования приведены в плане обработки в графической части.

## 2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Произведем описание технологического маршрута обработки детали по каждой операции с описанием номера и наименования операции, номеров базовых и обрабатываемых операций, качества и шероховатости, применяемого оборудования. Технологический маршрут обработки заносим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп.	Наименование операции	№ базовых поверх.	№ обраб. поверх.	Точность, качество	шероховатость, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная			16	Ra 40
005	Токарная (черновая)	12,16	1-4,6-11	13	Ra 12,5
			23,5	12	Ra 12,5
010	Токарная (черновая)	1,5	12	12	Ra 12,5
			13-21	13	Ra 12,5
015	Термическая (отжиг)				
020	Токарная (чистовая)	12,16	1-4,6-11	10	Ra 6,3
			23,5	9	Ra 6,3
025	Токарная (чистовая)	1,5	12	9	Ra 6,3
			13-21	10	Ra 6,3
030	Фрезерная	16, 23	24,25,34,35	14	Ra 6,3
			26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	12	Ra 2,5
			36	6	Ra 1,25
			38,40,41,43,45,47,49, 54,58	14	Ra 6,3
			42,46	8	Ra 2,5
			37,39,44,48,50,55,57	6	Ra 1,25
			51,53,56,59	11	Ra 6,3
035	Слесарная				
040	Моечная				
045	Контрольная				
050	Термическая (закалка)				
055	Круглошлифовальная	1,23	12	6	Ra 1,25

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
060	Внутришлифовальная	1,12	23	7	Ra 1,25
			16	8	Ra 1,25
065	Токарная (тонкая)	12,16	1-10	9	Ra 1,25
			11	8	Ra 1,25
070	Полировальная	12,16	1-11	-	Ra 0,63
075	Слесарная				
080	Термическая				
085	Моечная				
090	Контрольная				

### 2.5.3 План обработки детали

План обработки детали "Стержень литевой" представлен в графической части работы.

### 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Данные по выбору средств технологического оснащения сведены в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Выбор оборудования, приспособления, инструмента

№ оп.	Операция	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
005 010	Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ SL-30VNE фирмы Haas Automation, Inc.	Патрон токарный 3-х кулачковый рычажный	Резец проходной с механическим. Пластина 3х-гранная, T5K10. $\varphi=97^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 OCT 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Калибр-пробка ГОСТ 14807-69;

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
				<p>Резец расточной с механическим. Пластина 3х-гранная, T5K10 <math>\varphi=92^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ</math> h=25 b=25 L=100 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная, T5K10 B= 6, B=11 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p>	Шаблон ГОСТ 2534-79
015 020	Токарная (чистовая)	Токарный с ЧПУ SL-30VNE фирмы Haas Automation, Inc.	Патрон токарный 3-х кулачковый рычажный	<p>Резец проходной с механическим креплением. Пластина 3х-гранная, T15K6 <math>\varphi=97^\circ, \varphi_1=8^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ</math> h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец расточной с механическим креплением. Пластина 3х гранная, T15K6 <math>\varphi=97^\circ, \lambda=0 \alpha=11^\circ</math> h=25 b=25 L=100 ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец канавочный с механическим креплением. Пластина канавочная, T15K6 B= 7, B=12 h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ18355-73</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14807-69;</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p>
035	Фрезерная	Горизонтальный обрабатывающий центр ЕС-500HE фирмы Haas Automation, Inc..	Приспособление специальное самоцентрирующее	<p>Фрезы концевые P6M5K5 ГОСТ 17025-71</p> <p>Фрезы концевые радиусные P6M5K5</p> <p>Сверла спиральные комбинированные ОСТ 2И21-1-76 P6M5K5</p> <p>Сверла центровочные тип А ГОСТ 14952-75 P6M5</p> <p>Сверла спиральные ГОСТ 10903-77 P6M5K5</p> <p>Зенкеры цельные ГОСТ 12489-71 P6M5K5</p> <p>Развертки машинные цельная ГОСТ 1672-80 P6M5K5</p> <p>Метчики машинные ГОСТ</p>	Шаблон ГОСТ 2534-79

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
				3266-81, P6M5K5 Цековка Ø 21 T15K6	
055	Круг-лошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3M194	Патрон цанговый	Круг шлифовальный 1 450x45x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором Шаблон ГОСТ 2534-79
060	Внутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3K228B	Патрон мембранный	Круг шлифовальный 5 50x50x12 6 80x40x18 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ14827-69
065	Токарная (тонкая)	Токарный с ЧПУ SL-30BHE фирмы Haas Automation, Inc.	Патрон мембранный	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, T30K4 $\varphi=97^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибр-скоба ГОСТ18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
070	Полировальная	Полировальный станок LC6 1350 фирмы Emme Elle	Патрон 3-х кулачковый	Полировальный диски, полировальная паста	Профилограф
080	Моечная	Камерная моечная машина			

## 2.7 Проектирование технологических операций

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 025.

#### 2.7.1.1 Исходные данные

- Деталь- стержень литевой.

- Материал- сталь 4X5МФС ГОСТ 5950-73  $\sigma_B = 1080$  МПа.
- Заготовка- штамповка
- Обработка- токарная чистовая
- Приспособление- патрон самоцентрирующий

#### 2.7.1.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 25 Токарная (чистовая)

1: Обточить, выдержать размеры  $\varnothing 355_{-0,23}$ ;  $\varnothing 360,4_{-0,14}$ ;

$1^\circ 30' + 10'$ ;  $100,9 \pm 0,07$ ;  $121,1 - 0,05$ ;  $6,2 \times 45^\circ$

2: Расточить отв., выдержать размеры  $\varnothing 67^{+0,12}$ ;  $\varnothing 75^{+0,12}$ ;

$110,9_{-0,05}$

3: Расточить канавку, выдержать размеры  $\varnothing 139^{+0,16}$ ;  $\varnothing 163^{+0,16}$ ;  $110,9 \pm 0,07$ ;

R3

#### 2.7.1.3 Выбор режущих инструментов

1: Резец проходной с механическим креплением ( $h=25$   $b=25$   $L=125$ ).

Пластина T15K6  $\varphi=97^\circ$ .

2: Резец расточной с механическим креплением ( $h=25$   $b=25$   $L=100$ ).

Пластина T15K6.  $\varphi=97^\circ$ .

3: Резец канавочный с механическим креплением ( $h=25$   $b=25$   $L=125$ ).

Пластина канавочная, T15K6.  $V=12$

#### 2.7.1.4 Данные оборудования

Для выполнения операции используется станок модель- SL-30ВНЕ

#### 2.7.1.5 Расчет режимов резания

Расчет выполним для переходов 1 и 2. Результаты расчетов на остальные переходы приведены в таблице.

Срезаемый слой (припуск)  $t$ , мм Переход 1:  $t = 0.5$  мм

Переход 2:  $t = 0.45$  мм

Величина перемещения инструмента за один оборот заготовки  $S$ , мм/об

1:  $S = 0.25$  мм/об [16, с.268].

2: При растачивании отверстий  $S = 0.25$  мм/об [16, с.268].

При подрезке торца:  $S = 0.15$  мм/об [16, с.268].

Определяем скорость перемещения режущей кромки по заготовке  $V$ , м/мин

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.13)$$

где  $C_U$  - базовая величина для данных условий обработки;  $C_U = 420$  [16, с.270];

$T$  - базовая величина для данных условий обработки, мин;  $T = 60$  мин

$t$  - припуск, мм;

$m, x, y$  - табличные величины степеней;  $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$ , [16, с.270];

$K_U$  - коэффициент обеспечивающий условия возникающие при обработке [16, с.282];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.14)$$

где коэффициенты учитывающие:

$K_{MU}$  - состояние материала заготовки [16, с.261];

$K_{ПУ}$  - резание по корке или без;  $K_{ПУ} = 1.0$  [16, с.263];

$K_{ИУ}$  - свойства режущей пластины;  $K_{ИУ} = 1.0$  [16, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.15)$$

где  $K_{\Gamma} = 1.0$  [16, с.262];

$n_U = 1.0$  [16, с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{1080}\right)^{1.0} = 0.69.$$

Тогда  $K_U = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.69 = 0.69$ .

$$1: V_T = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.5^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0.69 = 187.1 \text{ м/мин.}$$

2: при растачивании отверстий:

$$V_p = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.45^{0.15} \cdot 0.25^{0.2}} \cdot 0.69 \cdot 0.9 = 171.0 \text{ м/мин.}$$

Переход 2: при подрезке торца:

$$V_p = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.45^{0.15} \cdot 0.15^{0.2}} \cdot 0.69 \cdot 0.9 = 189.4 \text{ м/мин.}$$



Определим частоту вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.16)$$

1: При точении  $\varnothing 360,4$ :  $n_1 = \frac{1000 \cdot 187.1}{3.14 \cdot 360.4} = 165 \text{ мин}^{-1}$

2: При растачивании  $\varnothing 75$ :  $n_2 = \frac{1000 \cdot 171}{3.14 \cdot 75} = 726 \text{ мин}^{-1}$

2: При подрезании торца  $\varnothing 75/67$ :  $n_3 = \frac{1000 \cdot 189.4}{3.14 \cdot 75} = 804 \text{ мин}^{-1}$

2: При растачивании  $\varnothing 67$ :  $n_4 = \frac{1000 \cdot 171}{3.14 \cdot 67} = 813 \text{ мин}^{-1}$

Проведем корректировку частоты вращения по паспорту станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование)

$$n_1 = 165 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_2 = 726 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_3 = 804 \text{ мин}^{-1}$$

$$n_4 = 813 \text{ мин}^{-1}$$

Определим силовые составляющие

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.17)$$

где  $C_p$  - величина учитывающая условия обработки;  $C_p = 300$  [16,с.273];

$x, y, n$  - табличные значения степеней;  $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$  [16,с.273];

$K_p$  - корректирующий коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}} \quad (2.18)$$

$K_{MP}$  - коэффициент учитывающий качество материала заготовки

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.19)$$

где  $\sigma_B$  - механическое напряжение;

$$n = 0.75 [16, с.264];$$

$$K_{MP} = \left(\frac{1080}{750}\right)^{0.75} = 1.31$$

$K_{\phi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{r p}$ - показатели учитывают геометрию режущих пластин

$$K_{\phi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{r p} = 1,0 [16, с.275];$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 187,1^{-0,15} \cdot 1,31 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 282 \text{ Н.}$$

Определим требуемую мощность  $N$ , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{282 \cdot 187,1}{1020 \cdot 60} = 0,86 \text{ кВт} \quad (2.20)$$

Требуемая мощность должна быть меньше мощности станка. У станка SL-30BHE

$$N_{штп} = N_d \cdot \eta = 14,9 \cdot 0,75 = 11,1 \text{ кВт}; \quad 0,86 < 11,1, \text{ т. е. обработка возможна.}$$

### 2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Результаты расчета в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	операция	переход	t, мм	S, мм/об	$V_T$ , м/мин	$n_T$ , об/мин	$n_{пр}$ об/мин	$V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05	Обтачивание черновое	Обточить Ø201,4	2,5	0,5	77	121	121	77
		Подрезать Ø366,2	2,5	0,5	77	67	67	77
		Расточить Ø64,7	3,0	0,5	72	354	354	72
		Точить канавку Ø 213,5	9	0,2	55	82	82	55
10	Обтачивание черновое	Обточить Ø361,4	2,5	0,5	77	68	68	77
		Расточить Ø74,1	3,0	0,5	72	309	309	72
		Расточить Ø66,1	3,0	0,5	72	347	347	72
		Точить канавку Ø163	10	0,2	55	107	107	55
20	Токарная (чистовая)	Точить Ø200,4	0,5	0,25	187,1	297	297	187,1
		Подрезать Ø360,4	0,5	0,25	187,1	153	153	187,1

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Расточить Ø65,8	0,45	0,25	171,0	827	827	171,0
		Точить канавку Ø 214,1	0,5	0,15	140	208	208	140
25	Токарная (чистовая)	Точить Ø360,4	0,5	0,25	187,1	165	165	187,1
		Расточить Ø75	0,45	0,25	171,0	726	726	171,0
		Подрезать Ø75/68	0,45	0,15	189,4	804	804	189,4
		Расточить Ø67	0,45	0,25	171,0	813	813	171,0
		Точить канавку Ø 163	0,5	0,15	140	273	273	140
30	Фрезерная	Фрезер. фрезой Ø 6 черн	3	0,4	45	2388	2388	45
		Фрезер. фрезой Ø 6 чист	0,4	0,05	240	12838	8000	150,7
		Фрезер. фрезой Ø 20	1,0	0,4	80	1274	1274	80
		Центровать Ø 3,15/6,7	1,57	0,08	18	855	855	18
		Сверлить Ø 9/11	5,5	0,25	20	579	579	20
		Зенкеровать Ø 9,59	0,25	0,50	18	597	597	18
		Развернуть Ø 9,88	0,15	0,8	13	418	418	13
		Развернуть Ø 10	0,10	0,5	9	286	286	9
		Сверлить Ø 12	6,0	0,25	20	318	318	20
		Сверлить Ø 15,5/21	10,5	0,4	24	364	364	24
		Зенкеровать Ø 16	0,25	0,5	19	318	318	19
		Развернуть Ø 16,3	0,15	0,8	14	273	273	14
		Развернуть Ø 16,5	0,10	0,5	10	193	193	10
		Сверлить Ø 10,5/17	8,5	0,35	19	355	355	19
		Цековать Ø 17	0,5	0,05	80	1498	1498	80
		Зенкеровать Ø 11	0,25	0,5	18	521	521	18
		Развернуть Ø 11,3	0,15	0,8	13	366	366	13
		Развернуть Ø 11,5	0,10	0,5	9	249	249	9
		Сверлить Ø 7	3,5	3,5	17	773	773	17
		Сверлить Ø 9/7	4,5	4,5	19	672	672	19
		Сверлить Ø 19	8,5	8,5	22	368	368	22
		Зенкеровать Ø 19,5	0,25	0,5	20	326	326	20
		Развернуть Ø 19,8	0,15	0,8	15	241	241	15
		Развернуть Ø 20	0,10	0,5	11	175	175	11
		Нарезать резьбу М8	1,0	1,0	7	278	278	7
Нарезать резьбу М16	1,0	1,0	9	179	179	9		
Нарезать резьбу М20	1,0	1,0	10	159	159	10		
55	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø360	0,2	0,006* 12	45	40	40	45
60	Внутришлифовальная	Шлифовать отв. Ø66	0,2	5400** 0,006*	45	217	217	45
		Шлифовать торец Ø345	0,2	5400** 0,008*	45	41	41	45
65	Токарная (тонкая)	Точить Ø198,8	0,2	0,1	420	673	673	420
		Подрезать торец до Ø360	0,2	0,1	420	371	371	420
		Расточить канавку Ø 214,5	0,2	0,1	360	534	534	360
70	Полировальная	Полировать контур	0,02	0,8	30	26	26	30

\* - подача в мм/ХОД

\*\* - подача в мм/МИН

### 2.7.3 Определение норм времени

Время на выполнение технологической операции [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.21)$$

где  $T_{п-з}$  - время на ознакомление с чертежом, мин;

$n$  - объем заготовок в партии, шт

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.22)$$

где  $N$  - объем выпуска изделий за год;

$a$  - периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня). Принимаем  $a = 12$ ;

$Д$  - количество рабочих дней.

$$n = 5000 \cdot 12 / 254 = 236$$

Определим время на выполнение технологической операции  $T_{шт}$ :

Для всех операций, кроме шлифовальной:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.23)$$

Для абразивных операции:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \quad (2.24)$$

где  $T_o$  - машинное время, мин

$T_v$  - время на управление станком, мин.

$$T_v = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.25)$$

где  $T_{y.c}$  - время на базирование и снятие заготовки, мин

$T_{з.о}$  - время на зажим и разжим заготовки, мин;

$T_{уп}$  - время на режимы управления станком, мин;

$T_{из}$  - время на контроль заготовки, мин;

$K = 1,85$  - коэффициент для среднесерийного производства

$T_{об.от}$  - время на удаление стружки и замену инструмента, мин.

$T_{\text{тех}}$  - время на смазку и ремонт

$T_{\text{от}}$  - время на отдых, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{о}} \cdot t_{\text{п}} / T \quad (2.26)$$

где  $t_{\text{п}}$ - время на восстановление профиля инструмента, мин

$T$ - время между правками инструмента, мин

Проведем расчет норм времени на все операции. Результаты расчетов норм времени заносим в таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_{\text{о}}$ мин	$T_{\text{в}}$ мин	$T_{\text{оп}}$ мин	$T_{\text{об.о}}$ т мин	$T_{\text{п-з}}$ мин	$T_{\text{шт}}$ мин	n	$T_{\text{шт-к}}$ мин
05	Токарная (черновая)	5,959	0,840	6,799	0,408	26	7,207	236	7,317
10	Токарная (черновая)	7,089	0,817	7,906	0,474	26	8,380	236	8,490
20	Токарная (чистовая)	4,602	0,982	5,584	0,335	26	5,919	236	6,029
25	Токарная (чистовая)	5,453	0,936	6,389	0,383	26	6,772	236	6,882
30	Фрезерная	69,434	2,283	71,717	4,303	86	76,020	236	76,384
55	Круглошлифовальная	4,583	0,706	5,299	0,820	24	6,119	236	6,221
60	Внутришлифовальная	2,033	0,662	2,695	0,371	21	3,066	236	3,155
65	Токарная (тонкая)	4,388	1,039	5,427	0,326	23	5,753	236	5,850
70	Полировальная	7,120	0,560	7,680	0,460	23	8,140	236	8,237

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Произведем описание конструкции и расчет токарного рычажного патрона для обработки детали на токарной операции 025.

##### 3.1.2 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо определить главную составляющую силы резания  $P_z$ .

Главная составляющая силы резания определена в разделе 2.7:  $P_z = 282$  Н,

##### 3.1.3 Расчет усилия зажима

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

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

где  $K$  – гарантированный коэффициент запаса;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

$R_o$  –  $\frac{1}{2}$  диаметра обработки, мм

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачка;  $f = 0,16$

$R$  –  $\frac{1}{2}$  диаметра поверхности касания кулачков, мм.

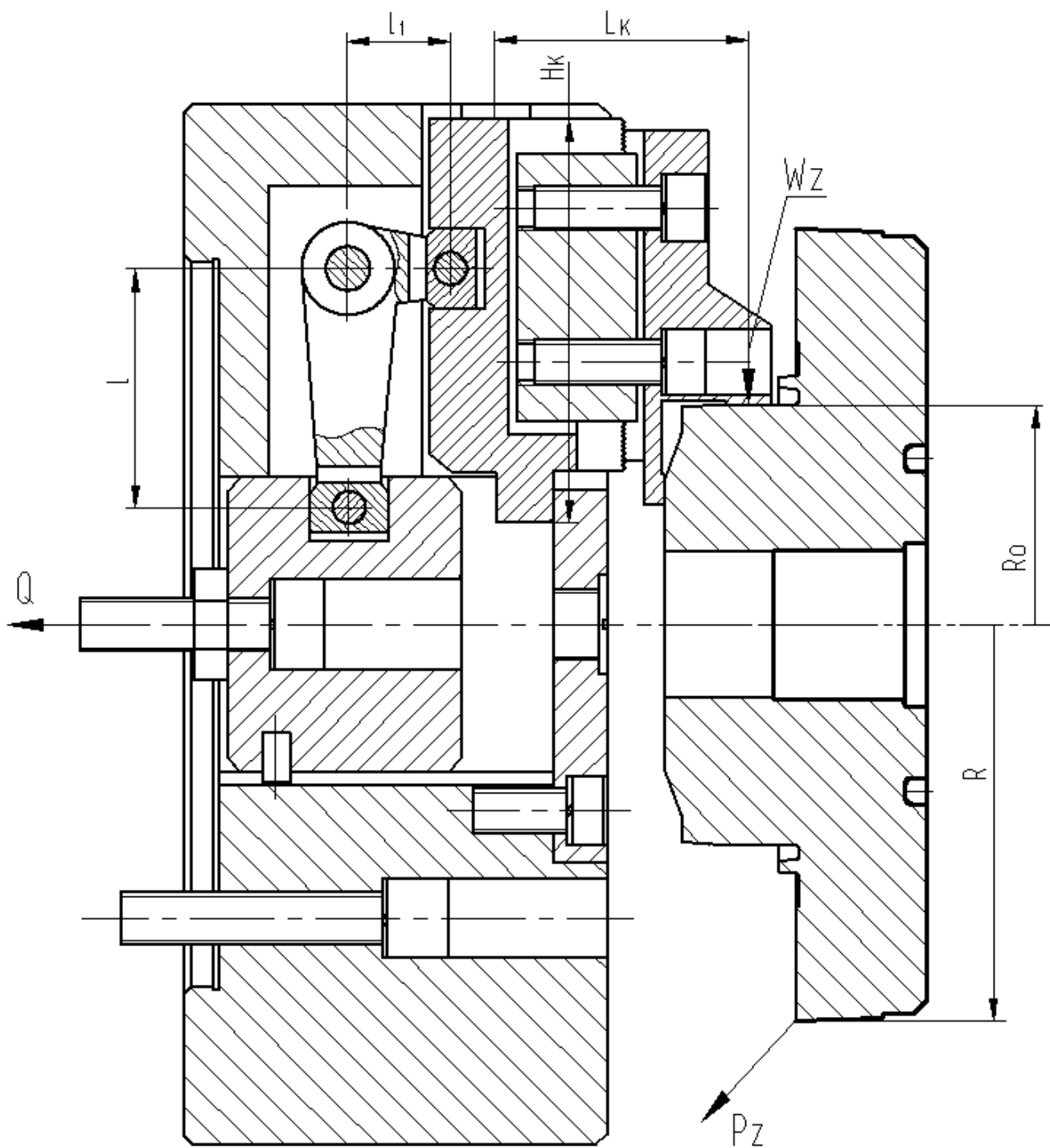


Рисунок 3.1- Схема приложения сил

Коэффициент запаса [17, с.382]:

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

где коэффициенты характеризующие:

$K_0$  - запас надежности;  $K_0 = 1,5$  [17, с.382];

$K_1$  - изменение сил резания при увеличении глубины срезаемого слоя;

$K_1 = 1,0$  [17, с.382];

$K_2$  - изменение сил при изменении геометрии режущей кромки;  $K_2 = 1,2$  [17, с.383];

$K_3$  - условия при непостоянной обработке;  $K_3 = 1,2$  [17, с.383];

$K_4$  - стабильность силы зажима;  $K_4 = 1,0$  [17, с.383];

$K_5$  - удобство ручного зажима;  $K_5 = 1,0$  [17, с.383];

$K_6$  - изменение сил при обработке плоских заготовок;  $K_6 = 1,0$  [18, с.384].

$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16$ .

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

Тогда:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 282 \cdot 360,4/2}{0,16 \cdot 200,4/2} = 7924 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Сила возникающая на постоянных кулачках  $W_1$ , не постоянна и может увеличиваться в большую сторону по сравнению с силой на сменных кулачках  $W$ :

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \left( \frac{L_K}{H_K} \right)}, \quad (3.3)$$

где  $K_1 = 1,1$  [2, с.153]

$f_1 = 0,1$  [2, с.153];

$L_K = 116 \text{ мм}$ ;

$H_K = 185 \text{ мм}$ .

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{7924}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \left( \frac{116}{185} \right)} = 10735 \text{ Н.}$$

Определим потребное усилие силового привода:



$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (3.4)$$

где  $l_1, l$  – плечи рычага, мм

$$Q = 10735 \cdot \frac{44}{110} = 4294 \text{ Н.}$$

### 3.1.5 Выбор конструкции и расчет силового привода

В качестве привода принимаем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Тянущая сила на штоке для привода двухстороннего действия определяется по формуле.

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

где  $Q$  – тянущая сила на штоке, Н;

$D$  – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

$d$  – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

$p$  – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Приняв приближенно  $d = 0.2D$ , получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.6)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.7)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{4294}{0,4 \cdot 0,9}} = 127.8 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный размер пневмоцилиндра с  $D = 200$  мм.

### 3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

По результатам расчетов выполняем чертеж приспособления.

Патрон устанавливается на передний конец шпинделя и крепится винтами 26 с шайбами 42. Патрон состоит из корпуса 4, в направляющие которого установлены подкулачники 12. К подкулачникам 12 с помощью сухарей 17 винтами 25 с шайбами 41 крепятся сменные кулачки 8. В центральном отверстии корпуса патрона на винте 27 установлена втулка 1. В паз подкулачника 12 и в выточку втулки 1 входят сухари 18, установленные на рычаге 16 с помощью осей 9. Рычаг 16 установлен в корпусе патрона на оси 10. К корпусу 4 винтами 24 крепится фланец 20 с пробкой 13.

Винт 27 с помощью гайки 31 соединен с тягой 19, которая, в свою очередь соединена со штоком 21 пневмоцилиндра.

Пневмопривод содержит корпус 5, в котором на подшипниках 38 установлена крышка 7, крепящаяся винтами 23 с шайбами 40 к корпусу пневмоцилиндра 6. На конце штока 21 установлен поршень 11, закрепленный гайкой 30 со стопорной шайбой 39. Для предотвращения ударов поршня о стенки пневмоцилиндра на нем установлены демпферы 3.

Между подшипниками 38 установлена втулка 2. Левый подшипник фиксируется кольцом 37.

Для подачи воздуха в корпусе пневмоцилиндра просверлены каналы, выходные отверстия которых закрыты пробками 14.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца 32, 33, 34, 35, 36.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в кулачках 8 с упором в торец. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 11 через шток 21, тягу 19, винт 27 толкает втулку 1 вперед, рычаг 16 поворачивается на оси 10, раздвигает сухарями 18 подкулачники 12 с закрепленными на них сменными кулачками 8,

которые зажимают заготовку по отверстию. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень 11 отходит назад, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Рассчитаем и сконструируем спиральное сверло из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком для обработки глухого отверстия длиной  $l = 95$  мм

Диаметр сверла  $d = 12$  мм.

Конструкцию сверла примем на основании, авторского свидетельства №1103960, автор В.И. Денисенко.

Сущность патента: Сверло, рабочая часть которого имеет дополнительную подточку задних поверхностей вблизи поперечной кромки, образуя укороченные передние поверхности. Цель – повышение стойкости сверла. При резании на укороченных передних поверхностях образуется устойчивый нарост, который осуществляет резание. Облегчена транспортировка стружки по канавкам.

#### 3.2.1 Определяем режим резания

Режимы резания рассчитаны в п. 8.

Глубина резания  $t = 6,0$  мм.

Подача  $S = 0,25$  мм/об .

Скорость резания  $V = 20$  м/мин.

Частота вращения шпинделя  $n = 318$  мин<sup>-1</sup>.

#### 3.2.2 Расчёт сил резания

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.8)$$

Осевая сила

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.9)$$

где  $C_m, C_p$  - поправочные коэффициенты;  $C_m = 0,0345$ ;  $C_p = 68$  [16, с.281];

$q, y$ , - показатели степени;

для крутящего момента  $q = 2.0, y = 0.8$ , [16, с.281];

для осевой силы  $q = 1.0, y = 0.7$ , [16, с.281];

$K_p$  – учитывает действительные условия резания

$$K_p = K_{MP} \quad (3.10)$$

$K_{MP}$  – коэф-т учитывает состояние материала заготовки [16, с.264];

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (3.11)$$

где  $\sigma_B$  – механическое напряжение;

$n = 0.75$  [16, с.264];

$$K_{MP} = \left( \frac{1080}{750} \right)^{0.75} = 1.31;$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 12^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,31 = 21,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 12^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,31 = 4050 \text{ Н}$$

### 3.2.3 Расчёт геометрически и конструктивных параметров сверла

#### 3.2.3.1 Определяем номер конуса Морзе хвостовика

Момент трения между хвостовиком и втулкой

$$M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_o (D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} \cdot (1 - 0.4 \Delta \theta) \quad (3.12)$$

Приравниваем момент трения к максимальному моменту сил сопротивления

резанию, т. е. к моменту, создающемуся при работе затупившимся сверлом, который увеличивается до 3 раз по сравнению с моментом, принятым для нормальной работы сверла.

Следовательно,

$$3M_{ср} = M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_o(D_1 + d_2)}{4 \sin \theta} \cdot (1 - 0.04\Delta\theta) \quad (3.13)$$

Средний диаметр конуса хвостовика

$$d_{ср} = (D_1 + d_2)/2 \quad (3.14)$$

или

$$d_{ср} = \frac{6 \cdot M_{ср} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_o(1 - 0.04\Delta\theta)}, \quad (3.15)$$

где  $M_{ср} = 21,5$  Н·м - момент сопротивления сил резанию;

$P_o = 4050$  Н - осевая сила;

$\mu = 0,096$  - коэффициент трения стали по стали;

$\theta = 1^\circ 26' 16''$  - половина угла конуса (конусность равна 0,05020;  $\sin \theta = 0,0251$ );

$\Delta\theta = 5'$  - отклонение угла конуса;

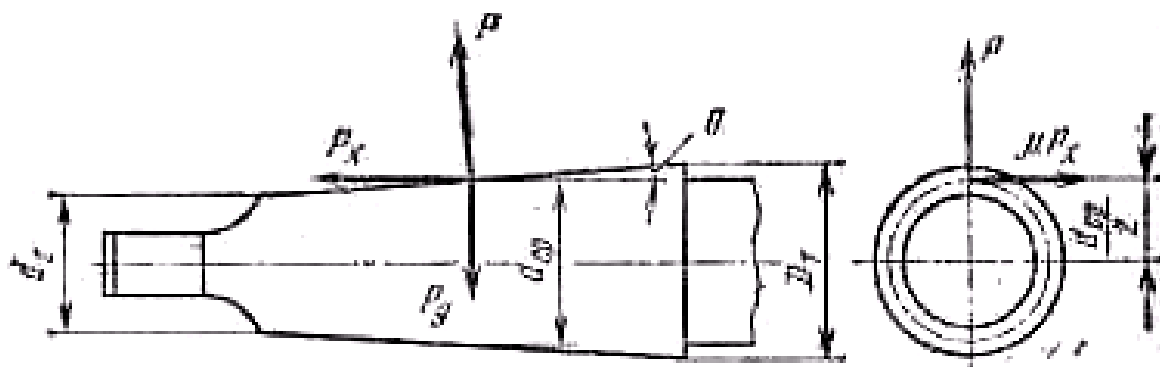


Рисунок 3.2 - Схема сил, действующих на конический хвостовик сверла

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 21.5 \cdot \sin 1^{\circ}26'16''}{0.096 \cdot 4050 \cdot (1 - 0.2)} = 0.0104 \text{ м} = 10,4 \text{ мм}$$

По СТ СЭВ 147 - 75 выбираем ближайший больший конус, т. е. конус Морзе № 1 с лапкой, со следующими основными конструктивными размерами:  $D = 12,065 \text{ мм}$ ;  $d_2 = 8,7 \text{ мм}$ ;  $l_4 = 65,5 \text{ мм}$ . Остальные размеры хвостовика указывают на чертеже инструмента

### 3.2.3.2 Определяем длину сверла

Общую длину сверла  $L$ ; длины рабочей части  $l_0$ , хвостовика и шейки принимаем по ГОСТ 10903-77 с учетом глубины отверстия  $L = 205 \text{ мм}$ ;  $l_0 = 120 \text{ мм}$ ;

Центровое отверстие выполняется по форме В ГОСТ 14034 - 74.

3.2.3.3 Определяем геометрические и конструктивные параметры режущей части сверла. По [12, с. 151, табл. 43] находим форму заточки: нормальная с подточкой поперечной кромки.

Угол наклона винтовой канавки  $\omega = 30^{\circ}$ .

Задний угол  $\alpha = 12^{\circ}$ .

Угол наклона поперечной кромки  $\psi = 55^{\circ}$ .

### 3.2.3.4 Шаг винтовой канавки

$$f = \frac{\pi D}{\text{tg}\omega} = \frac{3.14 \cdot 12}{\text{tg}30} = 65,2 \text{ мм} \quad (3.16)$$

3.2.3.5 Толщина  $d_c$  сердцевины сверла в зависимости от диаметра сверла:

$$d_c = (0,19-0,15)D = (0.19-0.15) \cdot 12 = 2,28-1,8 \text{ мм} \quad (3.17)$$

Принимаем толщину сердцевины у переднего конца сверла равной 2 мм.

Утолщение сердцевины, по направлению к хвостовику 1,4 - 1,8 мм на 100 мм длины рабочей части сверла, Принимаем это утолщение равным 1,6 мм.

3.2.3.6 Обратная конусность сверла (уменьшение диаметра по направлению к хвостовику) на 100 мм длины рабочей части должна находиться в пределах: 0,02-0,08 мм

Принимаем обратную конусность равной 0,05 мм.

3.2.3.7 Ширину ленточки  $f_0$  и высоту затылка по спинке  $K$  выбираем по [12, с. 158, табл. 63.]

В соответствии с диаметром  $D$  сверла  $f_0 = 1,1$  мм;  $K = 0,4$  мм.

3.2.3.8 Ширина пера

$$B = 0,58D = 0,58 \cdot 12 = 7,0 \text{ мм} \quad (3.18)$$

3.2.3.9 Исполнительный размер диаметра сверла устанавливается в зависимости от допуска на обрабатываемое отверстие.

Наибольший диаметр сверла  $d_{\text{нов}}^{\text{max}}$  определяется по формуле:

$$d_{\text{нов}}^{\text{max}} = D_{\text{max}} - B = D + TD - B, \quad (3.19)$$

$$d_{\text{нов}}^{\text{min}} = D_{\text{min}} + A = D + Td + A = d_{\text{нов}}^{\text{max}} - Td \quad (3.20)$$

где  $D_{\text{max}}$  – наибольший диаметр отверстия;

$D_{\text{min}}$  - наименьший диаметр отверстия;

$TD$  – допуск на диаметр отверстия

$$Td = \frac{1}{3} \cdot TD = \frac{1}{3} \cdot 0,27 = 0,09 \text{ мм} \quad (3.21)$$

$A$  - допуск на износ и перешлифовку сверла;

$B$  – ожидаемая разбивка;

$$B = 0,45TD \quad (3.22)$$

$$B = 0,45 \cdot 0,27 = 0,12 \text{ мм}$$

$$d_{\text{НОВ}}^{\text{max}} = 13,27 - 0,12 = 13,15$$

$$d_{\text{НОВ}}^{\text{min}} = 13,15 - 0,09 = 13,06$$

В соответствии с ГОСТ 13779-77, устанавливающим допуски на исполнительный диаметр сверла, получим:

$$\varnothing 12^{+0,15}_{+0,06}$$

3.2.3.10 Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла (по СТ СЭВ 566 - 77 и ГОСТ 885- 77).

Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по качеству 14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347-82.

Предельные отклонения размеров конуса хвостовика устанавливаются по ГОСТ 2848-75 (степень точности АТ7).

Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,03 мм.

У рабочей части сверла HRC 61 - 67, у лапки хвостовика сверла HRC 35 - 41.

3.2.3.11 Выполняем рабочий чертеж



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

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

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SL-30VNE фирмы Haas Automation, Inc.	Металл, СОЖ
3	Сверление, фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный обрабатывающий центр EC-500NE фирмы Haas Automation, Inc..	Металл, СОЖ
4	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М194	Металл, СОЖ
5	Внутреннее шлифование	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К228В	Металл, СОЖ
6	Полирование	Полировальная операция	Полировщик	Полировальный станок LC6 1350 фирмы Emme Elle	Металл, СОЖ

## 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

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

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Пресс КГШП
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный с ЧПУ SL-30VHE фирмы Haas Automation, Inc.
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Горизонтальный обрабатывающий центр EC-500HE фирмы Haas Automation, Inc..
4	Внутришлифовальная операция Круглошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Торцевнутришлифовальный п/а 3K228B Круглошлифовальный п/а 3M194
5	Полировальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте	Полировальный станок LC6 1350 фирмы Emme Elle

### 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

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

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

### Продолжение таблицы 4.3

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

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

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

##### 4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

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

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

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

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

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Кузнечный участок	Пресс КГШП	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок лезвийной обработки	Токарный с ЧПУ SL-30VHE фирмы Haas Automation, Inc. Горизонтальный обрабатывающий центр EC-500HE фирмы Haas Automation, Inc.	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Участок абразивной обработки	Торцевнутришлифовальный п/а 3K228B Круглошлифовальный п/а 3M194 Полировальный станок LC6 1350 фирмы Emme Elle	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приводятся в таблице 4.5

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

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

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

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерная операция Горизонтальный обрабатывающий центр ЕС-500HE фирмы Haas Automation, Inc.	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

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

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



Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерная операция	Горизонтальный обрабатывающий центр ЕС-500НЕ фирмы Naas Automation, Inc.	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты, СОЖ	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

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

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

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

сферу	
-------	--

Продолжение таблицы 4.8

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

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

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

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления кулачка расточного полуавтомата, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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

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

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

## 5 Экономическая эффективность работы

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

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

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика операций по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Программа выпуска – 5000 шт. Деталь – стержень литевой Метод получения заготовки – штамповка Материал – сталь 4Х5МФС ГОСТ 5950,73 Масса детали – $M_D = 54,9$ кг. Масса заготовки – $M_3 = 67,6$ кг.	
<p style="text-align: center;"><u>Операция 035 – Токарная тонкая</u></p> Получистовая обработка конуса Морзе производится тонким точением. <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станках с ЧПУ, модель 16А20Ф3. <u>Оснастка</u> – поводковый патрон с центром; центр упорный. <u>Инструмент</u> – резец-вставка токарный для контурного точения с 3-хгранной пластиной, Т30К4. $T_O = 1,038$ мин $T_{шт} = 1,463$ мин	<p style="text-align: center;"><u>Операция 035 – Круглошлифовальная черновая</u></p> Получистовая обработка конуса Морзе производится черновым шлифованием. <u>Оборудование</u> – круглошлифовальный п/а, модель 3М151. <u>Оснастка</u> – поводковый патрон с центром; центр упорный. <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 250×25×203 91А F60 L9 ГОСТ Р 52781-2007. $T_O = 0,357$ мин $T_{шт} = 0,768$ мин
Тип производства – серийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Представив краткое описание предлагаемых изменений, рассчитаем капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, для этого будем использовать специальную методику [10], согласно которой данная величина составляет  $K_{ВВ.ПР} = 93677,46$  руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение оборудования, оснастки, инструмента, затрат на проектирование и других затрат, необходимых для осуществления предложенных изменений.

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

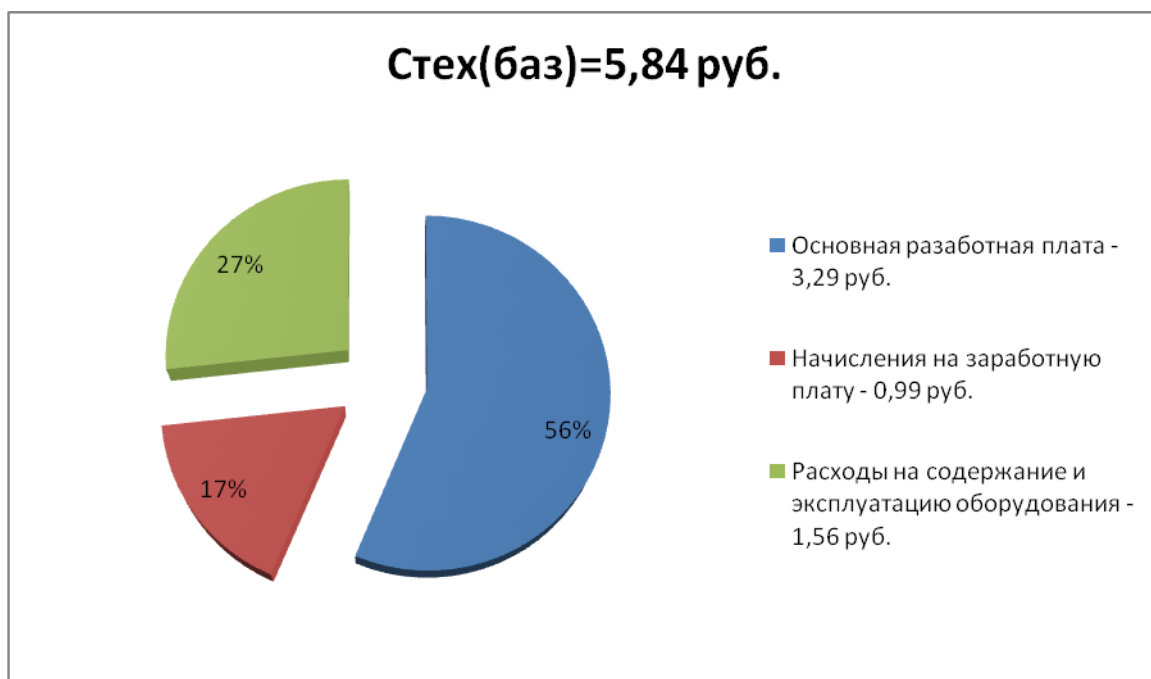


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 035 по базовому варианту

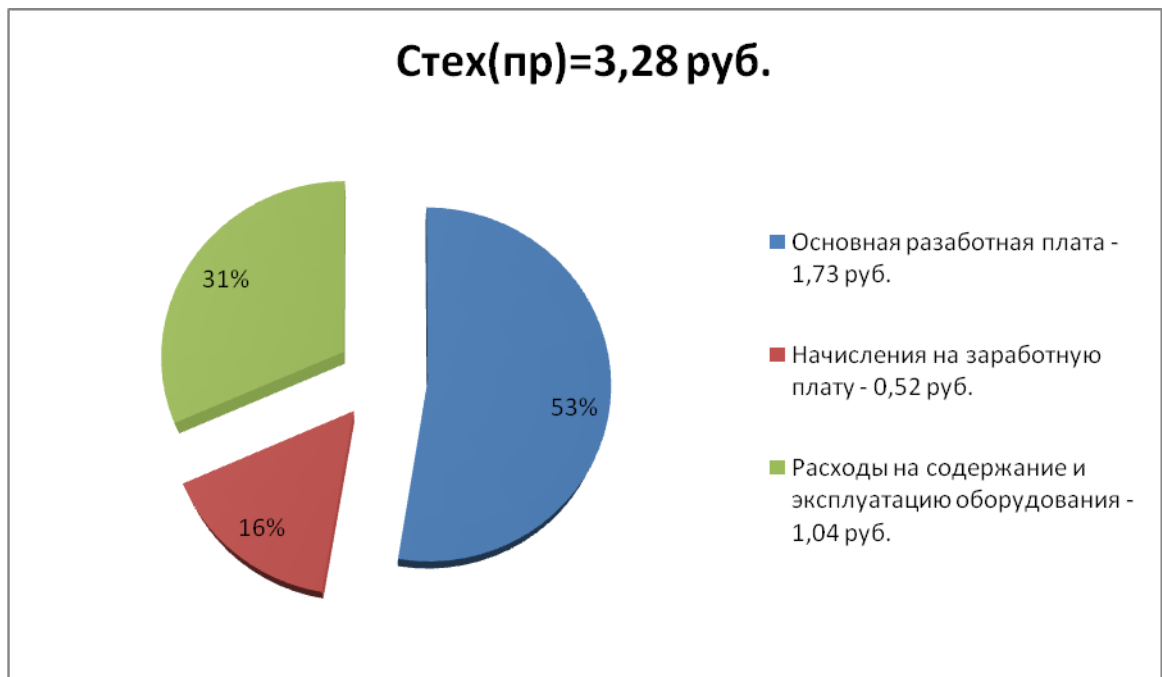


Рисунок 5.2 – Структура технологической себестоимости выполнения операции 035, по проектному варианту

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [10] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 035. Согласно расчетам по базовому варианту полная себестоимость без учета затрат на материал, как обосновывалось ранее, составила 17,87 руб.; а по проектному варианту – 9,6 руб.

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

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

$$\Pi_{\text{Р.ОЖ}} = \Delta_{\text{УГ}} = (7,87 - 9,6) \cdot 5000 = 41350 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 41350 \cdot 0,2 = 8270 \text{ руб.}$$

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

$$П_{Р.ЧИСТ} = 41350 - 8270 = 33080 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{93677,46}{33080} + 1 = 3,83 = 4 \text{ года}$$

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

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 33080 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 104830,52 \text{ руб}$$

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

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 104830,52 - 93677,46 = 11153,06 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{104830,52}{93677,46} = 1,12 \text{ руб./руб.}$$

Предлагаемые изменения по операции 035 технологического процесса, можно считать экономически обоснованными. Данное заключение делаем основываясь, во-первых, на том, что достигнуто снижение себестоимости выполнения данной операции на 46,3%. А во вторых, интегральный экономический эффект от изменений, согласно расчетам, составил 11153,06 руб., что подтверждает эффективность работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработан новый технологический процесс изготовления детали в условиях крупносерийного производства;
- разработана заготовка, полученная методом горячей объемной штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование - станки с ЧПУ, автоматы и полуавтоматы;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен высокопроизводительный инструмент с износостойкими покрытиями;
- для токарных работ применены токарные станки с ЧПУ SL-30BHE фирмы Haas Automation, Inc., что позволяет получить рабочий контур без шлифования;
- фрезерные и сверлильные операции выполняются на горизонтальном обрабатывающем центре EC-500HE фирмы Haas Automation, Inc., позволяющем получить отверстия без последующего координатного шлифования;
- полирование производится на полировальном станке LC6 1350 фирмы Emme Elle, что существенно снижает штучное время;
- вместо ручной слесарной операции применена электрохимическая, что позволяет существенно снизить штучное время;
- предложена конструкция сверла спирального с радиусной кромкой и дополнительной подточкой задних поверхностей вблизи поперечной кромки;
- спроектирован патрон токарный рычажный с пневмоприводом.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей работы, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 11153,06 рубля.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
2. Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
3. Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
4. Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
5. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
6. Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
7. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2000, 68 с.
8. ГОСТ 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. Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техниках: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.
12. 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.



13. 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.
14. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.], под общ. ред. И.А. Ординарцева –Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 846 с.
15. 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.
16. 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.
17. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.
18. Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.
19. Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса





Дубл.	Взам.	Подп.																		
			цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тшт.	
А			Обозначение документа																	
Б																				
A01	XXXXXX	065	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93															
B02	391148XXX		SL-30BHE			2	15929	411	1P	1	1	1	1	1	236	1	23	5,753		
03																				
A04	XXXXXX	070	4191	Полировальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
B05	38132XXX		LC6 1350			2	18873	411	1P	1	1	1	1	1	236	1	23	8,140		
06																				
A07	XXXXXX	075	0100	Слесарная																
08																				
A09	XXXXXX	080	0511	Термическая																
10																				
A11	XXXXXX	085	0130	Моечная																
B12	375698XXX		КММ																	
13																				
A14	XXXXXX	090	0200	Контрольная																
15																				
16																				
17																				
18																				
МК																				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
Операционные карты















## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.539.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.539.60.001	Втулка	1	
		2	16.07.ТМ.539.60.002	Втулка	1	
		3	16.07.ТМ.539.60.003	Демпфер	2	
		4	16.07.ТМ.539.60.004	Корпус патрона	1	
		5	16.07.ТМ.539.60.005	Корпус	1	
		6	16.07.ТМ.539.60.006	Корпус	1	
		7	16.07.ТМ.539.60.007	Крышка	1	
		8	16.07.ТМ.539.60.008	Кулачок	3	
		9	16.07.ТМ.539.60.009	Ось	6	
		10	16.07.ТМ.539.60.010	Ось	3	
		11	16.07.ТМ.539.60.011	Поршень	1	
		12	16.07.ТМ.539.60.012	Подкулачник	3	
		13	16.07.ТМ.539.60.013	Пробка	1	
		14	16.07.ТМ.539.60.014	Пробка	3	
		15	16.07.ТМ.539.60.015	Прокладка	1	
		16	16.07.ТМ.539.60.016	Рычаг	3	
		17	16.07.ТМ.539.60.017	Сухарь	3	
		18	16.07.ТМ.539.60.018	Сухарь	6	
			16.07.ТМ.539.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Издано.	Марков				Лит.	Лист
Прое.	Бобровский					1
						3
И. контр.	Виткалов				ТТУ, гр. ТМБз-1101	
Уте.	Бобровский					





