



## Аннотация

Понкратов Максим Сергеевич: Технологический процесс изготовления планшайбы для цангового патрона.

Выпускная квалификационная работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Расчетно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

- 1) анализ исходных данных;
- 2) технологическая часть, где разрабатывается технологический процесс изготовления детали, проектируется заготовка, ведется определение припусков и режимов обработки;
- 3) проектирование специальных средств технологического оснащения, состоящих из станочной оснастки и режущего инструмента;
- 4) безопасность и экологичность технического объекта;
- 5) расчет экономической эффективности работы;
- 6) заключение.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 50 страниц, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали .....	5
1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия ...	5
2 Разработка технологической части.....	7
2.1 Определение типа производства.....	7
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	7
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	9
2.4 Определение припусков.....	11
2.5 Расчет режимов обработки.....	14
3 Проектирование специальных средств технологического оснащения.....	20
3.1 Определение усилий резания.....	20
3.2 Расчёт усилия зажима .....	22
3.3 Расчёт силового привода.....	24
4 Проектирование режущего инструмента.....	25
4.1 Описание операции.....	25
4.2 Расчет зенковки.....	25
4.3 Контроль состояния инструмента.....	28
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	32
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта...	35
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	37

6 Экономическая эффективность работы.....	39
Заключение.....	43
Список используемых источников.....	44
Приложение А. Операционные карты .....	47

## Введение

Проект «Формула Станок» является достаточно молодым и перспективным проектом, являющийся частью программы развития опорного Тольяттинского государственного университета. В этом проекте студентами разрабатывается, изготавливается, программируется, настраивается, налаживается новое и модернизируется имеющееся технологическое оборудование.

Данная работа нацелена на модернизацию крепления на шпинделе токарного станка цангового зажимного приспособления. Цанговый патрон служит для базирования и закрепления заготовки на токарном станке.

Токарные станки используются для обработки заготовок типа тел вращения при формообразующих движениях, получаемых вращением заготовки и прямолинейным движением суппорта. Вращение заготовки называется главным движением на станке, а поступательное перемещение суппорта – подачей. В токарных станках обыкновенно имеется два следующих типа подач: продольная подача и поперечная подача. Продольная направлена вдоль оси закрепления детали на станке, а поперечная – в перпендикулярном направлении. Эти два типа подач соединены в станке внутренней кинематической связью. Одновременная работа двух подач позволяет на станке выполнять точение конусных поверхностей. Механизмами для преобразования вращательного движения в поступательное в этих станках могут быть либо винтовая пара, либо реечная передача.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка техпроцесса изготовления планшайбы для цангового патрона требуемого качества минимальной себестоимости.

# 1 Анализ исходных данных

## 1.1 Служебное назначение детали

Планшайба предназначена для крепления корпуса цангового патрона к шпинделю токарного станка.

## 1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия

Выполним нумерацию всех поверхностей детали и сделаем их систематизацию по назначению (рисунок 1).

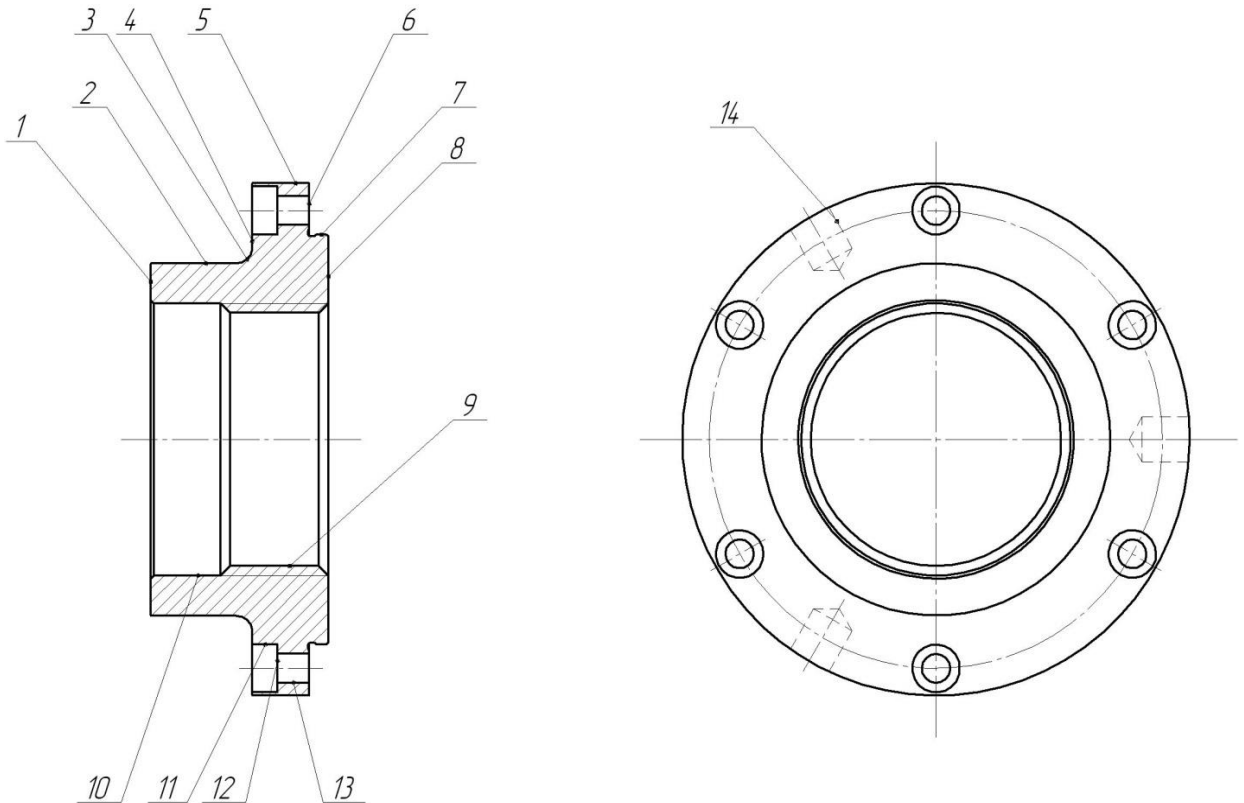


Рисунок 1 - Обозначения поверхностей детали

Исполнительной поверхностью планшайбы является поверхность с резьбой 9, по которой деталь фиксируется на шпинделе станка.

Основными конструкторскими базами являются торцовая поверхность 1, а также цилиндрическая внутренняя поверхность 10.

Вспомогательными конструкторскими базами являются торцовая поверхность 6, наружная цилиндрическая поверхность 7 и поверхность, на которую опираются головки болтов, 12.

Материалом детали является сталь 40Х ГОСТ 4543-71. [1]

В состав стали 40Х входят следующие химические элементы:

углерод - 0,36-0,44%; [2]

сера – менее 0,035%;

марганец - 0,5-0,8%;

фосфор - менее 0,035%;

хром - 0,8-1,1%;

никель - менее 0,3%;

кремний - 0,17-0,37%;

железо – остальное.

Основными физико-механическими свойствами материала сталь 40Х являются:  $\sigma_B$  равно 530 МПа, твердость *HB*217.

«Важнейшим показателем качества изделий является их геометрическая точность. Точность детали характеризуется допусками размеров, формы и расположения поверхностей. Точность изделий характеризуется точностью относительного движения и положения исполнительных поверхностей, которая зависит от точности деталей и сборки этих изделий. Одними из характеристик геометрической точности токарного станка являются допуски параллельности оси шпинделя к направлению движения суппортов в вертикальной и горизонтальной плоскостях». [3]

В данном разделе проведен анализ исходных данных, проведена классификация поверхностей детали, проведен анализ материала детали для дальнейшего проектирования технологического процесса изготовления планшайбы для цангового патрона.

## 2 Разработка технологической части

### 2.1 Определение типа производства

В задании обозначена годовая программа в 5000 штук, а масса детали 3,3 кг.

Исходя из вышеуказанных условий, принимаем тип производства – среднесерийный.

«Серийное производство характеризуется изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. Продукцией серийного производства являются машины установившегося типа, выпускаемые в значительных количествах. Этот тип производства является наиболее распространенным». [3]

«Характерным признаком серийного производства является выполнение на рабочих местах относительно небольшого числа периодически повторяющихся операций. В серийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса. Технологические процессы в серийном производстве разрабатываются подробно». [3]

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Масса заготовки при штампованной заготовке  $m_{3III} = 5,2$  кг, при заготовке-прокате  $m_{3II} = 10,8$  кг, а масса детали  $m = 3,3$  кг.

Найдем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [4].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (1)$$



где  $E_H = 0,15; C_C = 0,495; C_K = 1,085$ . [5]

Тогда

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ (руб/кг)}.$$

Найдем стоимость одного килограмма заготовки, полученной штамповкой [4].

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2)$$

где  $C_{\text{шт}} = 0,15; k_T = 0,9; k_C = 0,84; k_B = 1,14; k_M = 1,0; k_{II} = 1,0$ . [4]

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ (руб)}.$$

Найдем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [5].

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (3)$$

где  $Q_{\text{шт}} = 5,2; q = 3,3; C_{\text{отх}} = 0,0144$ . [4]

Тогда

$$C_{\text{шт}} = 0,2381 \cdot 5,2 + 0,6578(5,2 - 3,3) - (5,2 - 3,3)0,0144 = 1,2701 \text{ (руб)}.$$

Найдем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [5].

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{пр}} - q), \quad (4)$$

где  $Q_{\text{пр}} = 10,8; q = 3,3; C_{\text{отх}} = 0,0144$ . [4]

Тогда

$$C_{\text{пр}} = 0,1219 \cdot 10,8 + 0,6578(10,8 - 3,3) - 0,0144(10,8 - 3,3) = 5,9490 \text{ (руб)}.$$

Наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

### **2.3 Выбор методов обработки поверхностей**

«Механическая обработка втулок и фланцев в серийном производстве осуществляется на автоматизированных токарных или револьверных и шлифовальных станках. Если производство становится крупносерийным, то механическая обработка выполняется по более расчлененному процессу». [5]

Выбор методов обработки поверхностей осуществляется в зависимости от двух показателей качества изготовления поверхностей, а именно точности, определяемой квалитетом точности IT, и шероховатостью Ra.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 1 с параметрами Ra=0,8, IT=14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 2 с параметрами Ra=6,3, IT=14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 3 с параметрами Ra=6,3, IT=14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 4 с параметрами Ra=6,3, IT=14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 5 с параметрами Ra=6,3, IT=14 необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 6 с параметрами  $R_a=0,8$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 7 с параметрами  $R_a=0,8$ ,  $IT=6$  необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 8 с параметрами  $R_a=6,3$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 9 с параметрами  $R_a=1,6$ ,  $IT=8$  необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, резьбошлифование.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 10 с параметрами  $R_a=0,8$ ,  $IT=7$  необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 11 с параметрами  $R_a=6,3$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 12 с параметрами  $R_a=6,3$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: сверление, цекование.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 13 с параметрами  $R_a=6,3$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

Для достижения заданного качества обработки поверхности 14 с параметрами  $R_a=6,3$ ,  $IT=14$  необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

## 2.4 Определение припусков

Определим припуски на обработку поверхности с диаметром  $85h7(^{+0,035})$  мм. [6]

Технологический маршрут изготовления этой поверхности состоит из: чернового точения, чистового точения, термообработки, чернового шлифования и чистового шлифования.

Исходные данные:  $D = 85(^{+0,035})$  мм;  $L = 4,0$  мм;  $Ra = 0,8$  мкм.

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [5] \quad (5)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,0 = 0,500 \text{ (мм)}.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,35 = 0,088 \text{ (мм)}.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,087 = 0,022 \text{ (мм)}.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,140 = 0,035 \text{ (мм)}.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,054 = 0,014 \text{ (мм)}.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,035 = 0,009 \text{ (мм)}.$$

Рассчитаем максимальные и минимальные значения припусков (мм).

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} . \quad (6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,500^2 + 0,025^2} = 0,901.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0} = 0,288.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{TO})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,035^2 + 0} = 0,135.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,014^2 + 0^2} = 0,054.$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad (7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,901 + 0,5(2,0 + 0,35) = 2,076.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,288 + 0,5(0,350 + 0,087) = 0,507.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,135 + 0,5(0,087 + 0,054) = 0,206.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,054 + 0,5(0,054 + 0,035) = 0,099.$$

Рассчитаем максимальный и минимальный диаметры на каждый переход (мм).

$$d_{4\min} = 85,000.$$

$$d_{4\max} = 85,035.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 85,000 + 2 \cdot 0,054 = 85,108.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 85,105 + 0,054 = 85,162.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 85,162 + 2 \cdot 0,135 = 85,432.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 85,432 + 0,140 = 85,572.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 85,572 \cdot 0,999 = 85,486.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 85,486 + 0,087 = 85,573.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 85,573 + 2 \cdot 0,288 = 86,149.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 86,149 + 0,350 = 86,499.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 86,149 + 2 \cdot 0,901 = 88,301.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 88,301 + 2,000 = 90,301.$$

Рассчитаем средние значения размеров (мм).

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \quad (8)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(90,301 + 88,301) = 89,301.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(86,499 + 86,149) = 86,324.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(85,573 + 85,486) = 85,530.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(85,572 + 85,432) = 85,502.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(85,162 + 85,108) = 85,135.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(85,035 + 85,000) = 85,018.$$

Рассчитаем общий припуск на обработку (мм).

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} = 88,301 - 85,035 = 3,266.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 = 3,266 + 2,000 + 0,016 = 5,266.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) = 0,5(3,266 + 5,266) = 4,266.$$

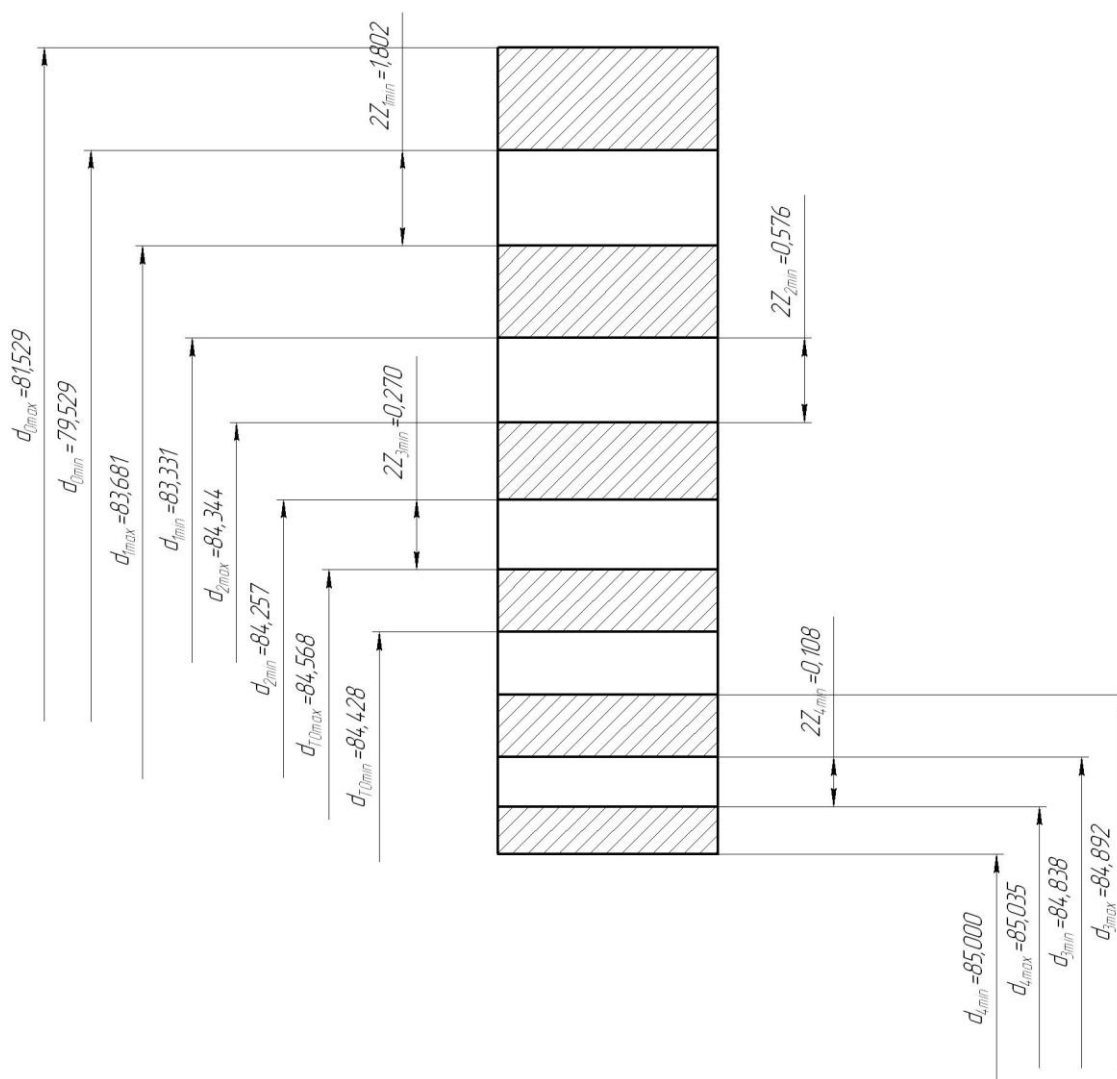


Рисунок 2 - Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность диаметром  $85h7(+0,035)$ .

## 2.5 Расчет режимов обработки.

«Режимы резания при токарной обработке наружных и торцовых поверхностей выбирают в определенной последовательности. Устанавливают глубину  $t$  резания исходя из физико-механических свойств обрабатываемого материала, припуска и характера обработки. Минимальное количество рабочих ходов зависит от мощности станка и заданной точности обработки. При черновом точении глубину резания назначают максимальной для снятия всего припуска, при чистовой обработке – в зависимости от требуемых точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей». [6]

### 2.5.1 Расчет режимов резания на операцию 005 Токарная черновая.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 2,5$  мм. [7]

Подача  $S_0 = 0,3$  мм/об. [7]

Скорость резания  $V_0 = 180$  м/мин. [7]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (9)$$

где  $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [7]

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 160,3} = 358, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160,3 \cdot 315}{1000} = 158,6, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 315 = 94,5, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{69}{94,5} = 0,73, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 2,5$  мм. [7]

Подача  $S_0 = 0,3$  мм/об. [7]

Скорость резания  $V_0 = 180$  м/мин. [7]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [7]

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 77,7} = 738, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 77,7 \cdot 630}{1000} = 153,7, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 189, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{55}{189} = 0,29, \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,73 + 0,29 = 1,02, \text{ мин.}$$

## 2.5.2 Расчет режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 0,3$  мм. [7]

Подача  $S_0 = 0,2$  мм/об. [7]

Скорость резания  $V_0 = 180$  м/мин. [7]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [7]



Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 160} = 358, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 315}{1000} = 158,3, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 315 = 63, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S} = \frac{70}{63} = 1,11, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 0,3$  мм. [7]

Подача  $S_0 = 0,2$  мм/об. [7]

Скорость резания  $V_0 = 180$  м/мин. [7]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [7]

Тогда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$  м/мин.

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 84,7} = 677, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 84,7 \cdot 630}{1000} = 167,6, \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 630 = 126, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S} = \frac{70}{126} = 0,56, \text{ мин.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания на операцию 025 Сверлильная.

Переход 1.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [7] \quad (11)$$

где  $L_{II} = 1$  мм,  $L_D = 1,73$  мм.

Тогда  $L = 8 + 1,73 + 1 = 10,73$ , мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где  $\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1$ ;  $T_M = 60$  мин.

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Подача  $S_0 = 0,2$  мм/об. [7]

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (12)$$

где  $V_{TAB} = 15$ ;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ .

Тогда

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,0 = 11,3, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000 \cdot 11,3}{3,14 \cdot 15,0} = 240, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 200 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 15 \cdot 200}{1000} = 9,4, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 200 = 40, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{10,73 \cdot 3}{40} = 0,80, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [7]$$

где  $L_{II} = 1$  мм,  $L_d = 0$  мм.

Тогда  $L = 10 + 0 + 1 = 11$ , мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где  $\lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1$ ;  $T_M = 60$  мин.

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Подача  $S_0 = 0,2$  мм/об. [7]

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $V_{TAB} = 15$ ;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ .

Тогда

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,0 = 11,3, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000 \cdot 11,3}{3,14 \cdot 9,0} = 400, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 400 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 400}{1000} = 11,3, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 400 = 80, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{11 \cdot 3}{40} = 0,83, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{II} + L_d, \quad [7]$$

где  $L_{\Pi} = 1 \text{ мм}$ ,  $L_{\Delta} = 0 \text{ мм}$ .

Тогда  $L = 1,73 + 0 + 1 = 2,73$ , мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda,$$

где  $\lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1$ ;  $T_M = 60 \text{ мин}$ .

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Подача  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$ . [7]

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $V_{TAB} = 15$ ;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ .

$$V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 1,0 = 11,3, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины  $n$ , соответствующей исходному значению  $V$ ». [7]

$$n = \frac{1000 \cdot 11,3}{3,14 \cdot 15,0} = 240, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 200 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 400}{1000} = 11,3, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 200 = 40, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [7]

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{2,73 \cdot 3}{40} = 0,20, \text{ мин.}$$

$$T_{0\text{сум}} = \sum T_{0i} = 0,80 + 0,83 + 0,20 = 1,83, \text{ мин.}$$

В данном разделе проведен технико-экономический расчет двух наиболее подходящих методов получения заготовки и выбрана штамповка, определен среднесерийный тип производства. На одну из поверхностей рассчитаны припуски для обработки. Далее проведен расчет режимов резания для тех операций техпроцесса изготовления планшайбы, в которых выполнены изменения относительно базового варианта.

### 3 Проектирование специальных средств технологического оснащения

На токарной чистовой операции 020 проводится обработка точением внутренних и наружных поверхностей детали, как показано на рисунке 3. В этом разделе спроектируем автоматизированное зажимное приспособление для данной операции.

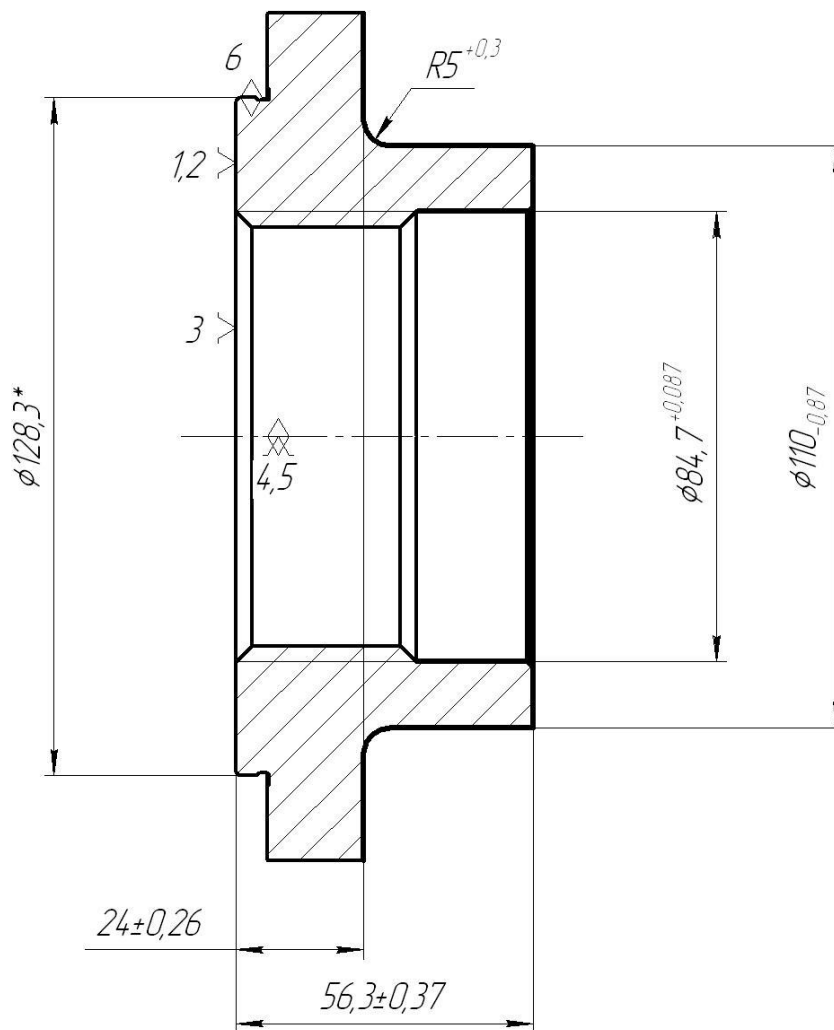


Рисунок 3 - Схема операции 020

#### 3.1 Определение усилий резания

«При выборе структуры стремятся к уменьшению штучного времени. Уменьшение штучного времени достигается технологическими

мероприятиями и мерами по совершенствованию конструкций приспособлений (например, повышенная жесткость приспособления, возможна обработка на более производительных режимах резания), Вспомогательное время уменьшают, применяя быстродействующие зажимные устройства и совмещая вспомогательное время с основным путем использования поворотных приспособлений с отдельной позицией загрузки и снятия заготовки». [9]

«Ускорение темпов технического прогресса вызывает необходимость частой замены выпускаемых машин более совершенными. При этом почти вся специальная оснастка списывается, так как проектируется и изготавливается новая. Это влечет за собой большой объем трудовых и денежных затрат на производство приспособлений, что, в свою очередь отражается, на сроках технологической подготовки производства и себестоимости выпускаемой продукции. Большая часть всех трудовых затрат в технологической подготовке производства приходится на изготовление приспособлений и оснастки. Поэтому проблема сокращения цикла и затрат на подготовку производства становится особенно актуальной. Уменьшение сроков конструирования и изготовления приспособлений, позволяющих в короткий срок перестраивать производство на выпуск новой продукции, способствует решению этой проблемы. В условиях серийного и мелкосерийного производства особенно важно наличие гибкой переналаживаемой высокомеханизированной системы приспособлений. Эффективными методами, ускоряющими и удешевляющими проектирование и изготовление приспособлений, являются унификация; нормализация и стандартизация деталей и элементов приспособлений на основе научных достижений и передового опыта». [9]

При обработке точением составляющие  $P_z$  и  $P_y$  определяют по формуле:

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \cdot [9] \quad (16)$$

При обработке стальной заготовки резцом с пластиной из твёрдого сплава постоянные формулы (16) равны для  $P_z$ :  
 $C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$ .

Для  $P_y$ :  $C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3$ .

Подставляя значения, получим

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 158,3^{-0,15} \cdot 0,9 = 113,3, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 158,3^{-0,3} \cdot 0,9 = 61,7, \text{ Н.}$$

### 3.2 Расчёт усилия зажима

Результирующий крутящий момент от действия касательной составляющей силы резания пытается повернуть заготовку в кулачках и рассчитывается как

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{113,3 \cdot 160,3}{2} = 9081, \text{ Н. [10]} \quad (17)$$

Момент от силы зажима препятствует повороту заготовки и определяется по формуле:

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (18)$$

Из равенства моментов  $M_p$  и  $M_3$  рассчитаем необходимое зажимное усилие, которое препятствует повороту изделия.

$$W^1 = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K P_z \cdot d_1}{f d_2}, \text{ [10]} \quad (19)$$

Коэффициента запаса  $K$  рассчитывают по формуле, которая определяет условия выполнения операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (20)$$

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8; \quad K_{py} = 2,52.$$

$f = 0,3$  отсюда

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 113,3 \cdot 160,3}{0,3 \cdot 128,3} = 849, \text{ Н.}$$

Составляющая силы резания  $P_y$  пытается вывернуть заготовку из кулачков

$$M_p^{11} = P_y \ell. \quad [11] \quad (21)$$

Этому препятствует момент от зажимной силы

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (22)$$

Величина усилия  $W_1$ , рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{2522,5}{1 - \left( \frac{3 \cdot 13}{25} \cdot 0,1 \right)} = 2989, \text{ Н.} \quad (23)$$

$$W = \frac{1,8 \cdot 113,3 \cdot 160,3}{0,3 \cdot 128,3} = 849, \text{ Н.}$$

Рассчитаем усилие создаваемое приводом кулачкового патрона



$$Q = \frac{W}{i_c}, \quad (24)$$

где  $i_c = 2$  - плечи рычага.

$$Q = \frac{849}{2} = 425, \text{ Н.}$$

### 3.3 Расчёт силового привода

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}. \quad [12] \quad (25)$$

В конструкцию токарного станка встраивается силовой привод с диаметральной размер поршня не более 120 мм.

Определим диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{425}{0,4 \cdot 10^3}} = 37, \text{ мм.}$$

Принимаем  $D = 80$  мм.

В данном разделе спроектировано автоматизированное станочное приспособление для 020 токарной операции. Токарный патрон автоматизирован пневмоприводом. Автоматизация приспособления дает сокращение операционного времени, связанного с загрузкой и выгрузкой заготовки на станке.

## 4 Проектирование режущего инструмента

### 4.1 Описание операции

На сверлильной 025 операции проводится зенкование плоскостей в отверстиях для базирования головок винтов. Эскиз этой операции показан на рисунке 4.

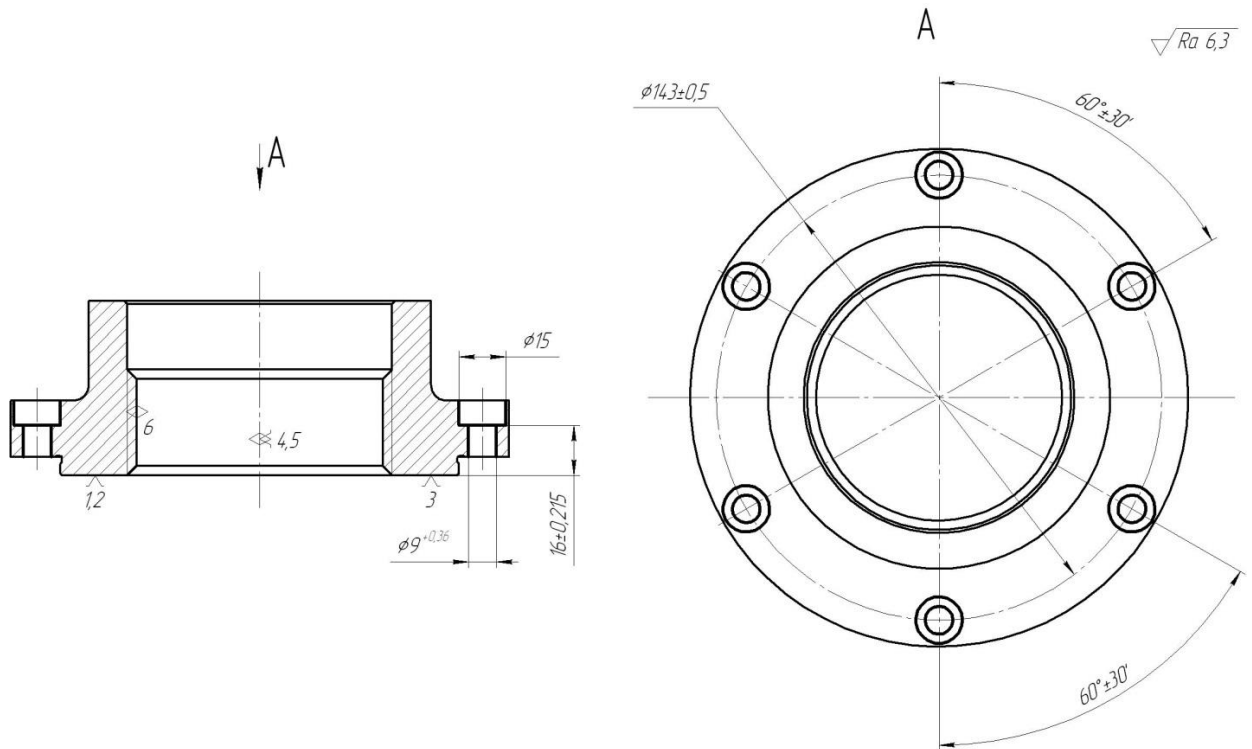


Рисунок 4 - Эскиз сверлильной операции

### 4.2 Расчет зенковки

«Для обработки входной или выходной части отверстия с целью снятия фаски или для изготовления под головку болта, винта или заклепки используется операция зенкования, которая выполняется зенковками». [8]

«В зависимости от назначения зенкеры подразделяют на: спиральные, применяемые для обработки сквозных цилиндрических отверстий; цилиндрические, применяемые для обработки торцов у литых бобышек и отверстий под цилиндрические головки винтов; конические зенковки,

применяемые обработки конических гнезд под болты и заклепки и для зенкования центров в заготовках. По конструктивным признакам зенкеры делят на цельные, сборные и насадные». [13]

«Чтобы обеспечить соосность цилиндрического углубления с предварительно обработанным отверстием, зенкеры для цилиндрических углублений снабжаются направляющей цапфой. Она изготавливается как одно целое с зенкером или съемной. Зенкеры со съемной цапфой проще затачивать, так как заточка торцовых зубьев производится при снятой цапфе. У зенкеров же с цапфой, изготовленной как одно целое с корпусом при переточках стачивается и направляющая цапфа, в результате чего после ряда переточек зенкер становится непригодным для работы». [13]

В нашей работе спроектируем сборную зенковку со съемной цапфой.

Примем число зубьев инструмента  $Z$  равно 4.

Конструкцию зенковки примем с цилиндрическим хвостовиком для быстроты ее снятия и установки на станке.

Определим диаметр режущей части зенковки

$$D = D_0 + \frac{1}{2}IT = 15 + \frac{1}{2}0,43 = 15,2, \text{ мм.} \quad (27)$$

«Режущая часть зенковки характеризуется следующими угловыми геометрическими параметрами: передний угол  $\gamma$ , задний угол  $\alpha$ , главный угол в плане  $\phi$ , угол наклона винтовой канавки  $\omega$ . Передний и задний углы зенковки задают в точке, наиболее удаленной от оси инструмента, то есть на вершине зуба. Передний и задний угол для обработки стали и чугуна составляет  $\gamma = 6-15^\circ$ , для обработки цветных металлов и сплавов  $\gamma = 20-30^\circ$ . Задний угол зенковки выбирают в пределах  $\alpha = 6-10^\circ$ . Эти углы являются переменными по длине режущей кромки инструмента». [13]

Для обработки стали примем  $\gamma = 15^\circ$ . Заднюю поверхность зенковки выполним с двумя задними углами  $\alpha_1 = 8^\circ; \alpha_2 = 30^\circ$ .

«Главный угол в плане  $\varphi$  оказывает прямое влияние на размеры поперечного сечения срезаемого слоя, а, следовательно, на возникающие при резании силы. Угол  $\varphi$  при обработке стали составляет  $\varphi = 60-75^\circ$  (для сквозных отверстий); для глухих отверстий  $\varphi = 90^\circ$ . Угол наклона винтовых канавок  $\omega$  определяет передний угол в осевом сечении. Он задается в зависимости от обрабатываемого материала в пределах  $\omega = 10-30^\circ$ ». [13]

Для обработки стали примем  $\omega = 15^\circ$ .

«Калибрующая часть обеспечивает получение требуемого размера отверстия, направление инструмента в процессе обработки и служит запасом для переточки режущей части. На калибрующей части вдоль режущей кромки оставляют ленточки шириной  $f = 0,3-2,5$  мм в зависимости от диаметра. Для облегчения процесса резания на калибрующей части делают обратную конусность в пределах  $0,04-0,1$  мм на  $100$  мм длины. Это утонение играет такую же роль, как и вспомогательный угол в плане у резцов». [13]

Для обработки стали и для диаметра обработки  $D = 15,2$  мм примем  $f = 0,3$  мм.

Определим длину зенковки.

$$L = L_p + L_n + L_k + L_{ш} + L_x = 5 + 7,5 + 12,5 + 25 + 40 = 90 \text{ мм.} \quad (28)$$

Направляющую цапфу зенковки выполним съемной. Это даст универсальность инструменту, так как его можно будет использовать в паре с другими цапфами, имеющими иной диаметр.

Материалом режущей части зенковки является быстрорежущая часть Р6М5.

«Быстрорежущей сталью называется сталь, содержащая в своем составе, помимо углерода, в качестве легирующих элементов вольфрам, хром, ванадий, молибден, образующие после термической обработки устойчивые карбиды. Кроме карбидообразующих элементов в некоторые

марки быстрорежущих сталей входит также кобальт. Быстрорежущие стали нашли очень широкое применение для изготовления самых различных инструментов. Это объясняется их высокой, по сравнению с другими инструментальными сталями, теплостойкостью (600-650 °С) и твердостью после термообработки (HRC 62-66, у некоторых новых марок 68-70). Быстрорежущие стали имеют самый высокий из всех инструментальных материалов предел прочности на изгиб ( $\sigma = 2800-3600$  МПа) и самую высокую вязкость. Благодаря этому они очень успешно конкурируют с твердыми сплавами и даже превосходят их в условиях резания с сильными динамическими нагрузками и с большими сечениями среза». [13]

«Инструментальная быстрорежущая сталь продолжает оставаться важной частью инструментального хозяйства, не смотря на сильную конкуренцию с другими инструментальными материалами. Превосходная вязкость быстрорежущих сталей гарантирует им свою нишу на рынке инструментов». [13]

]

### **4.3 Контроль состояния инструмента**

Важную роль в машиностроительных производствах играет контроль над состоянием инструмента. Плановые своевременные переточки инструмента преподносят свою важность в качестве изготавливаемой продукции.

Изобретение [14] относится к области обработки резанием и может быть использовано для испытания зенковок и исследования обрабатываемости конструкционных материалов зенкованием.

Известен многолезвийный режущий инструмент - зенковка, предназначенный для обработки предварительно просверленного отверстия (ГОСТ 1677-75).

Известен способ испытаний зенковки, согласно которому на сверлильном или расточном станке зенкером обрабатывают предварительно просверленное в детали отверстие при определенных скоростях резания и стойкости. После зенкования выполняют контроль износа режущей кромки зубьев, при этом износ не должен превышать регламентированную величину (ГОСТ 1677-75 п. 3; п. 3.2).

К недостатку известного способа следует отнести большой расход материала детали, происходящий при предварительном сверлении детали.

Наиболее близким по сущности заявленному изобретению является способ испытания многолезвийного инструмента, например зенкера, заключающийся в том, что зенкером обрабатывают деталь в течение определенного времени, и в процессе обработки участвуют все режущие кромки зенкера, работающие последовательно. При этом каждая режущая кромка контактирует с обрабатываемой поверхностью детали кратковременно (0,001...0,1 сек) в течение нескольких интервалов времени, входящих в общее время обработки, причем в каждом интервале времени в контакте с деталью находится только одна режущая кромка (Патент РФ 2203778, МПК В23В 25/06, опубл. 10.05.2003 г.). [14]

При таком способе каждая режущая кромка многократно испытывает удар при входе в обрабатываемый материал детали, поэтому одной из составляющих частей ее износа являются микросколы.

В процессе зенкования предварительно просверленного отверстия режущая кромка работает в сплошном материале детали и микросколы маловероятны. Механизм, скорость нарастания и форма износа режущей кромки при обработке детали по известному способу будут отличаться от параметров износа режущей кромки, обрабатывающей предварительно просверленное отверстие. Следовательно, процессы резания неидентичны и применение известного способа для испытания зенкеров, предназначенных для обработки предварительно просверленного отверстия, нецелесообразно. [14]

Технической задачей изобретения [14] является получение возможности испытания зенковок (цельных и сборных), предназначенных для обработки предварительно просверленного отверстия, используя режущие кромки по отдельности, при работе в сплошном материале детали, что позволяет выполнять объективный контроль их состояния.

Техническим результатом предлагаемого изобретения [14] является увеличение долговечности работы зенковки, так как она не испытывает многократные удары при входе в обрабатываемый материал, как это имеет место при испытании в соответствии с патентом №2203778, обеспечение контроля динамики износа зенкера и качества обрабатываемой поверхности в процессе испытания.

Технический результат достигается тем, что в способе испытания зенковки, предназначенной для обработки предварительно просверленного отверстия, заключающемся в том, что зенковку вводят в контакт с обрабатываемой деталью и производят ее обработку, причем деталь и зенковку располагают таким образом, что в каждом интервале времени обработки в контакте с деталью находится только одна режущая кромка, и осуществляют контроль ее состояния, в качестве детали используют прутки цилиндрической формы и обработку выполняют точением ее цилиндрической поверхности.

Новым в изобретении [14] является то, что в качестве детали используют прутки цилиндрической формы и обработку выполняют точением его цилиндрической части.

Деталь - цилиндрический прутки закрепляют в патроне токарного станка и поджимают центром задней бабки. В резцедержателе станка закрепляют приспособление (не показано) для крепления зенковки, позволяющее устанавливать зенковку в разные положения относительно линии центров станка. Устанавливают зенковку в приспособление в определенное положение таким образом, чтобы в контакте с деталью - цилиндрическим прутком могла находиться только одна режущая кромка

зенковки, и крепят зенковку. Приводят во вращение деталь - цилиндрический пруток с частотой вращения, соответствующей выбранной скорости резания, подводят режущую кромку зенковки до касания с цилиндрической поверхностью детали, заглубляют режущую кромку в цилиндрическую поверхность детали на выбранную глубину резания  $t$  и обтачивают деталь - цилиндрический пруток с заданной продольной подачей  $S$  в течение выбранного времени  $T$ , которому будет соответствовать длина  $L$  обработки в сплошном материале.

Контроль состояния режущей кромки зенковки выполняют либо после окончания обработки, например измеряют ширину фаски износа лупой Бринелля, на инструментальном микроскопе, сравнением формы износа путем сопоставления с контрольным образцом или другими способами, либо в процессе обработки и после ее окончания, например измерением диаметра детали, термо-ЭДС, усадки стружки и так далее.

После проведения контроля состояния режущей кромки ставят суппорт станка в исходное положение, поворачивают зенковку в приспособлении для проведения испытания следующей режущей кромки.

К преимуществу предлагаемого способа относится также возможность испытания зенковки, имеющей одинаковые геометрические параметры режущих кромок, когда они работают на разных режимах резания (например, при необходимости изменения скорости резания при исследовании обрабатываемости зенкерованием новых конструкционных материалов), в то время как в известном способе при изменении режима резания потребуется переточка всех режущих кромок.

В данном разделе спроектирован режущий инструмент для сверлильной операции 025. Этим инструментом является зенковка. Особенностью спроектированной зенковки является сборная конструкция, что дает возможность использования режущей части в комплекте с другой направляющей частью.



## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе проводится оценка экологичности и безопасности технологического процесса изготовления детали планшайба. Оценку будем вести согласно методике [17].

### 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика производственного процесса изготовления детали планшайба заключается в представлении основных характеристик усовершенствованных операций технологического процесса. Эти характеристики включают в себя вид выполняемых работ, применяемые средства технического оснащения, должность работников, которые выполняют операции, а так же все необходимые материалы и вещества. Результаты анализа характеристик технического объекта собраны в таблицу 1.

Таблица 1 – «Технологический паспорт технического объекта» [17]

«Технологический процесс» [17]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [17]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [17]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [17]	«Материалы, вещества» [17]
Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 СОЖ - Литол
Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 СОЖ - Литол

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном разделе приводится идентификация профессиональных рисков – производственно-технологических и эксплуатационных рисков. Это вредные и опасные производственные факторы, источником которых могут служить материалы, оборудование и вещества, используемые при изготовлении детали планшайба. Результаты исследования этих факторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – «Идентификация профессиональных рисков» [17]

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [17]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [17]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [17]
1	2	3
Токарная операция	Движущиеся части производственного оборудования; оборудование, перемещающее заготовки, изделия; токсичные раздражающие вещества (СОЖ); высокий уровень шума на рабочем месте; монотонность труда.	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ
Сверлильная операция	Движущиеся части производственного оборудования; оборудование, перемещающее заготовки, изделия; токсичные раздражающие вещества (СОЖ); высокий уровень шума на рабочем месте; монотонность труда.	Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе подобраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении детали планшайба. Некоторые из требований, такие как инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием, и инструктажи по охране труда – актуальны на каждом этапе технологического процесса. Другие, например, такие как использование предупреждающей разметки или использование местной вытяжки – применяются на конкретных операциях, где их использование необходимо. Все средства индивидуальной защиты работников подобраны с учётом выполняемых ими операций. Результаты анализа методов и средств снижения профессиональных рисков приведены в таблице 3.

Таблица 3 – «Методы и средства снижения и/или устранения опасных и/или вредных производственных факторов» [17]

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [17]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [17]	«Средства индивидуальной защиты работника» [17]
1	2	3
Повышенная температура поверхностей материалов	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; использование технических средств защиты	Костюм огнеупорный; огнеупорные ботинки; краги для металлургов; огнеупорный щиток
Движущиеся части производственного оборудования; Оборудование, перемещающее заготовки, изделия	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; ограждение оборудования; использование предупреждающей разметки	Костюм для защиты от загрязнений; каска защитная; очки защитные
Токсические раздражающие вещества (СОЖ)	Инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием;	костюм для защиты от загрязнений; каска защитная; очки

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	инструктаж по охране труда; использование местной вытяжки; ограждение оборудования защитными экранами	защитные; полумаска фильтрующая; перчатки с точечным или полимерным покрытием
Высокий уровень шума и повышенный уровень вибрации	инструктаж и обучение по технике безопасности при работе с промышленным оборудованием; инструктаж по охране труда; использование различных технических средств устранения шума; увеличение жёсткости оборудования для уменьшения колебаний; Использование материалов, способных поглощать колебания	Вкладыши противошумные, наушники, резиновый коврик

#### 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе приводится идентификация потенциального класса возникновения пожара и выявление опасных факторов его воспламенения. Анализ классов пожара и опасных факторов пожара, воздействующих на людей и материальное имущество, а так же сопутствующих проявлений опасных факторов пожара проведён по методике [17]. Результаты анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара» [17]

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Участок лезвийной обработки	Токарный станок 16Б16Т1С1 с ЧПУ;  Вертикально- сверлильный станок 2Р135Ф2- 1 с ЧПУ	Пожары, связанные с воспла- менением и горением плавящихся твёрдых материалов и веществ (В)	Пламя, искры, огонь, тепловой поток, высокая температура, повышенная концентрация токсичных веществ в воздухе, низкая видимость	Замыкание высокого электрического напряжения

Для обеспечения пожарной безопасности в ходе изготовления детали планшайба были выбраны организационно-технические мероприятия и технические средства обеспечения пожарной безопасности. Все они соответствуют нормативным документам в области пожарной безопасности, таким как Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ. Все собранные данные анализа представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности» [17]

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители ручные, ящики с песком	Пожарные машины, пожарные лестницы	Оборудование автоматического тушения пожара	технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные рукава, рукавные разветвления, ящики с песком	Респираторы, противогазы, пожарные карабины	Пожарные лопаты, багры, ломы, топоры, вёдра, комплекты электрические	Автоматические оповещатели

Таблица 6 – «Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» [17]

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Технологический процесс изготовления детали планшайба	Инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участках; обучение действиям при	Проведение противопожарных инструктажей, наличие автоматической системы пожаротушения, наличие

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	возникновении пожара и правильной эвакуации; контроль за правильной эксплуатацией оборудования; содержание оборудования в исправном состоянии	пожарной сигнализации, наличие первичных средств для тушения пожаров

### 5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном разделе представлена оценка мер по обеспечению экологической безопасности технологического процесса изготовления детали планшайба. Выявлены и проанализированы негативные экологические факторы реализуемого технического процесса, а так же меры по их снижению и/или устранению. Все данные анализа соответствуют нормативным документам РФ. Результаты анализа представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта» [17]

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса» [17]	«Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.» [17]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)» [17]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)» [17]	«Негативное экологическое 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.)» [17]
1	2	3	4	5
Технологический процесс изготовления детали планшайба	Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ; Вертикально-сверлильный станок 2Р135Ф2-1 с ЧПУ	Стальная пыль; частицы стружки; туман от СОЖ	Технические жидкости и масла; стружка; производственная пыль	Металлические отходы, технические масла и жидкости, ветошь, СОЖ

Таблица 8 – «Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду». [17]

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления детали планшайба
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха циклоны-осадители с тангенциальным входом, с осевым входом, с групповым входом; мультициклоны параллельные, последовательные; пылеуловители
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутых и оборотных систем промышленного водопользования; многоступенчатая очистка воды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование системы сортировки отходов; соблюдение правил хранения отходов и периодичности их вывоза; переработка металлических отходов

В ходе выполнения работы нами проанализирована безопасность и экологичность внесенных изменений в технологический процесс изготовления детали «планшайба».

Проведена идентификация профессиональных рисков, которые могут возникнуть в ходе реализации модернизированного технологического процесса, предложены методы и средства необходимые для снижения этих рисков, предложены мероприятия по пожарной и экологической безопасности на участке механической обработки детали, разработаны организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду.

## **6 Экономическая эффективность работы**

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

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Планшайба». Эти изменения касаются токарной операции и сверлильной. На токарной операции предложено в качестве оснастки использовать автоматизированное зажимное приспособление, вместо универсального. На сверлильной операции предложено использовать сборную зенковку из быстрорежущей стали вместо цельной.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [18] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 5.

Как видно из рисунка 5, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Планшайба» на 5,33 руб., что составит 9,4 %.



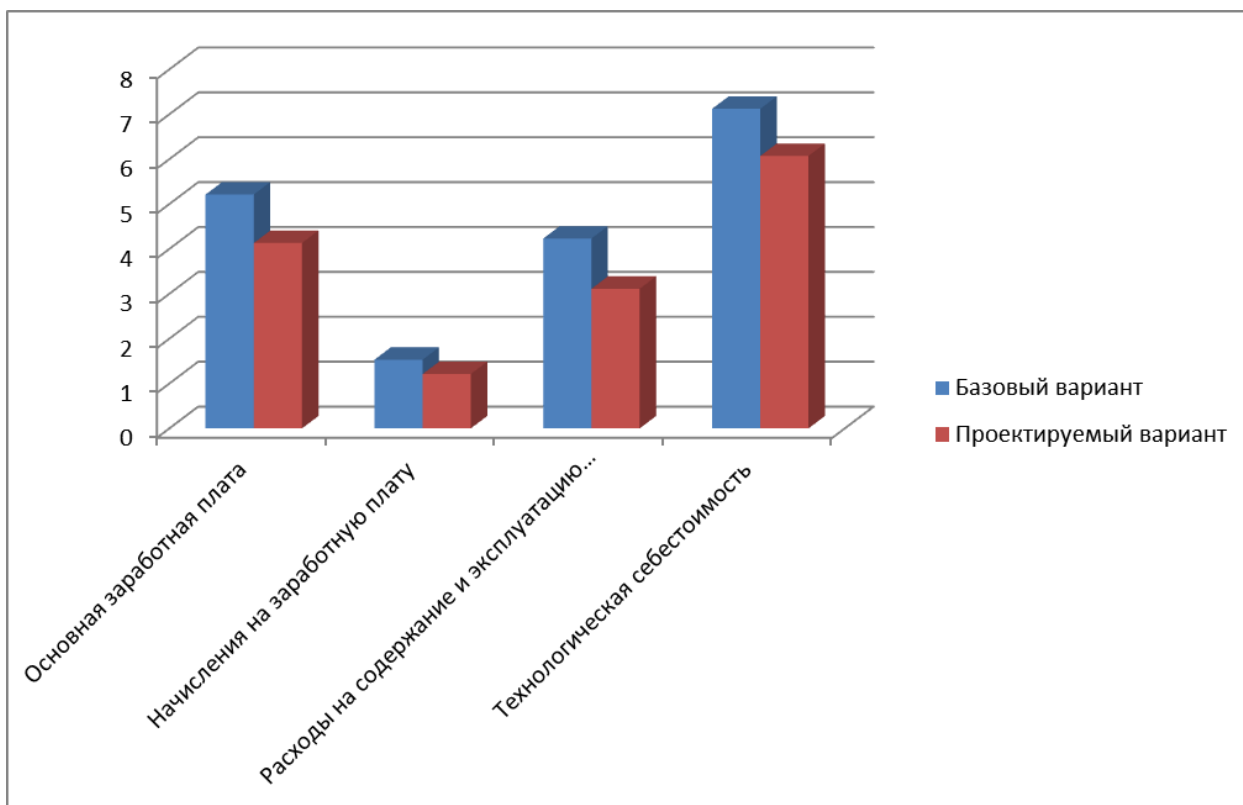


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 56,64 рублей, а для проектируемого – 51,31 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость проектируемом варианте меньше, чем в базовом. Эта разница составляет 9,4% или 5,33 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 26651 рубль.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали

«Планшайба» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 31214,89 рублей. На рисунке 6 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

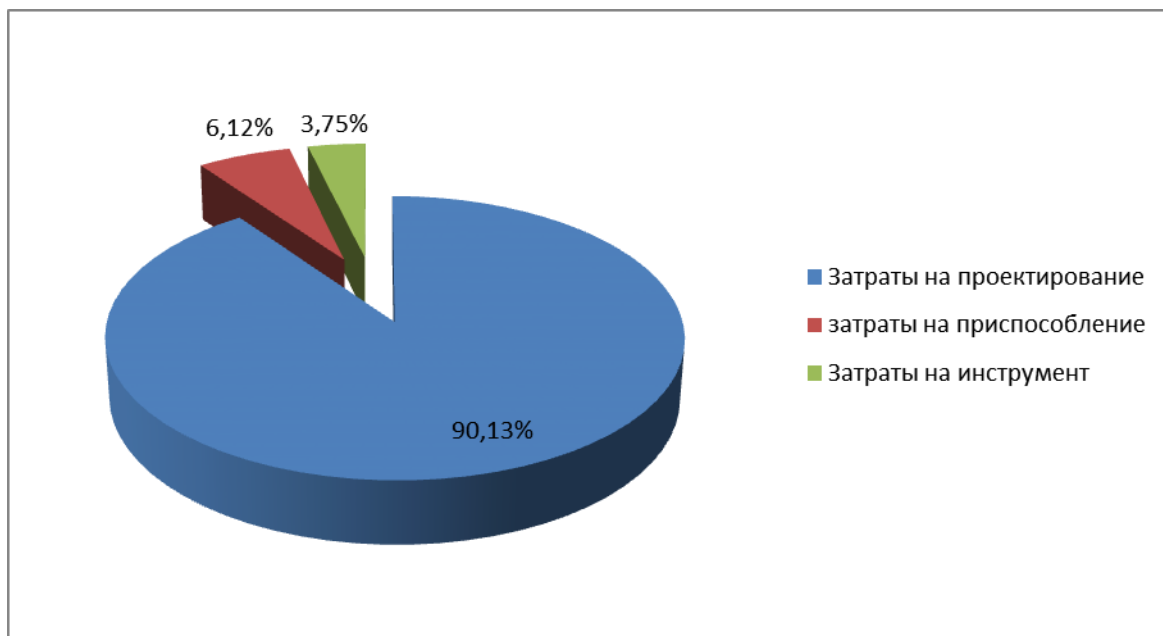


Рисунок 6 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 6, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 90,13 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	2
Общий дисконтируемый доход, руб.	21447,63
Интегральный экономический эффект, руб.	1949,83
Индекс доходности, руб. / руб.	1,12

Анализируя, представленные в таблице 8, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 1949,83 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,12 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 12 %.

## Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления планшайбы для крепления цангового патрона.

В ходе проектирования нами были проанализированы исходные данные, где обозначено служебное назначение детали и условия ее работы, проведена классификация поверхностей и определены исполнительные поверхности, основные и вспомогательные конструкторские базы. Также проанализирован материал детали. Методом экономического сравнения выбран способ получения заготовки – штамповка. Исходя из годовой программы выпуска деталей и массы планшайба, выбран среднесерийный тип производства. Далее по форме и, исходя из необходимого качества обработки, выбраны методы обработки поверхностей детали. Опираясь на эти методы, разработаны технологический маршрут и составлен план изготовления детали.

Для базирования заготовки на 020 токарной операции разработана конструкция автоматического токарного патрона. Это приспособление автоматизировано пневмоприводом. Внедрение этого приспособления взамен приспособления с ручным зажимом дает сокращение вспомогательного времени операции.

Для использования в качестве инструмента на сверлильной операции 025 разработана конструкция сборной зенковки. Отличительной особенностью данного инструмента является сборная конструкция, что дает возможность более удобной переточки в момент затупления, а также дает возможность использования режущей части с другой направляющей цапфой.

В работе выполнен анализ безопасности и экономичности.

Экономический расчет выполненных мероприятий показал положительный эффект.

## Список используемых источников

1. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – 40 с.
2. Конструкционные стали и сплавы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с. - Библиогр.: с. 436. - ISBN 978-5-16-105096-5.
3. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019 – 330 с.
4. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
5. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве : Учебное пособие. – 3-е изд., стер. – СПб : Издательство «Лань», 2019. – 328 с.
6. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва :ИНФРА-М, 2013. - 320 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004952-6.
7. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И. Гадалевич и др. – М. : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
8. Вереина Л. И. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ.ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 304 с. - (Справочники ИНФРА-М). - Библиогр.: с. 299. - ISBN 978-5-16-010397-6.
- 10.Технология машиностроения [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н. М. Султан-заде

[и др.]. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. - 288 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-105-1.

11. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: Станочные приспособления : учеб. пособие / В.В. Клепиков. - М. : ИНФРА-М, 2019 – 345 с.

12. Клепиков В.В. Станочные приспособления : учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 319 с.

13. Зубарев Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 228 с.

14. Патент 2620030 Российская Федерация МПК<sup>7</sup> В 23 В 25/06. Способ испытания зенкера, предназначенного для предварительно просверленного отверстия / Непомнящий В.А., Баранов А.В., Колобков А.В.; ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева» (RU). –2016113888 заявл. 11.04.2016; опубл. 22.05.2017, Бюл. №15. – 6 с.

15. ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – 30 с.

16. Логинов Н.Ю. Инженерно-исследовательские работы в технологии машиностроения : электронное учебно-методическое пособие / Н.Ю.Логинов, Д.А. Расторгуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020, - 88 с.

17. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. - Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с.

18. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-методическое пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.

19. ГОСТ 2.001-2013. Единая системы конструкторской документации.  
Общие положения. – 47 с.

20. Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению :  
справочник / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 494 с.





Продолжение приложения А

Деталь		Взам.		Подп.		Листов 1 / Лист		ГОСТ 3.118-92		Формы 1	
Разработ	Проверил	Нач. цеха	Уч.	РМ	Опер.	МЗ	КОИД	МЗ	КОИД	МЗ	КОИД
<b>Планишайба</b>											
<b>Кафедра ОТМП</b>											
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры	
Токарная чистовая с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		167		166		33		Ø160x56	
Обработка устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тв		Тб		Тпз		Тшм	
Токарный с ЧПУ 1661611С1		-		167		0,50		10		2,17	
Р		мм		0 или В		L		l		S	
0 <sub>01</sub>		мм		мм		мм		мм		мм	
1. Установить и снять заготовку											
396110.XXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX.XXXX Упор.											
Точить поверхность 1, выдерживая размер 56,3±0,37; точить поверхность 2, выдерживая размер Ø110 <sub>0,087</sub> ;											
точить поверхность 3, выдерживая размер R5 <sup>+0,3</sup> ; точить поверхность 4, выдерживая размер 24±0,26.											
Р <sub>06</sub>		1		110		56,3		0,3		1	
0 <sub>07</sub>		Выполнить фаску 1x45°; точить поверхность 10, выдерживая размер Ø84,7 <sup>+0,07</sup> .		84,7		56,3		0,3		1	
Р <sub>08</sub>		1		84,7		56,3		0,3		1	
392190 Резец сборный проходной правый Т15К6 ГОСТ 18878-73; 392190 Резец сборный расточной Т15К6 ГОСТ 9795-84;											
393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; 393410 Микрометр ГОСТ 5607-90.											
11											
2											
OK											



Продолжение приложения А

Дробл.		Взам.		Подл.		Листов 1 / Лист	
Разработ		Проверил		Нач.пр.		Листов 1 / Лист	
Покротов		Лозиноб					
Кафедра ОТМП		Планшета		Цех		Уч РМ Опер. 025	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ МД	
Сверлильная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		166		33	
Обработка инструментом ЧПУ		Обозначение программы		Тв		Тпз	
Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1		-		167		10	
Р		ПИ		D или B		L	
01						MM	
02		1. Установить и снять заготовку					
T 03		396110.XXXX Обработка разжимная; XXXXXX.XXXX Упор.					
04		Сверлить шесть поверхностей 11, выдерживая размеры $\varnothing 15^{+0,43}$ , $60^{+30}$ , $\varnothing 14,3 \pm 0,5$ .					
P 05		1		15		16	
06		Сверлить шесть поверхностей 13, выдерживая размеры $\varnothing 9^{+0,36}$ , $60^{+30}$ , $\varnothing 14,3 \pm 0,5$ .					
P 07		1		9		4,5	
08		Цековать шесть поверхностей 12, выдерживая размеры $\varnothing 15^{+0,43}$ , $8 \pm 0,18$ .					
P 09		1		15		8	
T 10		391290 Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 2034-80; 391290 Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 2034-80; 391890 Цековка цилиндрическая Р6М5 ГОСТ 26258-87.					
T 11		393311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89; XXXXXX Угломер ГОСТ 5378-88.					
12							
OK							