

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
автоматизированных машиностроительных производств»  
Специальность «Технология машиностроения»

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему «Технологический процесс изготовления корпуса зажимного приспособления».

Студент(ка)	<u>В.А. Звонарева</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>А.В. Щипанов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>Л.Н. Горина</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

### Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Бобровский  
(личная подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

## Аннотация

УДК 621.9

В данном дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления корпуса зажимного приспособления.

Произведен расчет заготовки детали и выбран наиболее экономически оптимальный. Выбран технологический маршрут изготовления корпуса детали с наиболее эффективными путями обработки поверхностей и средств технологического оснащения. Произведены расчеты режимов резания и норм времени. Также предложено совершенствование имеющегося оборудования для дальнейшего развития среднесерийного производства.

Произведено экономическое обоснование использования выбранного оборудования и выполнен расчет экономической эффективности.

Объем работы составляет 115 страниц, 7 рисунков, 29 таблиц, 79 формул.

## Содержание

Введение, цель проекта	5
1. Анализ исходных данных	6
1.1. Анализ технического назначения деталей и условий их работы	6
1.2. Исследование поверхностей детали	7
1.3. Анализ требований к поверхности детали	8
1.3.1. Марка материала	8
1.3.2. Технологичность конструкции	9
1.3.3. Задачи проектирования в рамках данной работы	10
2. Определение типа производства и выбор стратегии разработки ТП	11
2.1. Определение типа производства	11
2.2. Выбор стратегии разработки технологического процесса	11
3. Выбор метода получения заготовки и маршрутов обработки поверхностей	14
3.1. Выбор метода получения заготовки	14
3.2. Выбор маршрутов обработки поверхностей	20
3.3. Расчет припусков на механическую обработку и проектирование заготовки	23
4. Разработка технологического маршрута и схем базирования	30
4.1. Разработка технологического маршрута	30
4.2. Разработка схем базирования	34
5. Выбор средств технологического оснащения	35
5.1. Выбор оборудования	37
5.2. Выбор приспособлений	37
5.3. Выбор режущего инструмента	38
5.4. Выбор средств контроля	42

6. Нормирование технологического процесса	44
6.1. Определение режимов резанья	44
6.2. Расчет норм времени	48
7. Совершенствование операций с помощью научных исследований	50
7.1. Ситуационное описание	50
7.2. Анализ	59
8. Проектирование приспособления	52
8.1. Анализ исходных данных	52
8.2. Расчёт сил резания	53
8.3. Расчёт усилия закрепления заготовки	53
8.4. Расчёт параметров силового привода	55
8.5. Описание работы патрона трёхкулачкового	57
9. Проектирование режущего инструмента	59
9.1. Исходные данные	59
9.2. Геометрические параметры режущего инструмента и выбор материала для его изготовления	60
9.3. Предельные размеры диаметров отверстия и коэффициент глубины сверления и расчетные диаметры	61
9.4. Размеры ленточки сверла	62
9.5. Параметры стружечной канавки	62
9.6. Осевая сила и крутящий момент	63
9.7. Площадь поперечного сечения сверла	65
9.8. Диаметр сердцевины	66
9.9. Длина сверла	66
10. Безопасность и экологичность технического объекта	69
10.1. Конструктивно-технологическая характеристика	69

10.2.	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	70
10.3.	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	80
10.4.	Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)	82
10.5.	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	87
11.	Экономическая эффективность проекта	90
11.1.	Краткий список характеристик базового и проектируемого вариантов	90
11.2.	Исходный набор показателей для экономического обоснования	91
11.3.	Расчёт требуемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	96
11.4.	Расчёт требуемых инвестиций (капитальных вложений)	98
11.5.	Расчёт себестоимости технологий	101
11.6.	Расчёт себестоимости обработки детали	106
11.7.	Расчёт приведённых затрат	107
11.8.	Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)	108
11.8.1.	Ожидаемая доход (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали	108
11.8.2.	Налог на доход	108
11.8.3.	Чистый ожидаемый доход	108
11.8.4.	Срок окупаемости капитальных вложений	108
11.9.	Технико-экономические показатели эффективности проекта	110

Заключение	112
Список литературы	113
Приложения	115

## **Введение, цель проекта**

В данном дипломном проекте рассмотрим машиностроение, которое является наиболее крупной комплексной отраслью, определяющее величину научно-технического прогресса во всем народном хозяйстве. Включает также металлообработку, ремонт машин и оборудования. Машиностроение так же включает в себе характерное углубление специализации производства и расширение ее масштабов.

Продуктивность производства (технический прогресс, качество выпускаемой продукции) очень сильно зависит от внедрения нового оборудования, машин, станков и аппаратов.

Данный дипломный проект должна научить студента к использованию справочной литературы, ГОСТов, таблиц, номограмм, нормами и расценкам.

Защита данного дипломного проекта позволит оценить умение студента кратко излагать свои мысли: Излагать свои мысли в краткий промежуток времени.

Цель, которую мы ставили в этом дипломном проекте это закрепить полученные знания полученных на лекциях, практических занятиях. Искать самостоятельные пути наиболее лучших технических решений, созданных на последних достижениях науки и техники.

## **1. Анализ исходных данных**

Назначение настоящего раздела работы – сформулировать на базе анализа технических и технологических требований к исследуемой детали (а также её годового объёма выпуска и иных коммерческих показателей) задачи, решение которых позволит достигнуть цели, поставленной во введении.

### **1.1 Анализ технического назначения деталей и условий их работы**

Деталь – корпус расточного патрона является частью сборного режущего инструмента – расточного патрона. Работа корпуса происходит в условиях постоянных незначительных вибраций, что усугубляется также присутствием высоких температур и материалов, относящимся к агрессивным средам – смазывающе-охлаждающие технические средства (СОТС). При этом, в большей степени за счет снятия неравномерного припуска, деталь испытывает значительные деформации; корпус подвергается механическому сжатию и скручиванию под действием осевой силы и крутящего момента соответственно. В связи с вышеизложенным, материал, из которого следует изготавливать деталь, должен быть выбран с учётом следующих факторов:

- высокая стойкость к выкрашиванию;
- износостойкость;
- значительная твёрдость;
- достаточная пластичность;
- высокий множитель теплопроводности.

В качестве дополнительных требований экономической эффективности, следует отметить, что необходимый материал для детали должен иметь относительно низкую цену и широко представлен на рынке, в связи с чем необходимая перед изготовлением деталей термическая

обработка могла бы производиться непосредственно производителем материала.

В качестве удовлетворяющего всем этим условиям, был выбран материал «легированная низкоуглеродная сталь 19ХГН (по ГОСТ 4543-71)», который относится к категории легированных сталей и содержит в качестве добавок:

кремний - до 0.36%;

углерод - до 0.21%;

хром - до 1,2%;

марганец - до 1,08%;

никель - до 1,15%;

сера - до 0,034%;

фосфор - до 0,035%.

При стандартной температуре материала марки 19ХГН в 20 °С, он имеет следующие характеристики:  $\sigma_t = 930$  МПа,  $\sigma_{0.2} = 1180-1520$  МПа, обрабатываемость резанием – хорошая, HRC<sub>2</sub> после цементации 60...63, коэффициент Kv = 1,0. Таким образом, указанный материал полностью удовлетворяет вышеизложенным требованиям и может быть выбран для производства детали, исследуемой в данной работе.

## 1.2 Исследование поверхностей детали

Целью данного исследования служит поиск и последующее выявление поверхностей, имеющих критическое значение для качественного соответствия детали своему техническому назначению. Систематизация всех поверхностей производится при помощи эскиза, на котором они нумеруются согласно своему назначению. Так, выделяются:

выполняющие служебные функции *исполнительные поверхности* (И);

определяющие положение детали в сборочной единице, а также лишаящие деталь необходимого числа степеней свободы (перемещения

вдоль осей координат и поворотов вокруг этих осей) *основные конструкторские базы (ОБ)*;

определяющие положение присоединяемых деталей *вспомогательные конструкторские базы (ВБ)*, назначением которых является ограничение числа степеней свободы у присоединяемых деталей;

*свободные поверхности (С)*, не примыкающие и не сопряженные с другими деталями.

### 1.3 Анализ требований к поверхности детали

#### 1.3.1 Марка материала.

Таблица 1.1 - Химический состав и механические свойства стали 19ХГН ГОСТ 10702 - 78

C	0.16-0.21
Si	0.17-0.37
Mn	0.7-1
Ni	0.8-1.1
S	<0.035
Cr	0.8-1.1
P	< 0.035
Cu	< 0.3
Mo	< 0.3

Примечание: Также хим. состав указан в ГОСТ 4543 - 71

Таблица 1.2 - Механические свойства при T=20°C материала 19ХГН.

Режим термообработки			$\sigma_T$ МПа	$\sigma_B$ МПа	$\delta_5$ %	$\psi$ %	КСУ кДж / м <sup>2</sup>	НВ МПа
Операция	Температура С	Охлаждающая среда						
Закалка	870°C	масло	930	1180- 1520	7		690	217
Отпуск	150 - 180°C	воздух						

Обозначения:

$\sigma_T$  - предел текучести для остаточной деформации (предел пропорциональности), МПа

$\sigma_B$  - предел кратковременной прочности материала, МПа

$\delta_5$  - относительное удлинение при разрыве, %

$\psi$  - относительный показатель сужения, %

КСУ - ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup>

НВ - твердость по Бринеллю, МПа

Таблица 1.3 - Классификация.

Марка :	19ХГН
Классификация :	Сталь конструкционная легированная
Дополнение:	Сталь хромо-марганцово-никелевая.
Применение:	Для производства крестовин карданных валов автомобилей
Зарубежные аналоги:	Нет данных

### 1.3.2. Технологичность конструкции

При анализе конструкции детали с точки зрения её технологичности, важным является рассмотрение таких объектов, как используемая заготовка, общая конфигурация детали, технологичность закрепления и базирования, а также обрабатываемых поверхностей самой детали.

Как уже было сказано ранее, для изготовления детали предлагается использование низкоуглеродистой легированной стали 19ХГН ГОСТ 4543-71, имеющее основной целью создание такой структуры материала, удовлетворяющей одновременно требованием прочности, износостойкости и пластичности: при расточке отверстий готовым изделием, необходимо гашение возникающих вибраций. При этом целесообразно принятие горячей объемной штамповки в качестве основной технологии для получения исходной заготовки, поскольку в противном случае середина детали не закаляется и остаётся «сырой» несмотря на высокую твёрдость материала наружных цементированных слоёв - HRC59..63. Этот метод, учитывая значительный перепад диаметральных размеров и годовую программу выпуска, позволяет выпускать заготовки без значительных затруднений.

В целом, эксплуатация унифицированной заготовки, и особенно

допустимость эксплуатации набора одинаковых заготовок для групп деталей, является важным фактором повышения технологичности заготовки. Учитывая всё вышперечисленное, с точки зрения получения заготовки, а также остальных конфигурационно-базисных факторов, деталь обладает высокой технологичностью.

### **1.3.3 Задачи проектирования в рамках данной работы**

Целью данной работы является разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус расточного патрона» с целью обеспечения её выпуска при заданном качестве с наименьшими накладными расходами. Для её достижения, были сформулированы следующие задачи, которые необходимо решить:

- 1) выбор оптимального метода получения заготовки и маршрутов обработки поверхностей;
- 2) выбор стратегии разработки ТП и определение типа производства;
- 3) разработка плана обработки, схемы базирования и технологического маршрута заготовки;
- 4) выбор оборудования, приспособлений, инструмента для резки, средств инструментального и визуального контроля;
- 5) проектирование заготовки с учётом припусков на обработку;
- 6) разработка технологических операций в части определение их последовательности, содержания, режимов обработки и норм времени;
- 7) оценка безопасности/экологичности проекта;
- 8) оценка эффективности проекта.

Подробному разбору этих задач, равно как и их решению посвящены следующие разделы настоящей работы.

## **2. Определение типа производства и выбор стратегии разработки ТП**

Задачей данного раздела является определение типа производства и выбора на его базе оптимальной стратегии разработки технологического процесса, зависящей от характеристик и годового объема производства. Подход к определению его составляющих (показатели технологического процесса) являющиеся принципиальным, способствует обеспечению заданного количества деталей требуемого качества с минимальными затратами.

## 2.1 Определение типа производства

Вид производства узнаем из требований требуемого объема выпуска  $N$  и сложностью производства детали, которая напрямую зависит от массы самой детали.

В качестве объема выпуска возьмем объем выпуска детали "Корпус расточного патрона":

$N = 5000$  дет/год.

Средняя масса  $m$  детали:

$m = 2$  кг.

Тип производства – серийное.

## 2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса

Идя от ранее выбранного производства, годового объема выпуска деталей и рекомендаций [1] берм стратегию разработки технологического процесса, которую приведем в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Стратегия производства технологического процесса.

Индекс технологического процесса	Серийное изготовление
----------------------------------	-----------------------

1	2
1. Вид построения технологического процесса	Переменно-поточная
2. Периодичность изделий	Периодический повтор партий
3. Стандартизация технологического процесса	Создание особенных технологических процессов на основании типовых
4. Тип стратегического создания технологического процесса	Линейная и жесткая, циклическая и последовательная, разветвленная и адаптивная
5. Заготовка	Профильный прокат, литье в кокиль, горячая штамповка
6. Припуски на обработку	Незначительные
7. Вычисление припусков	Подробный по переходам
8. Оборудование	Универсальное, иногда специализированное
9. Нагрузка на оборудование	Периодичность замены деталей на станках
10. Множитель закрепления операций	Свыше 1 до 40
11. Размещение оборудования	Учитывая характер направления грузопотоков
12. Наладка станков	По измерительным инструментам и приборам

Продолжение таблицы 2.1

1	2
13. Оснащение	Универсальное и специальное
14. Обстоятельства разработки	Операционные карты
15. Вычисление режимов резания	По отраслевым нормативам и эмпирическим формулам
16. Нормирование	Детальное пооперационное

17. Квалификация рабочих	Различная
18. Применение достижений науки	Значительное

Данную стратегию мы будем использовать при разработке технологического процесса.

### **3. Выбор метода получения заготовки и маршрутов обработки поверхностей**

#### **3.1 Выбор метода получения заготовки**

Согласно данным таблицы 3.2. [1] предположим, что для детали типа «Корпус» очень несложной сложности выполненной из стали для среднесерийного производства требуется использовать метод изготовления заготовок в виде штамповки и литья в металлических формах. Качества точности, используемые в каждом методе, показаны в таблице 3.1 [1]. Для выбора окончательных способов изготовления заготовок выполним анализ сравнительно – экономический анализ настоящих способов изготовления заготовок. Из списка рекомендаций [2], [3] выбираем припуски в таблицу согласно с настоящими методами изготовления заготовки.

Припуски и напуски на поверхности заготовки, сделанные используя метод штамповки, найдем согласно с ГОСТом 7505-89 [4].

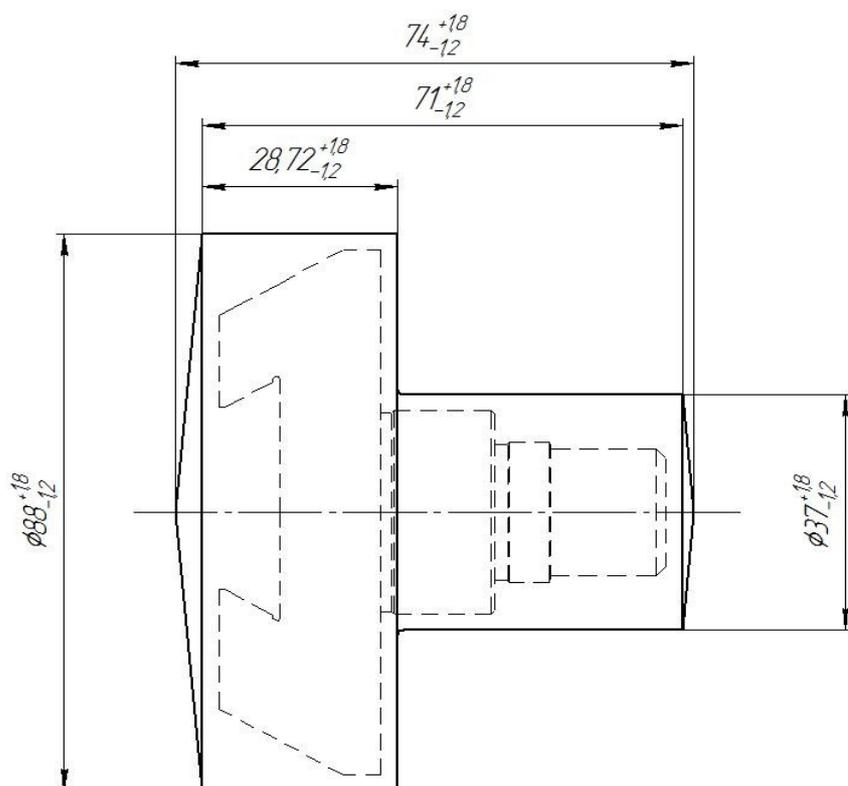


Рис. 3.1 - Эскиз заготовки сделанной методом штамповки

Таблица 3.1 - Расчет размеров заготовки

Размеры, мм	Допуски, мм	Припуски, Мм	Расчет размеров заготовки, мм	Окончательные размеры, мм
82	+1,8 -1,2	2,5	$83+(2 \cdot 2,5) \approx 88_{-1,2}^{+1,8}$	$88_{-1,2}^{+1,8}$
32	+1,8 -1,2	2,5	$32+2,5+2,6 \approx 37_{-1,2}^{+1,8}$	$37_{-1,2}^{+1,8}$
23,72	+1,8 -1,2	2,5	$23,72+2,5+2,5 \approx 28,72_{-1,2}^{+1,8}$	$28,72_{-1,2}^{+1,8}$
66	+1,8 -1,2	2,5	$66+(2 \cdot 2,5) \approx 71_{-1,2}^{+1,8}$	$71_{-1,2}^{+1,8}$

1) Штамповочные наклоны выбираем в соответствии с техническими требованиями и соблюдением однообразия для упрощения изготовления литейной модели, в соответствии с ГОСТ 7505-89 и ГОСТ 8909-88 берем штамповочные наклоны менее  $5^\circ$ .

2) Неопубликованный радиус закруглённых углов равен  $R = 3,0\text{мм}$ .

3) Смещение штампа (СШ)  $0,8\text{мм}$ , значение заусенца  $1,1\text{мм}$ .

Эскиз заготовки, сделанный, при помощи штамповки изображен на рис. 3.1.

Сделаем примерный подсчет веса заготовки, сделанной методом штамповки.

Отсюда выходит:

$$V_{ш} = \frac{3,14}{4} \cdot (0,088 \cdot (0,02872^2) + 0,037 \cdot (0,04203^2)) = 0,000108 \text{ м}^3,$$

где  $V_{ш}$  – объем заготовки выполненной при помощи штамповки,  $\text{м}^3$ .

Масса штамповки:

$$m_{ш} = \rho_c \cdot V_{ш} = 0,000108 \cdot 7800 = 1,2 \text{ кг},$$

где  $m_{ш}$  – вес поковки, кг;

$\rho_c$  – плотность стали, равна  $7800 \text{ кг/м}^3$ .

Припуски и напуски на поверхности заготовки, сделанные используя метод литья в металлических формах, найдем согласно с ГОСТом 2590-71 [5]. Эскиз заготовки сделанной из литья в металлической форме показан на рисунке 3.2.

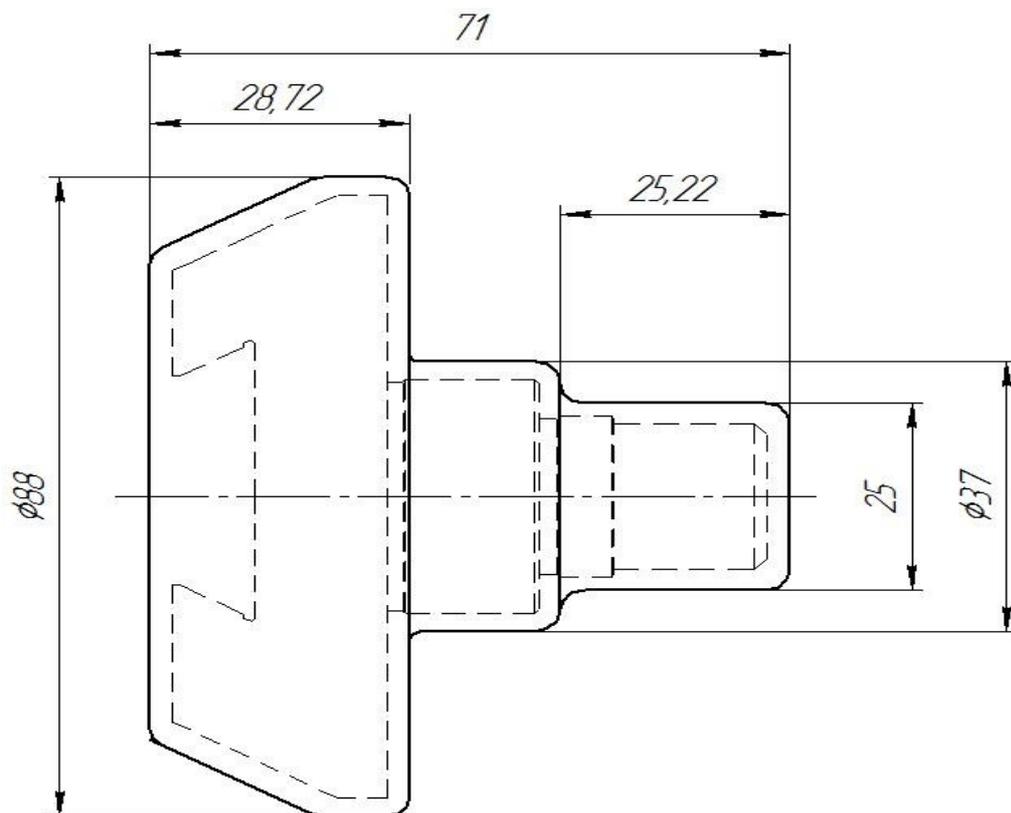


Рис. 3.2 - Эскиз заготовки полученной метод литья в металлических формах.

Сделаем расчет приблизительной массы заготовки, сделанную используя метод литья в металлической форме.

Следует что:

$$V_1 = \frac{3,14}{4} \cdot 0,088 \cdot 0,02872^2 = 0,000057 \text{ м}^3,$$

$$V_2 = \frac{3,14}{4} \cdot 0,037 \cdot 0,01681^2 = 0,0000082 \text{ м}^3,$$

$$V_3 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,025 \cdot 0,02522^2 - 0,003 \cdot 0,02522^2) = 0,000011 \text{ м}^3,$$

$$V_{\text{сш}} = V_1 + V_2 + V_3 = 0,0000762 \text{ м}^3,$$

где  $V_{\text{сш}}$  – объем заготовки, сделанной используя метод литья в металлических формах,  $\text{м}^3$

Масса заготовки:

$$m_{ст} = \rho_c \cdot V_{ст} = 0,0000762 \cdot 7800 = 1,05 \text{ кг},$$

где  $m_{ст}$  – вес заготовки, сделанной используя метод литья в металлических формах, кг;

$\rho_c$  – плотность стали, равна 7800 кг/м<sup>3</sup>.

Показатель применения материала для выпуска серийного производства обязан быть меньше или равен 1. Найдём этот показатель и сделаем расчет, который покажет, насколько эффективно использование материала.

$$K_{ум} = \frac{m_{д}}{m_{з}}; \tag{3.1}$$

$$K_{вт} = \frac{0,9}{1,2} = 0,75;$$

Из сделанного расчета показателя применения материала заметно, что использование заготовки штамповкой для данной детали часть полученного продукта будет уходить в стружку, причина такого неправильное использование материала, таким образом это может сказаться на повышение себестоимости на выпускаемую продукцию.

Сделаем экономический расчет для двух предоставленных методов получения заготовки.

Для определения стоимости заготовки приобретаемой методом штамповки следует прибегнуть к формуле [4]:

$$S_{зае} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{омх}}{1000}, \tag{3.2}$$

где  $C_i$  – стоимость одной тонны заготовки,  $C_i = 170$  у.е;

$k_t, k_c, k_b, k_m, k_n$  – показатели, зависящие от класса точности, группы

сложности заготовки, массы материала, от марки материала и объёма производства заготовок соответственно,  $k_r = 1,0$ ,  $k_c = 0,87$ ,  $k_b = 0,89$ ,  $k_m = 1,13$ ,  $k_n = 1,0$ ;

$Q$  – вес заготовки, кг;

$q$  – вес готовой детали, кг;

$S_{отх}$  – стоимость одной тонны отхода,  $S_{отх} = 22,6$  у.е.

$$S_{заг1} = \left( \frac{170}{1000} \cdot 5,4 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,89 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \right) - (1,2 - 0,9) \cdot \frac{22,6}{1000} = 0,77 \text{ у.е.}$$

Итоговая стоимость заготовки, которая выпускается методом литья, применяется формула [1]:

$$S_{заг} = M + \sum C_{о.з}, \quad (3.3)$$

где  $M$  – стоимость материалов заготовок, у.е;

$C_{о.з}$  – технологическая себестоимость операций правки, калибрования прутков, отливки их на штучные заготовки:

$$C_{о.з} = \frac{C_{п.з} \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot 100}, \quad (3.4)$$

где  $C_{п.з}$  – приведенные затраты на рабочем месте,  $C_{п.з} = 211$  у.е;

$T_{шт(шт-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время изготовления заготовительной операции (правка, калибрование, отливка и др.)

$$T_{шт(шт-к)} = 1 \text{ мин.}$$

Затрачиваемые материалы вычисляются по весу литья, вес которого требуется на изготовление деталей и веса сдаваемой стружки. Так же необходимо учитывать значения стандартной длины прутков и отходов в результате не кратности значений длины заготовок этой стандартной длине:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (3.5)$$

где  $Q$  – вес заготовки, кг;

$q$  – вес готовой детали, кг;

$S$  – цена 1 кг материала заготовки,  $S = 0,17$  у.е;

$S_{отх}$  – стоимость одной тонны отходов,  $S_{отх} = 22,6$  у.е.

Из этого получается:

$$M = 1,05 \cdot 0,17 - (1,05 - 0,9) \cdot \frac{22,6}{1000} = 0,375 \text{ у.е};$$

$$C_{о.з} = \frac{211 \cdot 1}{60 \cdot 100} = 0,035 \text{ у.е};$$

$$S_{заг2} = 0,375 + 0,035 = 0,41 \text{ у.е};$$

Экономический годовой эффект получается равен:

$$\mathcal{E}_{\mathcal{E}} = (S_{заг2} - S_{заг1}) \cdot N = (0,41 - 0,77) \cdot 5000 = -1800 \quad (3.6)$$

где  $N$  – объём выпуска в год, шт;

$S_{заг2}$ ,  $S_{заг1}$  – цена сопоставляемых заготовок, у.е.

На основе сделанного расчета экономического, а так же исходя из правильного использования материала, используем наиболее рациональный метод изготовления заготовки. По этим критериям более выгодно использовать литьё но по причине того что оно значительно дороже и сложнее для среднесерийного производства. По этим причинам штамповка на ГКМ выбрана как наиболее экономически выгодная.

### **3.2 Выбор маршрутов обработки поверхностей.**

Способы механической обработки поверхностей деталей и их порядок следования проводим отбор с предложенными вариантами [1] в зависимости от того, какое задано значение качества точности и шероховатости. При выборе наилучшего маршрута обработки отдают лучший вариант с минимальным суммарным показателем трудоёмкости. Оптимальный вариант обработки поверхностей этой детали изображен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Обработка поверхностей детали

Маршруты обработки поверхностей.			
1	2	3	4
№ поверхности	Квалитет точности, IT	Шероховатость, Ra, мкм	Маршрут обработки
1	5	0,63	Т,Тч, Ш, ТО, Шч
2	5	1,25	Т,Тч, ТО, Шч
3	6	1,25	Т,Тч, ТО, Шч
4	12	6,3	Т, Тч, ТО
5	12	6,3	Т, Тч, ТО
6	12	6,3	Т, Тч, ТО
7	5	0,63	Т,Тч, ТО, Шч
8	12	6,3	Т, Тч, ТО
9	5	0,63	Т,Тч, ТО, Шч
10	12	6,3	Т, Тч, ТО
11	5	0,63	Т,Тч, ТО, Шч
12	12	6,3	Т, Тч, ТО
13	12	6,3	Т, Тч, ТО
1	2	3	4
14	6H	1,25	Т, Тч, Рн, ТО

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
15	12	6,3	Т, Тч, ТО
16	12	6,3	Т, Тч, ТО
17	10	2,5	Тч, С, З, ТО
18	12	2,5	Тч, С
19	12	2,5	Тч, С
20	12	2,5	Тч, С
21	12	2,5	Тч, С
22	7H	2,5	Тч, Рез, ТО
23	6	2,5	Ф, Фч, ТО
24	12	2,5	Ф, Фч, ТО
25	5	0,63	Ф, Фч, ТО, Шч
26	12	2,5	Ф, Фч, ТО
27	12	2,5	Ф, Фч, ТО
28	12	2,5	С
29	7	2,5	С,З, Разв, ТО
30	10	2,5	С, З, ТО

31	10	2,5	С, 3, ТО
32	10	2,5	С, 3, ТО
33	8	2,5	Ф, Фч, ТО
34	12	2,5	Ф, Фч, ТО
35	10	2,5	С, 3, ТО
36	10	2,5	С, 3, ТО
37	7Н	2,5	Рез, ТО
38	7	2,5	С,3, Разв, ТО
39	12	2,5	Ф, Фч, ТО
40	12	2,5	С
41	7Н	2,5	Рез, ТО

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
42	7	2,5	С,3, Разв, ТО
43	7	2,5	С,3, Разв, ТО
44	12	2,5	Ф, Фч, ТО
45	12	2,5	Ф, Фч, ТО
46	7	2,5	С,3, Разв, ТО
47	10	2,5	С, 3, ТО
48	12	2,5	С
49	12	2,5	Ф, Фч, ТО
50	7Н	2,5	Рез, ТО
51	12	2,5	Ф, Фч, ТО
52	12	2,5	С
53	6	2,5	С,3, Разв, ТО
54	12	2,5	С
55	8	2,5	Ф, Фч, ТО
56	12	2,5	Ф, Фч, ТО
57	12	2,5	Ф, Фч, ТО
58	12	2,5	Ф, Фч, ТО
59	12	2,5	Ф, Фч, ТО
60	12	2,5	Ф, Фч, ТО
61	12	2,5	Ф, Фч, ТО
62	12	2,5	Ф, Фч, ТО
63	8	2,5	Ф, Фч, ТО
64	12	2,5	Ф, Фч, ТО
65	12	2,5	Ф, Фч, ТО
66	7	2,5	Ф, Фч, ТО
67	12	2,5	С, РСч, ТО
68	12	2,5	С, РСч, ТО

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
69	7	2,5	С,З, Разв, ТО
70	12	2,5	С, РСч, ТО
71	12	2,5	С, РСч, ТО
72	12	2,5	С
73	12	2,5	С
74	7Н	2,5	Рез, ТО

### 3.3 Расчет припусков на механическую обработку и проектирование заготовки.

Задачей данного раздела – это определение припусков на обработку одной самой точной поверхности детали и сравнение её размеров с ранее выбранными припусками на обработку.

Вычисление припусков заключается в установление толщины слоя материала, удаляемого в процессе обработки заготовки. Припуски должны быть минимальны, так как это способствует уменьшению количества снимаемого материала и уменьшает количество затрат на обработку, и в то же время достаточным, чтобы избежать появления браков в работе (шероховатости, черноту, отбеленные слои и т. п.) на обрабатываемых поверхностях на черновых операциях.

Сделав расчет припусков на поверхности 2  $\varnothing 82$  аналитическим методом по переходам [6], [7]. Результаты расчетов будем записывать в следующую таблицу 3.3.

1) В графы 1 и 2 будем вписывать номера и содержание переходов по порядку, начнем с получением заготовки и закончим окончательной обработкой; заготовительной операции назначаем № 000.

2) В графу 3 запишем качество точности, который получим при всяком переходе. По таблице 1.2. [1] высчитаем значение Td допуска для всякого качества и записываем в графу 4.

3) Для всякого перехода делаем расчет составляющего припуска. По

таблице 6.1 и 6.2 [1] посчитаем суммарную величину,

$$\alpha = h_d + R_z,$$

где  $R_z$  - высота неровностей профиля мм,

$h_d$  - глубина дефектного слоя мм.

Значение  $\alpha$  вписываем в графу 5 таблицы 3.3.

По следующей формуле  $\Delta = 0,3Td$  [1] рассчитаем суммарное отклонение формы и расположений поверхностей после того как пройдет обработка на всяком переходе. Значение  $\Delta$  вписываем в графу 6 таблицы 3.3.

Возможность получения ошибки установки  $\varepsilon$  заготовки в приспособлениях на всяком переходе, где сходятся технологические, измерительные базы принимаемой равной нулю. Если значения в базах не совпадают,  $\varepsilon$  есть в литературе [7]. Значение  $\varepsilon$  записываем в графу 7 таблицы 3.3. Для переходов 000 в графе 7 занося прочерк.

4) Сделаем расчет предельных значений припусков на обработку для всякого перехода, кроме 000.

Минимальное значение припуска высчитаем по формуле [1]:

$$z_{i\min} = \alpha_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}.$$

Здесь и далее индекс  $i$  применяется к данному переходу,  $i-1$  - к предыдущему переходу,  $i+1$  - к последующему переходу.

$$z_{1\min} = \alpha_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,40 + \sqrt{0,650^2 + 0^2} = 1,050 \text{ мм};$$

$$z_{2\min} = \alpha_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,5 + \sqrt{0,161^2 + 0^2} = 0,661 \text{ мм};$$

$$z_{3\min} = \alpha_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,042^2 + 0^2} = 0,292 \text{ мм};$$

$$z_{4\min} = \alpha_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,2 + \sqrt{0,0105^2 + 0,06^2} = 0,212 \text{ мм}.$$

Рассчитаем минимальный размер  $D_p$  для всякого перехода по формуле

[8]:

$$D_{i-1\min p} = D_{i\min p} + 2z_{i\min p} ;$$

$$D_{3\min p} = D_{4\min p} + 2z_{4\min p} = 82 + 2 \cdot 0,212 = 82,424 \text{ мм} ;$$

$$D_{2\min p} = D_{3\min p} + 2z_{3\min p} = 82,424 + 2 \cdot 0,292 = 83,008 \text{ мм} ;$$

$$D_{1\min p} = D_{2\min p} + 2z_{2\min p} = 83,008 + 2 \cdot 0,661 = 84,33 \text{ мм} ;$$

$$D_{0\min p} = D_{1\min p} + 2z_{1\min p} = 84,33 + 2 \cdot 1,05 = 86,43 \text{ мм} .$$

Округлив значения  $D_p$  для всякого перехода до того же знака десятичной дроби, с каким задан допуск на размер для этого перехода, в сторону увеличения.

$$D_{4\min} = 82 \text{ мм} ;$$

$$D_{3\min} = 82,424 \text{ мм} ;$$

$$D_{2\min} = 83,008 \text{ мм} ;$$

$$D_{1\min} = 84,33 \text{ мм} ;$$

$$D_{0\min} = 86,43 \text{ мм} .$$

Округлив значения  $D_p$  записываем в графу 8 таблицы 3.3.

Посчитав наибольший размер для всякого перехода по формуле [8]:

$$D_{i\max} = D_{i\min} + Td_i ;$$

$$D_{4\max} = D_{4\min} + Td_4 = 82 + 0,015 = 82,015 \text{ мм} ;$$

$$D_{3\max} = D_{3\min} + Td_3 = 82,424 + 0,035 = 82,459 \text{ мм} ;$$

$$D_{2\max} = D_{2\min} + Td_2 = 83,008 + 0,14 = 83,148 \text{ мм} ;$$

$$D_{1\max} = D_{1\min} + Td_1 = 84,33 + 0,54 = 84,87 \text{ мм} ;$$

$$D_{0\max} = D_{0\min} + Td_0 = 86,43 + 2,2 = 88,63 \text{ мм} .$$

Наибольшее значение размера записываем в графу 9 таблицы 3.3.

Наибольшее значение припуска рассчитываем по формуле [8]:

$$2z_{i\max} = D_{i-1\max} - D_{i\max} ;$$

$$2z_{4\max} = D_{3\max} - D_{4\max} = 82,459 - 82,015 = 0,444 \text{ мм} ;$$

$$2z_{3\max} = D_{2\max} - D_{3\max} = 83,148 - 82,459 = 0,689 \text{ мм} ;$$

$$2z_{2\max} = D_{1\max} - D_{2\max} = 84,87 - 83,148 = 1,722 \text{ мм} ;$$

$$2z_{1\max} = D_{0\max} - D_{1\max} = 88,63 - 84,87 = 3,76 \text{ мм} .$$

Наименьшее значение припуска на диаметр:

$$2z_{1\min} = 2,100 \text{ мм} ;$$

$$2z_{2\min} = 1,322 \text{ мм} ;$$

$$2z_{3\min} = 0,584 \text{ мм} ;$$

$$2z_{4\min} = 0,424 \text{ мм} .$$

Значение  $2z_{\min}$  и  $2z_{\max}$  вписываем в графы 10 и 11 таблицы 3.3. В строке, соответствующей переходу 000, заносим прочерк.

Сделав расчет общего припуска на обработку  $z_0$ , подсчитываем промежуточные:

$$2z_{0\min} = 2z_{1\min} + 2z_{2\min} + 2z_{3\min} + 2z_{4\min} ;$$

$$2z_{0\min} = 2,100 + 1,322 + 0,548 + 0,424 = 4,430 \text{ мм} ;$$

$$2z_{0\max} = 2z_{1\max} + 2z_{2\max} + 2z_{3\max} + 2z_{4\max} ;$$

$$2z_{0\max} = 3,76 + 1,722 + 0,689 + 0,444 = 6,615 \text{ мм}$$

Значение  $z_{0\max}$  и  $z_{0\min}$  вписываем в строку 7 таблицы 3.3.

Сделаем проверку расчётов по формулам [8]:

$$2z_{i\max} - 2z_{i\min} = Td_{i-1} - Td_i ;$$

$$2z_{1\max} - 2z_{1\min} = Td_0 - Td_1;$$

$$3,76 + 2,100 = 2,200 - 0,54;$$

$$1,66 = 1,66;$$

$$2z_{2\max} - 2z_{2\min} = Td_1 - Td_2;$$

$$1,722 - 1,322 = 0,540 - 0,140;$$

$$0,4 = 0,4;$$

$$2z_{3\max} - 2z_{3\min} = Td_2 - Td_3;$$

$$0,689 - 0,548 = 0,140 - 0,035;$$

$$0,105 = 0,105;$$

$$2z_{4\max} - 2z_{4\min} = Td_3 - Td_4;$$

$$0,444 - 0,424 = 0,035 - 0,015;$$

$$0,02 = 0,02;$$

$$2z_{0\max} - 2z_{0\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}};$$

$$6,615 - 4,430 = 2,200 - 0,015;$$

$$2,185 = 2,185.$$

где  $Td_{\text{заг}}$  – допуск на размер заготовки;

$Td_{\text{дет}}$  – допуск на размер готовой детали.

Проверка сходится, значит, припуски рассчитаны, правильно.

Таблица 3.3 - Расчёт припусков на обработку

№ оп	Название операции	JT	Td	$\alpha$	$\Delta$	$\epsilon$	D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	2z <sub>min</sub>	2z <sub>max</sub>	
000	Заготовительная	16	2,200	0,40	0,660	-	86,43	88,63	-	-	
005	Токарная черновая	13	0,540	0,50	0,161	0	84,33	84,87	2,100	3,76	
015	Токарная чистовая	10	0,140	0,25	0,042	0	83,008	83,148	1,322	1,722	
050	Кругло-шлифовальная	7	0,035	0,20	0,0105	0	82,424	82,459	0,584	0,689	
055	Кругло-шлифовальная	5	0,015	0,12	0,0045	0,06	82	82,015	0,424	0,444	
2z <sub>0min</sub>		4,430			2z <sub>0max</sub>			6,615			

Схема местоположения припусков, допусков и операционных размеров для поверхности 2 Ø82 изображена на рисунке 3.3. Оставшиеся припуски и допуски на поверхности, рассчитаем табличным методом [4]. В качестве заготовки используем штамповка на ГКМ.

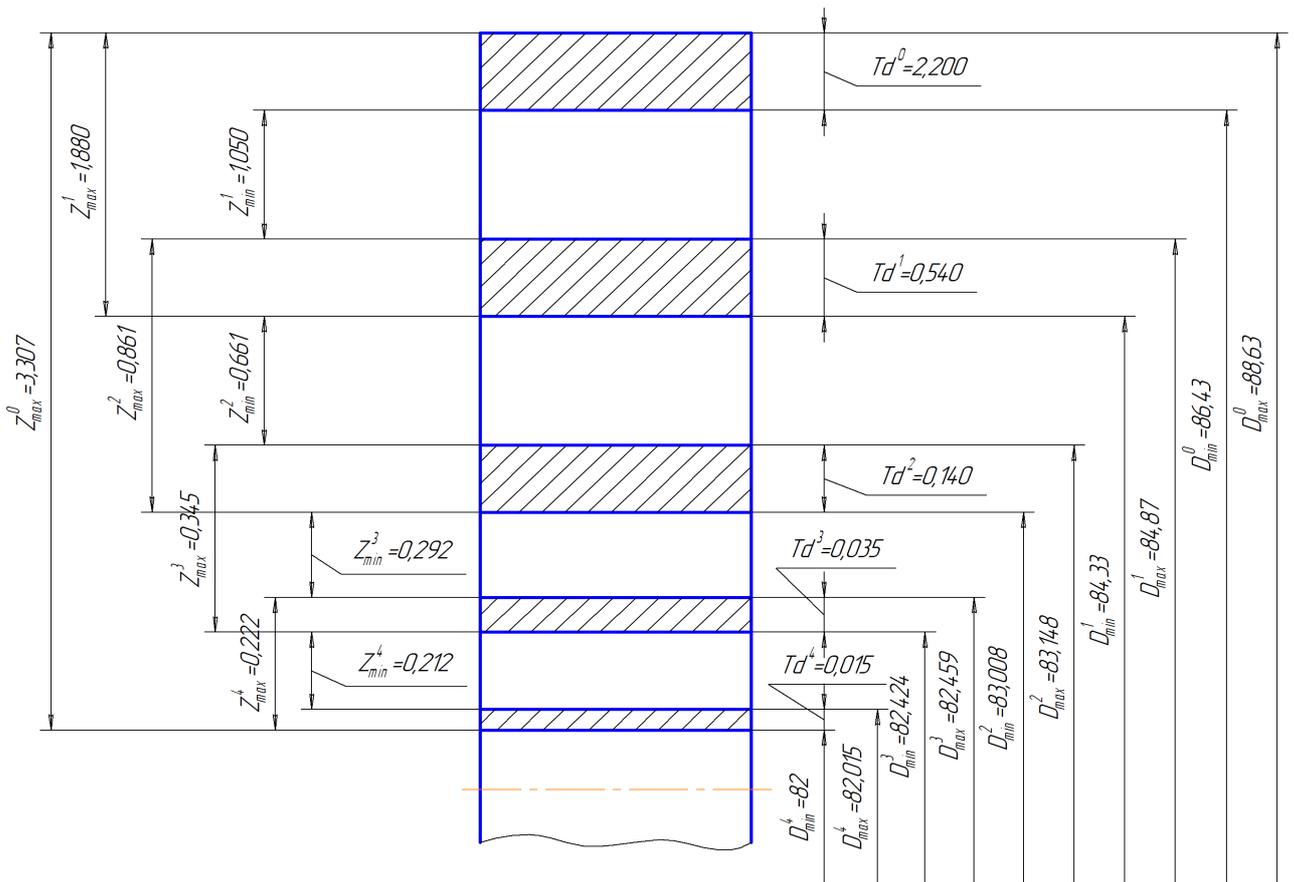


Рис. 3.3 - Схема расположения припусков, допусков и операционных размеров для поверхности 2 Ø82.

## **4. Разработка технологического маршрута и схем базирования**

Задачей данного раздела является разработка оптимального технологического маршрута, т.е. следует выбрать такую последовательность операций, которая сможет обеспечить получение из заготовок готовой детали с минимальными затратами. Требуется разработка такой схемы базирования заготовки для каждой операции, которая сможет обеспечить наименьшую погрешность обработки.

### **4.1 Разработка технологического маршрута**

При разработке технологических маршрутов будем придерживаться следующим рекомендациям [1], согласно которым:

1) Содержанием данных операций будут создание плана на основе концентраций перехода. Это позволит делать обработку максимального количества поверхностей, которое увеличит производительность и точность обработки;

2) На первой операции 005 будем делать обработку поверхности заготовки, которая на следующих этапах будет взята в основу технологических баз. Подобными поверхностями становятся торцы корпуса, центра - поверхности 7 и 9, а так же внешние цилиндрические поверхности 1 и 2;

3) Исходные базы будем применять для использования базирования только на одной установке;

4) Точные поверхности следует окончательно обрабатывать в завершение технологического процесса;

5) Весь технологический процесс нам надо будет разбить на две составляющие: отделка лезвийным инструментом до термической обработки и отделка предпочтительно инструментом из абразивного материала после термической обработки. При работе лезвийного инструмента следует сделать

контур детали, так же сделать подготовку технологических баз фрезерования торцов 1 и 16, сверление 38, 30, 31, 32, 35, 17, 28, 29, 52, 53, 54, 67, 69, 42 и 72. Обточить все цилиндрические поверхности корпуса. Надрезать торцы 8, 12, 15. Сделать расточку и проточку всех канавок, углов и фасок. Сделать подготовку баз для операций фрезерной, шлифовальной поверхности 2, 7, 11, 9, 3. Применим фрезеровку (обкатку) занижений поверхностей 23 и пазов под шпонки поверхностей 73, 48, 21, 18, 40, а так же гнёзд под режущие вставки. Сделать сверление всех отверстий под резьбу и зенкованные поверхности 4, 74, 22, 37, 41, 50, 14. После использования лезвийной обработки требуется применить термическую обработку в соответствии с рекомендациями [9], [10], [11], при этом, следует не забыть защитить от термообработки поверхности 2, 3, 5, 23, 7, 11, 14, предварительно сделать покров из меди. После термической обработки шлифовать 2, 3, 7, 9 и 11. Шлифовать поверхности 25, 1, 23. Шлифовать начисто поверхности 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 23 и 25. Выполнить нарезку всех резьбу и откалибровать их. Далее сделать промывку готовый детали, производить контроль отправки на сборку.

Технологический маршрут занесем в таблицу, и продолжим производить разработку его в следующем порядке:

- 1) В первый столбец таблицы 4.1 внесем номер операции числами, которые будут кратны 5;
- 2) Во второй столбец таблицы 4.1 запишем названия и модель оборудования;
- 3) В третий столбец таблицы 4.1 запишем название операций. Название будет зависеть от выбранного оборудования;
- 4) В четвёртый столбец таблицы 4.1 запишем номер обрабатываемой поверхности.

Таблица 4.1 - Технологический маршрут изготовления корпуса

№ операции	Название и марка оборудования	Название операции	Обрабатываемые поверхности
1	2	3	4
000	ГКМ (горизонтально-ковочная машина)	Заготовительная	1, 2, 7, 9
005	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 ГОСТ 18869-73	Токарная черновая	1, 2
010	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 ГОСТ 18869-73	Токарная черновая	3, 7, 9, 11, 13, 14, 16
015	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 ГОСТ 18869-73	Токарная чистовая	1, 2
020	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3 ГОСТ 18869-73	Токарная чистовая переход 1	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
		Токарная чистовая переход 2	17, 18, 19, 20, 21
		Токарная чистовая переход 3	22, 14
025	Вертикальный координатно- расточный станок 2Е450АФ4 ГОСТ 8-82 А	Координатно- расточная переход 1	24, 26, 27, 44, 45, 51, 56, 58, 60, 62, 54, 57, 59, 61, 65, 67, 68, 64, 73, 72, 52, 47, 48, 49, 28, 40, 39, 30, 31, 32, 23
		Координатно- расточная переход 2	25, 66, 69, 46, 29, 42, 38

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
		Координатно-расточная переход 3	55, 63
		Координатно-расточная переход 4	50,74, 41
		Координатно-расточная переход 5	53
030	Вертикальный координатно-расточный станок 2E450AФ4 ГОСТ 8-82 А	Координатно-расточная переход 1	70, 71, 35, 36, 34
		Координатно-расточная переход 2	43
		Координатно-расточная переход 3	37
		Координатно-расточная переход 4	33
035	Моечная машина	Моечная	
040	Контрольный стол	Контрольная	
045	Индукционная печь	Термическая	
050	Круглошлифовальный станок 3У131ВМ ГОСТ 11654-90	Кругло-шлифовальная	2
055	Круглошлифовальный станок 3У131ВМ ГОСТ 11654-90	Кругло-шлифовальная переход 1	7, 11, 9
		Кругло-шлифовальная переход 2	3

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
060	Плоскошлифовальный станок 3г71 ГОСТ 8-	Плоско-шлифовальная	1

	82 В		
065	Шлифовальный JAGURA. сер. JAG МА-14/6	Шлифовальная	25
070	Камерная моечная машина	Моечная	
075	Контрольный стол	Контрольная	

## 4.2 Разработка схем базирования

Разработка производства планов и схем базирования, которые будут применяться в соответствии с следующими рекомендациями [12]. В столбец номер один вводятся имя и номер операции. Во вторую колонку будем вносить марку и название оборудования. В третий столбец заносится операционный эскиз, изображающий элемент в форме, в которую деталь получится при обработке по этой операции. Эскиз изображает только теоретическую схему базирования, операционные размеры, шероховатость, и так далее. В четвертую колонку занесем технические требования (допуски на получаемые размеры, отклонений расположения и т.п.).

## **5. Выбор средств технологического оснащения**

Задача настоящего раздела – произвести выбор для каждой операции, присущей технологическому процессу, набора оборудования, приспособлений, режущего инструмента и комплекса инструментально-технологических средств контроля, способных при полном выполнении требований и нормативов качества обработки, заданных чертежом детали, обеспечить минимальные затраты на её осуществление. При этом, основным критерием для выбора необходимой оснастки будут служить рекомендации [1].

### **5.1 Выбор оборудования**

Для того, чтобы выбрать удовлетворяющий изложенным ранее задачам тип (и конкретные модели) металлообрабатывающих (режущих) станков, воспользуемся следующими рекомендациями [1]:

1) Обеспечение требований, предъявляемых к операции, должно определять минимально-достаточные критерии точности, производительности, габаритных размеров станка, равно как и потребляемой им мощности;

2) Корректность выбора станка гарантирует, что при соблюдении определённых параметров технологического цикла, существуют такие показатели максимальной концентрации переходов на операции, что число последних (а также общее количество оборудования) может быть уменьшено, при этом, производительность и точность технологии вырастет (в том числе, и за счёт уменьшения перестановок, монтажа и демонтажа заготовки);

3) Технические характеристики выбираемого оборудования (станка) должны учитывать возможность обработки других деталей, производимых

тем же участком (цехом), в случае если загрузка оборудования будет меньше рекомендуемой нормальным режимом его работы;

4) Учитывая текущую экономическую и геополитическую ситуацию, рекомендуется отдавать приоритет отечественным производителям оборудования, при этом избегая его возможного дефицита при расширении производственных мощностей;

5) Учитывая среднесерийный характер производства деталей, рекомендуется отдавать предпочтение использованию универсальных станков, станков с ЧПУ, многшпиндельных полуавтоматов, при этом средний предел количества операций по смене деталей (в определённой закономерности) не должен быть выше 40-45 в месяц;

6) Очевидным требованием является соответствие станка стандартам эргономичности, безопасности и экологии.

Очевидно, что для большего числа операций, указанным выше требованиям будут соответствовать несколько моделей оборудования. Поэтому, для окончательного выбора требуемой модели станка будет произведён сравнительный экономический анализ.

Последовательность выбора оборудования будет следующей:

1) Выбор группы станков, соответствующей методу обработки заготовок и способной обеспечить необходимую форму обрабатываемой поверхности;

2) Выбор типа станка на основании предполагаемого положения обрабатываемой поверхности относительно обрабатывающего инструмента (режущего, сверлящего);

3) Выбор типоразмера (модели) станка исходя из габаритных размеров заготовки, размеров обработанных поверхностей и параметров точности обработки.

Данные по выбору оборудования представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Операционное оборудование.

№ операции		Наименование оборудования
Название операции		
000	Заготовительная	ГКМ (горизонтально-ковочная машина)
005	Токарная (черновая)	Токарный винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
010	Токарная (черновая)	Токарный винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
015	Токарная (чистовая)	Токарный винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
020	Токарная (чистовая)	Токарный винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
025	Координатно-расточная	Вертикальный координатно-расточный станок 2Е450АФ4
030	Координатно-расточная	Вертикальный координатно-расточный станок 2Е450АФ4
035	Моечная	Камерная моечная машина
040	Контрольная	Контрольный стол
045	Термическая	Индукционная печь
050	Кругло-шлифовальная	Круглошлифовальный 3У131ВМ
055	Кругло-шлифовальная	Круглошлифовальный 3У131ВМ
060	Плоско-шлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3г71
065	Шлифовальная	Шлифовальный станок JAGURA. серия JAG MA-14/6
070	Моечная	Камерная моечная машина
075	Контрольная	Контрольный стол

## 5.2 Выбор приспособлений

Для осуществления выбора приспособлений будем использовать

следующий набор рекомендаций [1]:

- 1) Материализация теоретических элементов схемы базирования относительно каждой операции должно обеспечиваться приспособлением при помощи опорных и установочных элементов;
- 2) Заготовка надёжно закрепляться при помощи приспособления;
- 3) Приспособлением должно обеспечиваться быстрое действие и удобство в его эксплуатации;
- 4) Автоматический зажим заготовки при помощи приспособления;
- 5) Проектирование специальных (узкоспециализированных) приспособлений следует минимизировать в пользу нормализованных, стандартных, универсально-сборных приспособлений.

Тип приспособления выбирается на основании типа (модели) используемого станка и метода, которым обрабатывается заготовка:

- 1) Выбор вида и формы зажимных, установочных и опорных элементов, используя теоретическую схему базирования и предполагаемые формы опорных, зажимных и установочных элементов;
- 2) Выбор конструкции приспособлений, используя принципы расположения базовых поверхностей и состояния (точность, шероховатость) таковых, совокупность форм заготовки и расположения обрабатываемых поверхностей;
- 3) Выбор типоразмера приспособлений в соответствии с габаритами заготовки и размерами базовых поверхностей.

Основные данные, используемые для выбора приспособлений, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Операционные приспособления

№ операции	Наименование приспособления
Название операции	

000	Заготовительная	Гидравлические зажимы
005	Токарная (черновая)	Патрон трех кулачковый с пневмоприводом ТУ 18.20.203-08
010	Токарная (черновая)	Патрон трех- кулачковый с пневмоприводом ТУ 18.20.203-08
015	Токарная (чистовая)	Патрон трех- кулачковый с пневмоприводом ТУ 18.20.203-08
020	Токарная (чистовая)	Патрон трех- кулачковый с пневмоприводом ТУ 18.20.203-08
025	Координатно-расточная	Приспособле ние сверлильное
030	Координатно-расточная	Приспособление сверлильное
035	Моечная	Специальная подставка (тара)
040	Контрольная	-
045	Термическая	-
050	Кругло-шлифовальная	Патрон мембранный самоцентрирующий Ост 3-3443-76
055	Кругло-шлифовальная	Патрон мембранный самоцентрирующий Ост 3-3443-76
060	Плоско-шлифовальная	Патрон мембранный самоцентрирующий Ост 3-3443-76
065	Шлифовальная	Стол поворотный
085	Моечная	Специальная подставка (тара)
090	Контрольная	-

### 5.3 Выбор режущего инструмента

Выбор режущего инструмента основывается на следующих рекомендациях [1]:

1) Следует использовать оптимальное отношение между максимальной стойкостью инструментального материала, и его минимальной стоимостью,

при его выборе;

2) Проектирование специальных (узкоспециализированных) инструментов следует минимизировать в пользу нормализованных, стандартных, универсально-сборных инструментов. Проектирование специального инструмента следует производить в среднесерийном производстве только после выполнения сравнительного экономического и технологического анализа;

3) В случае, если проектирование специального режущего инструмента было признано целесообразным, следует обязательно следовать рекомендациям по совершенствованию имеющихся инструментов.

Приведём также порядок выбора режущего инструмента:

1) Определить вид режущего инструмента в соответствии с типом и моделью станка, на котором он применяется и расположением обрабатываемых поверхностей;

2) Выбрать допустимые марки материала (инструментального), определяемые маркой обрабатываемого материала, а также состоянием материала (в частности, его поверхности);

3) Установка геометрических параметров режущей части, таких как форма передней поверхности, радиус при вершине, и различные углы заточки;

4) Выбор конструкции инструмента, его типоразмера, периода стойкости  $T$  на основании габаритов обрабатываемой поверхности.

Основные данные, используемые для выбора режущего инструмента, представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Операционный режущий инструмент

№ операции	Наименование режущего инструмента
------------	-----------------------------------

Название операции		
000	Заготовительная	-
005	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Т15К10. ОСТ 2И.101-83
010	Токарная (черновая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Т15К10. ОСТ 2И.101-83
015	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Т15К6. ОСТ 2И.101-83;
020	Токарная (чистовая)	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Т15К6. ОСТ 2И.101-83
025	Координатно-расточная	Сверло комбинированное ГОСТ 14952-75
030	Координатно-расточная	Сверло комбинированное ГОСТ 14952-75
035	Моечная	Водный раствор тринатрий- фосфата
040	Контрольная	-
045	Термическая	-
050	Кругло-шлифовальная	Шлифовальный круг ПП 24А 12 НСТ26Б ГОСТ 2424-08

Продолжение таблицы 5.3

055	Кругло-шлифовальная	Шлифовальный круг ПП 24А 12 НСТ26Б ГОСТ 2424-08
060	Плоско-шлифовальная	Шлифовальный круг 5 25x30x12 ГОСТ 52781-2007
065	Шлифовальная	Головка шлифовальная AW 16x25x6 25AF 46СК
085	Моечная	Водный раствор тринатрий- фосфата
090	Контрольная	-

#### 5.4 Выбор средств контроля

Для осуществления выбора средств инструментально-технического контроля, следует руководствоваться следующим набором правил [8]:

1) Точность средств измерения и иных приспособлений для контроля должна выбираться таким образом, что точность измеряемых размеров не будет существенно ниже, при этом следует избегать неоправданного повышения точности, ведущего к резкому удорожанию процесса контроля;

2) При среднесерийном производстве целесообразно применение средств (инструментов) общего назначения: штангенциркулей, длинномеров, микрометров, калибров и т. п. При среднесерийном производстве следует рассмотреть возможность внедрения в процесс контроля качества специальных мерительных инструментов.;

3) Стандартные и нормализованные средства инструментально-технического контроля более предпочтительны, чем специально разработанные для этих целей инструменты.

Результаты выбора средств инструментально-технического контроля представлены ниже - в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Средства инструментально-технического контроля.

№ операции		Наименование средств контроля
Название операции		
000	Заготовительная	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80
005	Токарная (черновая)	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80
010	Токарная (черновая)	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80
015	Токарная (чистовая)	Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
020	Токарная (чистовая)	Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
025	Координатно-расточная	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80
030	Координатно-расточная	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80

035	Моечная	-
040	Контрольная	Все необходимые средства контроля
045	Термическая	-
050	Кругло-шлифовальная	Калибр - Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
055	Кругло-шлифовальная	Калибр - Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
060	Плоско-шлифовальная (чистовая)	Калибр - Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78
065	Шлифовальная	Приспособление специальное
070	Моечная	-
075	Контрольная	Все необходимые средства контроля

## 6. Нормирование технологического процесса.

Задачей этого раздела является определение содержания тех процесса, расчета режимов резания, и норм времени на эти операции.

### 6.1 Определение режимов резания.

Режим резания – совокупность показателей, которые характеризуют условия протекания процесса резания. Основными показателями являются скорость резания  $v$ , подача  $s$  и глубина.

Для расчетов на токарных операциях будем применять аналитический метод определения режимов резания [1], [4].

Основные параметры резания при точении:

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где  $C_v$  – постоянная величина для определённых условий обработки, выбранная из таблицы 39 [2];

$T$  – период стойкости инструмента;

$t$  – глубина резания;

$S$  – подача, выбирается из таблицы 11 [2];

$x, y, m$  – показатели степени, выбранные из таблицы 17 [2].

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Uv} \cdot K_{Nv},$$

где  $K_{Mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Uv}$  – коэффициент на инструментальный материал, выбранный из таблицы 6;

$K_{n\vartheta}$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбранный из таблицы 5 [2].

$$K_{M\vartheta} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n\vartheta},$$

где  $K_{\Gamma}$  - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, выбираем по таблице 2 [2];

$\sigma_B$  - коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал.

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$$

Сила резания:

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

где  $C_p$  - постоянная величина для определённых условий обработки, выбранная из таблицы 22 [2];

$K_p$  - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP},$$

где  $K_{MP}, K_{\varphi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}, K_{rP}$  - коэффициенты, учитывающие фактические условия резания, выбранные из таблиц 9, 10 и 23 [2];

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}.$$

1) Сделаем расчет режимов резания на операцию 005 токарную (черновую).

Эта операция выполняется за один переход - точение поверхностей 1 и 2.

Для начала разработки режима резания на токарную (черновую) операцию следует установить характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная, Т15К10.  $\phi=92^\circ$ ,  $\phi_1=8^\circ$ ,  $\lambda=0$ ,  $\alpha=12^\circ$ ,  $h=25$ ,  $b=25$ ,  $L = 125$  ОСТ 2И.101-83.

Основные параметры резания при точении:

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$S = 0,8 \text{ мм/об};$$

$$V = \frac{C_{v\vartheta}}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_{v\vartheta},$$

♦ скорость резания:

Поправочный коэффициент на скорость резания равен:

$$K_{v\vartheta} = K_{M\vartheta} \cdot K_{u\vartheta} \cdot K_{n\vartheta} = 0,818 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,736,$$

$$K_{M\vartheta} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n\vartheta} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{1200} \right)^{-0,9} = 0,818,$$

$$\sigma_B = 1200 \text{ МПа}.$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,736 = 95,827 \text{ м/мин};$$

♦ частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 95,827}{3,14 \cdot 16} = 1907 \text{ об/мин};$$

По паспорту станка принимаем  $S = 0,8$  мм/об и  $n = 2000$  об/мин.

♦ сила резания:

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

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP},$$

$$K_p = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,744;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95,827^{-0,15} \cdot 0,744 = 4762 \text{ Н}.$$

♦ мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4762 \cdot 95,827}{1020 \cdot 60} = 7,456 \text{ кВт}.$$

2) Сделаем расчет режимов резания на операцию 010 токарную (черновую).

Эта операция выполняется за один переход – точение поверхностей 3, 7, 9, 11, 13, 14 и 16.

Для начала разработки режима резания на токарную (черновую) операцию следует установить характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная, Т15К10.  $\varphi=92^\circ$ ,  $\varphi_1=8^\circ$ ,  $\lambda=0$ ,  $\alpha=12^\circ$ ,  $h=25$ ,  $b=25$ ,  $L = 125$  ОСТ 2И.101-83.

Основные параметры резания при точении:

$$t = 5 \text{ мм};$$

$$S = 0,8 \text{ мм/об};$$

$$K_{\vartheta} = K_{M\vartheta} \cdot K_{u\vartheta} \cdot K_{n\vartheta} = 0,818 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,736,$$

$$K_{M\vartheta} = K_{\Gamma} \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n\vartheta} = 1,0 \cdot \left( \frac{750}{1200} \right)^{-0,9} = 0,818,$$

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,736 = 95,827 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 95,827}{3,14 \cdot 16} = 1907 \text{ об/мин};$$

По паспорту станка принимаем  $S = 0,8$  мм/об и  $n = 2000$  об/мин.

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

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP},$$

$$K_p = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,744,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95,827^{-0,15} \cdot 0,744 = 4762 \text{ Н}.$$

♦ мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4762 \cdot 95,827}{1020 \cdot 60} = 7,456 \text{ кВт}.$$

3) Сделаем расчет режимов резания на операцию 050 круглошлифовальную.

Эта операция выполняется за один переход –шлифуем поверхность 2.

Для начала разработки режима резания на круглошлифовальную операцию следует установить характеристики режущего инструмента. Режущий инструмент – круг шлифовальный ПП 24А 12 НСТ 26Б ГОСТ 2424-67.

Основные параметры резания при шлифовании:

$$V_3 = 30 \text{ м/мин}$$

$$t = 0,015 \text{ мм}$$

$$s = 2,8 \text{ м/мин}$$

$$V_K = 35 \text{ м/с}$$

• частота вращения инструмента :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 7} = 1592 \text{ об/мин};$$

где D - диаметр круга

По паспорту станка принимаем  $n = 2000 \text{ об/мин}$ .

• мощность резания :

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q .$$

$C_N$  - значение показателя из таблицы 56 (2)

$d$  - диаметр шлифования

$$N = 1,3 \cdot 30^{0,75} \cdot 0,015^{0,85} \cdot 2,8^{0,7} \cdot 5,89 = 5,683 \text{ кВт}$$

## 6.2 Расчет норм времени.

Основное время  $T_o$  - определяется по [6].

Штучное время  $T_{шт}$  - время на выполнение операции, определяется суммированием основного, вспомогательного времени, время на

обслуживание и время на отдых.

005 – Токарная (черновая):

$$T_o = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = (0,00017 \cdot 88 \cdot 44) + (0,00017 \cdot 88 \cdot 28,72) = 1,09 \text{ мин};$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой детали;

$l$  – длина обрабатываемого участка.

$T_B$  – вспомогательное время на установку, включение и выключение станка, измерение и организационное время, определяется по [6].

$$T_B = 0,06 + 0,01 + 0,2 + 0,01 = 0,28 \text{ мин} ,$$

$$T_{шт} = 1,09 + 0,28 + 0,01 + 0,05 = 1,43 \text{ мин.}$$

010 – Токарная (черновая):

$$T_o = 0,17 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = (0,00017 \cdot 88 \cdot 25,5) + (0,00017 \cdot 37 \cdot 17) + (0,00017 \cdot 37 \cdot 7) + (0,00017 \cdot 37 \cdot 23) = 0,68 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,06 + 0,01 + 0,2 + 0,01 = 0,28 \text{ мин} ,$$

$$T_{шт} = 0,68 + 0,28 + 0,01 + 0,05 = 1,02 \text{ мин.}$$

015 – Круглошлифовальная:

$$T_o = 0,15 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 83 \cdot 5,89 \cdot 10^{-3} = 0,07 \text{ мин};$$

$$T_B = 0,05 + 0,01 + 0,2 + 0,01 = 0,27 \text{ мин} ;$$

$$T_{шт} = 0,07 + 0,27 + 0,01 + 0,05 = 0,4 \text{ мин.}$$

## **7. Совершенствование операций с помощью научных исследований**

### **7.1 Ситуационное описание**

Основными факторами, влекущими за собой интенсивный износ используемых для обработки деталей резанием лезвийных инструментов, основным материалом которых является инструментальная быстрорежущая сталь высокой твёрдости, как правило, становятся высокотемпературный режим в зоне резания, вызываемый повышенными силами трения в контакте «инструмент-заготовка», повышенная вибрация процесса обработки вследствие динамики станка, значительные усилия деформации, прикладываемые к инструменту (с высоким давлением в точках приложения сил), различные режимы резания и их элементы, огромные давления на инструмент (усилия деформации), статическое электричество, возникающее при контакте режущего инструмента и заготовки, схемы резания, а также — механические параметры обрабатываемого и обрабатывающего материалов, геометрическая конфигурация режущего инструмента и пр. Такой износ неминуемо увеличивает среднее время одной операции за счёт увеличения усилий, прикладываемых для замены инструмента и дополнительную наладку технологической системы.

В связи с вышеизложенным следует отметить административную проблему недостаточно высокой износостойкости применяемого лезвийного инструмента в процессе обработки металлов резанием и не соответствующему наблюдаемой тенденции совершенствования конструкционных сталей (преимущественно, отличающихся жаропрочностью), равно как и ускорения темпов разработки конструкций высокоскоростных станков.

Таким образом, повышение износостойкости лезвийных инструментов

на основе быстрорежущей стали возможно, применяя технические решения для снижения воздействия всех факторов, перечисленных выше.

## **7.2 Анализ**

Рабочий инструмент в процессе обработки заготовки детали резанием подвергается диффузионному, химическому, адгезионному и прочим типам изнашивания в связи с факторами, указанными выше. В связи с этим, автор данной работы считает, что в текущем технологическом процессе был корректно осуществлен выбор оптимальных режимов резания, применены соответствующие техпроцессу и в целом инновационные виды СОТС, используется сводящая к минимуму деформационные усилия к инструменту схема резания, геометрия заточного инструмента выбрана правильно, а специально подобранные параметры системы станок-инструмент-приспособление-деталь на точном станке позволяют свести к минимуму вибрации внутри неё в процессе резания.

## 8. Проектирование приспособления

Задача, поставленная на данный раздел — проектирование специального трех кулачкового самоцентрирующегося патрона, производящего базирование и закрепление корпуса (операция 005) для обработки заготовки при помощи токарно-винторезного станка с ЧПУ (тип 16К20Ф3), с кулачками, убирающимися автоматически.

### 8.1 Анализ исходных данных

Опираясь на анализ исходных данных определим стратегию конструирования станочного приспособления.

Материал (вид) заготовки – сталь тип 19ХГН;

Вид обработки – черновая;

Тип производства – среднесерийный;

Материал и геометрические параметры резца и его режущей поверхности – резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная, Т15К10.

$\gamma = -2^\circ$ ,  $\lambda = 0^\circ$ ,  $\alpha = 12^\circ$ ,  $\varphi = 92^\circ$ ;

Тип приспособления – Патрон трех кулачковый с пневмоприводом ТУ 18.20.203-08;

Металлорежущий станок 16К20Ф3.

Задачей этого раздела является:

- 1) Предложение схемы установки заготовки;
- 2) Расчет усилий резания;
- 3) Расчет усилий закрепления заготовки;
- 4) Выбор типа привода и определение его параметров;
- 5) Разработка конструкции и выполнение сборочного чертежа приспособления;
- 6) Описать конструкцию и работу станочного приспособления;

7) Выполнение рабочего чертежа одной из детали приспособления.

## 8.2 Расчёт сил резания.

Сила резания при точении:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 5^{1,0} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 95,827^{-0,15} \cdot 0,744 = 4762 \text{ Н.}$$

Мощность резания;

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4762 \cdot 95,827}{1020 \cdot 60} = 7,456 \text{ кВт}$$

Проверка мощности станка;

$$N_e \leq N_{э,дв} \cdot \eta, \quad (8.1)$$

Где  $N_{э,дв}$  - мощность станка;

– коэффициент полезного действия привода;

$$2,51 \leq 10 \cdot 0,9 = 2,51 \leq 9$$

## 8.3 Расчёт усилия закрепления заготовки.

Задачами этого раздела является:

- выполнение схемы усилий, которые действуют на заготовке;
- составление уравнения статики (усилий моментов);
- вычисление величины усилия закрепления заготовки.

Когда заготовка находится в процессе обработки, на нее воздействует система сил. С одной стороны действует сила резания, которая стремится повернуть заготовку в кулачках, с другой стороны сила зажима, которая препятствует этому (рис. 8.1). Из условия равновесия моментов данных сил и учетом коэффициента запаса определяем необходимое усилие зажима.

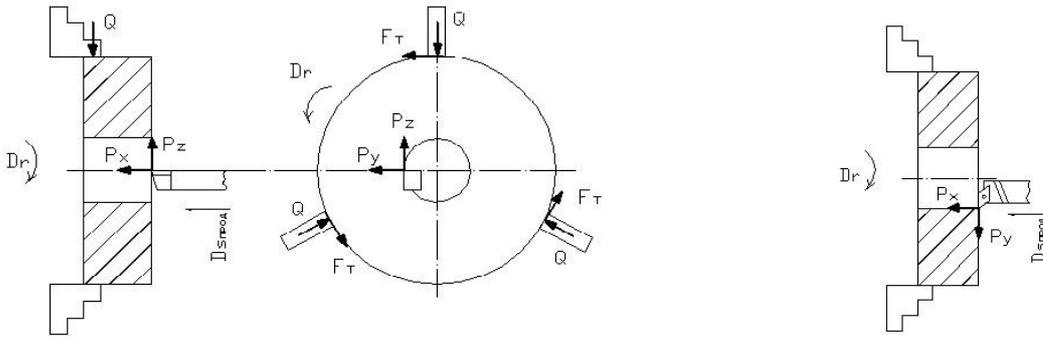


Рис. 8.1 - Схема сил, действующих на заготовку

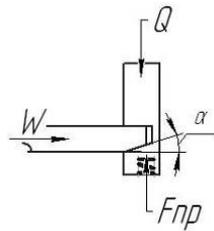


Рис. 8.2 - Расчетная схема закрепления

Рассчитаем усилия закрепления заготовки:

$$W = \frac{k \cdot Pz \cdot d2}{f \cdot d1}, \quad (8.2)$$

где:  $f = 0,17$  - коэффициент трения;

$d1 = 37$  мм – диаметр детали, зажимаемой в трехкулачковом патроне ;

$d2 = 88$  мм – обрабатываемый диаметр заготовки;

$k$  - коэффициент запаса:

$$k = k0 \cdot k1 \cdot k2 \cdot k3 \cdot k4 \cdot k5 \cdot k6, \quad (8.3)$$

где:  $k0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k1 = 1,2$  – учитываем, что будет происходить рост сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности заготовки;

$k_2 = 1.0$  – учитываем, что будет происходить рост сил резания из за затупления режущего инструмента;

$k_3 = 1.0$  – учитываем, что будет происходить рост сил резания при прерывном резании;

$k_4 = 1.2$  – характеризует постоянство силы развиваемой зажимным механизмом;

$k_5 = 1.0$  – характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма

$$k = 1.5 * 1.2 * 1.0 * 1.0 * 1.2 * 1.0 * 1.0 = 2,2$$

Так как  $k$  оказался меньше 2,5, то принимаем  $k = 2,5$

$$W = \frac{2.5 * 115,8 * 88}{0,17 * 37} = 2688 \text{ Н}$$

#### 8.4 Расчет параметров силового привода

Создаем исходное усилие  $Q$  с помощью использования силового привода, устанавливаемого на задний конец шпинделя. В конструкции привода можно отметить силовую часть, она вращается вместе со шпинделем и муфту для подвода рабочей среды. В роли приводов максимальное использование получили гидравлический и пневматический вращающиеся цилиндры.

Вначале данной работы следует попробовать применить пневматический привод, так как на любом производстве должны быть трубопроводы для подачи сжатого воздуха. Диаметр поршня пневмоцилиндра находится по формуле [22]:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p}}, \tag{8.5}$$

где  $P$  – избыточное давление воздуха, принимаемое в расчетах равным 0,4 МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{2457,8}{0,4}} = 88,6 \text{ мм} \quad \text{— для пневмопривода.}$$

Значит для этого патрона следует применить пневмопривод диаметром  $D = 100 \text{ мм}$ .

Ход поршня цилиндра рассчитывается по формуле:

$$S_Q = \frac{S_w W}{i_{\Pi}}, \quad (8.6)$$

$$S_Q = \frac{5}{2} = 2,5.$$

$$S_w = 5 \text{ мм}$$

$$i_{\Pi} = \frac{1}{i_K} \quad \text{— передаточное отношение зажимного механизма по}$$

перемещению. Значение  $S_Q$  принимать с запасом 10...15 мм.

Принимаем пневматический цилиндр с  $D = 100 \text{ мм}$ , а  $S_Q = 20 \text{ мм}$ .

К этому разделу следует переходить после разработки конструкции патрона и простановки размеров. Погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2},$$

где  $\varepsilon_6$  — погрешность базирования, равная при данной схеме нулю, так как измерительная база используется в качестве технологической.

$\varepsilon_3$  — погрешность закрепления — это смещение измерительной базы под действием сил зажима ( $\varepsilon_3 = 0,03$ ).

$\varepsilon_{np}$  — погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$\varepsilon_{np} = \frac{\omega_{a\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \cdot \Delta_1,$$

$$\varepsilon_{np} = \frac{1}{2} \cdot 0,034 = 0,017 ;$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0,03^2 + 0,017^2} = 0,034 .$$

Погрешность установки не должна превышать величин:

для черновой обработки –  $\varepsilon_y^{\text{доп}} = z_{\text{min}}^{\text{шл}}$  ( $z_{\text{min}}^{\text{шл}}$  – минимальный припуск на шлифование);  $\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,05$  мм.

$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,05$  мм >  $\varepsilon_y = 0,034$  мм, значит патрон подходит для 005-й токарной (черновой) операции.

## 8.5 Описание работы патрона с пневмориводом трехкулачкового

Станочное приспособление состоит из рычажного патрона, использующегося для установки заготовки в его центре, а также пневматического привода.

Патрон, состоящий из корпуса 6, имеет направляющие для установки подкулачников 12, к которым происходит крепление сменных кулачков 8 при помощи винтов 24 и шайб 39. Втулка 3 устанавливается при помощи винта 2 в центровое отверстие корпуса патрона. Сухари 16 и 15, располагающиеся в выточке втулки 3 и пазу подкулачника 12, устанавливаются на рычаг 14 с использованием осей 11 и 10. Установка рычага 14 происходит в корпус патрона на ось 9, которую следует зафиксировать при помощи стопорных винтов 25 и 26. Центр 19 устанавливается во фланец 18, крепящийся винтами 23 и шайбами 38 к корпусу 6. Для приведения приспособления в рабочее состояние, следует установить патрон на конец шпинделя и закрепить его, используя пальцы 31 и гайки 28.

Шток 20 пневматического цилиндра соединён с тягой 17 при помощи винта 2.

Пневматический цилиндр состоит из корпуса 5 и крышки 7, установленной в корпусе при помощи болтов 22 и шайб 38. В пневмоцилиндре устанавливается поршень 13 и крепится при помощи шайки

29 и шайбы 36 к штоку 20, в отверстие которого вводится для подачи воздуха трубка муфты 1, установленной в корпусе 5 при помощи болтов 21 и шайб 37.

Пневматический цилиндр следует установить при помощи крышки 7 на задний резьбовой конец шпинделя и зафиксировать последний при помощи винта 27 на крышке 7.

Уплотнительные кольца 32,33,34,35 устанавливаются для обеспечения уплотнения внутри пневматического цилиндра.

Демпферы 4 устанавливаются на поршень 13 с целью предотвращения ударов поршня о крышку 7 и стенки корпуса 5.

Работа патрона происходит следующим образом:

При помощи поджимания задним центром, заготовка устанавливается на подвижный центр 19.

В штоковую полость пневматического цилиндра подаётся воздух, тянущий втулку 3, соединенную при помощи штока 20, тяги 17, винта 2 с поршнем 13, влево, при этом осуществляется поворот рычага 14 вокруг оси 9, и сопутствующий этому сдвиг подкулачников 12 и закрепленных на них сменными кулачками 8, фиксирующими заготовку.

Разжимание заготовки происходит в обратной последовательности шагов, описанных выше, при этом следует подать воздух в поршневую полость пневматического цилиндра, отводя таким образом поршень 13 вправо.

Для закрепления заготовки, имеющей отклонения от цилиндричности, и возможности её самоустановки по разным диаметрам, следует поворачивать центральную втулку 3, имеющую сферическую форму и установленную с зазором в корпусе 6. При этом, произойдёт установка по центру 19, а кулачки 8 будут лишь передавать вращательный момент.

## 9. Проектирование режущего инструмента.

Задачей, поставленной на данный раздел, является проектирование геометрии режущего инструмента, выбора материала для него; с целью применения данного инструмента в операции 035 «координатная расточная».

### 9.1 Исходные данные

Сущность обработки – расточка координатная;

Используемое оборудование – станок координатно-расточной, вертикальный, тип 2E450АФ4. мощность главного движения равна 5,5 кВт, усилие механической подачи допускается 20 МН, вращение производится правое.

диаметр меньшего отверстия  $D_1=5^{+0,21}$  ;

диаметр среднего отверстия  $D_2=6^{+0,21}$  ;

длина  $l_1=20$  ;

длина  $l_2=49$  ;

Ra=2,5;

IT - 10;

обрабатываемый материал – сталь 19ХГН.

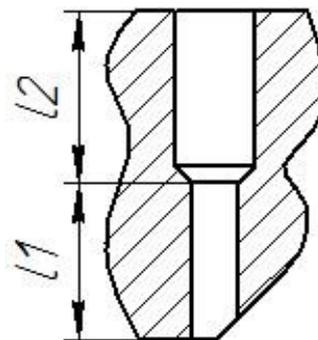


рис. 9.1 - Эскиз обработанной поверхности

## 9.2 Геометрические параметры режущего инструмента и выбор материала для его изготовления.

Основной зависимостью для геометрических параметров режущего инструмента является форма стружечной канавки. Для всех отверстий осуществим операцию сверления с использованием трёх главных режущих кромок и специальной смазочно-охлаждаемой жидкостью. За исходные данные данной операции примем вершинный угол ( $2\varphi$ ), равный  $118^\circ$  градусам, задний угол от  $8^\circ$  до  $12^\circ$ , диаметр выбирается в непосредственной зависимости от обрабатываемого отверстия.

Для изготовления режущего инструмента следует выбирать материал, соответствующий виду и твёрдости материала, подлежащего обработки. Используем для этого рекомендации [4]: нашим требованиям будет соответствовать материал сверла, состоящий из быстрорежущей стали марки Р6М5 ГОСТ 19265-79.

Выберем главный угол в плане для сверла, зависящих от свойств обрабатываемого материала из [20].

$$2\varphi = 130^\circ \pm 3^\circ; \quad \omega_T = 40^\circ; \quad \alpha_T = 12^\circ.$$

Полученный расчет заднего угла:

$$\alpha = \alpha_T \left( \frac{3,33}{d + 2,35} + 0,79 \right);$$

$$\alpha_1 = 12 \times \left( \frac{3,33}{3 + 2,35} + 0,79 \right) = 11^\circ 16' 4'' \pm 3^\circ;$$

$$\alpha_2 = 12 \times \left( \frac{3,33}{4 + 2,35} + 0,79 \right) = 11^\circ 7' 15'' \pm 3^\circ;$$

$\Psi$  - угол наклона перемычки. Данная величина является произвольным значением, которая образуется при заточке.

### 9.3 Максимальные значения диаметров отверстия и коэффициент глубины сверления и расчетные диаметры

$$D_{\max} = D + ES ;$$

$$D_{\min} = D + EI ;$$

$$D_{1\max} = 5 + 0,21 = 5,21 \text{ мм};$$

$$D_{2\max} = 6 + 0,21 = 6,21 \text{ мм};$$

$$D_{1\min} = 5 + 0 = 5 \text{ мм};$$

$$D_{2\min} = 6 + 0 = 6 \text{ мм};$$

Допуски на диаметр отверстия равны:  $\delta_{o1} = 0,21 \text{ мм}$ ,  $\delta_{o2} = 0,21 \text{ мм}$ .

$$K_{GC} = \frac{l}{D} ;$$

$$K_{GC1} = \frac{20}{5} = 4 ;$$

$$K_{GC2} = \frac{49}{6} = 8,17 ;$$

При  $K_{GC} \geq 3$ ,  $d_p = D_{\max} - 0,667\delta_o$ ;

$$d_{p1} = 5,21 - 0,667 \times 0,21 = 5,07 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 6,21 - 0,667 \times 0,21 = 6,07 \text{ мм};$$

Получения округлим и поставим допуск на наружный диаметр сверла.

$$d_1 = 5_{-0,052} \text{ мм};$$

$$d_2 = 6_{-0,052} \text{ мм};$$

## 9.4 Размеры ленточки сверла

Ширина ленточки:

$$f = 0,5\sqrt[3]{d} ;$$

$$f_1 = 0,5 \times \sqrt[3]{5} = 0,85 \text{ мм};$$

$$f_2 = 0,5 \times \sqrt[3]{6} = 0,91 \text{ мм};$$

Высота ленточки:

$$q = 0,025d ;$$

$$q_1 = 0,025 \times 5 = 0,125 \text{ мм};$$

$$q_2 = 0,025 \times 6 = 0,15 \text{ мм};$$

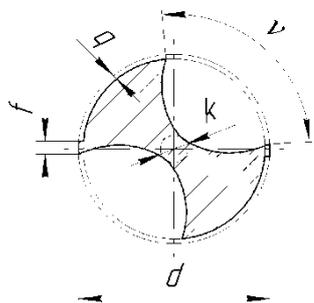


Рис. 9.2 - Величины ленточки сверла

## 9.5 Параметры стружечной канавки

Полученный угол наклона стружечной канавки:

$$\omega = \omega_T \times \left( 1,1 - \frac{1,624}{d + 3,5} \right);$$

$$\omega_1 = 40 \times \left( 1,1 - \frac{1,624}{5 + 3,5} \right) = 41^{\circ}14'8'' ;$$

$$\omega_2 = 40 \times \left( 1,1 - \frac{1,624}{6 + 3,5} \right) = 41^{\circ}27'9'';$$

Выбираем центральный угол канавки, зависит от свойств обрабатываемого материала. При обработки стали 19ХГН,  $\nu = 92^{\circ}$ , [20].

Шаг стружечной канавки определяется следующим уравнением:

$$H = \frac{\pi d}{\operatorname{tg} \omega};$$

$$H_1 = \frac{3,14 \times 5}{\operatorname{tg} 41,235} = 71,646 \text{ мм};$$

$$H_2 = \frac{3,14 \times 6}{\operatorname{tg} 41,4525} = 78,211 \text{ мм};$$

Ширина пера определяется следующим уравнением:

$$B = d \times \sin \frac{\pi - \nu}{2} \times \cos \omega;$$

$$B_1 = 5 \times \sin \frac{3,14 - 1,61}{2} \times \cos 41,2355 = 10,42 \text{ мм};$$

$$B_2 = 6 \times \sin \frac{3,14 - 1,61}{2} \times \cos 41,4525 = 11,42 \text{ мм};$$

## 9.6 Осевая сила и крутящий момент

Осевая сила при сверлении находится по данному уравнению:

$$P_{O1} = 10 C_p d_1^q S^y K_p;$$

Берем значения коэффициентов уравнения [21].

$$C_p = 68; q = 1,0; y = 0,7; S = 0,4 \text{ мм/об}; K_p = 1;$$

$$P_{O1} = 10 \times 68 \times 5 \times 0,4^{0,7} \times 1 = 1802 \text{ Н};$$

Осевая сила при рассверливании:

$$P_{O2} = 10C_P d^q t^x S^y K_P;$$

Берем значения коэффициентов уравнения [21]

$$C_P = 37,8; t = 1 \text{ мм}; x = 1,3; y = 0,7; S = 0,4 \text{ мм/об}; K_P = 1; q = 0;$$

$$P_{O2} = 10 \times 37,8 \times 6^0 \times 1^{1,3} \times 0,4^{0,7} \times 1 = 200,34 \text{ Н};$$

Общее осевое усилие, которое действует на комбинированное сверло, формируется из усилий на его ступенях.

$$P_O = P_{O1} + P_{O2} + P_{O3};$$

$$P_O = 7161 + 199,03 = 7360,03 \text{ Н};$$

Крутящий момент при сверлении находится из уравнения:

$$M_{KP1} = 10C_M d_1^q S^y K_P;$$

Берем значения коэффициентов уравнения [21].

$$C_M = 0,0345; y = 0,8; S = 0,4 \text{ мм/об}; K_P = 1; q = 2,0;$$

$$M_{KP1} = 10 \times 0,0345 \times 5^2 \times 0,4^{0,8} \times 1 = 4,14 \text{ Нм};$$

Крутящий момент при рассверливании находится из уравнения:

$$M_{KP2} = 10C_M d_2^q t^x S^y K_P;$$

Берем значения коэффициентов уравнения [21].

$$C_M = 0,09; y = 0,8; S = 0,4 \text{ мм/об}; K_P = 1; q = 1,0; t = 1; x = 0,9;$$

$$M_{KP2} = 10 \times 0,09 \times 6 \times 1^{0,9} \times 0,4^{0,8} \times 1 = 2,59 \text{ Нм};$$

Общий крутящий момент, который действует на комбинированное сверло, формируется из моментов на его ступенях.

$$M_{KP} = M_{KP1} + M_{KP2};$$

$$M_{KP} = 4,14 + 2,59 = 6,73 \text{ Нм};$$

Критическая сжимающая сила.

Это осевая нагрузка, которую стержень выдерживает без потери устойчивости:

### 9.7 Площадь поперечного сечения сверла

При увеличении площади поперечного сечения сверла приведет к росту прочности и жесткости сверла, до установленного момента увеличивается, и стойкости. Если дальше продолжать увеличение сечения сверла, то ухудшится отвод стружки.

Чтобы определить наилучшую и наиболее подходящую площадь поперечного сечения применяется формула.

$$F_{onm} = 0,4 \cdot d^{1,9}$$

$$F_{дон} = 0,5 \cdot d^{1,9}$$

Для первой ступени:

$$F_{onm1} = 0,4 \cdot 5^{1,9} = 8,51 \text{ мм}^2;$$

$$F_{дон1} = 0,5 \cdot 5^{1,9} = 10,64 \text{ мм}^2;$$

Для второй ступени:

$$F_{onm2} = 0,4 \cdot 6^{1,9} = 12,04 \text{ мм}^2;$$

$$F_{дон2} = 0,5 \cdot 6^{1,9} = 15,05 \text{ мм}^2.$$

## 9.8 Диаметр сердцевины

Выбор диаметра сердцевины сверла напрямую зависит от размеров сверла.

$$K = (0,145 \dots 0,125)D;$$

$$K_1 = 0,135 \times 5 = 0,68 \text{ мм};$$

$$K_2 = 0,135 \times 6 = 0,81 \text{ мм};$$

## 9.9 Длина сверла

Длина первой ступени:

$$l_{C1} = l_K + l_{II} + l_{3AT} + l_{\Phi} + l_1$$

Где  $l_K$  – длина заборного конуса;

$l_{II}$  – длина перебега;

$l_{3AT}$  – запас на переточку;

$l_{\Phi}$  – глубина фаски

$$l_K = \frac{d_1 - K}{2 \times \operatorname{tg} \varphi};$$

$$l_K = \frac{5 - 2,7}{2 \times \operatorname{tg} 65} = 4,03 \text{ мм};$$

$$l_{II} = 1,5 \text{ мм};$$

$$l_{3AT} = 1,7d;$$

$$l_{3AT} = 1,7 \times 5 = 8,5 \text{ мм};$$

$$l_{C1} = 4,03 + 1,5 + 8,5 + 0,47 + 20 = 31 \text{ мм};$$

Длина конечной ступени:

$$l_{C2} = l_2 + l_{\Gamma} + l_{3AT};$$

где  $l_{\Gamma}$  – длина канавки для выхода фрезы

$$l_{\Gamma} = 0,5d_2;$$

$$l_{\Gamma} = 0,5 \times 6 = 3 \text{ мм};$$

$$l_{3AT} = 1,7 \times 6 = 9,2 \text{ мм};$$

$$l_{C2} = 49 + 3 + 9,2 = 60 \text{ мм};$$

Принимаем длину последней ступени  $l_{C2} = 60 \text{ мм}$ .

Длина и параметры хвостовика сверла:

Форма хвостовика находится как по форме посадочного отверстия станка, так и его диаметром.

Средний диаметр конического хвостовика находится из уравнения:

$$d_{CP} = \frac{4 \times M \times \sin \alpha_k}{\mu \times P_0 \times (1 - 0,04 \times \Delta \alpha_k)};$$

где:  $\mu = 0,1$  - коэффициент трения стали о сталь;

$\alpha_k = 1^{\circ}26'$  - половина угла конуса Морзе;

$\Delta \alpha_k = 5'$  - отклонение угла конуса.

Тогда:

$$d_{CP} = \frac{4 \times 75,81 \times \sin 1^{\circ}26'}{0,1 \times 7360,03 \times (1 - 0,04 \times 5)} = 0,0129 \text{ м} = 12,9 \text{ мм}.$$

Максимальный диаметр конуса Морзе:

$$d_{\max} = \frac{d_{CP}}{0,78} = \frac{3,5}{0,78} = 4,49 \text{ мм.}$$

Выбираем стандартное значение:

$$d_{\max} = 4,49 \text{ для конуса Морзе №2.}$$

Длина сверла включает в себя сумму всех длин ступеней, длины хвостовика и шейки.

$$L = l_{C1} + l_{C2} + l_{XB} + l_{Ш},$$

где  $l_{XB} = 80$  мм – длина хвостовика сверла.

$l_{Ш} = 5$  мм – длина шейки сверла.

Тогда общая длина сверла:

$$L = 31 + 60 + 80 + 5 = 176 \text{ мм}$$

## 10. Безопасность и экологичность технического объекта.

Задачи, которые будут рассматриваться в этом разделе - это наладка производственного процесса, заключающегося с требованиями стандартов безопасности труда. Данный стандарт направлен на защиту человека от физических травм, воздействия технических средств, применяемых в процессе труда, защиту организма от переутомления, химического, атмосферного воздействия и т.п.

### 10.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 10.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс изготовления детали <sup>1</sup>	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию <sup>3</sup>	Оборудование, устройство, приспособление <sup>4</sup>	Материалы, вещества <sup>5</sup>
1	2	3	4	5
005	Токарная черновая	Токарь 3 разряда	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС)
010	Токарная черновая	Токарь 3 разряда	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	
015	Токарная чистовая	Токарь 4 разряда	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	
020	Токарная чистовая	Токарь 4 разряда	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	
025	Координатно-расточная	Токарь 5 разряда	Вертикальный координатно-расточный станок 2E450AФ4	
030	Координатно-расточная	Токарь 5 разряда	Вертикальный координатно-расточный станок 2E450AФ4	

Продолжение таблицы 10.1

1	2	3	4	5
035	Моечная		Камерная моечная машина	Водный раствор тринатрий-фосфата
040	Контрольная		Контрольный стол	
045	Термическая		Индукционная печь	
050	Кругло-шлифовальная	Шлифовальщик 4 разряда	Круглошлифовальный станок ЗУ131ВМ	СОТС
055	Кругло-шлифовальная	Шлифовальщик 4 разряда	Круглошлифовальный станок ЗУ131ВМ	СОТС
060	Плоско-шлифовальная	Шлифовальщик 3 разряда	Плоскошлифовальный станок Зг71	СОТС
065	Шлифовальная	Шлифовальщик 5 разряда	Шлифовальный станок JAGRA сер.JAG MA-14/16	СОТС
070	Моечная		Камерная моечная машина	
075	Контрольная		Контрольный стол	

## 10.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 10.2 – 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	2	3	4

Продолжение таблицы 11.4

1	2	3	4
00 5	Токарная черновая	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</li> <li>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</li> <li>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</li> <li>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</li> <li>6. Токсические</li> <li>7. Физические перегрузки</li> <li>8. монотонность труда</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</li> <li>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</li> <li>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</li> <li>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</li> <li>5.Шум и вибрация от движущихся частей станка.</li> <li>6.Блезнетворные микробы при работе с СОЖ.</li> <li>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</li> <li>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</li> </ol>
01 0	Токарная черновая	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</li> <li>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</li> <li>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</li> <li>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</li> <li>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</li> </ol>

		<p>тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Токсические</p> <p>7. Физические перегрузки</p> <p>8. монотонность труда</p>	<p>5. Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6. Болезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
01 5	Токарная чистовая	<p>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</p> <p>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Токсические</p> <p>7. Физические перегрузки</p>	<p>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</p> <p>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3. Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5. Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6. Болезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>

		8. монотонность труда	
02 0	Токарная чистовая	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</li> <li>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</li> <li>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</li> <li>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</li> <li>6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</li> <li>7. Токсические</li> <li>8. Физические перегрузки</li> <li>9. монотонность труда</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</li> <li>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</li> <li>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</li> <li>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</li> <li>5.Шум и вибрация от движущихся частей станка.</li> <li>6.Плохая степень освещенности при технологическом процессе изготовления корпуса зажимного приспособления.</li> <li>7.Болезнетворные микробы при работе с СОЖ.</li> <li>8. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</li> <li>9. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</li> </ol>
02 5	Координатно-расточная	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</li> <li>3. Повышенное значение напряжения в</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</li> <li>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</li> <li>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</li> <li>4. Шероховатость на</li> </ol>

		<p>электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</p> <p>7. Токсические</p> <p>8. Физические перегрузки</p> <p>9. монотонность труда</p>	<p>поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5. Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6. Плохая степень освещенности при технологическом процессе изготовления корпуса зажимного приспособления.</p> <p>7. Болезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>8. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>9. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
03 0	Координатно-расточная	<p>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</p> <p>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте;</p>	<p>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</p> <p>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3. Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5. Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6. Плохая степень освещенности при технологическом процессе изготовления корпуса зажимного приспособления.</p>

		<p>повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.</p> <p>7. Токсические</p> <p>8. Физические перегрузки</p> <p>9. монотонность труда</p>	<p>7.Безвредные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>8. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>9. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
03 5	Моечная	<p>1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>4. Повышенная или пониженная влажность воздуха.</p> <p>5. Токсические</p>	<p>1. Повышенное напряжение в электроцепях</p> <p>2. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования,</p> <p>3. Шум и вибрация от работы камерно-моечной машины.</p> <p>4. Работа камерно-моечной машины.</p> <p>5. Безвредные микробы при работе с моющими средствами.</p>
04 0	Контрольная	<p>1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>3. Недостаточная освещенность рабочей</p>	<p>1. Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>2. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>3. Работа с микрометром</p> <p>Физические перегрузки, монотонность труда.</p> <p>4. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>5. Однообразие</p>

		зоны 4. Физические перегрузки. 5. монотонность труда	производимых действий при изготовлении деталей.
04 5	Термическая	1. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. 2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. 3. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. 4. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации. 5. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	1. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали, 2.Повышенное напряжение в электроцепях 3. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования, 4. Шум и вибрация от работы индукционной печи, 5. Загазованность воздуха при работе индукционной печи.
05 0	Кругло-шлифовальная	1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы. 2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов. 3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. 4. Острые кромки,	1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки. 2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали. 3.Повышенное напряжение в электроцепях. 4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования. 5.Шум и вибрация от движущихся частей

		<p>заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Токсические</p> <p>7. Физические перегрузки</p> <p>8. монотонность труда</p>	<p>станка.</p> <p>6.Блезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
05 5	Кругло-шлифовальная	<p>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</p> <p>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Токсические</p> <p>7. Физические перегрузки</p> <p>8. монотонность труда</p>	<p>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</p> <p>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5.Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6.Блезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
06 0	Плоско-шлифовальная	<p>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</p>	<p>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</p>

		<p>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p> <p>5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.</p> <p>6. Токсические</p> <p>7. Физические перегрузки</p> <p>8. монотонность труда</p>	<p>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5.Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6.Блезнетворные микробы при работе с СОЖ.</p> <p>7. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)</p> <p>8. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
06 5	Шлифовальная	<p>1. Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.</p> <p>2. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.</p> <p>3. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.</p> <p>4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и</p>	<p>1. Движущиеся части станка, передвигающие изделия и заготовки.</p> <p>2. Высокая температура поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3.Повышенное напряжение в электроцепях.</p> <p>4. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.</p> <p>5.Шум и вибрация от движущихся частей станка.</p> <p>6.Плохая степень освещённости при работе на шлифовальном</p>

		<p>оборудования.  5. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.  6. Недостаточная освещенность рабочей зоны.  7. Токсические  8. Физические перегрузки  9.. монотонность труда.</p>	<p>станке  7. Болезнетворные микробы при работе с СОЖ.  8. Работа стоя, сидя (долгое время без смены положения тела)  9. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.</p>
07 0	Моечная	<p>1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.  2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.  3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.  4. Повышенная или пониженная влажность воздуха.  5. Токсические</p>	<p>1. Повышенное напряжение в электроцепях  2. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования,  3. Шум и вибрация от работы камерно-моечной машины.  4. Работа камерно-моечной машины.  5. Болезнетворные микробы при работе с моющими средствами.</p>
07 5	Контрольная	<p>1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.  2. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.</p>	<p>1. Повышенное напряжение в электроцепях.  2. Шероховатость на поверхностях заготовки, инструмента и оборудования.  3. Работа с микрометром  Физические перегрузки, монотонность труда.  4. Работа стоя, сидя (долгое время без смены</p>

		3. Недостаточная освещенность рабочей зоны 4. Физические перегрузки. 5. монотонность труда	положения тела) 5. Однообразие производимых действий при изготовлении деталей.
--	--	--	---

### 10.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 10.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта).

№ 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	2	3	4
1	Передвигающиеся изделия, заготовки, материалы.	оградительные; автоматического контроля и сигнализации; предохранительные; дистанционного управления; тормозные; знаки безопасности.	рукавицы; перчатки; полуперчатки; очки защитные.
2	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов.	кондиционирования воздуха; вентиляции и очистки воздуха;	Одежда специальная защитная и средства индивидуальной защиты рук от конвективной теплоты, теплового излучения, искр и брызг расплавленного металла,

Продолжение таблицы 10.3

1	2	3	4
3	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	оградительные устройства; защитные заземления; изолирующие устройства и покрытия; знаки безопасности.	Диэлектрические коврики, перчатки, галоши
4	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	оградительные устройства (кожухи, дверцы, щиты, козырьки, планки, барьеры, экраны);	рукавицы; перчатки; полуперчатки;
5	Повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации.	оградительные; звукоизолирующие, звукопоглощающие; глушители шума; виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие	противошумные шлемы; противошумные вкладыши; противошумные наушники
6	Недостаточная освещенность рабочей зоны.	источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства	осветительные приборы
7	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Для очистки воздуха от механических примесей и пыли применяются масляные ячейковые фильтры типа ФЯР и самоочищающиеся фильтры типа КД-10, КД-20, а от пыли и от грубодисперсных дымов – предфильтры пакетные типа ПФП-1000.	противогазы; респираторы;
8	Повышенная или пониженная влажность воздуха.	кондиционирования воздуха; вентиляции и очистки воздуха;	Защитные шлемы (каска) с полями “бортиком” по всей окружности или просто с козырьком

1	2	3	4
9	Токсические	вентиляция и очистка воздуха; удаление токсичных веществ; дистанционное управление; знаки безопасности.	защитные; очистители кожи; репаративные средства.
10	Физические перегрузки	Организация труда и отдыха работника	_____
11	Монотонность труда	Организация труда и отдыха работника	_____

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

Таблица 10.4.1 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/ п	Участок, подразд еление	Оборудова ние	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Цех №10	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества
2	Цех №10	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества

Продолжение таблицы 10.4.1

1	2	3	4	5	6
3	Цех №10	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества
4	Цех №10	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества
5	Цех №10	Вертикальный координатно-расточный станок 2Е450АФ4	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества
6	Цех №10	Вертикальный координатно-расточный станок 2Е450АФ4	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов ,оборудований, заготовок и другого имущества
7	Цех №10	Камерная моечная машина	-----	-----	
8	Цех №10	Контрольный стол	-----	-----	

Продолжение таблицы 10.4.1

1	2	3	4	5	6
9	Цех №10	Индукционная печь	D	пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды	опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;
10	Цех №10	Круглошлифовальный станок ЗУ131ВМ	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов, оборудования, заготовок и другого имущества
11	Цех №10	Круглошлифовальный станок ЗУ131ВМ	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов, оборудования, заготовок и другого имущества
12	Цех №10	Плоскошлифовальный станок Зг71	D	пламя и искры	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящих частях технологических установок, агрегатов, оборудования, заготовок и другого имущества

10.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта).

Таблица 10.4.2 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный) [14, с.26, ]	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
лопата, лом, кирка, песок и огнетушитель	Пожарные самолеты, автомобили, поезда суда	К организованной системе пожаротушения можно отнести средства противопожарной защиты, которые были изначально заложены в архитектуре здания	извещатели пожарные;	лопата, лом, кирка, песок и огнетушитель	Противогаз, эвакуационный выход	Пожарный топор, лом, багор, крюк	участок оборудования средствами связи и пожарными извещателями.

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

Таблица 10.4.3 – 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
Токарная	обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, разработка и внедрение норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, организация пожарной охраны объекта.	-Должны быть отдельные места для курения; -Должны быть определены места и максимальное количество сырья, полуфабрикатов и готовой продукции которое может находиться в помещениее; - Должен быть установлен порядок по хранению спецодежды, а так же по уборке горючих отходов и пыли, -установлен порядок отключения электрооборудования в случае пожара и по завершении рабочего дня; - регламентированы: последовательность проведения временных огневых и других пожароопасных работ; последовательность осмотра и закрытия помещений по завершении работы; действия работников при выявлении пожара; - определена последовательность и сроки прохождения работников по прохождению противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму, назначены ответственные за проведение .
Координатно-		
расточная		
Термическая		
Кругло-		
шлифовальная		
Плоско-		
шлифовальная		
Шлифовальная		

### 10.5.1 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 10.5.1 – 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.)
1	2	3	4	5
Токарная черновая	механическая	пыль, туманы масел и эмульсий	вода загрязняется пылью, металлическими и абразивными частицами, содой, маслом, растворителями и др.	Сточные воды, металлические остатки от готовых деталей, ветошь
Координатно-расточная				
Кругло-шлифовальная				
Плоско-шлифовальная				
Шлифовальная				

Продолжение таблицы 10.5.1

1	2	3	4	5
Термическая	термическая	оксиды углерода, азота, серы и другие продукты сгорания.	растворы, осадки, газы	Выброс вредных веществ в воздух и попадание в почву через осадки

Таблица 10.5.2 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	механическая	термическая
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Озеленение территории	Озеленение территории
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	рациональным размещением источников сбросов и организацией водозабора и водоотвода	очистку отходящих газов;.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	- захоронение на спец. полигонах; - создание усовершенствованных свалок.	стимулирование развития научных исследований и практического применения новейших научных достижений и научно-технических разработок.

## Вывод.

Была проведена характеристика технологического процесса изготовления корпуса расточного патрона, которая включает в себя несколько технологических процессов (таблица 1)

Была сделана идентификация профессиональных рисков по технологическим процессам. (таблица 2 )

Были проанализированы организационно-технические мероприятия по снижению рисков здоровья работника. Было подобраны коллективные и индивидуальные средства защиты (таблица 3)

Так же была проведена работа по идентификации класса пожара (таблица 4). Были выбраны средства по обеспечению пожарной безопасности (таблица 5), а также были разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности (таблица 6)

Было проведена экологическая оценка предприятия (таблица 7) и выбраны методы по снижению негативного воздействия объекта на окружающую среду (таблица 8 )

## 11. Экономическая эффективность проекта.

Задачи данного раздела — расчёт технико-экономических показателей исследуемого технологического проекта, определение экономического эффекта предлагаемых технических решений, проведение сравнительного анализа показателей данного проекта и базового варианта.

### 11.1. Краткий список характеристик базового и проектируемого вариантов

Таблица 11.1 – Список характеристик

	<b>Базовый</b>	<b>Проект</b>
Тип станка	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3	Токарный с ЧПУ СКЕ6150Z
Тип производства	Среднесерийное (крупносерийное или массовое)	Среднесерийное (крупносерийное или массовое)
Тип условий труда	Нормальные	Нормальные
Тип оплаты труда	Повременно- премиальная (сдельно- премиальная)	Повременно- премиальная (сдельно- премиальная)

## 11.2 Исходный набор показателей для экономического обоснования

Таблица 11.2 - Экономическое обоснование сравниваемых вариантов:

исходные данные

Показатель/характеристика	Усл. обозначение, ед. измерения	Значение показателей	
		Базового	Проектир.
1	2	3	4
Годовой выпуск	$P_{Г}, шт.$	5 000	5 000
Норма времени на 1 шт., в том числе машинное время	$T_{шт}^{005}, мин$	1.43	1.03
	$T_{маш}^{005}, мин$	1,09	1,0
	$T_{шт}^{010}, мин$	1,02	0,50
	$T_{маш}^{010}, мин$	0,68	0,45
	$T_{шт}^{015}, мин$	0,28	0,18
	$T_{маш}^{015}, мин$	1,15	0,90
	$T_{шт}^{020}, мин$	1,08	0,84
	$T_{маш}^{020}, мин$	0,74	0,62
Часовые тарифные ставки			
Рабочий-оператор:	$C_{ч}, руб.$	72.24	72.24
Наладчик:	$C_{чн}, руб.$	93.81	93.81
Эффективный годовой фонд времени рабочего	$\Phi_{ЭР}, час.$	3 779	3 779
Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов	$K_{д}$	1.08	1.08
Коэффициент доплат за профмастерство (начиная с 3-го разряда)	$K_{пф}$	1.14	1.14

Продолжение таблицы 11.2

1	2	3	4
Коэффициент доплат за условия труда	$K_{у}$	1.08	1.08

Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы	$K_H$	0.3	0.3
Коэффициент премирования	$K_{ПР}$	1.12	1.12
Коэффициент выполнения норм	$K_{ВН}$	1.2	1.2
Коэффициент отчислений на социальные нужды	$K_C$	0.3	0.3
Трудоемкость проектирования технологического процесса	$T_{ПР}, \text{час.}$	85	85
Цена единицы оборудования	$C_{об}, \text{руб}$	1 500 000	2 160 421
Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0.1...0.25)	$K_{МОНТ}$	0.21	0.21
Доход от реализации изношенного оборудования (5-10% от начальной цены)	$B_{р.об}, \text{руб}$	75 000	108 021
Годовой фонд времени работы оборудования, эффективный	$\Phi_{Э}, \text{час.}$	4 015	4 015
Коэффициент на текущий ремонт оборудования	$K_P$	0,3	0,3
Установленная мощность электродвигателя станка	$M_y, \text{кВт}$	11	7,5

Продолжение таблицы 11.2

1	2	3	4
Коэффициент одновременной работы электродвигателей	$K_{ОД}$	0.95	0,95
Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности	$K_M$	0.75	0.75

Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени	$K_B$	0.76	0.76
Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода	$K_{П}$	1.06	1.06
Тариф платы за электроэнергию	$C_{Э}, руб./кВт$	2,582	2,582
Коэффициент полезного действия станка	$KПД$	0.9	0.9
Себестоимость (цена) изготовления 1 единицы инструмента	$C_{И}^{005}, руб$	150	160
	$C_{И}^{010}, руб$	200	210
	$C_{И}^{015}, руб$	200	44
	$C_{И}^{020}, руб$	400	400
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов на доставку инструмента	$K_{ТР}$	1.02	1.02
Доход, получаемый реализацией изношенного инструмента по цене металлолома (15-20% от цены)	$V_{Р.И}^{005}, руб$	30	32
	$V_{Р.И}^{010}, руб$	40	42
	$V_{Р.И}^{015}, руб$	40	8.8
	$V_{Р.И}^{020}, руб$	80	80

Продолжение таблицы 11.2

1	2	3	4
Количество переточек инструмента до полного износа	$N_{ПЕР}$	15	15
Стоимость переточки, одна процедура	$C_{ПЕР}, руб$	31.9	31.9
Коэффициент случайной утраты инструмента	$K_{УБ}$	1.08	1.08

Стойкость инструмента между переточками, для перетачиваемого инструмента	$T_{и}, час$	1.0	1.0
Цена приспособлений, за единицу	$C_{пР}, руб.$	18 752	18 752
Коэффициент затрат на ремонт приспособления	$K_{Р.пР}$	1.58	1.58
Доход, от изношенного приспособления	$B_{Р.пР}, руб$	3750	3750
Количество приспособлений, необходимое для производства годовой программы деталей	$H_{пР}, шт.$	1	1
		1	1
		1	1
		1	1
Фактический срок службы	$T_{пР}, лет.$	4	4
Расход на сож	$H_{СМ}, руб.$	1 000	1 000
Расход воды для охлаждения	$У_{В}, м^3/час$	0.6	0.6
Стоимость 1м <sup>3</sup> воды (тариф)	$C_{В}, руб.$	4.479	4.479
Расход воздуха при работе установки	$У_{СЖ}, м^3/час$	0.14	0.14

Продолжение таблицы 11.2

1	2	3	4
Стоимость сжатого воздуха	$C_{СЖ}, руб/м^3$	0.279	0.279
Площадь для 1 станка	$P_{уд}, м^2$	2.9	5.1
Коэффициент доп. площади	$K_{д.пл}$	4.5	4.0
Стоимость эксплуатации здания, в год, на 1м <sup>2</sup> площади	$C_{Э.пл}, руб/м^2$	4 500	4 500
Нормированное количество обслуживаемых станков одним наладчиком	$H_{обсл}, ед.$	10	10
Материал заготовки, метод её получения	-	19ХГН штамповка	19ХГН штамповка
Масса заготовки	$M_з, кг.$	1.2	1.2
Вес отходов в стружку	$M_{отхд}, кг.$	0.3	0.3

Цена материала заготовки	$C_{МАТ}, руб/кг$	153.63	153.63
Цена отходов, 1 кг.	$C_{ОТХ}, руб/кг$	3.94	3.94
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{Т.З}$	1.05	1.05
Затраты на обслуживание программного кода	$З_{У.П}, руб$	-	44 300
Коэффициент использования расходных материалов	$K_{В.ПФ}$	1,1	1,1
Период выпуска деталей данного наименования	$T_{ПЕР}, лет$	3	3
Размер партии запуска деталей	$H_{ЗАП}, шт$	63	63
Межоперационное время на передачу партии деталей	$T_{М.О}, час.$	0.5	0.5

### 11.3 Расчёт требуемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Таблица 11.3 - Расчёт требуемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1	Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям технологического процесса	$H_{ОБ.РАСЧ.} = \frac{T_{ШТ} \cdot П_{Г}}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot K_{ВН}}$ $H_{ОБ.РАСЧ1}^{005} = \frac{1,43 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,025$ $H_{ОБ.РАСЧ2}^{005} = \frac{1,03 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,018$ $H_{ОБ.РАСЧ1}^{010} = \frac{1,02 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,018$ $H_{ОБ.РАСЧ2}^{010} = \frac{0,5 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,009$	0,025	0,018
			0,018	0,009

	детали, шт.	$H_{ОБ.РАСЧ1}^{015} = \frac{0,28 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,005$	0,005	0,003
		$H_{ОБ.РАСЧ2}^{015} = \frac{0,18 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,003$		
		$H_{ОБ.РАСЧ1}^{020} = \frac{1,08 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,019$	0,019	0,019
		$H_{ОБ.РАСЧ1}^{020} = \frac{1,08 \cdot 5000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,019$		
2	Принятое количество оборудования, шт.	Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа $H_{ПРИН.}$	1	1
			1	1
			1	1
			1	1

Продолжение таблицы 11.3

1	2	3	4	5
3	Коэффициент загрузки оборудования	$K_3 = \frac{H_{ОБ.РАСЧ.}}{H_{ПРИН.}}$	0,025	0,018
		$K_{31}^{005} = \frac{0,025}{1} = 0,025$		
		$K_{32}^{005} = \frac{0,018}{1} = 0,018$	0,018	0,009
		$K_{31}^{010} = \frac{0,018}{1} = 0,018$		
		$K_{32}^{010} = \frac{0,009}{1} = 0,009$	0,005	0,003
		$K_{31}^{015} = \frac{0,005}{1} = 0,005$		
$K_{32}^{015} = \frac{0,003}{1} = 0,003$	0,019	0,019		
$K_{31}^{020} = \frac{0,019}{1} = 0,019$				
$K_{31}^{020} = \frac{0,019}{1} = 0,019$				
Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ				

4	Количество деталей, на станке с ЧПУ, шт.	$H_{ДЕТ} = \frac{\Phi_{Э} \cdot 60}{T_{ШТ} \cdot П_{Г}}$ $H_{ДЕТ2}^{010} = \frac{4015 \cdot 60}{0,5 \cdot 5000} = 96,36$	-	-
			-	96
			-	-
			-	-
5	Среднесуточный запуск деталей, шт.	$П_{СУТ} = \frac{П_{Г}}{Д_{Р}} = \frac{П_{Г}}{360}$ $П_{СУТ} = \frac{5000}{360} = 14$	-	14
6	Длительность производственного цикла, дней	$T_{Ц} = \frac{H_{ЗАП} \cdot T_{ШТ} + 2 \cdot T_{МО}}{16}$ $T_{Ц(ПР)} = \frac{63 \cdot 1,03 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} +$ $+ \frac{63 \cdot 0,5 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} + \frac{63 \cdot 0,18 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} +$ $+ \frac{63 \cdot 1,08 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 0,43$	-	0,43

#### 11.4 Расчёт требуемых инвестиций (капитальных вложений)

Таблица 11.4 - Расчёт требуемых инвестиций (капитальных вложений) для сравниваемых вариантов

№	Наименование, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	2	3	4	5
1	Прямые вложения в основное технологическое оборудование, руб.	$K_{ОБ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{ОБ(БАЗ)} = (1 \cdot 1500000 \cdot 0,025) + (1 \cdot 1500000 \cdot 0,018) +$ $(1 \cdot 1500000 \cdot 0,005) + (1 \cdot 1500000 \cdot 0,019) =$ $= 100500$ $K_{ОБ(ПР)} = (1 \cdot 2160421 \cdot 0,018) + (1 \cdot 2160421 \cdot 0,009) +$ $(1 \cdot 2160421 \cdot 0,003) + (1 \cdot 2160421 \cdot 0,019) =$ $= 105860$	100 500	105 860
2	Сопутствующие капитальные вложения:			
2.1	Затраты на проект, руб.	$З_{ПР} = T_{ПР} \cdot З_{ЧАС}$ $З_{ПР} = 85 \cdot 71,02 = 6036,93$	6036, 93	6036, 93

2.2	Доставка и монтаж оборудования, руб.	$K_M = K_{OB} \cdot K_{МОИТ}$ $K_{M(БАЗ)} = 100500 \cdot 0,21 = 21105$ $K_{M(ПР)} = 105860 \cdot 0,21 = 22230$	21 105	22 230
2.3	Транспортные средства, руб.	$K_{ТР} = K_{OB} \cdot 0,05$ $K_{ТР(БАЗ)} = 100500 \cdot 0,05 = 5025$ $K_{ТР(ПР)} = 105860 \cdot 0,05 = 5293$	5025	5293
2.4	Затраты на приспособления, руб.	$K_{ПР} = \sum_1^m H_{ПР} \cdot Ц_{ПР} \cdot K_3$ $K_{ПР(БАЗ)} = (1 \cdot 7623 \cdot 0,025) + (1 \cdot 7623 \cdot 0,018) + (1 \cdot 7623 \cdot 0,005) + (1 \cdot 31000 \cdot 0,019) = 954,904$ $K_{ПР(ПР)} = (1 \cdot 1000 \cdot 0,018) + (1 \cdot 21000 \cdot 0,009) + (1 \cdot 1000 \cdot 0,003) + (1 \cdot 31000 \cdot 0,019) = 799$	954,9 04	799

Продолжение таблицы 11.4

1	2	3	4	5
2.5	Затраты на инструмент, руб.	$K_I = \sum_1^m \frac{Ц_I \cdot T_{МАШ} \cdot П_I \cdot K_{УБ}}{T_I \cdot (H_{ПЕР} + 1) \cdot 60}$ $K_{I(БАЗ)} = \frac{150 \cdot 1,09 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{200 \cdot 0,68 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{200 \cdot 1,15 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{400 \cdot 0,72 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} = 5462,76$ $K_{I(ПР)} = \frac{160 \cdot 1,0 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{210 \cdot 0,45 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{44 \cdot 0,9 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} + \frac{400 \cdot 0,74 \cdot 5000 \cdot 1,1}{1 \cdot (15+1) \cdot 60} = 3380,78$	5462, 76	3380, 78

2.6	Затраты в эксплуатации производственных площадей, руб.	$K_{Э.ПЛ.} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot P_{уд} \cdot K_3 \cdot K_{д.ПЛ} \cdot Ц_{Э.ПЛ}$ $K_{Э.ПЛ(БАЗ)} = 1 \cdot 2,9 \cdot 0,025 \cdot 4,5 \cdot 4500 + 1 \cdot 2,9 \cdot 0,018 \cdot 4,5 \cdot 4500 + 1 \cdot 2,9 \cdot 0,005 \cdot 4,5 \cdot 4500 + 1 \cdot 2,9 \cdot 0,019 \cdot 4,5 \cdot 4500 = 3934,58$ $K_{Э.ПЛ(БАЗ)} = 1 \cdot 5,1 \cdot 0,018 \cdot 4,0 \cdot 4500 + 1 \cdot 5,1 \cdot 0,009 \cdot 4,0 \cdot 4500 + 1 \cdot 5,1 \cdot 0,003 \cdot 4,0 \cdot 4500 + 1 \cdot 5,1 \cdot 0,019 \cdot 4,5 \cdot 4500 = 4498,2$	3934,58	4498,2
2.7	Аппарат. Для записи программ, руб.	$K_{АП} = 0,06 \cdot \sum_1^m H_{ОБчпу} \cdot Ц_{ОБчпу} \cdot K_3$ $K_{А(ПР)} = 0,06 \cdot 1 \cdot 445000 \cdot 0,009 = 240,3$	-	240,3
2.8	Средства в производств в ,руб.	$НЗП = П_{СУТ} \cdot Т_{ц} \cdot С_{ТЕХ}$ $НЗП_2 = 14 \cdot 0,1145 \cdot 553,304 = 886,95$	-	886,95
2.9	Демонтаж оборудования,руб.	$З_{ДЕМ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,1$ $З_{ДЕМ}^{005+010+015} = 3 \cdot 150000 \cdot 0,1 = 45000$ $З_{ДЕМ}^{005+010+015} = 3 \cdot 150000 \cdot 0,1 = 45000$	-	45000

Продолжение таблицы 11.4

1	2	3	4	5
2.10	Выручка от реализации демонтированного оборудования,руб.	$B_{РЕАЛ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,05$ $B_{ДЕМ}^{005+010+015} = 3 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 22500$ $B_{ДЕМ}^{005+010+015} = 3 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 22500$ $B_{РЕАЛ}^{05+15+70} = 3 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 22500$	-	22500
	Итого сопутствующие капитальные вложения, руб.	$K_{СОП} = З_{ПР} + K_M + K_{ТР} + K_{ПР} + K_I + K_{Э.ПЛ} + K_A + НЗП + З_{ДЕМ} - B_{РЕАЛ}$ $K_{СОП(БАЗ)} = 6036,93 + 21105 + 5025 + 954,904 + 5462,76 + 3934,58 = 42519,17$ $K_{СОП(ПР)} = 6036,93 + 22230 + 5293 + 799 + 3380,78 + 4498,2 + 240,3 + 886,95 + 45000 + 22500 = 65865,16$	42 519,17	65 865,16
3	Общие капитальные вложения, руб.	$K_{ОБЩ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$ $K_{ОБЩ(БАЗ)} = 100500 + 42519,17 = 143019,2$ $K_{ОБЩ(ПР)} = 105860 + 65865,16 = 171725,2$	143 019,2	171 725,2

4	Удельные, капитальные вложения, руб.	$K_{уд} = \frac{K_{общ}}{ПГ}$ $K_{уд(БАЗ)} = \frac{143019,2}{5000} = 28,604$ $K_{уд(ПР)} = \frac{171725,2}{5000} = 34,345$	28,60 4	34,34 5
---	--------------------------------------	--	------------	------------

## 11.5 Расчёт себестоимости технологий

Таблица 11.5 - Расчёт себестоимости технологий для операций, изменяющихся по вариантам

№	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	2	3	4	5
1	Материалы за вычетом отходов, руб.	$M = (M_3 \cdot C_{МАТ} \cdot K_{ТЗ}) - (M_{ОТХ} \cdot C_{ОТХ})$ $M = (1,2 \cdot 153,63 \cdot 1,05) - (0,3 \cdot 3,94) = 192,39$	192,39	192,39
2	Заработная плата рабочих операторов, руб.	$Z_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{ШТИ} \cdot C_{ЧИ}}{60} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{ВН} \cdot K_{Н}$ $Z_{ПЛ.ОП(БАЗ)} = \frac{(1,43 + 1,02 + 0,28 + 1,08) \cdot 34,97}{60} \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 0,3 = 62,66$ $Z_{ПЛ.ОП(ПР)} = \frac{(1,03 + 0,5 + 0,18 + 1,08) \cdot 34,97}{60} \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,12 \cdot 1,2 \cdot 0,3 = 45,89$	62,66	45,89
3	Заработная плата наладчика, руб.	$Z_{ПЛ.Н} = \frac{C_{ЧН} \cdot \Phi_{ЭР} \cdot N_{ОБ.ОБЩ}}{П_{Г} \cdot N_{ОБСЛ}} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н} \cdot K_{З.СР}$ $Z_{ПЛ.Н(БАЗ)} = \frac{37,55 \cdot 3779 \cdot 5}{10 \cdot 5000} \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 0,3 \cdot 0,0168 = 0,17$ $Z_{ПЛ.Н(ПР)} = \frac{37,55 \cdot 3779 \cdot 4}{10 \cdot 5000} \cdot 1,14 \cdot 1,08 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 0,3 \cdot 0,0168 = 0,15$	0,17	0,15
4	Начисления на заработную плату, руб.	$H_{ЗПЛ} = (Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ПЛ.Н}) \cdot K_{С}$ $K_{С} = 0,3$ $H_{З.ПЛ(БАЗ)} = (62,66 + 0,17) \cdot 0,3 = 18,85$ $H_{З.ПЛ(ПР)} = (45,89 + 0,15) \cdot 0,3 = 13,81$	18,85	13,81

Продолжение таблицы 11.5

1	2	3	4	5
5	Затраты по содержанию и эксплуатации оборудования			

5.1	Затраты на текущий ремонт оборудования, руб.	$P_{P.OB} = \frac{\sum^m C_{OB} \cdot K_3 \cdot T_{шт}}{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60 \cdot K_{BH}} \cdot K_P$ $P_{P.OB(БАЗ)} = \frac{(1500000 \cdot 0,025 \cdot 1,43)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,018 \cdot 1,02)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,005 \cdot 0,28)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,019 \cdot 1,08)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 = 0,114$ $P_{P.OB(ПР)} = \frac{(230000 \cdot 0,018 \cdot 1,03)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,009 \cdot 0,5)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,003 \cdot 0,18)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 +$ $+ \frac{(1500000 \cdot 0,019 \cdot 1,08)}{4015 \cdot 60 \cdot 1,25} \cdot 0,3 = 0,095$	0,114	0,095
5.2	Расходы на технологическую энергию, руб.	$P_{\text{Э}} = \frac{\sum^m M_y \cdot T_{МАШ}}{КПД \cdot 60} \cdot K_{ОД} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{П} \cdot C_{\text{Э}}$ $P_{\text{Э}(БАЗ)} = \frac{11 \cdot (1,11 + 1,4)}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,76 \cdot 1,06 \cdot$ $\cdot 2,58 = 0,57$ $P_{\text{Э}(ПР)} = \frac{7,5 \cdot (0,65 + 0,82)}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,9 \cdot 0,75 \cdot 0,76 \cdot 1,060 \cdot$ $\cdot 2,58 = 0,574$	0,57	0,574

Продолжение таблицы 11.5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5.3	Затраты на содержание и эксплуатацию приспособлений, руб.	$P_{\text{ПР}} = \sum_1^m \frac{(C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР.}} - B_{\text{Р.ПР.}}) \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_3}{T_{\text{ПР}} \cdot \Pi_{\Gamma}}$ $P_{\text{ПР(БАЗ)}} = \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,025}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,018}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,005}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,019}{4 \cdot 5000} = 0,082$ $P_{\text{ПР(ПР)}} = \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,018}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,009}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,003}{4 \cdot 5000} +$ $+ \frac{(18752 \cdot 1,5 - 3750) \cdot 1 \cdot 0,019}{4 \cdot 5000} = 0,059$	0,082	0,059
5.4	Затраты на инструмент, руб.	$P_{\text{И}} = \sum_1^m \frac{(C_{\text{И}} \cdot K_{\text{ТР}} - B_{\text{Р.И}}) \cdot K_{\text{УБ}} + H_{\text{ПЕР}} \cdot C_{\text{ПЕР}} \cdot T_{\text{МАШ}}}{T_{\text{И}} \cdot (H_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60}$ $P_{\text{И(БАЗ)}} = \frac{(150 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 1,09}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(200 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 0,68}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(200 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 1,15}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(400 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 0,74}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} = 24,381$ $P_{\text{И(ПР)}} = \frac{(160 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 1,0}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(210 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 0,45}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(44 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 0,9}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} +$ $+ \frac{(400 \cdot 1,02 - 40) \cdot 1,1 + 15 \cdot 31,9 \cdot 0,74}{1,0 \cdot (15 + 1) \cdot 60} = 19,016$	24,381	19,16

Продолжение таблицы 11.5

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5.5	Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающие жидкости, руб.	$P_{CM} = \frac{\sum^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot H_{CM}$ $P_{CM(БАЗ)} = \frac{1 \cdot 0,025 + 1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,005 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 1000 = 0,0134$ $P_{CM(ПП)} = \frac{1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,009 + 1 \cdot 0,003 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 1000 = 0,098$	0,0134	0,098
5.6	Расходы на воду технологи-ческую, руб.	$P_B = \frac{\sum^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot \Phi_{\text{Э}}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \gamma_B \cdot \Pi_B$ $P_{B(БАЗ)} = \frac{1 \cdot 0,025 + 1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,005 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 4015 \cdot 0,6 \cdot 4,48 = 0,145$ $P_{B(ПП)} = \frac{1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,009 + 1 \cdot 0,003 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 4015 \cdot 0,6 \cdot 4,48 = 0,106$	1,819	1,106
5.7	Расходы на сжатый воздух, руб.	$P_{CЖ} = \frac{\sum^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot \Phi_{\text{Э}}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \gamma_{CЖ} \cdot \Pi_{CЖ}$ $P_{CЖ(БАЗ)} = \frac{1 \cdot 0,025 + 1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,005 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 4015 \cdot 0,1 \cdot 0,28 = 0,002$ $P_{CЖ(ПП)} = \frac{1 \cdot 0,018 + 1 \cdot 0,009 + 1 \cdot 0,003 + 1 \cdot 0,019}{5000} \cdot 4015 \cdot 0,1 \cdot 0,28 = 0,001$	0,002	0,001

Продолжение таблицы 11.5

1	2	3	4	5
5.8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, руб.	$P_{ПЛ} = \frac{\sum^m H_{ОБ} \cdot P_{УД} \cdot K_3 \cdot K_{Д.ПЛ}}{\Pi_{Г}} \cdot Ц_{Э.ПЛ}$ $P_{ПЛ(БАЗ)} = \frac{1 \cdot 2,9 \cdot 0,025 \cdot 4,5 + 1 \cdot 2,9 \cdot 0,018 \cdot 4,5}{5000} +$ $+ \frac{1 \cdot 2,9 \cdot 0,005 \cdot 4,5 + 1 \cdot 2,9 \cdot 0,019 \cdot 4,5}{5000} \cdot 4500 = 0,787$ $P_{ПЛ(ПР)} = \frac{1 \cdot 5,1 \cdot 0,018 \cdot 4,0 + 1 \cdot 5,1 \cdot 0,009 \cdot 4,0}{5000} +$ $+ \frac{1 \cdot 5,1 \cdot 0,003 \cdot 4,0 + 1 \cdot 5,1 \cdot 0,019 \cdot 4,5}{5000} \cdot 4500 = 0,899$	0,787	0,899
5.9	Расходы на поставку и эксплуатацию управляющих программ, руб.	$P_{У.ПР} = \frac{\sum^m Z_{У.П} \cdot K_{В.ПФ} \cdot H_{ДЕТ} \cdot K_3}{\Pi_{Г} \cdot T_{ПЕР}}$ $P_{У.ПР(ПР)} = \frac{44300 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,009}{3 \cdot 5000} = 0,029$	-	0,029
	Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, руб.	$P_{Э.ОБ.} = P_{Р.ОБ.} + P_{Э} + P_{ПР} + P_{И} + P_{СМ} +$ $+ P_{В} + P_{СЖ} + P_{ПЛ} + P_{У.ПР}$ $P_{Э.ОБ(БАЗ)} = 0,114 + 0,57 + 0,082 + 24,381 +$ $+ 0,0134 + 0,145 + 0,002 + 0,787 = 26,09$ $P_{Э.ОБ(ПР)} = 0,095 + 0,574 + 0,059 + 19,016 +$ $+ 0,098 + 0,106 + 0,001 + 0,899 + 0,029 = 20,88$	26,09	20,88

## 11.6 Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам техпроцесса

Таблица 11.6 – калькуляция себестоимости.

№	Статьи затрат	Затраты, руб.		Измене-ния +/-
		Базовый	Проект	
1	Материалы за вычетом отходов: $M$	192,39	192,39	0
2	Основная заработная плата рабочих операторов: $Z_{ПЛ.ОСН} = Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ПЛ.НАЛ}$ $Z_{ПЛ.ОСН(БАЗ)} = 62,66 + 0,17 = 62,83$ $Z_{ПЛ.ОСН(ПР)} = 45,89 + 0,15 = 46,04$	62,83	46,04	-16,79
3	Начисления на заработную плату: $H_{З.ПЛ}$	18,85	13,81	-5,04
4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{Э.ОБ}$	26,09	20,88	-5,21
	Итого технологическая себестоимость: $C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ.ОСН} + H_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ}$ $C_{ТЕХ1} = 192,39 + 62,83 + 18,85 + 26,09 = 300,16$ $C_{ТЕХ2} = 192,39 + 46,04 + 13,81 + 20,88 = 273,12$	300,16	273,12	-27,04
5	Общеховые накладные расходы: $P_{ЦЕХ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ}$ $P_{ЦЕХ(БАЗ)} = 62,83 \cdot 1,72 = 108,07$ $P_{ЦЕХ(ПР)} = 46,04 \cdot 1,72 = 79,19$	108,07	79,19	-28,88
	Итого цеховая себестоимость: $C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ $C_{ЦЕХ1} = 300,16 + 108,07 = 408,23$ $C_{ЦЕХ2} = 273,12 + 79,19 = 352,31$	408,23	352,31	-55,92
6	Заводские накладные расходы: $P_{ЗАВ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ}$ $P_{ЗАВ(БАЗ)} = 62,83 \cdot 1,97 = 123,78$ $P_{ЗАВ(ПР)} = 46,04 \cdot 1,97 = 90,69$	123,78	90,69	-33,09

Продолжение таблицы 11.6

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

	Итого заводская себестоимость $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ $C_{ЗАВ1} = 408,23 + 123,78 = 532,01$ $C_{ЗАВ2} = 352,31 + 90,69 = 443$	532,01	443	-89,01
7	Внепроизводственные расходы $P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП}$ $P_{ВН(БАЗ)} = 532,01 \cdot 0,05 = 26,61$ $P_{ВН(ПР)} = 443 \cdot 0,05 = 22,15$	26,61	22,15	-4,46
	Всего полная себестоимость $C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$ $C_{ПОЛ1} = 532,01 + 26,61 = 558,62$ $C_{ПОЛ2} = 443 + 22,15 = 465,15$	558,62	465,15	-93,47

## 11.7 Расчет приведенных затрат и выбор оптимального варианта

Таблица 11.7 – Выбор наиболее экономически выгодного варианта.

№	Наименование показателей, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
1	Приведённые затраты на единицу детали, руб.	$Z_{ПР.ЕД.} = C_{ПОЛ} + E_H \cdot K_{уд}$ $Z_{ПР.ЕД(БАЗ)} = 558,62 + 0,33 \cdot 28,604 = 568,06$ $Z_{ПР.ЕД(ПР)} = 465,15 + 0,33 \cdot 34,345 = 476,48$	568,06	476,48
2	Годовые приведённые затраты, руб.	$Z_{ПР.ГОД.} = Z_{ПР.ЕД.} \cdot ПГ$ $Z_{ПР.ГОД(БАЗ)} = 568,06 \cdot 5000 = 2840300$ $Z_{ПР.ГОД(ПР)} = 476,48 \cdot 5000 = 2382400$	2 840 300	2 382 400

В проектируемом варианте показатель затрат меньше, чем в базовом. Соответственно этот вариант будет наиболее экономически эффективен.

## 11.8 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)

### 11.8.1 Ожидаемая доход (условно-годовая экономия) от снижения

## себестоимости обработки детали

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot П_{Г.}, \quad (11.1)$$

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (558,62 - 465,15) \cdot 5000 = 467,35 \text{ руб.},$$

### 11.8.2 Налог на доход

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ}, \quad (11.2)$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} = 467,35 \cdot 0,2 = 93,47 \text{ руб.},$$

### 11.8.3 Чистый ожидаемый доход

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ}, \quad (11.3)$$

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ} = 467,35 - 93,47 = 373,88 \text{ руб.}.$$

### 11.8.4 Срок окупаемости капитальных вложений

Для определения расчетного срока окупаемости инвестиций требуется определение чистой прибыли, которые требуется для осуществления проектируемого варианта:

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (11.4)$$

$$K_{ВВ.ПР} = K_{ОБ} + 3_{ПР} + K_{М} + K_{А}. \quad (11.5)$$

$$K_{ВВ.ПР} = K_{ОБ} + 3_{ПР} + K_{М} + K_{А} = 13436,72 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{13436,72}{373,88} + 1 = 4,593 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений -  $T = 5$  лет.

Полная стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли):

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (11.6)$$

Сделав расчеты получили выходные данные:: размер инвестиций, которые требуются для реализации проекта ( $K_{\text{ВВ.ПР}}$ ) равен 13436,72 руб., а ежегодичная чистая прибыль ( $P_{\text{ЧИСТ}}$ ) составляет 3738,8 руб., срок окупаемости (горизонт расчета) составляет 5 лет. Процентная ставка на капитал равна 10% в год ( $E=0,1$ ), то процентный фактор (дисконт) для 1-го года составит  $1/(1+0,1)^1 = 0,909$ , для 2-го года –  $1/(1+0,1)^2 = 0,826$ , для 3-го года –  $1/(1+0,1)^3 = 0,751$ , для 4-го года -  $1/(1+0,1)^4 = 0,683$  и для 5-го года –  $1/(1+0,1)^5 = 0,621$ , тогда ожидаемая за 5 лет общая чистая текущая стоимость денежных доходов составит:

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 3738,8 \cdot (0,909 + 0,826 + 0,751 + 0,683 + 0,621) = 14170,1 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект составит в этом случае:

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \mathcal{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (11.7)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 14170,1 - 13436,72 = 733,38 \text{ руб.}$$

Общая стоимость доходов ( $\mathcal{ЧДД}$ ) больше текущей стоимости затрат ( $K_{\text{ВВ.ПР}}$ ) – проект эффективен, поэтому определяем индекс доходности:

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (11.8)$$

$$ИД = \frac{14170,1}{13436,72} = 1,05 \text{ руб./руб.}$$

### 11.9 Техничко-экономические показатели эффективности проекта

Таблица 11.9 - Техничко-экономические показатели эффективности проекта

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базов.	Проект.
1	2	3	4	5
<b>Технические показатели проекта</b>				
1	Количество оборудования, необходимого для выполнения рассматриваемых операций	$N_{OB}$ , шт	4	4
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	$K_{з.ср}$	0,067	0,049
3	Длительность производственного цикла	$T_{ц}$ , дней	—	0,43
<b>Экономические показатели проекта</b>				
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г}$ , шт	5000	
2	Капитальные вложения	$K_{общ}$ , руб	143019,2	171725,2
3	Себестоимость единицы изделия	$C_{пол}$ , руб	558,62	465,15
4	Приведенные затраты на единицу изделия	$Z_{пр.ед}$ , руб	568,06	476,48
5	Капитальные вложения необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, оснастки и инструмента.	$K_{вв.пр}$	13436,72	
6	Чистая прибыль от снижения себестоимости	$P_{р.чист}$ , руб	3738,8	
7	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ок}$ , лет	5	
8	Общий дисконтированный доход	$D_{общ.диск}$ , руб	14170,1	
9	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$\mathcal{E}_{инт} = ЧДД$ руб	733,38	
10	Индекс доходности	$ИД$ , руб / руб	1,05	

Благодаря замене оборудования удалось сократить трудоемкость изготовления детали цанга корпуса специального зажимного приспособления и снизить его себестоимость. Предложенное совершенствование позволят предприятию получить дополнительную прибыль в размере 3738,8 руб. Капитальные вложения окупятся в течение 5-ти лет, но, не смотря на это проект можно считать эффективным, потому, что интегральный экономического эффекта составил – 733,38 руб.

## **Заключение**

Данная работа позволила сократить общее время изготовления изделия, а также снизить затраты на её изготовление. Увеличилось качество продукции, и повысился уровень конкурентоспособности продукции. Как следствие увеличился годовой экономический эффект и эффективность производства.

Был произведен анализ и вывод технологичности

-Учитывая технико-экономический, был сделан расчет проектирования заготовки, изготовленной методом горячей штамповки;

- Разработка технологического маршрута обработки детали, проектировании план обработки;

- Были спроектированы технологические операции, заключающие в себе выбор оборудования и технологической оснастки. Сделать расчет операционных размеров, расчет режима и времени выполнения операции;

- разработка технологической документации.

Было произведен технико-экономический анализ сравнения двух вариантов обработки токарной операции, один из которой с более технологичным оборудованием.

## Литература

1. Алексеев, Г.П. Справочник конструктора машиностроителя / Г.П. Алексеев – Л.: Судостроение, 1984 – 476 с
2. Косилова, А.Д. Справочник технолога машиностроителя / А.Д. Косилова – М.: Высшая школа, 1988-431 с.
3. Сорокина, В.Г. Стали и сплавы. Марочник / В.Г. Сорокина, М.А. Гервасьева – М.: Интермет Инжиниринг, 2001 – 601с.
4. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред – М.: ООО ИД Альянс, 2007 – 256 с.
5. Дальского, А.М. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. – Т1 / А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение, 2001 – 902 с.
6. Клепиков, В.В. Станочные приспособления / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе – Форум, Инфра – М, 2016 – 320 с.
7. Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / В. Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2007. - 364
8. Левашкин, Д.Г. Руководство оператора системы ЧПУ «Интеграл»: учебно-методическое пособие по работе с токарной группой станков / Д.Г. Левашкин, В.И. Мальшев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 51 с.
9. Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. М.: Машиностроение, 2009. – 640 с.
10. Филонова, И.П. Проектирование технологических процессов в машиностроение: Учебное пособие для вузов / И.П. Филонова, Г.Я. Беляев, Л.М. Кожуро – Мн.: УП Технопринт, 2003 – 910 с.

11. Ашихмин В.Н. Размерный анализ технологических процессов / В.Н. Ашихмин – М.: НИЯУ МИФИ, 2010 – 60 с.
12. Минько В.М. Охрана труда в машиностроении / В.М. Минько – М.: ИД Академия, 2013 – 256 с.
13. Зубкова Н.В. Методические указания к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей - Тольятти, ТГУ, 2015.
14. Киселёв, Е.С. методики расчёта механосборочных и вспомогательных цехов / Е.С. Киселёв, Л.В. Худобина – У.: УлГТУ, 2013 – 132 с.
15. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – Т1 / И.Н. Жестковой – М.: Машиностроение, 2016 – 928с.
16. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. – Т2 / И.Н. Жестковой – М.: Машиностроение, 2016 – 960с.
17. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
18. Циркин, А.В. Износостойкие покрытия: свойства, структуры, технологии получения/ А.В. Циркин – У.: УлГТУ, 2005 – 27 с.
19. Табаков В.П. Совершенствование износостойкого покрытия инструмента из быстрорежущей стали» / В. П. Табаков – СТИН, 2004г. – №10.
20. Ольштынский, П.В. Проектирование и производство металлорежущего инструмента / П.В. Ольштынский, А.Э. Вирт – В.: ИУНЛ ВолгГТУ, 2012 – 80 с.
21. Дальского, А.М. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. – Т2 / А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение, 2001 – 928 с.

А	цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	
					Код, наименование оборудования	см	Проф.
A01				025	4131 Координатно – расточная	18873	
B02	381631 Вертикальный координатно – расточный станок 2E450AФ4						
T03	Приспособление сверлильное; 391810 Сверло комбинированное ГОСТ 14952 – 75; Штангельциркуль ШЦ -1 ГОСТ 160-80						
04	Сверлить поверхности 24, 26, 27, 44, 45, 51, 56, 58, 60, 62, 54, 57, 59, 61, 65, 67, 68, 64, 73, 72, 52, 47, 48, 49, 28, 40, 39, 30, 31, 32, 23, 25, 66, 69, 46, 29, 42, 38, 55, 63, 50, 74, 41, 53 выдерживая размеры согласно эскиза						
06							
A07				025	4131 Координатно – расточная	18873	
B08	381631 Вертикальный координатно – расточный станок 2E450AФ4						
09	Приспособление сверлильное; 391810 Сверло комбинированное ГОСТ 14952 – 75; Штангельциркуль ШЦ -1 ГОСТ 160-80						
10	Сверлить поверхности 35, 36, 34, 43, 37, 33 выдерживая размеры согласно эскиза						
A11				050	4131 Круглошлифовальная	18873	
B12	4131 Круглошлифовальный станок 3У131ВМ						
T13	396171 Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3 – 3443 – 76; 391810 Круг шлифовальный ПП24А 12 НСТ 26Б ГОСТ 2424 – 67; 393321 Калибр – микрометр МК-50 ГОСТ 6507 – 78						
14	Шлифовать поверхность 2 выдерживая размеры согласно эскиза						
15				055	4131 круглошлифовальная	18873	
A16	4131 Круглошлифовальный станок 3У131ВМ						
B17	396171 Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3 – 3443 – 76; 391810 Круг шлифовальный ПП24А 12 НСТ 26Б ГОСТ 2424 – 67; 393321 Калибр – микрометр МК 50 ГОСТ 6507 – 78						
T18	Шлифовать поверхности 7, 11, 9, 3 выдерживая размеры согласно эскиза						
19				060	4131 Плоскошлифовальная	18873	
20	381631 Плоскошлифовальный станок 3Г71						
A21	396171 Патрон мембранный самоцентрирующий ОСТ 3 – 3443 – 76; Шлифовальный круг 5 25x30x12 ГОСТ 52781 – 2007; 393321 Калибр – микрометр МК 50 ГОСТ 6507 – 78						
B22	Шлифовать поверхность 1 выдерживая размеры согласно эскиза						
24							
МК							



Дуб л.			
Вза м.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб	Зв В.
Норм ир.	
Согла с.	
Утвер д.	Щ А.
Н.кон тр.	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Приме-чание
				<u>Документация</u>		
A1			16.ДП.ОТМП.499.61.00.000	Сборный чертеж		
A4				Пояснительная записка		
				<u>Детали</u>		
		1	16.ДП.ОТМП.499.61.00.001	Винт	6	
		2	16.ДП.ОТМП.499.61.00.002	Пружина	2	
		3	16.ДП.ОТМП.499.61.00.003	Корпус	1	
		4	16.ДП.ОТМП.499.61.00.004	Втулка	1	
		5	16.ДП.ОТМП.499.61.00.005	Кулачки	1	
		6	16.ДП.ОТМП.499.61.00.006	Подкладка	1	
		7	16.ДП.ОТМП.499.61.00.007	Гудка	1	
		8	16.ДП.ОТМП.499.61.00.008	Фиксатор	1	
		9	16.ДП.ОТМП.499.61.00.009	Палец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Муфта ГОСТ 13435-68	1	

Р	
01. О	1. У
02. Т	3961 пне
03. О	2. Т
04. Т	3921
05. Р	
06. О	3.От улож
ОК	

Дуб л.			
Вза м.			

Разраб	Зв В.
Норм ир.	
Согла с.	
Утвер	Щиданов

Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Званарева В.А.		
Пров.	Щопанов А.В.		
Н.контр.	Виткалов В.Г.		
Утв.			

16.ДП.ОТМП.499.61.000.00

**Приспособление станочное**

Лит.	Лист	Листов
		1

**ТГУ ТМЗ-1001**

Копировал кафедра 1 м Формат А4

00  
5  
4-  
И  
Ы  
8  
7  
1

