

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)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления фланца патрона
шлифовального станка

Студент

Д.Р. Ягудин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультанты

к.э.н. Н.В. Зубкова

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

к.т.н., доцент А.В. Краснов

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

Тольятти 2020

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления фланца патрона шлифовального станка. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ, Тольятти, 2020 г.

Данная работа посвящена разработке технологического процесса изготовления фланца патрона шлифовального станка. Работа разделена на 6 разделов. В первом разделе проводится анализ исходных данных. Во втором разделе проектируется технологический маршрут обработки заготовки и осуществляется расчет технологических операций. В третьем разделе уделено особое внимание проектированию специального автоматизированного станочного приспособления. В четвертом разделе рассматриваются вопросы проектирования режущего инструмента. Пятый раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технического объекта. В шестом разделе ведется расчет экономической эффективности.

Пояснительная записка состоит из 60 страниц. Графическая часть включает 7 чертежей формата А1.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 7 |
| 1 Анализ исходных данных..... | 8 |
| 1.1 Служебное назначение детали | 8 |
| 1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия ... | 8 |
| 2 Разработка технологической части | 11 |
| 2.1 Определение типа производства..... | 11 |
| 2.2 Выбор метода получения заготовки..... | 11 |
| 2.3 Выбор методов обработки поверхностей..... | 13 |
| 2.4 Определение припусков..... | 15 |
| 2.5 Расчет режимов обработки..... | 19 |
| 3 Проектирование специальных средств технологического оснащения..... | 27 |
| 3.1 Описание операции..... | 27 |
| 3.2 Определение усилий резания | 27 |
| 3.3 Расчёт усилия зажима..... | 28 |
| 3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона..... | 30 |
| 3.5 Расчёт силового привода..... | 31 |
| 4 Проектирование режущего инструмента..... | 32 |
| 4.1 Описание операции..... | 32 |
| 4.2 Проектирование концевой фрезы..... | 32 |
| 5 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 41 |
| 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта | 41 |
| 5.2 Идентификация профессиональных рисков..... | 42 |
| 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков..... | 43 |
| 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта... | 44 |
| 5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..... | 46 |

| | |
|---|----|
| 5.6 Заключение по разделу..... | 47 |
| 6 Экономическая эффективность работы..... | 48 |
| Заключение..... | 52 |
| Список используемой литературы | 53 |
| Приложение | 55 |

Введение

Станкостроение является важнейшей отраслью всей мировой промышленности. От станкостроения зависит вся номенклатура промышленного производства мировых производителей.

Многочисленной станочной группой в общей классификации, а также в станочных парках машиностроительных заводов России является шлифовальная группа станков.

На этих станках используется абразивный режущий инструмент в виде кругов, брусков, суспензий и паст. Форма таких инструментов может быть очень разнообразной.

На круглошлифовальных станках главным движением резания является вращение шлифовального круга, а одним из движений подачи является вращение заготовки. Заготовка зажимается в станочном приспособлении. Одним из таких приспособлений может являться цанговый патрон.

Целью выпускной квалификационной работы разработка технологического процесса изготовления фланца патрона шлифовального станка необходимого качества в заданном количестве с наименьшей себестоимостью, согласно современному состоянию науки и техники.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Фланец предназначен для базирования закрепляемой в цанговый патрон заготовки. Также фланец служит для зажима и разжима цанги в патроне.

1.2 Классификация поверхностей и анализ материала изделия

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

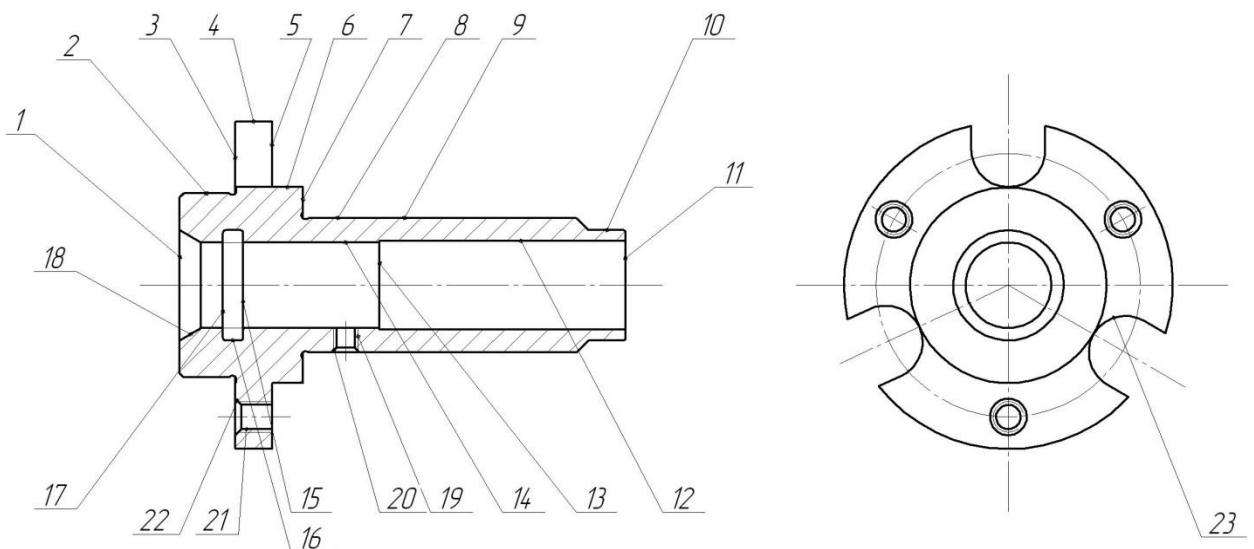


Рисунок 1 - Классификация поверхностей детали

Исполнительными являются поверхности 7, 8 и 11.

Основными конструкторскими базами детали являются поверхности 2 и 3.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются поверхности 14, 15, 16, 19 и 21.

«Конструкционные металлы имеют различные механические свойства, зависящие от их химического состава и структурного состояния. Сочетание

таких характеристик, как химический состав, механические свойства и структурное состояние металла определяет его сопротивление обработке резанием. Обрабатываемость металла резанием находит свое проявление в общих закономерностях процессов стружкообразования, формирования новых поверхностей и качества обработанных поверхностей». [3]

Материалом детали является сталь 20Х ГОСТ 4543-71. [1]

В состав стали 20Х входят следующие химические элементы:

углерод - 0,17-0,23%; [2]

сера – менее 0,035%;

марганец - 0,5-0,8%;

фосфор - менее 0,035%;

кремний - 0,17-0,37%;

никель - менее 0,3%;

хром - 0,7-1,0%;

медь - менее 0,3%;

железо – остальное.

Основными физико-механическими свойствами материала стали 20Х являются: $\sigma_B = 620...640$ МПа, твердость после заготовительной операции $HV = 187...207$. [1]

«Обрабатываемость данного материала определяется применяемым способом резания, так как один и тот же материал может плохо обрабатываться одним методом резания и хорошо другим. Следовательно, обрабатываемость материала резанием не является его константой; она зависит от комплекса первичных параметров, определяющих протекание физического механизма процесса, и вторичных параметров обработки. Обрабатываемость материала зависит также от вида операции и принимаемого критерия затупления инструмента. Так, например, обрабатываемость лезвийным инструментом может резко отличаться от обрабатываемости абразивным; многие материалы хорошо режутся на черновых операциях и плохо – на чистовых. Затрудненное стружкоотделение

на операциях обработки отверстий может оказывать влияние на обрабатываемость резанием данного материала». [3]

Заготовку для изготовления детали возможно получить как методом проката, так и штамповкой. В этих двух случаях форма заготовки будет достаточно проста.

Для выхода инструментов в конструкции детали предусмотрены канавки.

2 Разработка технологической части

2.1 Определение типа производства

«Под типом производства понимается организационно-технологическая характеристика производства. Наименьшие затраты при изготовлении изделий могут быть достигнуты в случае наполнения технологического процесса в полном соответствии с типом данного производства и его условиями». [4]

Исходя из следующих условий производства: годовая программа выпуска 10000 штук; масса изготавливаемой детали 0,23 кг принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор метода получения заготовки

Как указано выше наиболее целесообразными типами заготовок для нашей детали являются штамповка и прокат. Определим, какой тип заготовки наиболее рационален.

Масса заготовки при штампованной заготовке $m_{3ш} = 0,62$ кг, при заготовке-прокате $m_{3п} = 1,71$ кг, а масса детали $m = 0,23$ кг.

Найдем стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке [5].

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

где $E_n = 0,15$; $C_c = 0,495$; $C_k = 1,085$. [5]

Тогда

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

Найдем стоимость одного килограмма заготовки, полученной штамповкой [5].

$$C_{заг} = C_{ум} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2)$$

где $C_{шт} = 0,15; k_T = 0,9; k_C = 0,84; k_B = 1,14; k_M = 1,0; k_n = 1,0$. [5]

Тогда

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

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

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

где $Q_{шт} = 0,62; q = 0,23; C_{отх} = 0,0144$. [5]

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 0,62 + 0,6578(0,62 - 0,23) - (0,62 - 0,23)0,0144 = 0,42 \text{ (руб.)}$$

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

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

где $Q_{пр} = 1,71; q = 0,23; C_{отх} = 0,0144$. [5]

Тогда

$$C_{ми} = 0,1219 \cdot 1,71 + 0,6578(1,71 - 0,23) - 0,0144(1,71 - 0,23) = 1,16 \text{ (руб.)}$$

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

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

«Согласно действующему в нашей стране стандарту (ГОСТ 25761-83) все виды механической обработки металлов и материалов резанием подразделяются на лезвийную и абразивную обработку». [6]

Для оптимальной обработки поверхности 1 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 2 с параметрами $Ra=0,8$, $IT=6$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, а также шлифование черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 3 с параметрами $Ra=0,8$, $IT=10$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, а также шлифование черновое и чистовое.

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

Для оптимальной обработки поверхности 5 с параметрами $Ra=1,6$, $IT=12$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование.

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

Для оптимальной обработки поверхности 7 с параметрами $Ra=0,8$, $IT=11$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование.

Для оптимальной обработки поверхности 8 с параметрами $Ra=0,4$, $IT=6$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, а также полирование.

Для оптимальной обработки поверхности 9 с параметрами $Ra=3,2$, $IT=9$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 10 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=12$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 11 с параметрами $Ra=0,8$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 12 с параметрами $Ra=3,2$, $IT=12$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 13 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 14 с параметрами $Ra=0,8$, $IT=9$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 15 с параметрами $Ra=3,2$, $IT=13$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 16 с параметрами $Ra=3,2$, $IT=12$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 17 с параметрами $Ra=3,2$, $IT=13$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 18 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: точение черновое и чистовое.

Для оптимальной обработки поверхности 19 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=10$ необходима следующая последовательность методов обработки: сверление, резьбонарезание.

Для оптимальной обработки поверхности 20 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

Для оптимальной обработки поверхности 21 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=10$ необходима следующая последовательность методов обработки: сверление, резьбонарезание.

Для оптимальной обработки поверхности 22 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: сверление.

Для оптимальной обработки поверхности 23 с параметрами $Ra=6,3$, $IT=14$ необходима следующая последовательность методов обработки: фрезерование.

2.4 Определение припусков

«Под припуском понимается слой материала, снимаемый с заготовки в результате выполнения одного или нескольких технологических переходов при обработке определенной поверхности. Размер, получаемый на детали после удаления припуска на заданном переходе, называется межпереходным. В свою очередь, размер на детали, получаемый после удаления припуска на определенной операции, называется операционным». [4]

Определим припуски на обработку поверхности с диаметром $30h6(-_{0,013})$ мм.

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

Исходные данные: $D = 30(-_{0,013})$ мм; $L = 8$ мм; $Ra = 0,8$ мкм.

Определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки (мм).

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [7] \quad (5)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,8 = 0,200 .$$

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

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

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

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

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,013 = 0,003 .$$

Рассчитаем максимальные и минимальные значения припусков (мм).

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,200^2 + 0,025^2} = 0,602 .$$

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

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

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

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,602 + 0,5(0,8 + 0,21) = 1,107 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,210 + 0,052) = 0,384 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,033) = 0,164 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,038 + 0,5(0,033 + 0,013) = 0,061 .$$

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

$$d_{4\min} = 29,987.$$

$$d_{4\max} = 30,000.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 30,000 + 2 \cdot 0,038 = 30,076.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 30,076 + 0,013 = 30,089.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 30,089 + 2 \cdot 0,121 = 30,331.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 30,331 + 0,084 = 30,415.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 30,415 \cdot 0,999 = 30,385.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 30,385 + 0,052 = 30,437.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 30,437 + 2 \cdot 0,253 = 30,943.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 30,943 + 0,210 = 31,153.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 31,153 + 2 \cdot 0,602 = 32,357.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 32,357 + 0,800 = 33,157.$$

Рассчитаем средние значения размеров (мм).

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(33,157 + 32,357) = 32,757.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(31,153 + 30,943) = 31,048.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(30,437 + 30,385) = 30,411.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(30,415 + 30,331) = 30,373.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(30,089 + 30,076) = 30,083.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(30,000 + 29,987) = 29,994.$$

Рассчитаем общий припуск на обработку (мм).

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}. \quad (9)$$

$$2Z_{\min} = 32,357 - 30,000 = 2,357.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4. \quad (10)$$

$$2Z_{\max} = 2,357 + 0,800 + 0,013 = 3,170.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}). \quad (11)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,357 + 3,170) = 2,764.$$

Графическое изображение полей допусков приведено на рисунке 2.

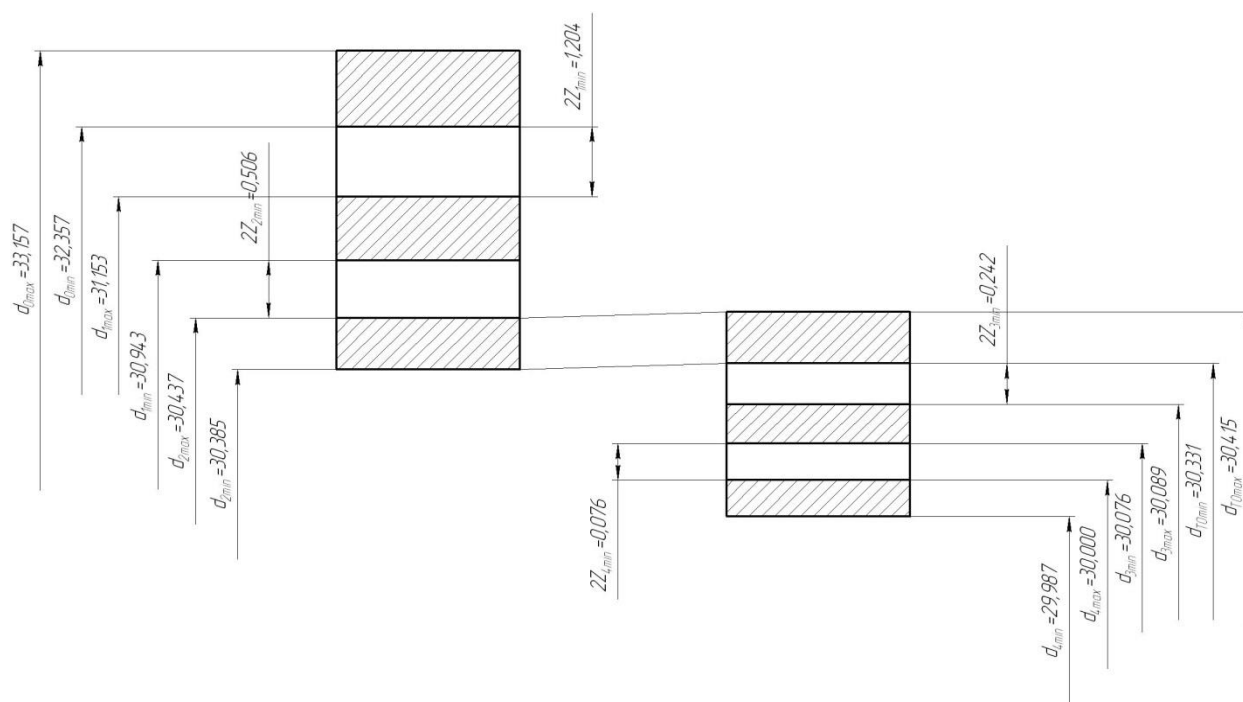


Рисунок 2 - Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность с диаметром $30h6(-0,013)$.

2.5 Расчет режимов обработки

«Оптимальным режущим режимом резания такая совокупность всех его элементов (глубины, подачи и скорости резания), которая обеспечивает наибольшую производительность при наименьшей стоимости обработки». [6]

2.5.1 Расчет режимов резания на операцию 015 Токарная чистовая.

1 технологический переход.

Глубина резания $t = 0,3$ мм. [9]

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об. [9]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (12)$$

где $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,5; K_4 = 0,5; V_0 = 180$ м/мин. [9]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 45$ м/мин.

Частота вращения [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (13)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 53,5} = 1071, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 53,5 \cdot 1000}{1000} = 168, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача [9]

$$S = S_0 \cdot n \quad (14)$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S}. \quad (15)$$

$$T_0 = \frac{37}{200} = 0,19, \text{ мин.}$$

2 технологический переход.

Глубина резания $t = 1,75$ мм. [9]

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об. [9]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$ м/мин. [9]

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

«Частота вращения» [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 18} = 3184, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 2000}{1000} = 113, \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача» [9]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 2000 = 400, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время» [9]

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S} = \frac{34}{400} = 0,09, \text{ мин.}$$

3 технологический переход.

Глубина резания $t = 0,3$ мм. [9]

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об. [9]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,5; K_4 = 0,5; V_0 = 180$ м/мин. [9]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 45$ м/мин.

Частота вращения [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 45}{3,14 \cdot 18} = 796, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot 630}{1000} = 35,6, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача [9]

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

Основное время [9]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{3}{126} = 0,02, \text{ мин.}$$

4 технологический переход.

Глубина резания $t = 0,4$ мм. [9]

Подача $S_0 = 0,2$ мм/об. [9]

Скорость резания

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

где $K_1 = 1; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0; V_0 = 180$ м/мин. [9]

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

Частота вращения [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 30,3} = 1892, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30,3 \cdot 1600}{1000} = 152,2, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача [9]

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 1600 = 360, \text{ мм/мин.}$$

Основное время [9]

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S} = \frac{2}{360} = 0,01, \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,19 + 0,09 + 0,02 + 0,01 = 0,31, \text{ мин.}$$

2.5.3 Расчет режимов резания на операцию 025 Фрезерная.

Глубина резания $t = 6$ мм. [9]

Подача на зуб $S_z = 0,025$. [9]

Подача на оборот шпинделя [9]

$$S_0 = S_z \cdot z, \quad (16)$$

где $z = 2$.

Тогда

$$S_0 = 0,025 \cdot 2 = 0,05, \text{ мм/об.}$$

Скорость резания [9]

$$V = \frac{C_v D^q K_v}{T^m t^x S_0^y}, \quad (17)$$

где $D = 12; t = 6; C_v = 7,0; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2$. [9]

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV}. \quad (18)$$

Тогда

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0.$$

Стойкость инструмента $T = 60$ мин. [9]

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 12^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 6^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,0 = 67,9, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения [9]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 67,9}{3,14 \cdot 12} = 1802, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1600 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1600}{1000} = 60,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача [9]

$$S = S_0 \cdot n = 0,05 \cdot 1600 = 80, \text{ мм/мин.}$$

«Основное время»[9]

$$T_0 = \frac{n_{\text{отв}} \cdot L_{\text{рх}}}{S} \quad (19)$$

$$T_0 = \frac{n_{\text{отв}} \cdot L_{\text{рх}}}{S} = \frac{3 \cdot 12}{80} = 0,45 \text{ мин.}$$

2.5.4 Расчет режимов резания на операцию 045

Торцекруглошлифовальная черновая.

Скорость резания $V = 35 \text{ м/с}$. [10]

Скорость вращения заготовки $V_3 = 35 \text{ м/мин}$. [10]

Частота вращения заготовки [9]

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} \quad (20)$$

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 32} = 348,3, \text{ об/мин.}$$

Основное время [9]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{P_i}}{S_{P_i}} + T_{\text{ВЫЛ}}, \quad (21)$$

где $T_{\text{ВЫЛ}} = 0,05$ мин. [9]

Тогда

$$T_0 = \frac{65}{500} + \frac{14+5}{100} + 0,05 = 0,37, \text{ мин.}$$

2.5.5 Расчет режимов резания на операцию 075 Полировальная.

Скорость резания $V = 35$ м/с. [10]

Частота вращения круга [9]

$$n_{\text{КР}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{КР}}} = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 250} = 2675, \text{ мин}^{-1}.$$

Скорость вращения детали $V_D = 200$ м/мин. [9]

Частота вращения детали [9]

$$n_D = \frac{1000 \cdot V_D}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 200}{3,14 \cdot 22} = 2895, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_D = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 2000}{1000} = 138,2, \text{ м/мин.}$$

Основное время [9]

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{F}{T} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (22)$$

где $F = \pi \cdot D \cdot l = 3,14 \cdot 22 \cdot 14 = 967,1, \text{ мм}^2$.

$T = 12; K_1 = 1,5; K_2 = 0,5; K_3 = 0,82$. [9]

Тогда

$$T_0 = 10^{-2} \cdot \frac{967,1}{12} \cdot 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,82 = 0,50, \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств технологического оснащения

3.1 Описание операции

На 015 токарной операции обработке подвергаются внутренние и наружные поверхности детали, как показано на рисунке 3.

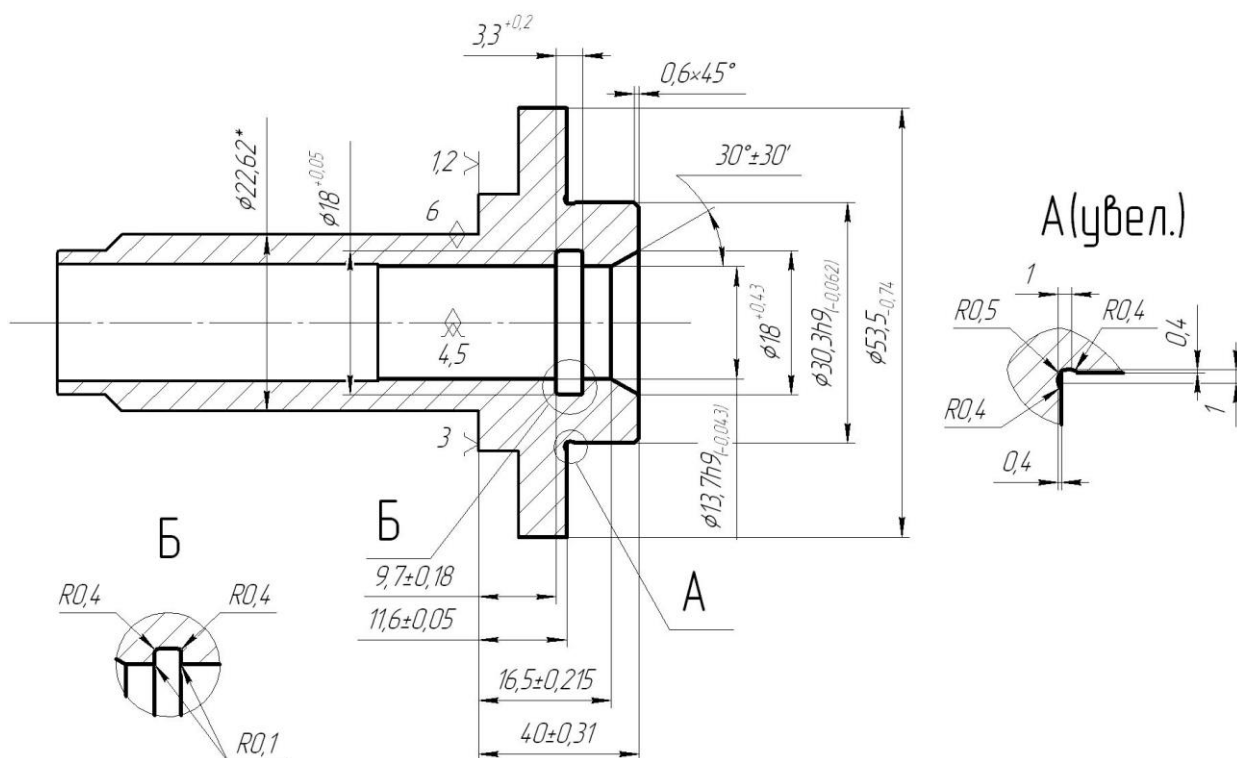


Рисунок 3 - Эскиз операции 015

3.2 Определение усилий резания

При обработке точением составляющие P_z и P_y определяют по формуле:

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \cdot [11] \quad (23)$$

При обработке стальной заготовки резцом с пластиной из твёрдого сплава постоянные формулы (23) равны для P_z :

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15.$$

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

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np}, \quad (24)$$

где

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_{\dot{a}}}{750} \right)^{0,75}. \quad (25)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{590}{750} \right)^{0,75} = 0,835.$$

При $\varphi = 60^0$; $K_{ypz} = 0,94$; $K_{yry} = 0,8$; $\gamma = -3^0$; $K_{pz} = 1,05$; $K_{py} = 1,5$;

$$\lambda = +0,5^0; K_{npz} = 1,03; K_{npy} = 1,15.$$

$$K_{pz} = K_{mp} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,835 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,8489.$$

$$K_{py} = K_{mp} \cdot K_{yry} \cdot K_{py} \cdot K_{npy} = 0,835 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,1523.$$

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 160,5^{-0,15} \cdot 0,446 = 113,1, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 160,5^{-0,3} \cdot 0,606 = 61,4, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт усилия зажима

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

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} = \frac{105,94 \cdot 53,5}{2} = 2834, \text{ Н. [11]} \quad (26)$$

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

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}. \quad (27)$$

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

$$W^1 = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}. \quad [11] \quad (28)$$

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

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (29)$$

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

$$f = 0,3 \text{ отсюда}$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 105,94 \cdot 53,5}{0,3 \cdot 22,62} = 1503, \text{ Н.}$$

Составляющая силы резания P_y пытается вывернуть заготовку из кулачков

$$M_p^{11} = P_y \cdot \ell. \quad [11] \quad (30)$$

Этому препятствует момент от зажимной силы

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (31)$$

Величина усилия W_1 , рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{1503}{1 - \left(\frac{3 \cdot 29,7}{25} \cdot 0,1 \right)} = 2335, \text{ Н.} \quad (32)$$

3.4 Расчёт зажимного механизма клинового патрона

Определим усилие Q .

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \cdot [12] \quad (33)$$

Для клинового механизма величину i находим по формуле:

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_1}, [12] \quad (34)$$

где $\alpha = 15...30^\circ$ – рекомендуемый угол наклона клина. [12]

Принимаем $\alpha = 15^\circ$. Углы φ и φ^1 найдем по формуле:

$$\varphi = \text{arctg} \cdot f_1 = \text{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 49', \text{ отсюда:}$$

$$\text{принимаем } \varphi = \varphi^1 = 5^\circ 50'.$$

Отсюда

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \text{tg} 6^\circ} = 1,9,$$

следовательно

$$Q = \frac{W_1}{i_{c.кл.}} = \frac{2335}{1,9} = 1229, \text{ Н.}$$

3.5 Расчёт силового привода

Определим величину диаметра поршня

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}. \quad [12] \quad (35)$$

Тогда

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{1229}{0,4}} = 62,6, \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 80$ мм.

Ход поршня определим по формуле:

$$S_a = \frac{S_w}{i_n}; \quad (36)$$

где $S_w = 0,4$. [12]

Определим передаточное отношение по формуле

$$i_n = \frac{1}{i_c}. [12] \quad (37)$$

$$i_n = \frac{1}{1,9} = 0,52.$$

Тогда

$$S_a = \frac{0,4}{0,52} = 7,6, \text{ мм.}$$

Примем с запасом $S_a = 20$ мм.

4 Проектирование режущего инструмента

«В современном машиностроении основным технологическим процессом, обеспечивающим изготовление деталей заданной точности (формы, размеров, взаимного положения поверхностей) и состояния поверхностного слоя, является обработка резанием со снятием стружки (механическая обработка), включающая в себя обработку лезвийными и абразивными инструментами. Несмотря на совершенствование методов получения заготовок, их удешевление, уменьшение величины припусков, развитие электрофизических, электрохимических и других методов обработки, относительный объем механической обработки за последние годы уменьшается. Механическая обработка является наиболее мобильной, гибкой и экономически целесообразной. Она ведется в настоящее время в основном на дорогом автоматизированном оборудовании в комплексах с микропроцессорным управлением. Стоимость одного станкочаса работы такого оборудования очень велика. Поэтому разработка рациональных технологических процессов изготовления деталей на таком оборудовании, выбор инструментальных материалов, конструкции инструментов и режимов резания требует особого подхода. Изготовление деталей резанием – один из самых старых технологических процессов, который применяется для окончательной обработки литых и кованных заготовок, а также заготовок, получаемых из проката. Большое многообразие обрабатываемых материалов и видов заготовок, методов механической обработки, инструментальных материалов и конструкций инструментов, их геометрических параметров, смазывающих и охлаждающих технологических сред, широкие диапазоны изменения режимов резания обуславливают неограниченное количество вариантов обработки». [14]

4.1 Описание операции

На фрезерной операции 025 обрабатывают пазы детали концевой фрезой. Эскиз операции представлен на рисунке 4.

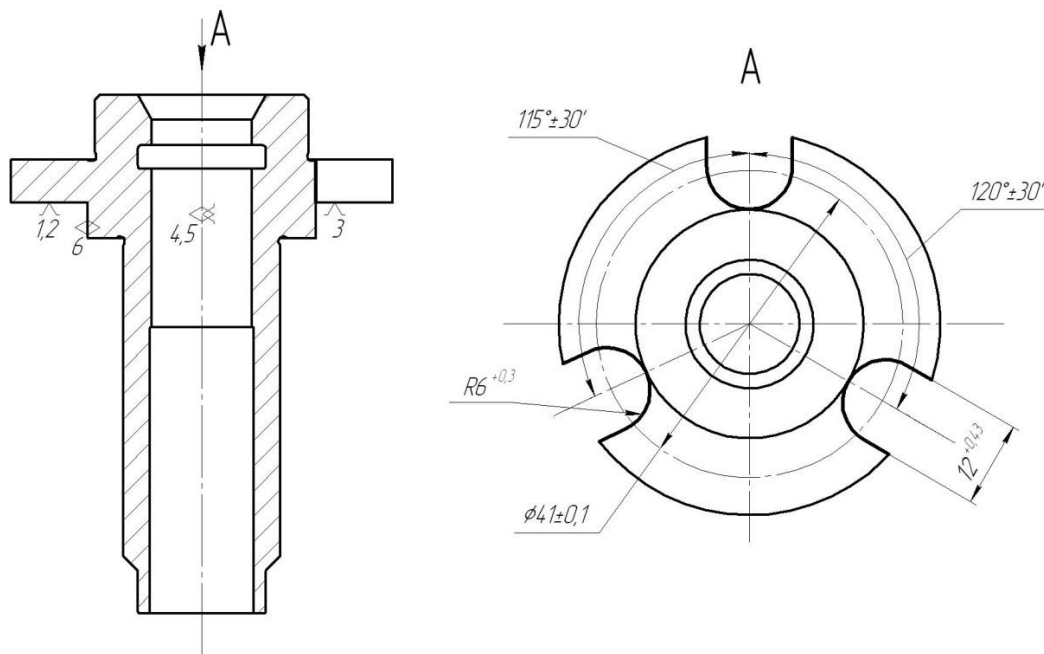


Рисунок 4 - Схема вертикально-фрезерной операции 025

4.2 Проектирование концевой фрезы

«Фрезерование является распространенным видом механической обработки. Фрезерованием в большинстве случаев обрабатываются плоские или фасонные поверхности. Фрезерование ведется многолезвийными инструментами – фрезами. Фреза представляет собой тело вращения, у которого режущие зубья расположены на цилиндрической или торцовой поверхности. Главное движение придается фрезе, движение подачи обычно придается обрабатываемой заготовке, но может придаваться и инструменту – фрезе». [3]

Для нашего случая принимаем цельную концевую фрезу. Материал фрезы принимаем быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73. [15]

«Концевые фрезы (рисунок 5) применяются для обработки пазов в различных заготовках, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей». [3]

Конструкцию концевой фрезы принимаем с цилиндрическим хвостовиком, так как фрезы диаметром не более 12 изготавливаются именно с цилиндрическим хвостовиком. Угол наклона стружечных канавок фрезы принимаем $\omega = 30^\circ$.

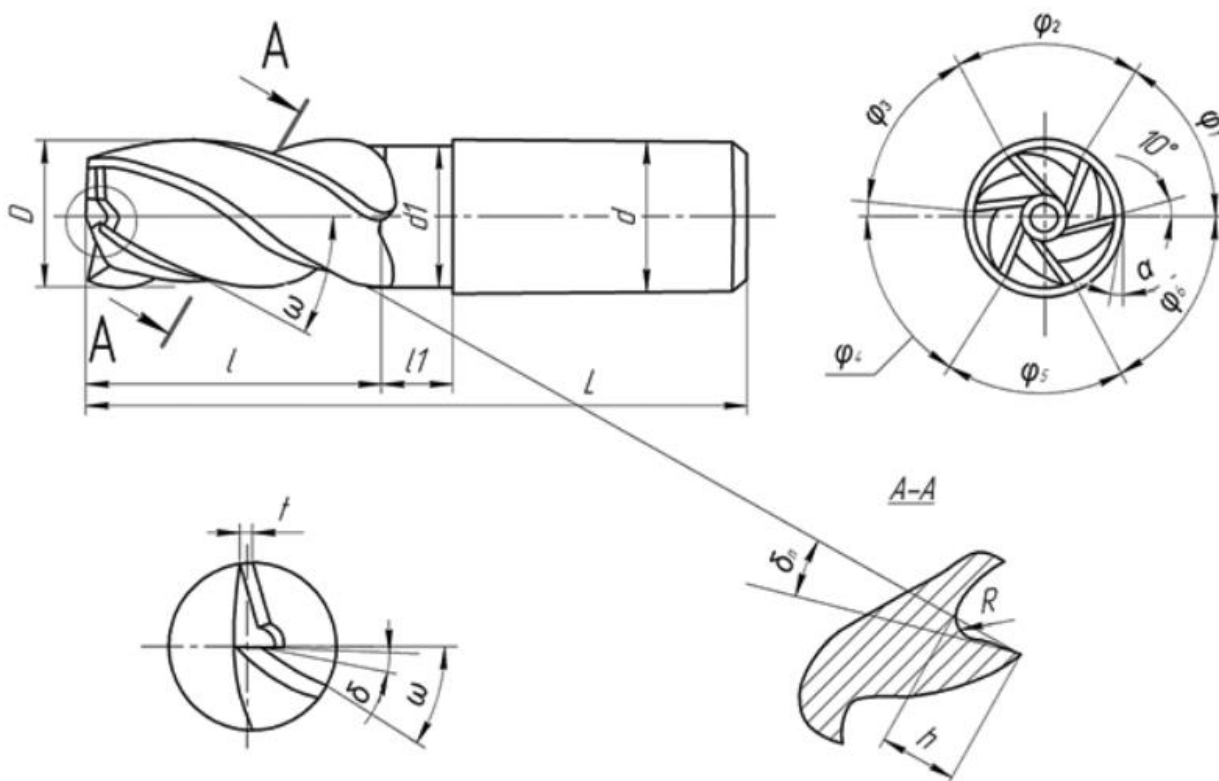


Рисунок 5 – Конструкция концевой фрезы

Диаметр концевых фрез для обработки пазов должен быть равен ширине обрабатываемого паза. Поэтому принимаем $d = 12\text{мм}$.

Определим число зубьев концевой фрезы

$$z = (0,1...1,3)d \geq 2...12. \quad (38)$$

$z = (0,1...1,3) \cdot 12 = 1,2...15,6$. Таким образом, принимаем $z = 2$.

Определим длину фрезы

$$L = l_1 + l_2. \quad (39)$$

где l_1 и l_2 – длины рабочей части и хвостовика соответственно.

«Для фрез диаметром до 10 мм рекомендуется принимать $l_1 = 2,5d$, для фрез с диаметром от 10 до 25 мм – $l_1 = 2d$, а для фрез с диаметром свыше 25 мм – $l_1 = 1,5d$ ». [3]

Таким образом, примем $l_1 = 2d = 2 \cdot 12 = 24$ мм.

Технические условия на концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком определены ГОСТ 174025-71. [14]

Важным моментом для проектирования концевой фрезы является ее затылование.

С учетом того, что плоский затылок лучше по характеристикам тепловыделения, чем эксцентрический затылок, и инструмент, имеющий эксцентрический затылок, все еще обладает очень хорошей жесткостью, настоящее изобретение предназначено для предложения концевой фрезы для жаропрочного сплава, имеющей улучшенные характеристики тепловыделения и сохраняющей очень хорошую жесткость. [16]

Для решения упомянутой выше задачи, в соответствии с одним аспектом настоящего изобретения [16] заявлена концевая фреза, имеющая: режущую часть, имеющую множество нижних лезвий на своем переднем конце и множество боковых лезвий на своей периферийной поверхности; и хвостовую часть, проходящую от режущей части вдоль средней оси режущей части в ее продольном направлении, при этом на верхней грани по меньшей мере одного бокового лезвия из множества боковых лезвий расположена поверхность эксцентрического плоского затылка (ELF), причем поверхность эксцентрического плоского затылка имеет по меньшей мере три последовательные плоские поверхности затылка, проходящие от режущей кромки. При этом плоский затылок обрабатывается механически с помощью

круглого шлифовального круга, таким образом, хотя плоская поверхность обрабатывается механически с помощью любого большого круга, плоская поверхность может стать вогнутой поверхностью в пределах заданного диапазона ошибок. С учетом этого, по меньшей мере три плоских затылка согласно настоящему изобретению [16], составляющие эксцентрический плоский затылок, могут включать в себя вогнутые поверхности или вогнутые затылки, реализуемые вследствие допусков на механическую обработку в процессе плоской механической обработки.

Например, поверхность эксцентрического плоского затылка может быть выполнена так, чтобы включать в себя три плоские поверхности затылка, имеющие первую плоскую поверхность затылка, образующую режущую кромку вместе с поверхностью переднего угла, вторую плоскую поверхность затылка, проходящую от первой плоской поверхности затылка, и третью плоскую поверхность затылка, проходящую от второй плоской поверхности затылка.

Поверхность эксцентрического плоского затылка предпочтительно может следовать траектории обычного эксцентрического затылка. Например, угол затылка, полученный на указанных по меньшей мере трех плоских поверхностях затылка, предпочтительно может составлять от 5° до 20° . Угол затылка может быть получен с помощью арктангенса максимального перепада по сравнению с наименьшим расстоянием указанных по меньшей мере трех плоских поверхностей затылка. Относительно поперечного сечения, перпендикулярного средней оси, максимальный перепад может представлять собой максимальное расстояние в направлении нормали от воображаемой внешней круговой поверхности, образованной режущей кромкой, до указанных по меньшей мере трех плоских поверхностей затылка.

Концевая фреза согласно [16] включает в себя «поверхность эксцентрического плоского затылка» (поверхность ELF), имеющую указанные по меньшей мере три плоские поверхности затылка, расположенные вдоль траектории эксцентрического затылка.

Как показано на рисунке 6, концевая фреза 10 представляет собой концевую фрезу с плоским торцом, в которой передний конец 21 ее режущей части 20 является плоским, однако в качестве концевой фрезы может быть использована любая обычная концевая фреза. Например, концевая фреза может быть применена к сферическому типу (со сферической режущей кромкой), коническому типу и к сферическому типу со схождением на конус, классифицированным в соответствии с передним концом режущей части 20. Кроме того, хвостовая часть 30 также может быть изготовлена с получением любого типа хвостовика с прямым хвостовиком, плоским хвостовиком, комбинированным хвостовиком или коническим хвостовиком. Кроме того, концевая фреза согласно настоящему изобретению может быть применена даже для инструмента, имеющего множество режущих частей, расположенных на хвостовике.

Режущая часть 20 включает в себя множество режущих зубьев 23 и канавок 24, попеременно расположенных от ее переднего конца 21 до ее периферийной поверхности 22. Каждый из режущих зубьев 23 включает в себя нижнее лезвие 25, расположенное на переднем конце 21, и боковое лезвие 26, выполненное на периферийной поверхности 22 путем прохождения от нижнего лезвия 25 и расположенное по спирали вдоль сердечника режущей части 20. В данном случае требуется, чтобы концевая фреза 10 согласно настоящему изобретению имела множество боковых лезвий 26.

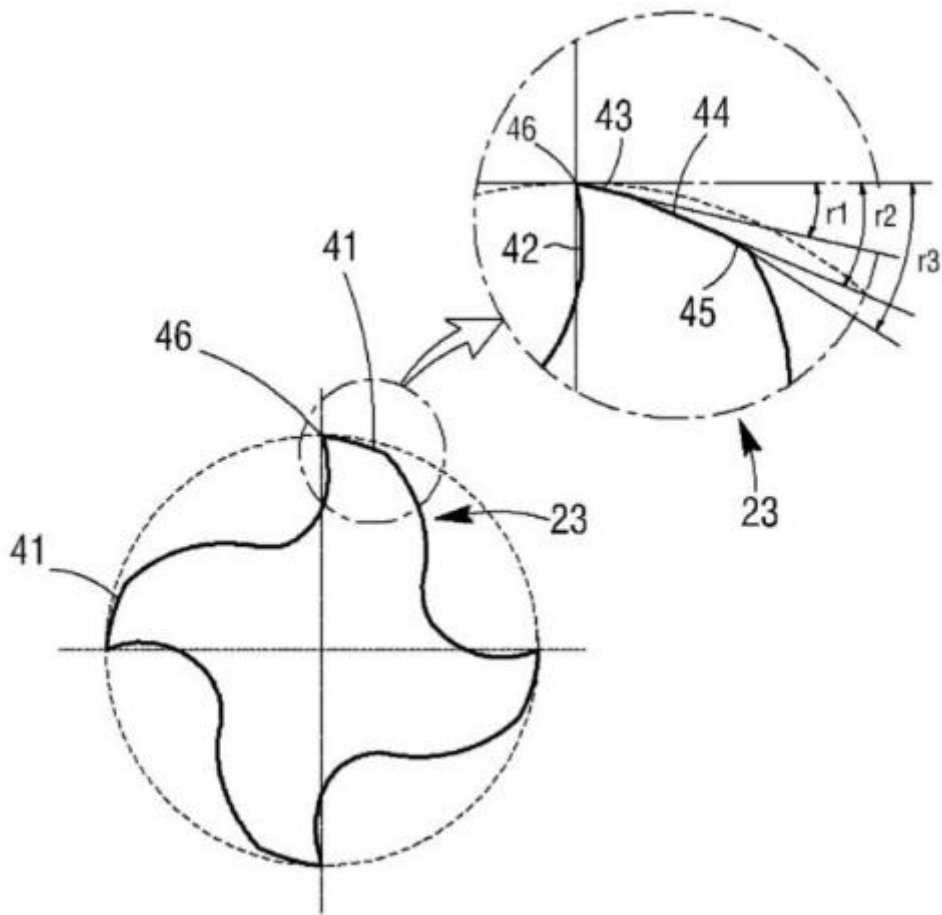


Рисунок 7 - Вид передней поверхности концевой фрезы

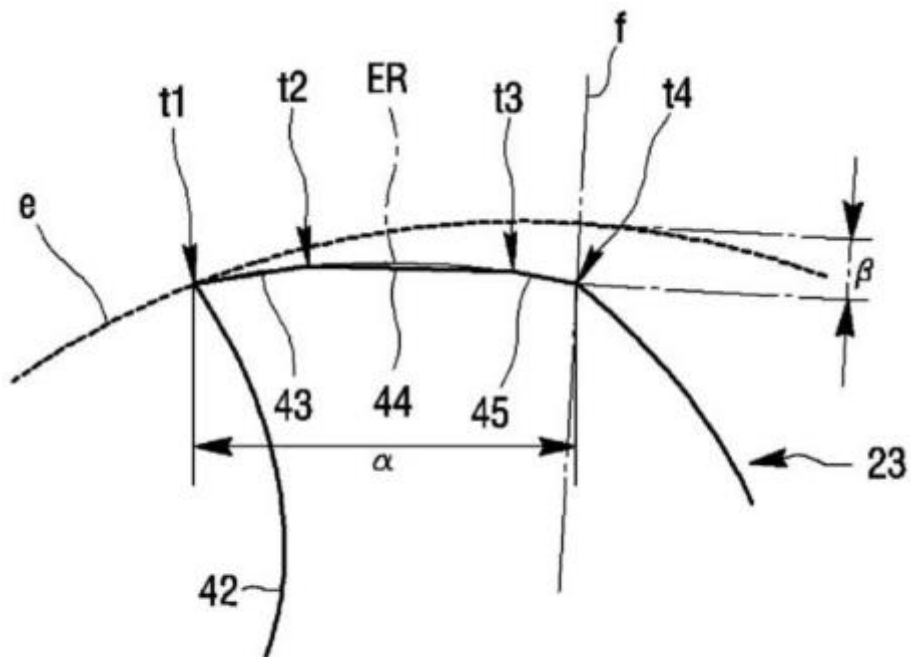


Рисунок 8 - Вид эксцентрического плоского затылка

Как видно на рисунках 7 и 8, в концевой фрезе 10 по меньшей мере три последовательные плоские поверхности затылка, проходящие от режущей кромки 46, расположены на верхней грани 41 по меньшей мере одного бокового лезвия 26 множества боковых лезвий вдоль траектории эксцентрического затылка. Соответственно требуется, чтобы указанные по меньшей мере три плоские поверхности затылка были расположены вдоль дуги окружности, расположенной на одном и том же радиусе от воображаемой средней точки, эксцентрической от средней оси 11. Ниже указаны по меньшей мере три плоские поверхности затылка, расположенные так, чтобы продолжаться по отношению друг к другу вдоль траектории эксцентрического затылка, называются «эксцентрическим плоским затылком» (сокращенно «ELF»). При этом плоский затылок обрабатывается механически с помощью круглого шлифовального круга, таким образом, хотя плоская поверхность обрабатывается механически с помощью любого большого круга, плоская поверхность может стать вогнутой поверхностью в пределах заданного диапазона ошибок. С учетом этого, указанные по меньшей мере три плоских затылка, составляющие эксцентрический плоский затылок, могут включать в себя вогнутую поверхность или вогнутый затылок, реализуемые вследствие допусков на механическую обработку в процессе плоской механической обработки.

«Эксцентрический плоский затылок» обеспечивают путем повторного выполнения поверхности плоского затылка, выполненной в виде плоской поверхности, при этом он, соответственно, обладает очень хорошей способностью к обработке обычного плоского затылка и сохраняет лучшие механическую обрабатываемость и характеристики тепловыделения, чем обычный эксцентрический затылок. С другой стороны, эксцентрический плоский затылок расположен вдоль траектории эксцентрического затылка и имеет более толстый режущий зуб, чем режущий зуб обычного плоского затылка. Соответственно, эксцентрический плоский затылок обладает очень хорошей жесткостью.

Каждый из режущих зубов 23, представленных на рисунке 7 представляет собой пример, в котором эксцентрический плоский затылок, имеющий три плоские поверхности затылка, расположен на верхней грани 41, при этом поверхность эксцентрического плоского затылка включает в себя первую плоскую поверхность 43 затылка, образующую режущую кромку 46 вместе с поверхностью 42 переднего угла, вторую плоскую поверхность 44 затылка, проходящую от первой плоской поверхности 43 затылка, и третью плоскую поверхность 45 затылка, проходящую от второй плоской поверхности 44 затылка. Как показано на рисунке 4.5, воображаемая траектория ER эксцентрического затылка представляет собой дугу окружности, соединяющую два конца t1 и t4 верхней грани 41 друг с другом, если смотреть от поперечного сечения, перпендикулярного средней оси 11. Для следования траектории одного эксцентрического затылка требуются первая - третья плоские поверхности 43, 44, 45 затылка. Соответственно, противоположные концы t1 и t2 первой плоской поверхности 43 затылка, противоположные концы t2 и t3 второй плоской поверхности 44 затылка и противоположные концы t3 и t4 третьей плоской поверхности 45 затылка расположены на воображаемой траектории ER эксцентрического затылка.

Таким образом, при одинаковых условиях обработки, режущая кромка концевой фрезы, согласно описанным мероприятиям [16], значительно меньше повреждается, чем режущая кромка контрольной концевой фрезы, имеющей эксцентрический затылок.

Также в проектируемом варианте предлагается провести обработку фрезы магнитно-импульсным способом. Применяя магнитно-импульсную обработку, значительно уменьшается избыточная энергия материала, связанная с концентрацией внутренних и поверхностных напряжений, и снижается вероятность поломки инструмента. Таким образом, стойкость фрезы повысится в 1,2 раза.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В данном разделе проводится оценка экологичности и безопасности технологического процесса изготовления детали «червячное колесо». Оценка будет вестись согласно методике [17].

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

Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика производственного процесса изготовления детали «фланец» 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 | 20Х ГОСТ 4543-71 СОЖ - Амтол |
| Фрезерование | Фрезерная операция | Оператор станка с ЧПУ | Вертикально-фрезерный станок 6Р13Ф3 с ЧПУ | 20Х ГОСТ 4543-71 СОЖ - Амтол |

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 «фланец». 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 |
| Фрезерная операция | Движущиеся части производственного оборудования; оборудование, перемещающее заготовки, изделия; токсичные раздражающие вещества (СОЖ); высокий уровень шума на рабочем месте; монотонность труда. | Вертикально-фрезерный станок 6Р13Ф3 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 «фланец». 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; инструктаж по охране труда; использование местной вытяжки; | костюм для защиты от загрязнений; каска защитная; очки защитные; полумаска фильтрующая; |

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--|
| | ограждение оборудования защитными экранами | 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 | Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ; Вертикально-фрезерный станок 6Р13Ф3 с ЧПУ | Пожары, связанные с воспламенением 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 «фланец» 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 оповещения, связь и сигнализация. |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|---|--|--|--|--|
| 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, ведра, комплекты электрические | Автоматические оповещатели |

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

| «Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта» [17] | «Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [17] | «Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [17] |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Технологический процесс изготовления детали «фланец» | Инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участках; обучение действиям при возникновении пожара и правильной эвакуации; контроль за правильной | Проведение противопожарных инструктажей, наличие автоматической системы пожаротушения, наличие пожарной сигнализации, наличие первичных средств для тушения пожаров |

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| | эксплуатацией оборудования; содержание оборудования в исправном состоянии | |

5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном разделе представлена оценка мер по обеспечению экологической безопасности технологического процесса изготовления детали «червячное колесо». 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 «фланец» | Станок токарный 16Б16Т1С1 с ЧПУ; Вертикально-фрезерный станок 6Р13Ф3 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 «фланец» |
|--|---|
| 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 |

5.6 Заключение по разделу

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

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 «фланец». Эти изменения касаются токарной и фрезерной операции. На токарной операции предложено в качестве оснастки использовать автоматизированное зажимное приспособление, вместо универсального. На фрезерной операции предлагается использовать инструмент, который заранее прошел магнитно-импульсную обработку. Это повышает его стойкость на 20%, а также снижает время связанное с заменой инструмента на фрезерной операции.

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, необходимо 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 7.

Как видно из рисунка 9, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «фланец» на 3,45 руб., что составит 4,77 %.

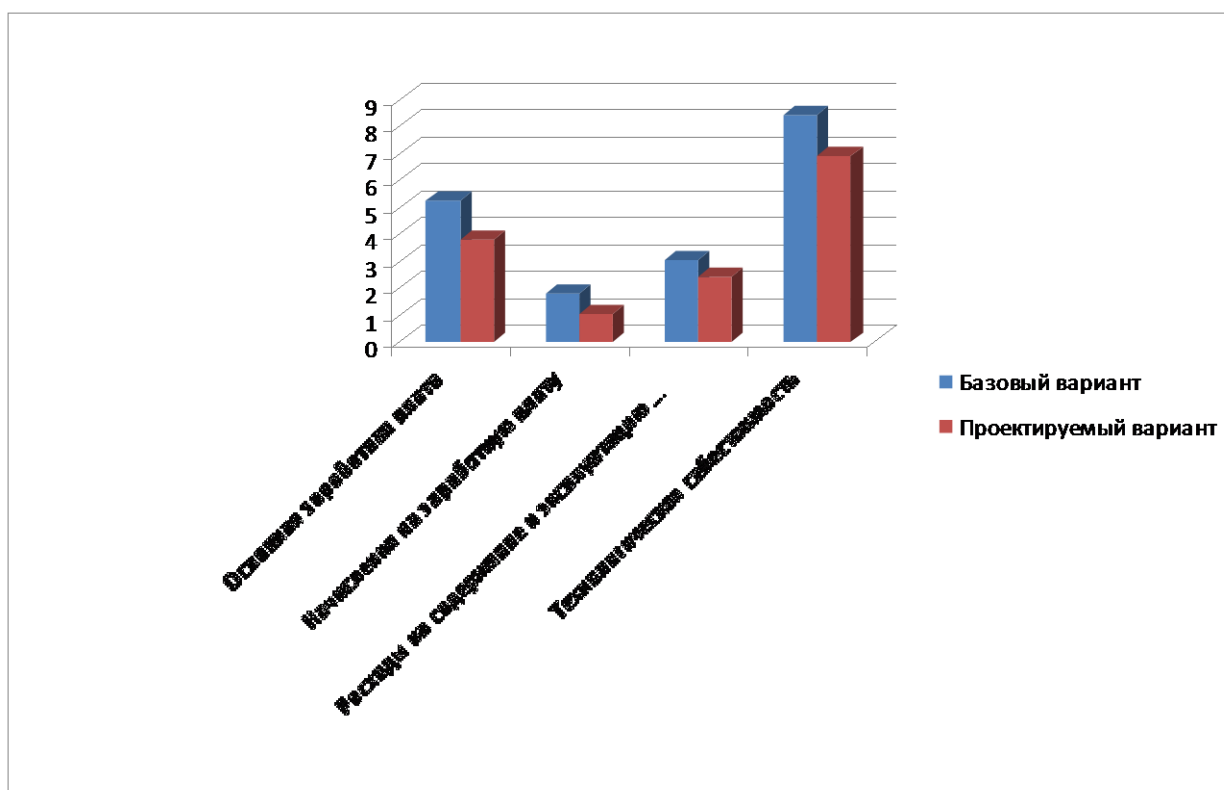


Рисунок 9 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

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 72,31 рублей, а для проектируемого – 68,86 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость в проектируемом варианте меньше, чем в базовом. Эта разница составляет 4,77% или 3,45 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 14618,64 рублей.

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

«фланец» 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 35204,31 рублей. На рисунке 10 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

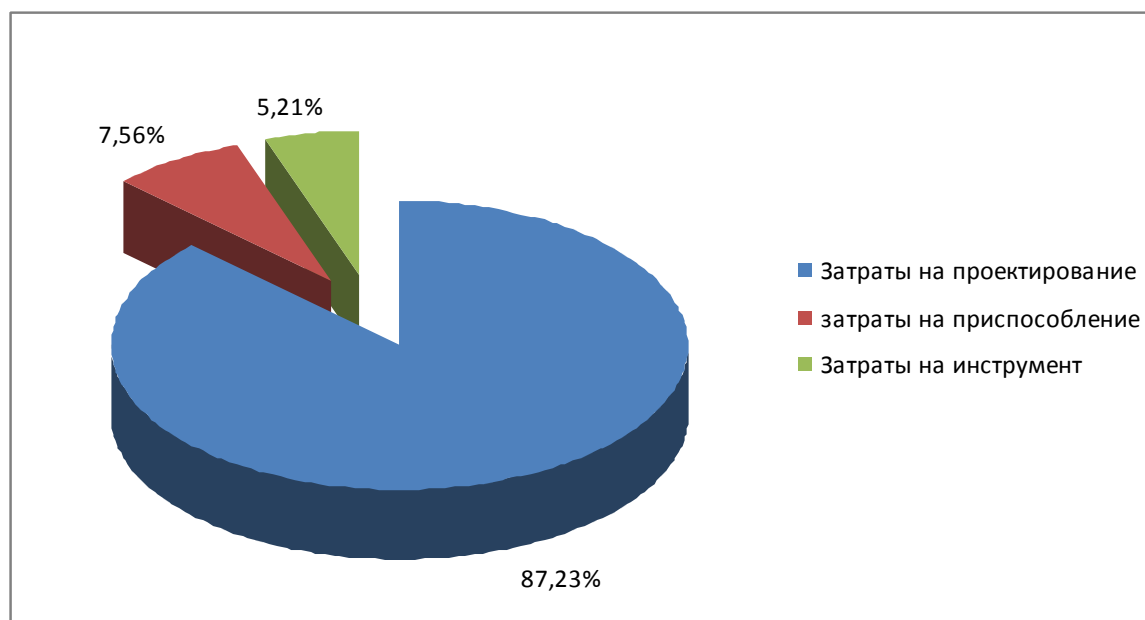


Рисунок 10 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 10, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их величина равна 87,23 %.

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. | 23539,04 |
| Интегральный экономический эффект, руб. | 2139,96 |
| Индекс доходности, руб. / руб. | 1,15 |

Анализируя, представленные в таблице 12, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 2139,96 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 0,15 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 15 %.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления фланца патрона шлифовального станка.

В ходе проектирования нами были проанализированы исходные данные и методом экономического сравнения выбран способ получения заготовки – штамповка. Исходя из годовой программы выпуска деталей и массы фланца, 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 015 токарной черновой операции разработана конструкция автоматизированного патрона. Внедрение этого приспособления взамен универсального приспособления из базового варианта дает сокращение вспомогательного времени операции, затрачиваемого на установку и снятие заготовки на станке.

Для фрезерной операции 025 разработана конструкция концевой фрезы. В работе предлагается этот инструмент обработать магнитно-импульсным способом. Это даст положительный эффект – стойкость инструмента возрастет в 1,2 раза, что снизит временные затраты на 025 операции, связанные с заменой инструмента.

В работе выполнен анализ безопасности и экономичности. Экономический расчет выполненных мероприятий показал положительный эффект.

Список используемой литературы

1. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – 40 с.
2. Жуков В.А. Конструктивная прочность. Конструкционные стали и сплавы: учеб. пособие / В.А. Жуков. – М.: ИНФРА-М, 2019. - 264 с.
3. Зубарев Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебное пособие / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 228 с.
4. Мнацаканян В.У. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.У. Мнацаканян. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. – 221 с.
5. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
6. Султан-заде Н.М. 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.
7. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019. – 330 с.
8. 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.
9. Козлов А.А. Расчет режимов резания [Текст]: учеб. пособие / А.А. Козлов, А.М. Козлов. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. –95с.

10. 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.

11. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006705-6.

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. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия. – 87 с.

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

15. Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком. Конструкция и размеры. –11 с.

16. Патент 2714268 Российская Федерация МПК⁷ В 23 С 5/10. Концевая фреза, имеющая плоский затылок, обладающий усиленной жесткостью / Пак Ён Кун, Ким Хюн Сук, Ли Сын Хюн ; заявитель и патентообладатель УайДжи-1 Ко., Лтд (КР). –2019133005 заявл. 17.10.2019 ;опубл. 13.02.2020, Бюл. №5. – 10 с.

17. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» [Электронный ресурс]: 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. Аверченков В.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для станков с ЧПУ : монография [электронный ресурс] / В.И. Аверченков, А.В. Аверченков, М.В. Терехов, Е.Ю. Кукло. – 2-е изд., стереотип. – М. : ФЛИНТА, 2011. – 151 с.

