

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных  
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Разработка технологического процесса изготовления фланца  
токарного многошпиндельного станка

Студент

Р.Ю. Дятлов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Н.Ю. Логинов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Н.В. Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

П.А. Корчагин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Тольятти 2019

## АННОТАЦИЯ

Дятлов Роман Юрьевич

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления фланца токарного многошпиндельного станка».

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Тольятти, Тольяттинский государственный университет, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке техпроцесса изготовления фланца токарного многошпиндельного станка. В работе проанализированы исходные данные, выполнена разработка технологической части, где рассчитана себестоимость изготовления заготовки, выбраны методы обработки поверхностей, выполнен расчет припусков, проведен выбор средств технологического оснащения и рассчитаны режимы механической обработки. В работе рассчитаны и спроектированы некоторые специальные технологические средства оснащения.

В работе выполнен раздел по анализу безопасности и экологичности. Расчет экономической эффективности дал положительную оценку работы.

Пояснительная записка состоит из 66 страниц, графическая часть работы составляет 7 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Систематизация поверхностей детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали .....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	9
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.5 Расчет припусков.....	13
2.6 Проектирование заготовки.....	15
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	16
2.8 Определение режимов резания.....	16
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	31
3.1 Проектирование станочной оснастки.....	31
3.2 Определение зажимного усилия.....	31
3.3 Расчет силового привода.....	33
4 Проектирование режущего инструмента.....	34
5 Патентные исследования.....	36
6 Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	41
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	43
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	45
6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..	47

6.6 Заключение.....	49
7 Экономическая эффективность работы.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	54
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	63

## **ВВЕДЕНИЕ**

Точность металлорежущих станков регламентируется госстандартами. Предусмотрены тестовые мероприятия, отражающие влияние точности станков на точность обработки и позволяющие удобный контроль. Нормы установлены на основе требований к точности изделий и статистических данных.

Геометрическая точность металлорежущих станков характеризуется: точностью перемещения исполнительных органов в направляющих и подшипниках, точностью опорных базовых поверхностей для закрепления заготовки и инструментов; точностью месторасположения направляющих относительно базовых поверхностей, точностью взаиморасположения направляющих перемещения рабочих органов.

Кинематическая точность станков зависит от согласованности взаимосвязанных относительных перемещений исполнительных органов, в которых базируется заготовка и инструмент, а также точностью периодической установки.

Комплексной проверкой кинематической и геометрической точности является обработка опытных образцов при малой глубине резания, средней скорости вращения шпинделя и малой подаче.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления фланца токарного многошпиндельного станка необходимого качества с наименьшими затратами.

# 1 Анализ исходных данных

## 1.1 Назначение и условия работы детали.

Фланец токарного многошпиндельного станка является одним из составляющих коробки скоростей токарного станка и служит для восприятия крутящего момента и передачи его далее по приводу станка.

## 1.2 Систематизация поверхностей детали.

Выявим наиболее важные поверхности детали для их качественного изготовления.

Пронумеруем поверхности детали и представим их на рисунке 1.1.

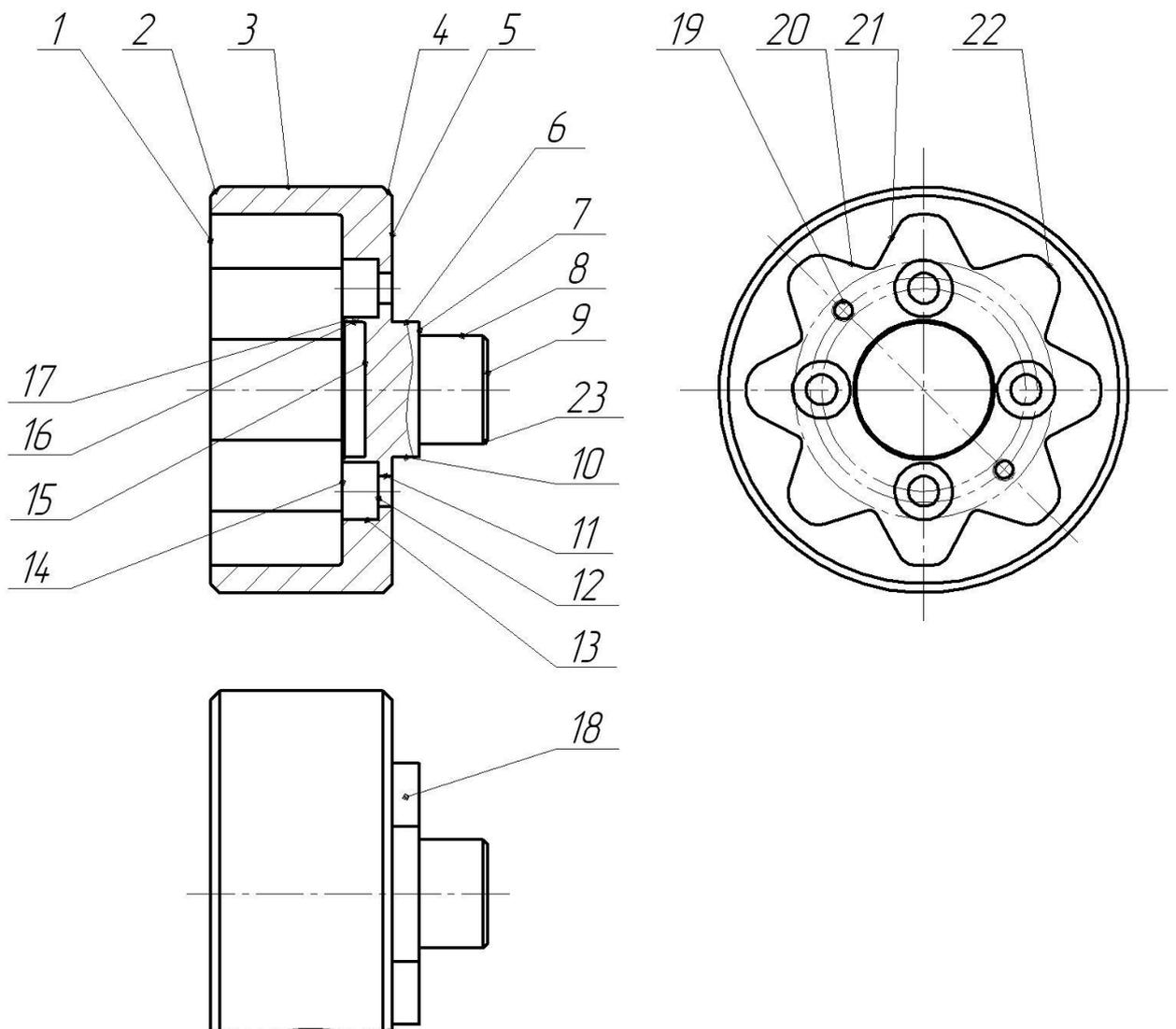


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями детали являются боковые поверхности внутренних зубьев (20 и 21), а также резьбовые отверстия (поверхности 19).

Основными конструкторскими базами детали являются цилиндрическая поверхность 8, а также торцовая поверхность 7.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются поверхности для регулировки 6 и 10, отверстия под крепление (11 и 12), а также внутренняя цилиндрическая поверхность 16.

Остальные поверхности являются свободными.

### **1.3 Анализ требований к поверхностям детали.**

С помощью литературного источника [1] проанализируем состав и физико-механические свойства материала детали стали 40X ГОСТ 4543-71.

«В состав стали 40X ГОСТ 4543-71 входят: углерод (C) в содержании 0,36...0,44%; кремний (Si) содержанием 0,17...0,37%; марганец (Mn) содержанием 0,5...0,8%; никель (Ni) содержанием до 0,3%; сера (S) содержанием до 0,035%; хром (Cr) содержанием 0,8...1,1%; оставшийся материал – железо (Fe)». [1]

Химический состав формирует следующие механические свойства материала после термообработки на заготовительной операции:  $\sigma_B = 980$  МПа; твердость 142...178 МПа.

Механические и химические свойства материала обеспечивают удовлетворительную работу детали в механизме. Материал не является дефицитным.

Наиболее рациональными методами получения заготовки являются штамповка на ГКМ и прокат.

Конструкция детали позволяет свободный доступ к поверхностям для механической обработки, а также для контрольных операций. Для чистовых операций имеются необходимые канавки. Выход инструмента осуществляется свободно. Для базирования детали для обработки

предусмотрены центровые отверстия. Возможно проведение ремонта после выхода из строя детали методами восстановления деталей машин.

Расположение и форма поверхностей рассматриваемой детали позволяет довольно свободную их обработку стандартными режущими инструментами, а также мерительными устройствами, которые широко применяются в серийном машиностроительном производстве.

## **2 Разработка технологической части работы**

### **2.1 Выбор типа производства.**

«Тип производства зависит от двух факторов: заданного программы выпуска и трудоемкости изготовления детали. Нередко трудоемкость (при определении типа производства) выражают через массу детали». [2]

В данной работе, исходными условиями, определяющими тип производства, являются масса детали и годовая программа выпуска. Масса нашей детали – 1,15 кг, годовая программа выпуска детали – 10000 штук в год.

По этим данным определяем среднесерийный тип производства.

### **2.2. Выбор стратегии разработки техпроцесса.**

«Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, размера выпуска и трудоемкости изделий». [2]

«В серийном производстве изготавливают партии деталей и серии изделий, регулярно повторяющиеся через определенные промежутки времени. Серийное производство – производство многономенклатурное. Его характерный признак – выполнение на большинстве рабочих мест по несколько периодически повторяющихся операций. Производством серийного производства являются машины установившегося типа (металлорежущие станки, стационарные двигатели внутреннего сгорания, насосы, компрессоры, оборудование для пищевой промышленности и т.п.), выпускаемые в более или менее значительных количествах». [2]

### **2.3 Выбор метода получения заготовки.**

Исходя из выбранной стратегии разработки техпроцесса, а также по [3], определяем, что для данной детали целесообразно применить в качестве

заготовки штамповку на ГКМ или прокат. Сравним себестоимость этих двух вариантов.

Класс точности штамповки – 4, степень сложности – 2 [3], масса штамповки – 1,9 кг.

Размеры заготовки из проката - Ø93x64 мм, масса заготовки из проката – 3,4 кг.

Определим стоимость снятия одного килограмма стружки при механической обработке [4].

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (2.1)$$

где  $C_c = 0,495$ ;  $E_H = 0,15$ ;  $C_K = 1,085$  . [4]

Тогда

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

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

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2.2)$$

где  $C_{\text{шт}} = 0,315$ ;  $k_T = 0,9$ ;  $k_C = 0,84$ ;  $k_B = 1,14$ ;  $k_M = 1,0$ ;  $k_{\text{II}} = 1,0$  . [4]

Тогда

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

Определим технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [4].

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) + C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (2.3)$$

где  $Q_{\text{шт}} = 1,9$ ;  $q = 1,15$ ;  $C_{\text{отх}} = 0,0144$  . [4]

Тогда

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 1,9 + 0,6578 (1,9 - 1,15) + 0,0144 (1,9 - 1,15) = 0,9984 \text{ руб.}$$

Определим технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [4].

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{пр}} - q) + C_{\text{отх}} (Q_{\text{пр}} - q), \quad (2.4)$$

где  $Q_{\text{пр}} = 3,4$  .

Тогда

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 3,4 + 0,6578 \cdot (4 - 1,15) \cdot 0,0144 \cdot (4 - 1,15) = 1,8621 \text{ руб.}$$

Вывод: по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\Delta_z = C_{mn} - C_{mu} \cdot N_z = 1,8621 - 0,9984 \cdot 10000 = 8637 \text{ , руб.}$$

## 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

«Обработку заготовок производят различными методами. При обработке резанием различают обдирочную, черновую, получистовую и чистовую обработки. В зависимости от точности заготовки и готовой детали нередко ограничиваются однократной обработкой. Для получения точных размеров и высокого класса чистоты поверхности применяют тонкую обработку». [2]

Для обработки поверхности №1 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №2 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №3 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №4 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №5 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №6 с параметрами IT9, Ra2,5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Для обработки поверхности №7 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №8 с параметрами IT7, Ra 1,25 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Для обработки поверхности №9 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №10 с параметрами IT9, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Для обработки поверхности №11 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №12 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: сверление и цекование.

Для обработки поверхности №13 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №14 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое точение и фрезерование.

Для обработки поверхности №15 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №16 с параметрами IT9, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №17 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №18 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №19 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №20 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

Для обработки поверхности №21 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

Для обработки поверхности №22 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

## 2.5 Расчет припусков.

Определим припуски на обработку самой точной поверхности. Для расчета припусков возьмем поверхность с параметрами  $\varnothing 24h7_{(-0,021)}$  мм. Технологический маршрут изготовления этой поверхности состоит из: точения черного и чистового, термообработки, шлифования черного и чистового.

$$D = 50^{(+0,018}_{+0,002}) \text{ мм}; L = 20 \text{ мм}; Ra = 1,25 \text{ мкм.}$$

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \text{ [5]}$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,9 = 0,225 \text{ .}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,210 = 0,053 \text{ .}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,052 = 0,013 \text{ .}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,084 = 0,021 \text{ .}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,033 = 0,008 \text{ .}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,021 = 0,005 \text{ .}$$

Определим максимальное и минимальное значения припуска (мм)

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,225^2 + 0,025^2} = 0,626 \text{ .}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0} = 0,253 \text{ .}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{00}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121 \text{ .}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038 \text{ .}$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(d_{i-1} + Td_i) \text{ [5]}$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) \approx 0,626 + 0,5 \cdot (0,9 + 0,21) \approx 1,181 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) \approx 0,253 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,052) \approx 0,384 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_2 + Td_3) \approx 0,121 + 0,5 \cdot (0,052 + 0,033) \approx 0,164 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) \approx 0,038 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,021) \approx 0,065 .$$

Определим максимальные и минимальные значения размеров (мм)

$$d_{4\min} = 23,979 .$$

$$d_{4\max} = 24,000 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 24,000 + 2 \cdot 0,038 = 24,076 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 24,076 + 0,021 = 24,097 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 24,097 + 2 \cdot 0,121 = 24,339 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 24,339 + 0,084 = 24,423 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 24,423 \cdot 0,999 = 24,399 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 24,399 + 0,052 = 24,451 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 24,451 + 2 \cdot 0,253 = 24,957 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 24,957 + 0,210 = 25,167 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 25,167 + 2 \cdot 0,626 = 26,419 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 26,419 + 0,900 = 27,319 .$$

Определим средние значения размеров(мм)

$$d_{cpi} = 0,5 \cdot (d_{i\max} + d_{i\min}) \cdot [5]$$

$$d_{cp0} = 0,5 \cdot (d_{0\max} + d_{0\min}) \approx 0,5 \cdot (27,319 + 26,419) \approx 26,869 ..$$

$$d_{cp1} = 0,5 \cdot (d_{1\max} + d_{1\min}) \approx 0,5 \cdot (25,167 + 24,957) \approx 25,062 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5 \cdot (d_{2\max} + d_{2\min}) \approx 0,5 \cdot (24,451 + 24,399) \approx 24,425 , \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = 0,5 \cdot (d_{TO\max} + d_{TO\min}) \approx 0,5 \cdot (24,423 + 24,339) \approx 24,411 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5 \cdot (d_{3\max} + d_{3\min}) \approx 0,5 \cdot (24,097 + 24,076) \approx 24,087 , \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5 \cdot (d_{4\max} + d_{4\min}) \approx 0,5 \cdot (24,000 + 23,979) \approx 23,990 , \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \cdot [5]$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \cdot [5]$$

$$2Z_{cp} = 0,5(Z_{\min} + 2Z_{\max}) \cdot [5]$$

$$2Z_{\min} = 26,419 - 24,000 = 2,419 \cdot$$

$$2Z_{\max} = 2,419 + 0,9 + 0,021 = 3,329 \cdot$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,329 + 2,419) = 2,874 \cdot$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

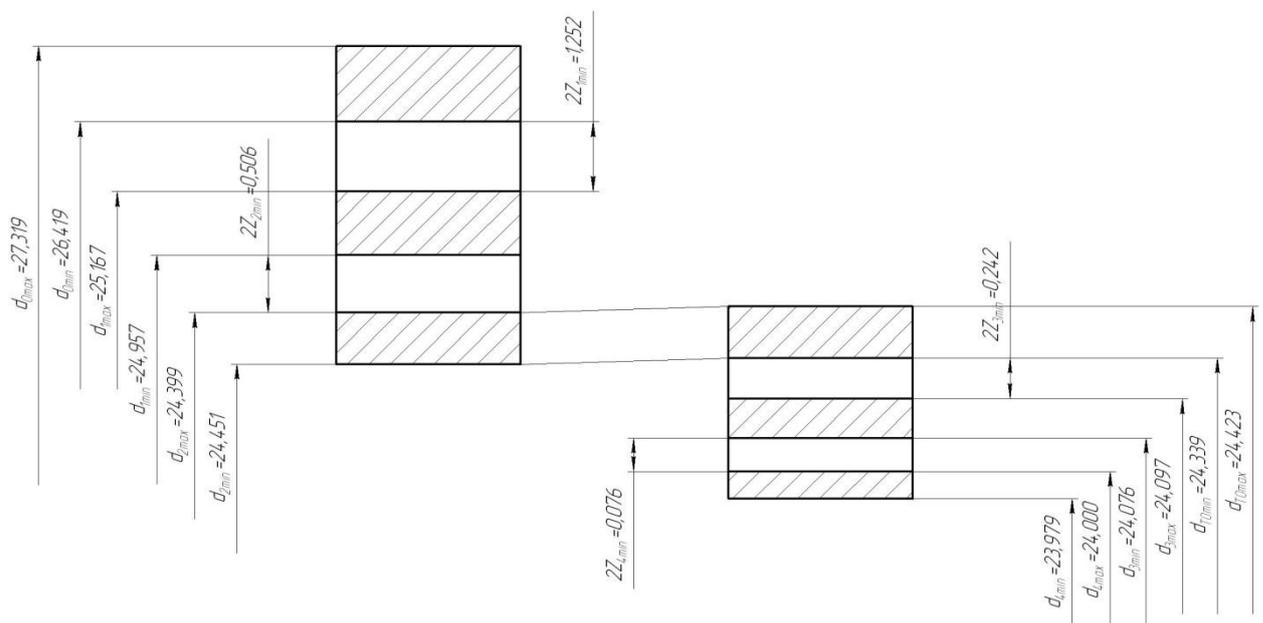


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков и полей допусков на  $\text{Ø}24h7(-0,021)$ .

## 2.6 Проектирование заготовки.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 [3] выбираем: группу стали - М2; штамповка на ГКМ относится к классу точности Т4.

Найдем степень сложности.

$$G_{\Pi} = 1,9 ; G_{\Phi} = 3,72 \text{ , кг.}$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{1,9}{3,72} = 0,51 \cdot$$

По этому показателю оцениваем степень сложности штамповки С2.[3]

По ГОСТ 7505-89 [3] определяем исходный индекс заготовки – 7.

## **2.7 Выбор средств технологического оснащения.**

Для оснащения техпроцесса технологическим оборудованием на токарных черновых и чистовых операциях 005, 010, 015, 020 и 045 выберем токарный станок с числовым программным управлением модели 16Б20ТМ, который предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом режиме наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности. Станок оснащен восьмипозиционной револьверной головкой ВТР-100.[6]

Для оснащения техпроцесса технологическим оборудованием на фрезерной операции 030 выберем горизонтально-фрезерный станок 6Е80ШФ20, предназначенный для фрезерных операций плоскостей, пазов и других поверхностей в полуавтоматическом режиме.

Для оснащения техпроцесса технологическим оборудованием на фрезерной операции 035 выберем продольно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 6Б610МФ4, предназначенный для комплексной обработки деталей из черных и цветных металлов методами фрезерования, сверления и растачивания в единичном, мелкосерийном и серийном производстве.

Для оснащения технологического процесса на шлифовальных операциях 040 и 050, где ведется обработка цилиндрических шеек, в качестве технологического оборудования выбираем круглошлифовальный станок модели 3М193, который предназначен для шлифования конических и цилиндрических поверхностей в условиях массового и серийного производства.

## **2.8 Определение режимов резания.**

2.8.1 Определение режимов резания на операцию 005 Токарная черновая.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 2,6; S_0 = 0,2; V_0 = 190 . [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 90,3} = 637 \text{ мин}^{-1} .$$

Принимаем  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90,3 \cdot 630}{1000} = 179 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

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

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{90}{126} = 0,71 \text{ мин.}$$

2.8.2 Выбор режимов резания на операцию 010 Токарная черновая.

Переход I.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 2,6; S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 90,3} = 637 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90,3 \cdot 630}{1000} = 179 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

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

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{33}{189} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход II.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 2,6; S_0 = 0,3; V_0 = 190. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 57} = 1008 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 57 \cdot 1000}{1000} = 179 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1000 = 300 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{68}{300} = 0,23 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,17 + 0,23 = 0,40, \text{ мин.}$$

2.8.3 Выбор режимов резания на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход I.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 0,3; S_0 = 0,3; V_0 = 190. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 90} = 638 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 630}{1000} = 178 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

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

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{82}{189} = 0,43 \text{ мин.}$$

Переход II.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 0,5; S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда

$$V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 29,5} = 1949 \text{ мин}^{-1} .$$

Принимаем  $n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29,5 \cdot 1600}{1000} = 148 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1600 = 480 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{480} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,43 + 0,01 = 0,44 , \text{ мин.}$$

2.8.4 Выбор режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 0,3; S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

Тогда  $V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 90} = 639 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 630}{1000} = 178 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

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

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{52}{189} = 0,28 \text{ мин.}$$

Переход II.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 2,6; S_0 = 0,3; V_0 = 190. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

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

$$\text{Тогда } V = 190 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 64} = 898 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 64 \cdot 800}{1000} = 161 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{37}{300} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,28 + 0,12 = 0,40, \text{ мин.}$$

2.8.5 Выбор режимов резания на операцию 025 Фрезерная.

Материал режущей части фрезы Р6М5.

$$t = 15; S_z = 0,10. [7]$$

$$S_0 = S_z \cdot z = 0,1 \cdot 10 = 1,0, \text{ мм/об.}$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

$$\text{где } K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 1,0; K_{LV} = 1,0. [7]$$

$$\text{Отсюда } K_V = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25.$$

$$D = 100; t = 15; S_0 = 1,0; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; \\ m = 0,2; T = 30. [7]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 15^0 \cdot 1,0^{0,7}} \cdot 1,25 = 28,0, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 28,0}{3,14 \cdot 100} = 89,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_\phi = 80 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 80}{1000} = 25,1 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 1,0 \cdot 80 = 80 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{омс}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \text{ где мм.}$$

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 52}{80} = 0,65 \text{ мин.}$$

### 2.8.6 Выбор режимов резания на операцию 030 Фрезерная.

Переход I.

Материал режущей части фрезы Р6М5.

$$t = 2; S_z = 0,10. [7]$$

$$S_0 = S_z \cdot z = 0,1 \cdot 3 = 0,3, \text{ мм/об.}$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ .

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 1,0; K_{LV} = 1,0. [7]$$

$$D = 10; t = 2; S_0 = 0,3; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 30, \text{ мин. [7]}$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 2^0 \cdot 0,3^{0,7}} \cdot 1,25 = 25,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25,9}{3,14 \cdot 10} = 825 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 800}{1000} = 25,1 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,30 \cdot 800 = 240 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{зад}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \text{ где } n_{\text{зад}} = 1; L_{\text{px}} = 4320 .$$

$$T_0 = \frac{1 \cdot 4320}{240} = 18,00 \text{ мин.}$$

Переход II.

Материал режущей части инструмента P6M5.

$$t = 6,4; S = 0,10 . [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ ,

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0 . [7]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 12,8; t = 6,4; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 25, \text{ мин. } [7]$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 12,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 6,4^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 25,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25,5}{3,14 \cdot 12,8} = 634 \text{ мин}^{-1} .$$

Принимаем  $n_{\text{ф}} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_{\text{д}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12,8 \cdot 630}{1000} = 25,3 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{зад}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \text{ где } n_{\text{зад}} = 4; L_{\text{px}} = 9,85 .$$

$$T_0 = \frac{4 \cdot 9,85}{63} = 0,63 \text{ мин.}$$

Переход III.

Материал режущей части инструмента Р6М5.

$$t = 3,3; S = 0,10. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ ,

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [7]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 6,6; t = 3,3; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 25, \text{ мин. [7]}$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 6,6^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,3^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 19,6 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 19,6}{3,14 \cdot 6,6} = 946 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,6 \cdot 900}{1000} = 18,7 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{зад}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \text{ где } n_{\text{зад}} = 4; L_{\text{px}} = 3,5.$$

$$T_0 = \frac{4 \cdot 3,5}{80} = 0,18 \text{ мин.}$$

Переход IV.

Материал режущей части инструмента P6M5.

$$t = 0,5; S = 0,10. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ ,

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [7]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 13,0; t = 0,5; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 25, \text{ мин. [7]}$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 13,0^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 25,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 25,7}{3,14 \cdot 13,0} = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 13,0 \cdot 630}{1000} = 25,7 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{i\hat{a}} \cdot L_{px}}{S}, \text{ где } n_{i\hat{a}} = 4; L_{px} = 4,5.$$

$$T_0 = \frac{4 \cdot 4,5}{80} = 0,23 \text{ мин.}$$

Переход V.

Материал режущей части инструмента Р6М5.

$$t = 3,5; S = 0,10. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ ,

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [7]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 7,0; t = 3,5; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 25, \text{ мин. [7]}$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 7,0^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,1 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 20,1}{3,14 \cdot 7,0} = 914 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,0 \cdot 800}{1000} = 17,6 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{ид}} \cdot L_{\text{px}}}{S}, \text{ где } n_{\text{ид}} = 2; L_{\text{px}} = 13.$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot 13}{80} = 0,33 \text{ мин.}$$

Переход VI.

Материал режущей части инструмента Р6М5.

$$t = 1,0; S = 0,10. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$ ,

$$K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [7]$$

Отсюда  $K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5$ .

$$D = 8,0; t = 1,0; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5; q = 0,4; x = 0; y = 0,7;$$

$$m = 0,2; T = 25, \text{ мин. [7]}$$

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 8,0^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 1,0^0 \cdot 1,0^{0,7}} \cdot 0,5 = 4,2 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 4,2}{3,14 \cdot 8,0} = 167 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8,0 \cdot 160}{1000} = 4,0 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 1,0 \cdot 160 = 160 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{n_{i\hat{a}} \cdot L_{px}}{S}, \text{ где } n_{i\hat{a}} = 2; L_{px} = 12.$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot 12}{160} = 0,15 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 18,00 + 0,63 + 0,18 + 0,23 + 0,33 + 0,15 = 19,52, \text{ мин.}$$

2.8.7 Выбор режимов резания на операцию 040 Круглошлифовальная.

«Расчет скорости резания  $V$ ». [7]

$$V_{\hat{e}} = \frac{\pi \cdot D_{\hat{e}} \cdot n_{\hat{e}}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

«Расчет частоты вращения заготовки  $n_3$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ». [7]

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 24,1} = 463, \text{ об/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\hat{N}\hat{E}}}{S_{\acute{O}\hat{N}\hat{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}},$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{11}{50} + 0,05 = 0,29 \text{ мин.}$$

### 2.8.8 Выбор режимов резания на операцию 045 Токарная чистовая.

Материал режущей части инструмента – Т15К6.

$$t = 0,1; S_0 = 0,2; V_0 = 150. [7]$$

«Расчет скорости резания  $V$  и частоты вращения шпинделя  $n$ ». [7]

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

$$K_1 = 1,0; K_2 = 0,88; K_3 = 1,1; K_4 = 1,0. [7]$$

Тогда

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 159,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 159,7}{3,14 \cdot 30} = 1695 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем  $n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1}$ .

Пересчитаем скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 90,3 \cdot 630}{1000} = 179 \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи  $S$ , мм/мин». [7]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1600 = 320 \text{ мм/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{4,5}{320} = 0,01 \text{ мин.}$$

2.8.9 Выбор режимов резания на операцию 050 Круглошлифовальная.

«Расчет скорости резания  $V$ ». [7]

$$V_{\dot{\epsilon}} = \frac{\pi \cdot D_{\dot{\epsilon}} \cdot n_{\dot{\epsilon}}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ , м/с.}$$

«Расчет частоты вращения заготовки  $n_3$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ». [7]

$$n_{\zeta} = \frac{1000 V_{\zeta}}{\pi D_{\zeta}} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 24} = 464 \text{ , об/мин.}$$

«Определение основного времени обработки детали на станке  $T_0$ , мин».

[7]

$$T_0 = \frac{L_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}}{S_{\acute{O}\acute{N}\acute{E}}} + \sum \frac{L_{Di}}{S_{Di}} + T_{\acute{A}\acute{U}\acute{O}} ,$$

Тогда:

$$T_0 = \frac{8}{500} + \frac{11}{50} + 0,05 = 0,29 \text{ мин.}$$

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Исходные данные.

На токарной чистовой операции 015 выполняется токарная обработка наружных поверхностей, как показано на рис. 3.1.

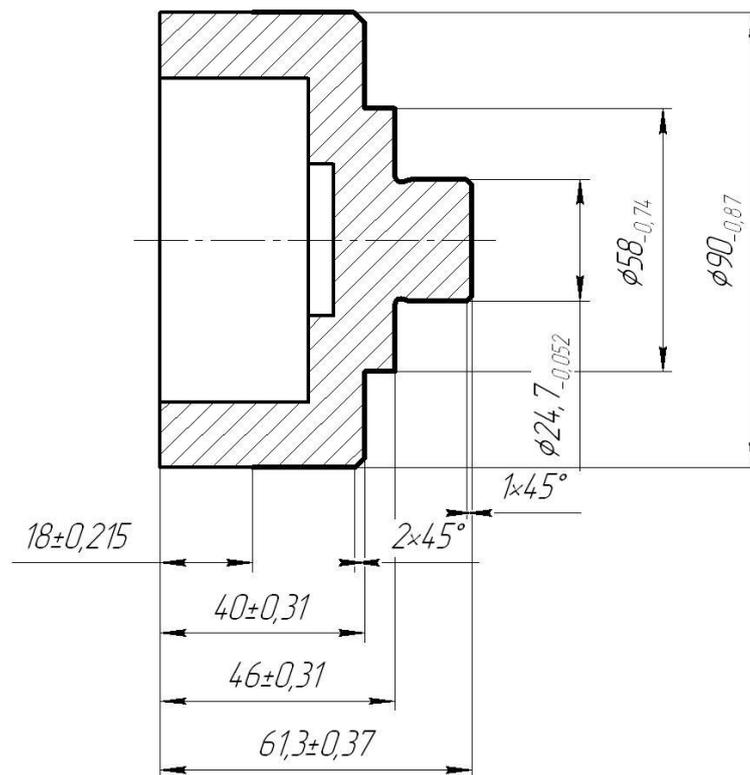


Рис. 3.1 Операционный эскиз

#### 3.2 Определение зажимного усилия.

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, [10] \quad (3.1)$$

$$\text{Для } P_z : C_p = 243; x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3. [10]$$

$$\text{Для } P_y : C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15. [10]$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np}, \quad (3.2)$$

Рассчитаем  $P_y$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 178^{-0,3} \cdot 0,9 = 76,0, \text{ Н.}$$

Рассчитаем  $P_z$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 178^{-0,15} \cdot 0,9 = 151, \text{ Н.}$$

На рис. 3.2 представлена схема закрепления заготовки.

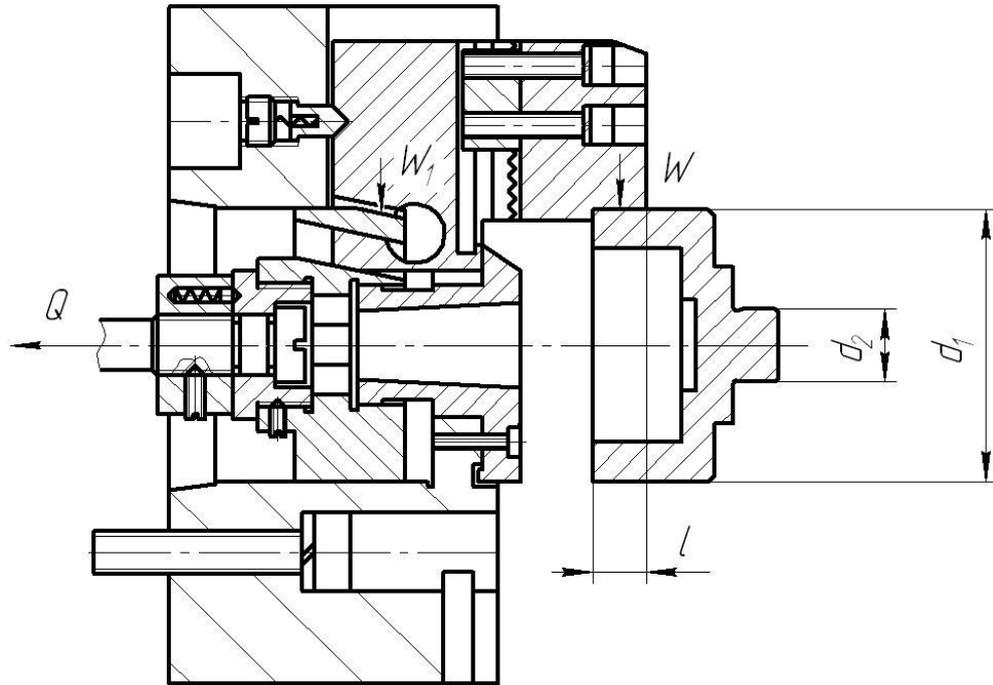


Рис. 3.2. Схема закрепления заготовки

Крутящий момент, который стремится повернуть заготовку

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (3.3)$$

Момент зажима, который препятствует повороту

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (3.4)$$

Приравняем их

$$W = \frac{K M_p}{f d_2} = \frac{K P_z \cdot d_1}{f d_2}, \quad (3.5)$$

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (3.6)$$

$$K_1 = 1,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,2; K_4 = 1,0; K_5 = 1,0. [10]$$

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8$$

$$K_{pz} = 1,80; K_{py} = 2,52; f = 0,3. [10]$$

Тогда

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 151 \cdot 90}{0,3 \cdot 24,7} = 6602, \text{ Н.}$$

Рассчитаем необходимое усилие силового привода

$$Q = \frac{W_1}{i}, \quad (3.7)$$

$$\text{где } i = \frac{1}{\overbrace{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad (3.8)$$

где  $\alpha = 15^\circ$ ;  $\varphi = 5^\circ 50'$ ;  $\varphi_1 = 5^\circ 50'$ . [11]

Получим:

$$i = \frac{1}{\overbrace{\operatorname{tg}(15 + 5^\circ 50')} + \operatorname{tg}5^\circ 50'} = 2,1.$$

Тогда  $Q = \frac{6602}{2,1} = 3144, \text{ Н.}$

### 3.3 Расчет силового привода.

Рассчитаем необходимый диаметр поршня.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}; \quad [11] \quad (3.9)$$

где  $P = 0,4 \text{ МПа}$  (для пневмоцилиндра).

Тогда

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 3144}{0,4} + 30^2} = 125,1, \text{ мм.}$$

В конструкцию станка 16Б20ТМ можно установить силовой привод с диаметром поршня  $D$  не более 120 мм. Следовательно, необходимо применить гидравлический привод. При расчетном усилии  $Q$  подбираем давление масла такое, чтобы  $D$  не превышал 120 мм.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 3144}{2,5} + 30^2} = 89,8 \text{ мм.}$$

Принимаем  $D = 90 \text{ мм.}$

## 4 Проектирование режущего инструмента

На фрезерной операции 030 на четвертом переходе проводится зенкерование отверстия  $\varnothing 12,8$  для базирования головок винтов (рис. 4.1).

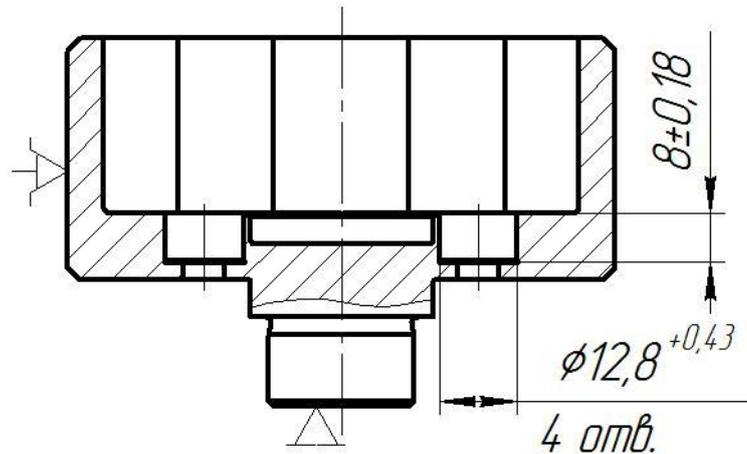


Рисунок 4.1 - Эскиз четвертого перехода операции 030

«Зенкеры представляют собой инструмент для обработки цилиндрических, конических отверстий или торцовых поверхностей. По типу крепления зенкеры различают на хвостовые и насадные. Зенкеры изготавливают цельными, сварными, сборными с припаянными или закрепленными механически пластинами из твердого сплава. Зенкеры в машиностроении широко распространены, особенно при серийном и массовом производстве». [12]

«По характеру своей работы зенкер напоминает сверло, но отличается от него оформлением режущих кромок. В зенкере обычно делают три и более режущие кромки, но имеются конструкции зенкеров и с двумя режущими кромками. Благодаря увеличенному числу режущих кромок, а также повышенной жесткости зенкер имеет лучшее направление и дает более чистые отверстия, чем сверла. Резание осуществляется кромками, расположенными наклонно или перпендикулярно к оси». [12]

Принимаем  $Z = 4$ .

«Кроме зенкеров для увеличения диаметра отверстий широкое распространение получили зенкеры для цилиндрических выемок под головки винтов и т.д. Иногда такие зенкеры называют головочными. У головочного зенкера с направляющей цапфой цапфа служит для направления работы зенкера по предварительно просверленному отверстию. Режущая часть зенкера снабжена спиральными зубьями (обычно три или четыре); угол  $\phi$  принимают равным  $90^\circ$  для зенкерования углубления под винт с цилиндрической головкой. Если зенкер предназначен для зенкерования углублений под винт с конусной головкой, он имеет соответствующий угол  $\phi$  режущей части. Для облегчения заточки у зубьев, расположенных на торце зенкера, направляющую цапфу делают сменной, ее раскрепляют и вынимают перед заточкой». [12]

Передний угол зенкера принимаем  $\gamma = 15^\circ$ . [12]

Ширину ленточки принимаем  $f = 0,3$  мм. [12]

Примем конструкцию зенкера с двойным затылованием зуба соответственно с углами  $8^\circ$  и  $30^\circ$ . [13]

Примем угол наклона стружечной канавки  $\omega = 15^\circ$ . [12]

Определим длину зенкера

$$L = L_p + L_f + L_e + L_\phi + L_x. [13]$$

Примем длину режущей части  $L_p = 5$  мм; длину направляющей части  $L_n = 6$  мм; длину калибрующей части  $L_k = 10$  мм; длину шейки  $L_u = 25$  мм; длину хвостовика  $L_x = 40$  мм.

Тогда полная длина зенкера

$$L = 5 + 6 + 10 + 25 + 40 = 86, \text{ мм.}$$

Диаметр режущей части

$$D = D_0 + \frac{1}{2} IT = 12,8 + \frac{1}{2} 0,43 = 13, \text{ мм.}$$

## 5 Патентные исследования

На токарных операциях в качестве инструмента предлагается использовать режущий инструмент с механическим креплением режущих пластин. Это может быть использовано, например, в конструкциях мелкогабаритных резцов и фрез.

Известен режущий инструмент, в гнезде корпуса которого установлена режущая пластина, закрепляемая головкой Г-образного прихвата с цилиндрической направляющей частью, расположенной в отверстии корпуса и винта, установленного в резьбовом отверстии корпуса и взаимодействующим с прихватом [14].

К недостатку данной конструкции следует отнести недостаточную компактность узла крепления из-за необходимости значительного смещения винта относительно прихвата.

Известен также режущий инструмент, в гнезде корпуса которого установлена режущая пластина, закрепляемая головкой Г-образного прихвата с цилиндрической направляющей частью, расположенной в отверстии корпуса и имеющей фиксирующий выступ, расположенный в выборке корпуса выполненной параллельно отверстию под цилиндрическую направляющую и пересекающим его, а также винта, расположенного в резьбовом отверстии прихвата параллельно оси цилиндрической направляющей. Фиксирующий выступ предотвращает поворот прихвата при закреплении режущей пластины. Используемый винт имеет два участка с разнонаправленной резьбой, один из которых расположен в резьбовом отверстии корпуса, другой - в резьбовом отверстии прихвата.

К недостатку данной конструкции также следует отнести недостаточную компактность узла крепления режущей пластины из-за применения винта с двумя участками резьбы и необходимости, помимо резьбового отверстия в прихвате, резьбового отверстия в корпусе.

Целью настоящего изобретения является устранение указанных недостатков. [15]

Поставленная цель достигается тем, что в известном режущем инструменте, в гнезде корпуса которого установлена режущая пластина, закрепляемая головкой Г-образного прихвата с цилиндрической направляющей частью, расположенной в отверстии корпуса и имеющей фиксирующий выступ, расположенный в выборке корпуса, выполненной параллельно отверстию под цилиндрическую направляющую часть прихвата и пересекающий его, а также винта, расположенного в резьбовом отверстии прихвата параллельно оси цилиндрической направляющей, согласно предложенного изобретения, выборка корпуса расположена с противоположной стороны размещения головки прихвата, а резьбовое отверстие прихвата выполнено эксцентрично цилиндрической направляющей и пересекающим ее таким образом, что часть винта выступает за цилиндрическую направляющую и образует фиксирующий выступ, причем величина эксцентриситета  $e$  цилиндрической направляющей и резьбового отверстия должна соответствовать условию:

$$\sqrt{\frac{D_H^2 - D_B^2}{4}} > e > \frac{D_H - D_B}{2},$$

где  $D_H$  - диаметр цилиндрической направляющей прихвата;

$D_B$  - диаметр резьбового отверстия прихвата под винт.

Изобретение поясняется рисунком, где на рис. 5.1 - предлагаемый инструмент вид в плане, сечение А-А и сечение Б-Б.

Режущий инструмент содержит корпус 1, в гнезде 2 которого установлена режущая пластина 3, закрепляемая головкой 4 Г-образного прихвата 5, имеющего цилиндрическую направляющую часть 6, расположенную в отверстии 7 корпуса.

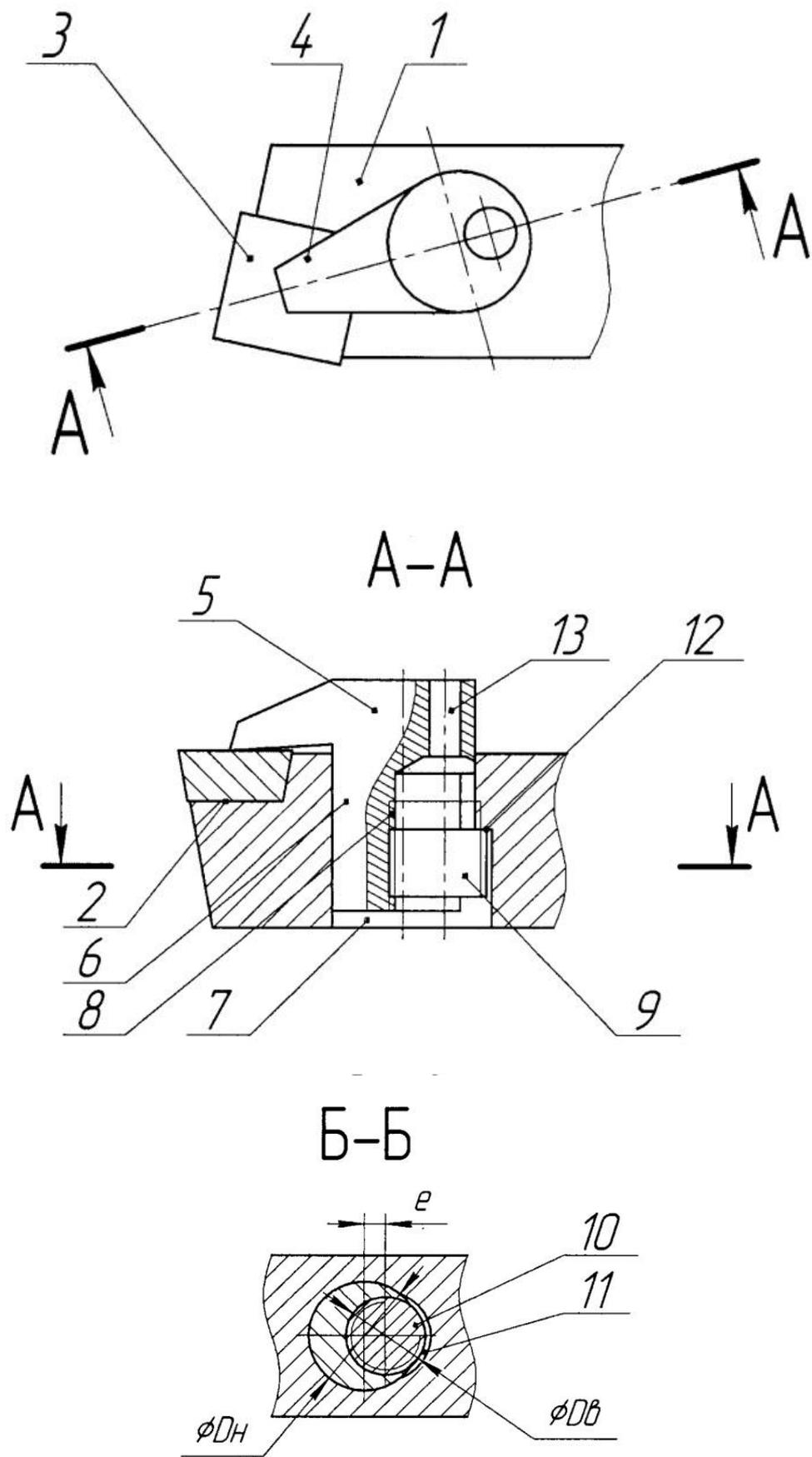


Рис. 5.1. Режущий инструмент

Параллельно оси цилиндрической направляющей 6 и эксцентрично ей, выполнено резьбовое отверстие 8, в котором размещается винт 9. Резьбовое отверстие 8 пересекает цилиндрическую направляющую таким образом, что часть винта 9 выступает за цилиндрическую направляющую и образует фиксирующий выступ 10, располагающийся в выборке 11 корпуса, выполненной параллельно оси направляющей со стороны противоположной размещению головки 4 прихвата 5 и пересекающей отверстие 7 под цилиндрическую направляющую и имеющей торцовую поверхность 12. Эксцентриситет  $e$  резьбового отверстия 8 относительно цилиндрической направляющей части 6, выбирается из следующих условий: - условие пересечения резьбового отверстия 8 поверхности цилиндрической направляющей

$$e > \frac{D_H - D_E}{2}. \quad (5.1)$$

Условие фиксации винта в резьбовом отверстии (охват винта в резьбовом отверстии дугой более половины окружности)

$$e < \sqrt{\frac{D_H^2 - D_E^2}{4}}. \quad (5.2)$$

Так, при диаметре направляющей прихвата  $D_H = 10$  мм и диаметре резьбового отверстия под винт  $D_E = 6$  мм, эксцентриситет должен соответствовать условию:

$$2 < e < 4.$$

Для удобства эксплуатации в головке прихвата может быть выполнено отверстие 13, соосное с резьбовым отверстием 8 под ключ винта 9. При сборке узла крепления цилиндрическая направляющая 6 прихвата размещается в отверстии 7 корпуса, затем в ее резьбовое отверстие 8 вворачивается винт 9, выступающая часть 10 которого располагается в выборке 11 корпуса и предотвращает прихват от проворота в процессе закрепления пластины. Закрепление пластины осуществляется при контакте винта с торцовой поверхностью 12 выборки корпуса. В процессе

эксплуатации перемещение винта может осуществляться ключом через отверстие 13 прихвата.

Таким образом, предложение позволяет создать компактный узел крепления режущей пластины, содержащий винт с одним участком резьбы, без резьбового отверстия в корпусе, а также использовать винт в качестве фиксирующего выступа.

## 6 Безопасность и экологичность технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления корпуса патрона вертикально-протяжного станка».

### 6.1 «Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта». [20]

Таблица 6.1 – «Технологический паспорт технического объекта» [20]

№ п/п	«Технологический процесс» [20]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [20]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [20]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [20]	«Материалы, вещества» [20]
1	Технологический процесс изготовления фланца токарного многошпиндельного станка необходимого качества с наименьшими затратами.	токарная чистовая операция 015	оператор токарного станка с ЧПУ	токарный станок с ЧПУ модели 16Б20ТМ, патрон токарный, центр упорный	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, СОЖ-Литол
2	Технологический процесс изготовления фланца токарного многошпиндельного станка необходимого качества с наименьшими затратами.	операция фрезерная 030	оператор фрезерного станка с ЧПУ	горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6Е80ШФ20, патрон цанговый, тиски гидрозажимные	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, СОЖ-Литол

### 6.2 Идентификация профессиональных рисков.

Таблица 6.2 – «Идентификация профессиональных рисков». [20]

№ п/п	«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [20]	«Опасный и /или вредный производственный фактор» [20]	«Источник опасного и / или вредного производственного фактора» [20]
1	2	3	4
1	токарная чистовая операция 015	<p>«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [21]</p>	<p>стружка стальная</p> <p>пары смазочно-охлаждающей жидкости</p> <p>электрический ток</p> <p>вибрация при обработке</p>

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4
2	операция фрезерная 030	<p>«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]</p>	<p>стружка стальная</p> <p>пары смазочно-охлаждающей жидкости</p> <p>электрический ток</p>

**6.3 «Методы и средства снижения профессиональных рисков». [20]**

Таблица 6.3 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых автором работы для реализации в рамках выпускной квалификационной работы)». [20]

№ п/п	«Опасный и / или вредный производственный фактор» [20]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора» [20]	«Средства индивидуальной защиты работника» [20]
1	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [21]	централизованная автоматизированная система удаления стружки цеха	специальная одежда рабочего, имеющая высокую плотность; защитный экран станка, защищающий оператора от вылета стружки
2	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	Централизованная вентиляционная система цеха	респираторы, являющиеся индивидуальным средством защиты оператора станка
3	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]	Система заземления, выполняемая каждой единице технологического оборудования, подключенного к электрической сети цеха; резиновые коврики и деревянные щиты, на которых находится оператор во время работы	«специальная одежда рабочего» [21]
4	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [21]	Система поглощения вибрации станка (демпферы)	«специальная одежда рабочего» [21]

#### 6.4 «Обеспечение пожарной безопасности технического объекта».

[20]

##### 6.4.1 «Идентификация классов и опасных факторов пожара». [20]

Таблица 6.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара».

[20]

№ п/п	«Участок, подразделение» [20]	«Оборудование» [20]	«Класс пожара» [20]	«Опасные факторы пожара» [20]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [20]
1	Участок механической обработки	токарный станок с ЧПУ 16Б20ТМ, патрон токарный, центр упорный	Е	«тепловой поток» [20]	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]
2	Участок механической обработки	горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6Е80ШФ20, патрон цанговый, тиски гидро-зажимные	Е	тепловой поток	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]

6.4.2. «Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта».

[20]

Таблица 6.5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности». [20]

«Первичные средства пожаротушения» [20]	«Мобильные средства пожаротушения» [20]	«Стационарные установки и системы пожаротушения» [20]	«Средства пожарной автоматики» [20]	«Пожарное оборудование» [20]	«Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре» [20]	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)» [20]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [20]
огнетушители, контейнеры с песком	пожарные лестницы и/или автомобили	пожарные гидранты	автоматизированные средства пожароповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	противогазы, респираторы	ломы, лопаты, ведра	автоматические датчики и извещатели

6.4.3 «Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара». [20]

Таблица 6.6 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности». [20]

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта» [20]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [20]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [20]
1	2	3
токарный станок с ЧПУ 16Б20ТМ, патрон токарный, центр упорный	Систематическое проведение инструктажей по пожарной безопасности. Применение автоматизированных систем оповещения. Контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования.	Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6Е80ШФ20, патрон цанговый, тиски	Систематическое проведение инструктажей по пожарной	Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического

Продолжение таблицы 6.6

1	2	3
гидрозажимные	безопасности. Применение автоматизированных систем оповещения. Контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования.	оповещения и пожаротушения в цехе.

**6.5 «Обеспечение экологической безопасности технического объекта». [20]**

6.5.1 «Анализ негативных экологических факторов реализуемого производственно-технологического процесса (изготовления, транспортировки, хранения) и/или осуществляемой функциональной эксплуатации технического объекта с точки зрения его экологической безопасности». [20]

Таблица 6.7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта». [20]

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса» [20]	«Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технологического оборудования), энергетической установки транспортного средства и т.п.» [20]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)» [20]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)» [20]	«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.» [20]
1	2	3	4	5
токарная	токарный станок с	«факторы,	Отработанная	«разрывающи

Продолжение таблицы 6.7

1	2	3	4	5
чистовая операция 015	ЧПУ 16Б20ТМ, патрон токарный, центр упорный	связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	смазочно-охлаждающая жидкость	е части твердых объектов» (стружка)
операция фрезерная 030	горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6Е80ШФ20, патрон цанговый, тиски гидро-зажимные	«факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	Отработанная смазочно-охлаждающая жидкость	«разрывающие части твердых объектов» (стружка)

6.5.2 «Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым техническим объектом (заданным выпускной квалификационной работой), обеспечивающих соблюдение действующих (перспективных) требований нормативных документов». [20]

Таблица 6.8 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду» [20]

«Наименование технического объекта» [20]	токарный станок с ЧПУ 16Б20ТМ, горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ 6Е80ШФ20
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу» [20]	Применение централизованной вентиляционной системы в цехе, содержащей фильтрацию
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [20]	Сбор и утилизация отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей, а также фильтрация этих средств в системах

### Продолжение таблицы 6.8

«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [20]	Централизованная система сбора стружки в цехе. Стружка собирается в системе, передается на вспомогательное производство, где перерабатывается (переплавляется) и уже полученный материал идет на заготовительное производство
--	---

### 6.6 Заключение.

В результате разработки мер по экологичности и безопасности технологического объекта были спроектированы технические меры по предупреждению производственного травматизма в цехе. Это дает возможность минимизировать травмы, полученные работниками производства.

Также были разработаны меры по пожарной безопасности, что минимизирует риски возникновения очагов пожаров в производственных условиях.

В разделе выполнен анализ и предложены мероприятия по исключению негативного воздействия действующего производства на атмосферу, гидросферу и литосферу. Это даст возможность создать экологически чистое производство, согласно действующим экологическим стандартам.

## 7 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.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Фланец» коснулись

- токарной чистовой операции 015, где было применено автоматизированное станочное приспособление, что привело к сокращению вспомогательного времени операции на 33%;

- на фрезерной операции 030 нами был заменен режущий инструмент – зенкер цельный из быстрорежущей стали Р6М5 на зенкер сборный, имеющий режущую часть из быстрорежущей стали Р6М5 и съемную направляющую часть их конструкционной стали 40Х. Данное совершенствование привело к снижению затрат на режущий инструмент и уменьшению времени на заточку инструмента примерно на 21%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [23], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,
- затраты на инструменты для операции 030.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 63945 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Фланец» в объеме 10000 штук в год.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Фланец»

по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [23]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал ( $M$ ),
- основной заработной платы ( $Z_{пл.осн}$ ),
- начислений на заработную плату ( $H_{з.пл}$ ),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{э.об}$ ).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 7.1.

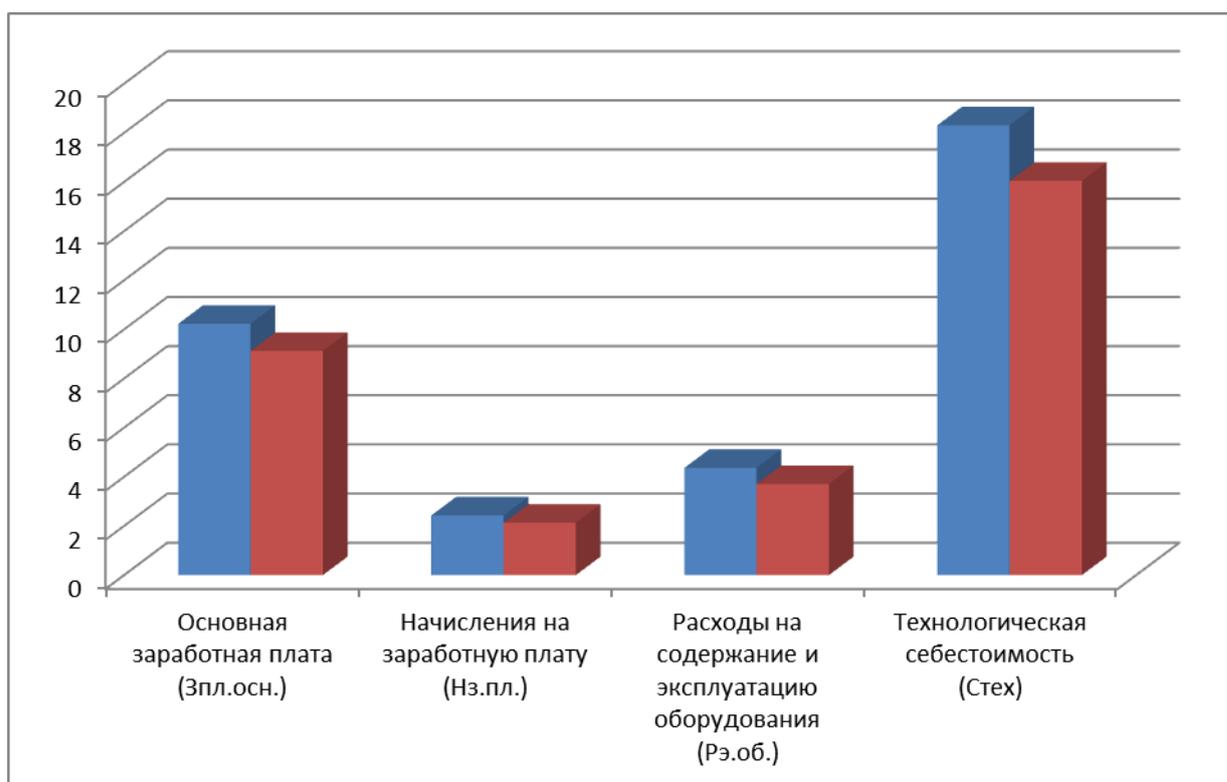


Рисунок 7.1 – Технологическая себестоимость детали «Фланец», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

При анализе представленных значений, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 15,1%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 2,27 рублей, что составило 12,4%.

Величина технологической себестоимости влияет на следующие величины: цеховую себестоимость; заводскую или производственную себестоимость; полную себестоимость детали по сравниваемым операциям.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [23], благодаря которой полная себестоимость ( $C_{полн}$ ) по базовому варианту составляет 106,07 рублей, а по проектируемому – 95,27 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 10,80 рублей с единицы изделия или 10,2%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней увеличилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло уменьшение управленческих расходов.

Учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [23], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ( $P_{чист}$ ), которая составит 42778 рублей;
- срок окупаемости ( $T_{ок}$ ), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ( $ЧДД$ ), величина которого равна 7970 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если  $ЧДД > 0$ , то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если  $ЧДД < 0$ , то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления

детали «Фланец» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств на совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,62 рублей на каждый вложенный рубль.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами выполнен современный технологический процесс изготовления фланца токарного многошпиндельного станка. Техпроцесс оснащен современным станочным оборудованием, технологической оснасткой, режущими и мерительными инструментами. Для обработки отверстий под головки винтов спроектирован зенкер, имеющий съемную направляющую. Для базирования заготовки на токарной чистовой операции разработан автоматизированный патрон. Разработана наладка на 030 Фрезерную операцию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьева, Г.А. Конструкционные стали и сплавы: учеб.пособие / Г.А. Воробьева, Е.Е. Складнова, А.Ф. Леонов, А.А. Устинова. – М. : Инфра-М; Znanium.com, 2016. – 440 с.
2. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения : учеб.пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 330 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные покованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 35 с.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : практикум : учеб.пособие / С.С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.
5. Вереина, Л.И. Металлообработка : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
6. Погонин, А.А. Технология машиностроения : учебник /, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд. доп. - М. : ИНФРА-М, 2018. – 530 с.
7. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В. Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М. : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
8. Козлов, А.А. 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.
9. Шрубченко, И.В. Основы технологии сборки в машиностроении : учеб.пособие / И.В. Шрубченко[и др.]. - М. : ИНФРА-М, 2019. – 235 с.
10. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: Станочные приспособления : учеб.пособие /. - М. : ИНФРА-М, 2019 – 345 с.

11. Клепиков, В.В. Станочные приспособления : учебник / , Н.М. Султанзаде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 319 с.
12. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М. : ИНФРА-М, 2019. – 415 с.
13. Фельдштейн, Е. Э. Режущий инструмент : учеб. пособие / Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - Минск : Новое знание, 2014 ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 256 с.
14. Патент РФ №2497637 приоритет от 05.06.2012 г., кл. В23С 5/20
15. Патент RU 2 681 093 С1 от 04.03.2019.
16. Кане, М.М. Технология машиностроения : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
17. Дехтярь, Г. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие / Г. М. Дехтярь. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 154 с.
18. ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Марки. – Введ. 1976-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.
19. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.
20. 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. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 22.05.2019).
21. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 2017-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2017. – 10 с.
22. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - Введ. 2014-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 62 с.

23. Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с. - URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 29.05.2019).

24. Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова. – Тольятти : ТГУ, 2019. – 145 с.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

## **Маршрутные карты**



Дубл.		Взам.		Подп.																	
																				Лист 2	
А		Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа														
Б		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лпз.	Дшт.							
A01		XX.XX.XX	015	4110	Токарная чистовая		ИОТ ХХХ														
B02		XXXXXXXX	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б20ТМ	1	18235	322	1	1	1	118	1	23	0,94								
O03		Точить поверхность 3 в размер $\sim 90,0,87$ ; выполнить фаску $2 \times 45^\circ$ (поверхность 4); точить поверхность 5 в размер $40 \pm 0,31$ ; точить																			
O04		поверхность 18 в размер $\sim 58,0,74$ ; точить поверхность 7 в размер $46 \pm 0,31$ ; точить поверхность 8 в размер $\sim 24,7,0,052$ ; выполнить																			
O05		фаску $1 \times 45^\circ$ (поверхность 23); точить поверхность 9 в размер $61,3 \pm 0,37$ ; выполнить канавку в размеры R1, $3 \pm 0,125$ , $\sim 29,5,0,52$ .																			
T05		XXXXXXXX Патрон трехкулачковый, XXXXXX Резец сборный T15K6; XXXXXX Резец канавочный Р6М5;																			
T06		XXXXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка.																			
A01		XX.XX.XX	020	4110	Токарная чистовая		ИОТ ХХХ														
B02		XXXXXXXX	Токарно-винторезный с ЧПУ 16Б20ТМ	1	18235	322	1	1	1	118	1	23	0,90								
		Точить поверхность 1 в размер $61 \pm 0,37$ , выполнить фаску $2 \times 45^\circ$ (поверхность 2); точить поверхность 3 в размер $\sim 90,0,87$ ; точить																			
		поверхность 14 в размер $29 \pm 0,26$ ; выполнить фаску $0,5 \times 45^\circ$ ; точить поверхность 16 в размер $\sim 30,1^{+0,062}$ ; точить поверхность 15 в																			
		размеры $34 \pm 0,31$ , R0,5.																			
		XXXXXXXX Патрон трехкулачковый, XXXXXX(2) Резец сборный T15K6;																			
		XXXXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка.																			
A13		XX.XX.XX	025	XXXX	Фрезерная		ИОТ ХХХ														
B14		XXXXXXXX	Гориз. - фрезерный с ЧПУ 6Е80ШФ20	1	18235	322	1	1	1	118	1	23	1,65								
МК																					

Дубл.	Взам.	Побл.											Лист 3	
			Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа							
Б			Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лпз.	Лшт.
001	Фрезеровать поверхности б и 10 в размер $30_{-0,020}^{-0,072}$ . Фрезеруются поверхности одновременно двумя фрезами.													
T02	XXXXXX Тиски гидрозажимные; XXXXXX Фреза T15K6; XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба.													
A03	XX.XX.XX	030	XXXX Фрезерная	ИОГ	XXX									
B04	XXXXXX	Вертикально - фрезерный	6Б610МФ4	1	18235	322	1	1	1	1	118	1	23	20,52
O05	Фрезеровать поверхность 14 в размер $29 \pm 0,26$ ; фрезеровать поверхности 20, 21, 22 в размеры $6 \pm 0,15$ , $100^{\circ} \pm 5'$ , $22^{\circ} 30' \pm 1'$ , $45^{\circ} \pm 2'$ ; $R5 \pm 0,15$ , $\angle 57 \pm 0,37$ , $R2 \pm 0,125$ ; сверлить четыре поверхности 13 в размер $\angle 12,8^{+0,43}$ на длину $9,85 \pm 0,18$ ; сверлить четыре поверхности 11 в													
O06	в													
O07	размер $\angle 6,6^{+0,36}$ на длину $3 \pm 0,125$ ; зенкеровать четыре поверхности 12 в размер $\angle 12,8^{+0,43}$ на длину $8^{+0,36}$ ; сверлить две поверхности 19 в													
O08	размер $\angle 7^{+0,056}$ на длину $11 \pm 0,215$ ; нарезать резьбу М8 в двух отверстиях (поверхности 19) на длину $11 \pm 0,215$ .													
T09	XXXXXX Тиски гидрозажимные; XXXXXX Фреза концевая ТСК10; XXXXXX(3) Сверло спиральное Р6М5; XXXXXX Зенкер(2) Р6М5;													
T10	XXXXXX Метчик машинный М8 Р6М5; XXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-пробка.													
A11	XX.XX.XX	035	5124 Термическая	ИОГ	XXX									
B12	XXXXXX ТВЧ													
A01	XX.XX.XX	040	4131 Круглошлифовальная черновая	ИОГ	XXX									
B02	381311	Круглошлифовальный	3М193	1	18873	322	1	1	1	118	1	10	0,79	
O03	Шлифовать поверхность 8 в размер $\angle 24,1_{-0,035}$ .													

Дубл.																											
Взам.																											
Подп.																											
																				Лист 4							
А		цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз	Тип							
Б				Код, наименование оборудования																							
Т01		396171		Патрон поводковый		ГОСТ 24351-80; 398110		Шлифовальный круг		ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX		Калибр-скоба.															
А02		XX.XX.XX		045		4110		Токарная чистовая		ИОТ		XXX															
Б03		XXXXXX		Токарно-винторезный		с ЧПУ		16Б20ГМ		1		18235		322		1		1		118		1		23		0,51	
О04																											
Т05		XXXXXX		Патрон		трехкулачковый;		XXXXXX		Резец		сборный		(кеборит);		XXXXXX		Калибр-пробка.									
А06		XX.XX.XX		050		4131		Круглошлифовальная чистовая		ИОТ		XXX															
Б07		381311		Круглошлифовальный		3М193		1		18873		322		1		1		1		118		1		10		0,79	
О08																											
Т09		396171		Патрон поводковый		ГОСТ 24351-80; 398110		Шлифовальный круг		ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX		Калибр-скоба.															
А10		XX.XX.XX		055		Моечная																					
Б11																											
А12		XX.XX.XX		060		Контрольная																					
Б13																											
МК																											

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Операционные карты**





Дцфл.		Взам.		Подп.		Листов 2 / Лист 2	
Разработ		Проверил		Нач.пр.		Цех Уч РМ Опер.	
Дятлоб		Логиноб				030	
Кафедра ОТМП							
Наименование операции		Материал		Твердость		Профиль и размеры	
Фрезерная с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		166		15	
Оборудование, инструмент		Обозначение программы		То		Тшм	
Фрезерный с ЧПУ 65610МФ4		-		19,52		20,52	
Р		ПМ		D или B		L	
01						MM	
02		6. Сверлить две поверхности 19, выдерживая размеры $\phi 7^{+0,036}$ , $11 \pm 0,215$ .		7		2	
P03		1		100		3,5	
04		7. Нарезать резьбу М8 на двух поверхностях 19 на длину $11 \pm 0,215$ .		8		2	
P05		1		100		1,0	
06							
P07							
T08							
P09							
T10							
P11							
2							
OK							