

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 техпроцесса изготовления вала-шестерни консоли
горизонтально-фрезерного станка модели 6Р81

Студент

К.Ю. Холодов

(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

Холодов Кирилл Юрьевич

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка техпроцесса изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6P81».

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Тольятти, Тольяттинский государственный университет, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке техпроцесса изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6P81. В работе выполнен анализ исходных данных, разработана технологическая часть, где рассчитана себестоимость изготовления заготовки, выбраны методы обработки поверхностей, рассчитаны припуски на обработку, проведен выбор средств технологического оснащения и рассчитаны режимы обработки. В работе рассчитаны и спроектированы некоторые специальные технологические средства оснащения.

В работе выполнен раздел по анализу безопасности и экологичности, а также рассчитана экономическая эффективность.

Пояснительная записка состоит из 63 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	8
2.1 Выбор типа производства.....	8
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	8
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	8
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	10
2.5 Расчет припусков.....	12
2.6 Проектирование заготовки.....	15
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	16
2.8 Расчет режимов резания.....	17
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	32
3.1 Проектирование станочной оснастки.....	32
3.2 Проектирование режущего инструмента	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	39
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..	42
4.6 Заключение.....	44
5 Экономическая эффективность работы	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Одной из самых больших групп металлообрабатывающих станков являются фрезерные станки. Эти станки бывают с вертикальным и горизонтальным расположением шпинделя. Также различают консольные и бесконсольные варианты исполнения компоновки фрезерных станков.

Если фрезерный станок имеет консоль, то в ней располагают коробку подач. Чаще всего движение в коробку подач передается от отдельного электродвигателя. В коробке подач станков расположены приводы, которые при помощи различных механизмов изменяют частоту вращения, а итоге при помощи реечной передачи или винтовых пар преобразуют вращательное движение в поступательные перемещения и передают их столу станка, на котором оператором или станочником монтируется приспособление, несущее обрабатываемую заготовку.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6Р81 заданного качества с минимальными затратами.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали.

Вал-шестерня консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6Р81 боковыми поверхностями шпоночного паза воспринимает вращательное движение и передает крутящий момент боковыми поверхностями зубчатого венца.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Выявим наиболее важные поверхности детали для их качественного изготовления.

Пронумеруем поверхности детали и представим их на рисунке 1.1.

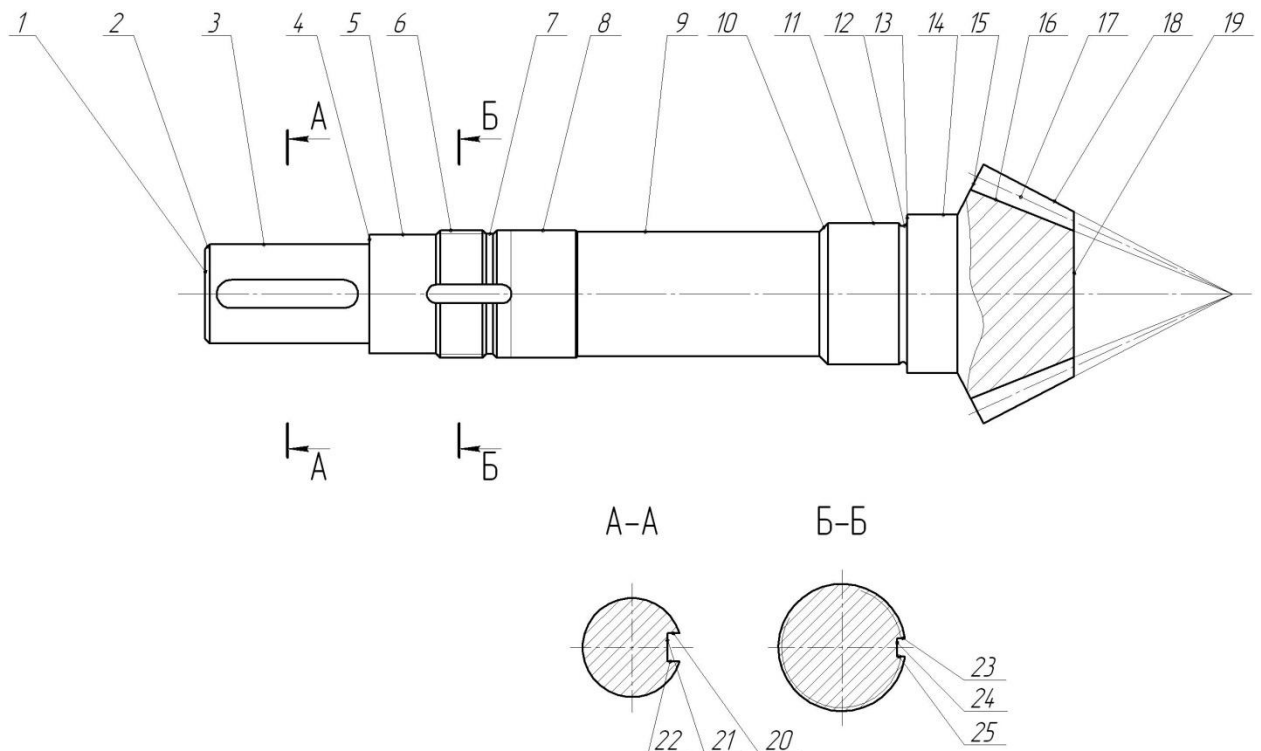


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями детали являются боковые поверхности зубьев венца (поверхность 17), которыми деталь передает вращение, а также боковые стенки шпоночного паза (поверхности 20 и 22), через которые деталь получает вращение.

Основными конструкторскими базами детали являются наружные цилиндрические поверхности 8 и 11, а также торцовая поверхность 13.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются поверхности шпоночных пазов 21, 23, 24 и 25.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

В состав стали 45 входят следующие химические элементы: марганец (Mn) с процентным содержанием 0,5...0,8%, сера (S) с процентным содержанием не более 0,035%, кремний (Si) с процентным содержанием 0,17...0,37%, фосфор (P) с процентным содержанием не более 0,035%, углерод (C) с процентным содержанием 0,42...0,50%. Оставшуюся часть составляет железо (Fe). [1]

Механические свойства стали 45 после заготовительной операции: $\sigma_B = 820$ МПа, твердость заготовки 160...180 НВ.

Наиболее рациональными методами получения заготовки являются штамповка на ГКМ и метод проката. В дальнейшем эти два варианта получения заготовки будут сравниваться по экономическим расчетам.

Конструкция детали дает возможность свободно обрабатывать заготовку механическим путем и контролировать размеры поверхностей, поэтому можно оценить достаточную технологичность детали.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Определение типа производства.

Годовой объем выпуска равен $N = 5000$ штук в год, а масса детали $m = 4,1$ кг, поэтому определяем среднесерийный тип производства. [2]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Особенности серийного производства меняются и зависят от размеров, выпуска, трудоемкости изделий и номенклатуры, поэтому выделяют мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производства.

Мелкосерийное производство приближается по своим технологическим особенностям к единичному производству. В нем, как и в единичном производстве, применяют преимущественно универсальное оборудование, нормальный рабочий и универсальный измерительный инструмент.

«В крупносерийном производстве наряду с универсальным оборудованием достаточно широко применяют оборудование специального назначения, а также специальные и агрегатные станки. Оборудование в цехах располагают не по типам станков, а по изготавливаемым предметам и в ряде случаев в соответствии с выполняемым технологическим процессом. Наряду с нормальным применяют специальный рабочий инструмент, предельные калибры и специальные контрольные приспособления. Среднесерийное производство по своим признакам занимает промежуточное положение между крупно- и мелкосерийным». [2]

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Наиболее рациональными методами получения заготовки для нашей детали являются штамповка на ГКМ и сортовой прокат. Сравним себестоимость этих двух вариантов.

Степень сложности штамповки – 2, класс точности штамповки – 4 [3], , масса штампованной заготовки – 6,6 кг.

Параметры заготовки из проката – Ø92x313 мм, масса заготовки из проката – 17,7 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 $C_{\text{шт}} = 0,315$; $k_T = 0,9$; $k_C = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_{\text{П}} = 1,0$. [4]

Тогда

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

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 $Q_{\text{шт}} = 5,53$; $q = 3$; $C_{\text{отх}} = 0,0144$. [4]

Тогда $C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 6,6 + 0,6578 (6,6 - 4,1) + 0,0144 (6,6 - 4,1) = 3,40$, руб.

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

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

где $Q_{\text{пр}} = 17,7$ кг.

$$C_n = 0,1219 \cdot 17,7 + 0,6578 (17,7 - 4,1) + 0,0144 (17,7 - 4,1) = 10,91$$
 , руб.

По технологической себестоимости наиболее экономичным является изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой. Годовая экономия при выборе заготовки-штамповки в отличие от заготовки-проката

$$\mathcal{E}_z = C_n - C_{\text{шт}} N_z = (10,91 - 3,40) \cdot 3000 = 37550$$
 , руб.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от формы и вида поверхности детали, а также от качества точности и параметра шероховатости выберем методы их обработки. [5]

Для обработки поверхности №1 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: центровально-подрезная операция.

Для обработки поверхности №2 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №3 с параметрами IT8, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №4 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №5 с параметрами IT11, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №6 с параметрами IT10, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №7 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №8 с параметрами IT6, Ra 0,63 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция, шлифование черновое и шлифование чистовое.

Для обработки поверхности №9 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №10 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №11 с параметрами IT6, Ra 0,63 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция, шлифование черновое и шлифование чистовое.

Для обработки поверхности №12 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №13 с параметрами IT14, Ra 1,25 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция, черновое шлифование.

Для обработки поверхности №14 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №15 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №16 с параметрами IT14, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: зубострогальная операция.

Для обработки поверхности №17 с параметрами IT7, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: зубострогальная и зубопритирочная операция.

Для обработки поверхности №18 с параметрами IT14, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и токарная чистовая операция.

Для обработки поверхности №19 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: центровально-подрезная операция.

Для обработки поверхности №20 с параметрами IT9, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

Для обработки поверхности №21 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

Для обработки поверхности №22 с параметрами IT9, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

Для обработки поверхности №23 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

Для обработки поверхности №24 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

Для обработки поверхности №25 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: шпоночно-фрезерная операция.

2.5 Расчет припусков.

Выполним расчет припусков для поверхности $\varnothing 45k6^{(+0,018}_{+0,002)}$, L=23 мм с параметром шероховатости Ra=0,63.

Для изготовления поверхности принимаем переходы: черновое и чистовое точение, термообработка, черновое и чистовое шлифование.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_a, [5]$$

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_a – глубина дефектного слоя, мм.

По формуле $\Delta = 0,25 \cdot Td$ определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе (мм).

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,6 = 0,400 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063 .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016 .$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025 .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010 .$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004 .$$

Рассчитаем минимальные и максимальные припуски (мм).

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} . [5]$$

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,601 , \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263 , \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{00}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125 , \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,004^2 + 0} = 0,034 , \text{ мм.}$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(d_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5(1,600 + 0,250) = 1,526 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(d_1 + Td_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(d_2 + Td_3) = 0,125 + 0,5(0,062 + 0,039) = 0,176 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(d_3 + Td_4) = 0,034 + 0,5(0,039 + 0,016) = 0,062 .$$

Определяем минимальное и максимальное значения размеров (мм).

$$d_{4\min} = 45,002 .$$

$$d_{4\max} = 45,018 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 45,018 + 2 \cdot 0,034 = 45,086 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 45,086 + 0,016 = 45,102 .$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 45,102 + 2 \cdot 0,125 = 45,352 .$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 45,352 + 0,100 = 45,452 .$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} \cdot 0,999 = 45,452 \cdot 0,999 = 45,407 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 45,407 + 0,062 = 45,469 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 45,469 + 2 \cdot 0,263 = 45,995 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 45,995 + 0,250 = 46,245 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 46,245 + 2 \cdot 0,601 = 47,447 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 47,447 + 1,600 = 49,047 .$$

Определяем средние значения размеров (мм).

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

$$d_{cp0} = 0,5 (d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(49,047 + 47,447) = 48,247 .$$

$$d_{cp1} = 0,5 (d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(46,245 + 45,995) = 46,120 .$$

$$d_{cp2} = 0,5 (d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(45,469 + 45,407) = 45,438 .$$

$$d_{cpTO} = 0,5 (d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(45,452 + 45,352) = 45,402 .$$

$$d_{cp3} = 0,5 (d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(45,102 + 45,086) = 45,094 .$$

$$d_{cp4} = 0,5 (d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(45,018 + 45,002) = 45,010 .$$

Определяем общий припуск на обработку (мм).

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

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

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

$$2Z_{\min} = 47,447 - 45,018 = 2,429 .$$

$$2Z_{\max} = 2,429 + 1,600 + 0,016 = 4,045 .$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,429 + 4,045) = 3,237 .$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

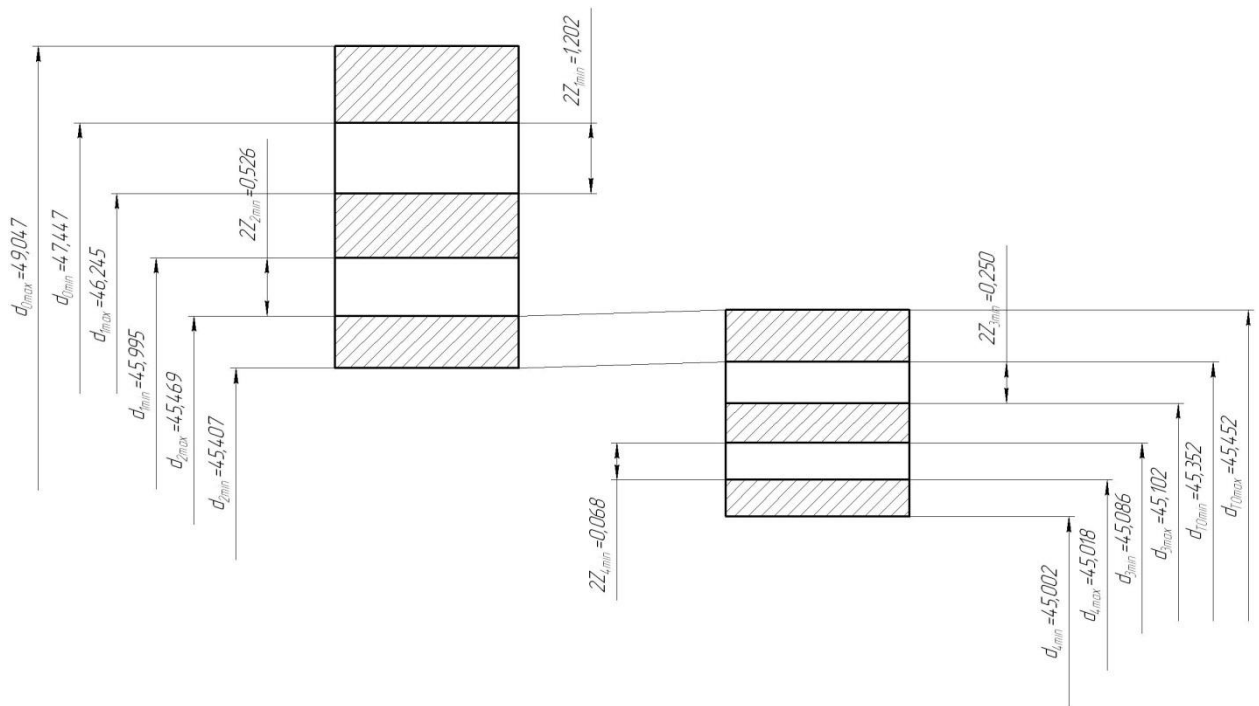


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность $\varnothing 45k6\left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix}\right)$.

2.6 Проектирование заготовки.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 выбираем:

Группа стали – М2; класс точности - Т4. [3]

2.6.1 Определение степени сложности поковки.

В нашем случае геометрической фигурой, в которую можно вписать деталь, является цилиндр. Объемы штамповки и цилиндра найдем с помощью трехмерного проектирования.

$G_{\text{ш}} = 6,6$ кг – объем штамповки; $G_{\text{ц}} = 17,7$ кг – объем цилиндра, в который вписана деталь.

$$\frac{G_{\text{ш}}}{G_{\text{ц}}} = \frac{6,6}{17,7} = 0,37.$$

Таким образом, степень сложности штамповки – С2; исходный индекс заготовки – 10. [3]

2.7 Выбор средств технологического оснащения.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на центровально-подрезной операции 005 выберем центровально-подрезной станок 2A911-1, который предназначен для подрезки торцов заготовок с двух сторон одновременно и выполнения центровых отверстий в деталях из чугунов, сталей и цветных металлов и сплавов.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на токарных операциях 010, 015, 020, и 025 выберем токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС, который предназначен для токарной обработки в полуавтоматическом цикле. На нем обрабатываются детали типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе на нем нарезаются различные типы резьб.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шпоночно-фрезерной операции 030 выберем шпоночно-фрезерный станок 692Д, предназначенный для обработки мерными и немерными, шпоночными и концевыми фрезами шпоночных пазов в деталях из чугунов, сталей и цветных металлов и сплавов.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на зубострогальной операции 035 выберем зубострогальный станок 5A26, который предназначен для чернового и чистового нарезания зубчатых конических колес в условиях серийного производства.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на центро-шлифовальной операции 045 выберем центро-шлифовальный станок 3922, предназначенный для шлифования центровых отверстий после термической обработки.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на зубопритирочной операции 050 выберем зубопритирочный станок 5725Е, который предназначен для зубопритирки конических и гипоидных зубчатых передач.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовальной операции 055 в качестве технологического оборудования примем торцекруглошлифовальный станок модели 3Т161, который предназначен для одновременного шлифования цилиндрической шейки и прилегающего к ней торца методом врезания в условиях массового и серийного производства.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовальной операции 060 выбираем круглошлифовальный станок с ЧПУ модели 3М153Ф2, предназначенный для финишной обработки методом шлифования. На нем можно обрабатывать конические и цилиндрические поверхности. Станок используется в производствах массового и серийного типов.

2.8 Расчет режимов резания.

2.8.1 Расчет режимов резания на операцию 005 Центровально-подрезная.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал; [7]

$K_2 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности; [7]

$K_3 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца; [7]

$K_4 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане; [7]

$V = 180$ м/мин – скорость резания по таблице. [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 62} = 925 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 62 \cdot 630}{1000} = 122,6, \text{ м/мин.}$$

«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».

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{32}{189} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Расчет длины сверления.

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

где $L_p = 10$ мм – длина резания;

$L_{II} = 1$ мм – величина подвода, врезания и перебега инструмента;

$L_d = 0$ – дополнительная длина хода, вызываемая в ряде случаев

особенностями наладки и конфигурации детали.

Тогда

$$L = 10 + 1 + 0 = 11, \text{ мм.}$$

Стойкость инструментов.

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

где T_M – стойкость в минутах основного времени работы станка;

λ – коэффициент времени резания.

$$\lambda = \frac{L_p}{L_{p.x}} \approx 1.$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [7]}$$

Тогда $T_p = 60 \cdot 1 = 60$, мин.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,2 . [7]$$

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

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

где $V_{табл} = 15$ м/мин – скорость резания по таблице; [7]

$K_1 = 0,75$ – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; [7]

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче; [7]

$K_3 = 0,95$ – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента. [7]

Тогда $V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 10,6} = 321 \text{ , мин}^{-1} .$$

Принимаем $n = 630 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,6 \cdot 630}{1000} = 21 \text{ , м/мин.}$$

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

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

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{11}{126} = 0,09 \text{ , мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 2,0$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$ $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42,3} = 1355, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 630$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42,3 \cdot 630}{1000} = 83,7, \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{30}{189} = 0,16, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,17 + 0,09 + 0,16 = 0,42, \text{ мин.}$$

2.8.2 Расчет режимов обработки на операцию 010 Токарная черновая.

Глубина резания $t = 2,0$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$ $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 91,9} = 624, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 91,9 \cdot 500}{1000} = 144, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{110}{150} = 0,73, \text{ мин.}$$

2.8.3 Расчет режимов обработки на операцию 015 Токарная черновая.

Глубина резания $t = 2,0 \text{ мм}$.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180 \text{ м/мин.}$ [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 45,46} = 1261, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,46 \cdot 1250}{1000} = 178, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{224}{375} = 0,60, \text{ мин.}$$

2.8.4 Расчет режимов обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [7]

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

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 91,6} = 626, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 500$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 91,6 \cdot 500}{1000} = 143,8, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{75}{150} = 0,50, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 91,6} = 626, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 500$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 91,6 \cdot 500}{1000} = 143,8, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 500 = 150, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{36}{150} = 0,24, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 1,0$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 0,75$ $V = 180$ м/мин. [7]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 67,5$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 67,5}{3,14 \cdot 50,16} = 428,6, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50,16 \cdot 400}{1000} = 63, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{120} = 0,02, \text{ мин.}$$

Общее основное время операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,50 + 0,24 + 0,02 = 0,76, \text{ мин.}$$

2.8.5 Расчет режимов обработки на операцию 025 Токарная чистовая.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3 \text{ мм}$.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 180 \text{ м/мин}$. [7]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 45,16} = 1269, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,16 \cdot 1250}{1000} = 177,3, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 1250 = 375, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{224}{150} = 0,60, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 1,25$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 0,3. [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 0,75$; $V = 180$ м/мин. [7]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 67,5$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 67,5}{3,14 \cdot 45,16} = 476, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 400$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45,16 \cdot 400}{1000} = 56,7, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{2}{120} = 0,02, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 1,5$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [7].

$$S_0 = 1,5 \cdot [7]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 0,75$; $V = 100$ м/мин. [7]

Тогда $V = 100 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 100$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 45} = 707,7, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 45 \cdot 630}{1000} = 89,0, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 630 = 945, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{945} = 0,02, \text{ мин.}$$

Общее основное время операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,60 + 0,02 + 0,02 = 0,64, \text{ мин.}$$

2.8.6 Расчет режимов обработки на операцию 030 Шпоночно-фрезерная.

Переход 1.

Глубина резания $t = 5$ мм.

«Назначение подач суппортов на зуб фрезы S_Z , мм/зуб» [7].

$$S_Z = 0,025 \cdot [7]$$

Тогда подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 4$ – число зубьев фрезы.

$$S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10, \text{ мм/об.}$$

«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 $D = 10$ мм – диаметр фрезы;

$C_V = 7,0$ – постоянный коэффициент;

$q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7$ – показатели степени; [7]

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

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

где $K_{MV} = 1,0$ – коэффициент на качество обрабатываемого материала; [7]

$K_{UV} = 1,0$ – коэффициент на инструментальный материал; [7]

$K_{LV} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий глубину отверстия. [7]

Отсюда $K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$.

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 5^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 44,6, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 44,6}{3,14 \cdot 10} = 1420, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 1250 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 1250}{1000} = 39,3, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1250 = 125, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{n_{oms} \cdot L_{px}}{S},$$

Из условия операции примем $n_{oms} = 1; L_{px} = 50$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 50}{125} = 0,40, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 3$ мм.

«Назначение подач суппортов на зуб фрезы S_Z , мм/зуб» [7].

$$S_Z = 0,025 . [7]$$

Тогда подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_Z \cdot z ,$$

где $z = 4$. [7]

Тогда $S_0 = 0,025 \cdot 4 = 0,10$, 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 $D = 6,5$ мм – диаметр фрезы;

$C_V = 7,0$ – постоянный коэффициент;

$q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7$ – показатели степени; [7]

K_V – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

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

где $K_{MV} = 1,0$ – коэффициент на качество обрабатываемого материала; [7]

$K_{UV} = 1,0$ – коэффициент на инструментальный материал; [7]

$K_{LV} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий глубину отверстия. [7]

Отсюда $K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,0$.

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 6,5^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 3^0 \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,0 = 61,0, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 61}{3,14 \cdot 6,5} = 2988, \text{ мин}^{-1} .$$

Примем $n_{\phi} = 2000 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 2000}{1000} = 40,8, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 2000 = 200, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{n_{\text{опс}} \cdot L_{\text{рх}}}{S},$$

Из условия операции примем $n_{\text{опс}} = 1; L_{\text{рх}} = 30 \text{ мм}$.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 30}{200} = 0,15 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,40 + 0,15 = 0,55, \text{ мин.}$$

2.8.7 Выберем режимы обработки на операцию 035 Зубострогальная.

Скорость резания выбирают в интервале $V = 20..24 \text{ м/мин}$. [7]

Примем $V = 22 \text{ м/мин}$.

Основное время на обработку одного зуба $\tau = 34 \text{ с}$. [7]

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

[7]

$$T_0 = z \cdot \tau = 16 \cdot 34 = 544 \text{ с} = 9,07, \text{ мин.}$$

2.8.8 Выберем режимы обработки на операцию 040 Зубопритирочная.

Припуск на толщину зуба выбирают в интервале $2p = 0,05..0,15 \text{ мм}$. [7]

Примем $2p = 0,10 \text{ мм}$.

Скорость притирки выбирают в интервале $V = 15..25 \text{ м/мин}$. [7]

Примем $V = 20 \text{ м/мин}$.

Радиальную подачу выбирают в интервале $S_p = 100...400 \text{ мм/мин}$. [7]

Примем $S_p = 300 \text{ мм/мин}$.

Время выдержки без подачи выбирают в интервале 3...6 с.

Примем 5 с.

2.8.9 Расчет режимов обработки на операцию 050 Центрошлифовальная.

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

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60},$$

где $D_k = 300$ – диаметр шлифовального круга;

$n_k = 1112 \text{ мин}^{-1}$ – частота вращения шлифовального круга.

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3},$$

где $V_3 = 35 \text{ м/мин}$ – скорость вращения заготовки; [8]

$D_3 = 10,6 \text{ мм}$ - наибольший диаметр обработки на операции.

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 10,6} = 1051, \text{ мин}^{-1}.$$

«Определение основного времени обработки детали на станке $T_0, \text{ мин}$ ».

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

где $L_{\text{УСК}} = 8 \text{ мм}$ – общая длина ускоренных перемещений;

$S_{\text{УСК}} = 500 \text{ мм/мин}$ – подача при ускоренных перемещениях;

$L_p = 5 \text{ мм}$ – длина рабочих перемещений;

$S_p = 100 \text{ мм/мин}$ – подача при рабочих перемещениях;

$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05 \text{ мин}$ – время выхаживания. [8]

$$\text{Тогда } T_0 = \frac{8}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,12, \text{ мин.}$$

2.8.10 Расчет режимов обработки на операцию 055

Торцевкруглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [8]

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

«Расчет частоты вращения заготовки n_3 , мин^{-1} ». [8]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 50,06} = 222,7, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{5}{500} + \frac{55}{100} + 0,05 = 0,61, \text{ мин.}$$

2.8.11 Расчет режимов обработки на операцию 060

Круглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [8]

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

«Расчет частоты вращения заготовки n_3 , мин^{-1} ». [8]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 50} = 222,9, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{5}{500} + \frac{53}{100} + 0,05 = 0,59, \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочной оснастки.

3.1.1 Исходные данные

На операции 030 шпоночно-фрезерная ведется обработка шпоночных пазов заготовки. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1.

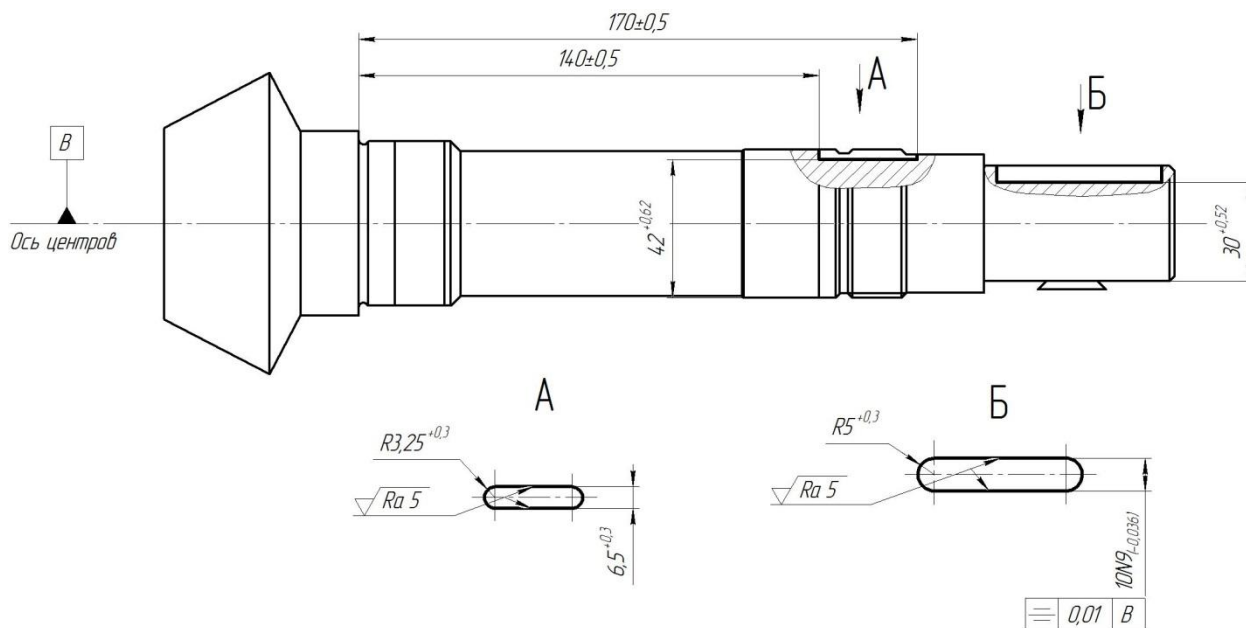


Рисунок 3.1 – Эскиз операции 030

3.1.2 Расчет на точность.

На рисунке 3.1 показана схема фиксации детали в призмах.

При обработке деталей типа «вал» для размера h в призмах могут возникнуть такие измерительные базы.

Измерительными базами могут быть

для размера h_1 – точка А; для размера h_2 – точка В; для размера h_3 – точка С.

Рассчитаем погрешность установки детали в приспособление

$$\varepsilon = (D_{\min} + h_1') - (D_{\min} + h_1'') = h_1' - h_1'' = OA_1 - OA_2. \quad [9] \quad (3.1)$$

$$OA_1 = OC_1 + C_1A_1 = \frac{C_1K_1}{\sin \alpha/2} + C_1A_1.$$

$$C_1K_1 = C_1A_1 = \frac{D_{\max}}{2},$$

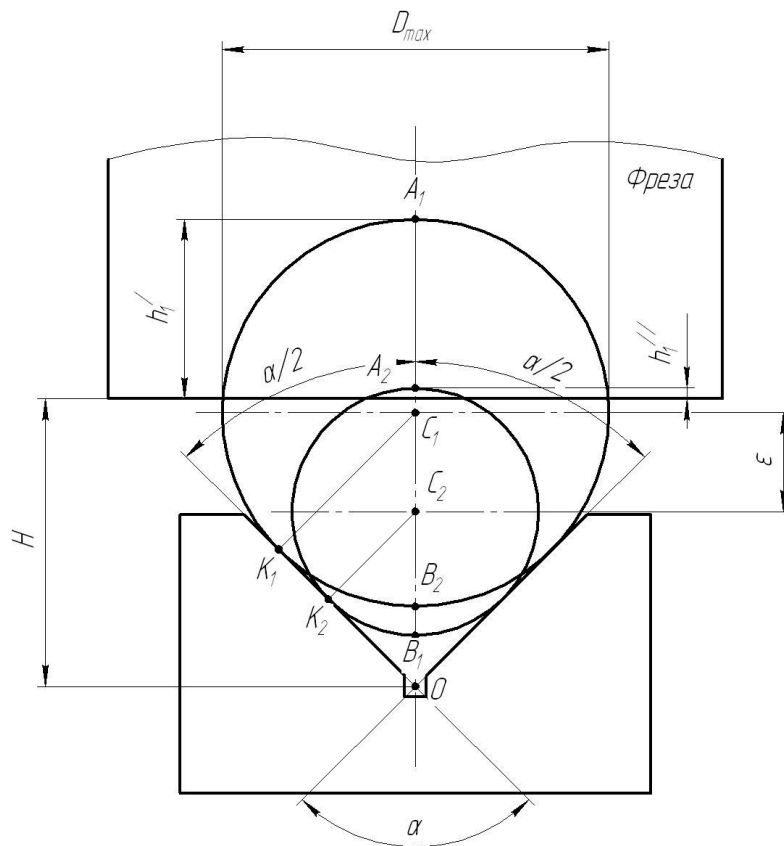


Рисунок 3.2 - Схема закрепления детали в приспособление.

тогда $OA_1 = \frac{D_{\max}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$

Аналогично $OA_2 = \frac{D_{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$

Следовательно

$$\varepsilon = \frac{D_{\max}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) - \frac{D_{\min}}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \left(\frac{D_{\max} - D_{\min}}{2} \right) \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right) = \frac{\delta}{2} \left(\frac{1}{\sin \alpha/2} + 1 \right).$$

Подставляя в формулу значение допуска на размер $30^{+0,52}$, получим

$$\varepsilon = \frac{0,52}{2} \left(\frac{1}{\sin 108/2} + 1 \right) = 0,581, \text{ мм.}$$

3.2 Проектирование режущего инструмента.

На шпоночно-фрезерной операции 030 осуществляется фрезерование двух шпоночных пазов детали. Спроектируем режущий инструмент для фрезерования большего паза шириной 10 мм.

«Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 17025-71) изготавливаются диаметром 3...20 мм, длиной $L = 36...70$ мм, длиной режущей части $l = 8...45$ мм, количеством зубьев $Z = 4...6$, с углом наклона винтовых канавок $\omega = 30...35^\circ$ – тип 1 (с нормальным зубом), тип 2 (с крупным зубом) $d = 3...12$ мм, длиной 36...70 мм, длиной режущей части $l = 8...25$ мм, с углом наклона винтовых канавок $\omega = 35...45^\circ$ ». [10]

Принимаем тип фрезы 2.

Для этого типа фрез принимаем угол наклона стружечных канавок $\omega = 45^\circ$.

Конструктивно принимаем диаметр концевой фрезы $d = 10$ мм.

Длину фрезы найдем по формуле:

$$L = l_1 + l + l_2, \quad [11] \quad (3.2)$$

где l_1 – длина режущей части фрезы; l – длина шейки фрезы; l_2 – длина хвостовика фрезы.

Для концевых фрез с диаметром до 10 мм длина режущей части определяется из соотношения $l = 4d$. [11]

$$l = 4 \cdot 10 = 40, \text{ мм.}$$

Определим длину шейки

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right), \quad (3.3)$$

$$l = 4 \times \left(\sqrt[4]{10} + \frac{12}{10} \right) = 11,7, \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 12$ мм, $d_{III} = d = 10$ мм.

Найдем общую длину

$$L = 40 + 12 + 28 = 80, \text{ мм.}$$

Твердосплавные концевые фрезы диаметром до 10 мм выполняются с цилиндрическим хвостовиком. Диаметр хвостовика выполняют таким же, как и режущая часть.

Найдем число зубьев фрезы .

$$z = (0,1 \dots 1,3)d \geq 2 \dots 12. \quad [11] \quad (3.4)$$

Тогда $z = (0,1 \dots 1,3) \cdot 10 \geq 1 \dots 13$.

Примем $z = 4$.

Найдем радиус спинки зуба из соотношения

$$R = (0,3 \dots 0,45)d . \quad [11] \quad (3.5)$$

Тогда $R = (0,3 \dots 0,45) \cdot 10 = 3,0 \dots 4,5$, мм.

Примем $R = 3$ мм.

«Формула для расчета переднего угла при резании сталей имеет вид»: [12]

$$\gamma = C_\gamma \frac{\sigma_B}{1000}^x, \quad (3.6)$$

где $\sigma_B = 820$ МПа – предел прочности обрабатываемого материала;

$C_\gamma = 5,0$; $x = 8,0$ - поправочные постоянные.

Подставляя значения получим

$$\gamma = 5 \left(\frac{820}{1000} \right)^8 = 2,1^\circ .$$

Принимаем $\gamma = 2^\circ$.

«Формула для расчета заднего угла имеет вид»: [15]

$$\alpha = \frac{C_\alpha}{a^{0,3}}, \quad (3.7)$$

где $a = t = 4$ мм – толщина среза.

«При обработке сталей поправочный коэффициент $C_\alpha = 7,6$ ». [12]

Подставляя значения получим

$$\alpha = \frac{7,6}{4^{0,3}} = 5,01^\circ .$$

Принимаем $\alpha = 5^\circ$.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка техпроцесса изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6P81».

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

Таблица 4.1 – «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 вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6P81	токарная чистовая операция 020	оператор токарного станка с ЧПУ	токарный станок с ЧПУ модели SAMAT-400XC, патрон токарный, центр упорный	сталь 45 ГОСТ 1050-88, СОЖ-Литол
2	Технологический процесс изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6P81	операция шпоночно-фрезерная 030	фрезеровщик	шпоночно-фрезерный станок модели 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами	сталь 45 ГОСТ 1050-88, СОЖ-Литол

4.2 Идентификация профессиональных рисков. [20]

Таблица 4.2 – «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 020	<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>
2	операция шпоночно-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</p>	<p>стружка стальная</p> <p>пары смазочно-охлаждающей жидкости</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21] «опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]	электрический ток

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

Таблица 4.3 – «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	2	3	4
1	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним»	централизованная автоматизированная система удаления стружки цеха	специальная одежда рабочего, имеющая высокую плотность; защитный экран станка, защищающий оператора от вылета

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	[21]		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]

4.4 «Обеспечение пожарной безопасности технического объекта».

[20]

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

Таблица 4.4 – «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	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	токарный станок с ЧПУ модели SAMAT-400XC, патрон токарный, центр упорный	Е	«тепловой поток» [20]	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]
2	Участок механической обработки	шпоночно-фрезерный станок модели 692Д, патрон	Е	тепловой поток	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
		цанговый, приспособление с призмами			производственного и инженерно-технического оборудования» [20]

4.4.2. «Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта». [20]

Таблица 4.5 – «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

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

Таблица 4.6 – «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	Систематическое	Запрет на применение в цехе

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
<p>модели САМАТ-400ХС, патрон токарный, центр упорный</p>	<p>проведение инструктажей по пожарной безопасности. Применение автоматизированных систем оповещения. Контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования.</p>	<p>открытого огня. Применение систем автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.</p>
<p>шпоночно-фрезерный станок модели 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами</p>	<p>Систематическое проведение инструктажей по пожарной безопасности. Применение автоматизированных систем оповещения. Контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования.</p>	<p>Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.</p>

4.5 «Обеспечение экологической безопасности технического объекта». [20]

4.5.1 «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 4.7 – «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]
токарная чистовая операция 020	токарный станок с ЧПУ модели SAMAT-400XC, патрон токарный, центр упорный	«факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	Отработанная смазочно-охлаждающая жидкость	«разрывающиеся части твердых объектов» (стружка)
операция фрезерная 030	шпоночно-фрезерный станок модели 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами	«факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	Отработанная смазочно-охлаждающая жидкость	«разрывающиеся части твердых объектов» (стружка)

4.5.2 «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 4.8 – «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 SAMAT-400XC, шпоночно-фрезерный станок модели 692Д
«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 автоматизированных системах технологического оборудования
«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

4.6 Заключение.

В результате разработки раздела по экологичности и безопасности технологического объекта были представлены меры по соблюдению экологической чистоты и трудовой дисциплине, которые снизят или вовсе исключат получение травм на рабочих местах модернизированных операций технологического процесса. Это повысит эффективность производства деталей в условиях среднесерийного машиностроительного производства.

В разделе также проанализирована пожарная безопасность объекта и представлены мероприятия по снижению рисков возникновения возгораний на производстве.

Третьим этапом были разработаны меры по снижению негативного воздействия действующего машиностроительного производства на атмосферу, гидросферу и литосферу. В этой части раздела нами предложены системы и действия, которые в условиях производства снижали или исключали бы указанные воздействия и увеличивали бы экосферу, в условиях которой находится производство.

5 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 «Вал-шестерня» коснулись шпоночно-фрезерной операции 030, где был применен автоматизированное станочное приспособление, что привело к сокращению вспомогательного времени операции на 37%. На этой же операции нами была заменена концевая фреза из быстрорежущей стали Р6М5 на концевую фрезу из твердого сплава Т15К6. Данное совершенствование привело к увеличению стойкости инструмента и уменьшению основного времени примерно на 42%.

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 50550 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Вал-шестерня» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Вал-шестерня» 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 5.1.

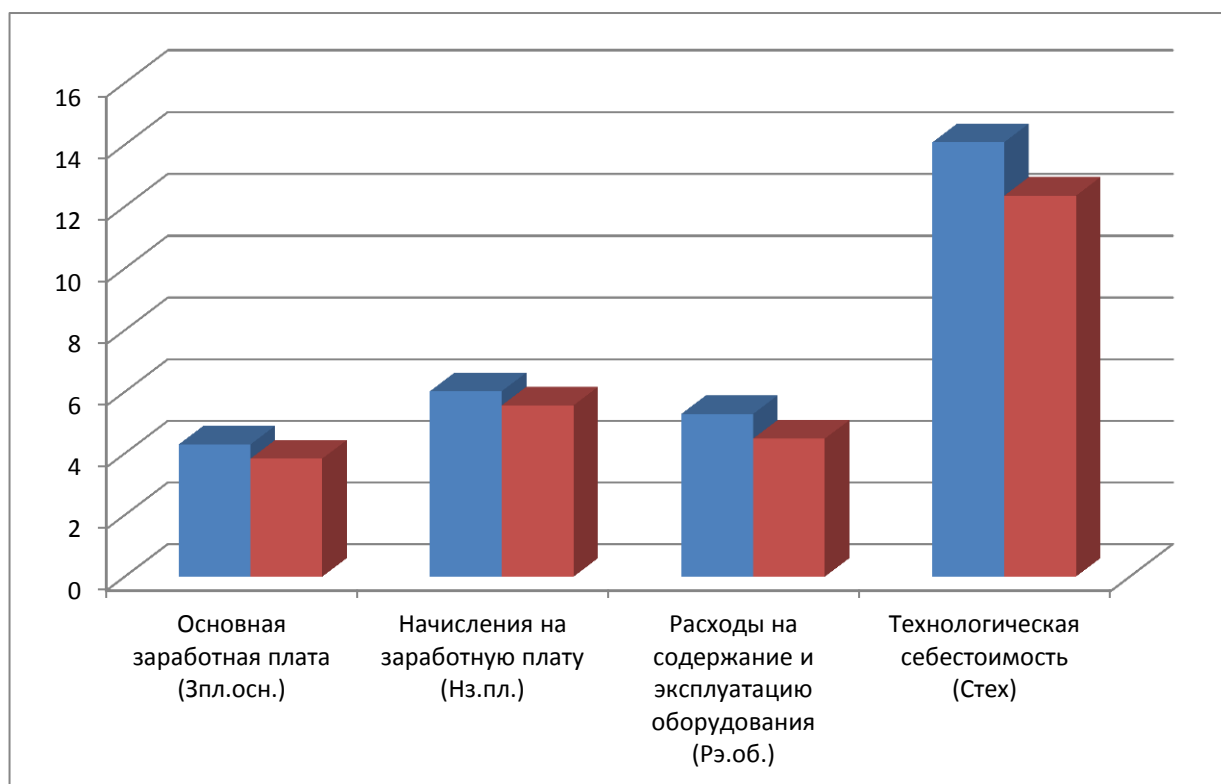


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-шестерня», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в

среднем примерно на 12,0%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 10,29 рублей, что составило 11,5%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости 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 86,97 рублей, а по проектируемому – 78,89 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 8,08 рублей с единицы изделия или 9,29%. 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.

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

- чистая прибыль ($П_{чист}$), которая составит 35427 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 6601 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 «Вал-шестерня» 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 1,07 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни консоли горизонтально-фрезерного станка модели 6Р81 заданного качества с минимальными затратами. Техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На операции 020 Токарная чистовая и 030 Шпоночно-фрезерная выполнены листы технологических наладок.

Для технологического оснащения шпоночно-фрезерной операции 030 спроектировано автоматизированное приспособление с призмами. Также на эту операцию спроектирован режущий инструмент – фреза концевая.

В работе проведен анализ безопасности и экологичности, где даны рекомендации по мерам снижения производственного травматизма.

Экономический расчет показал эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия (с изменениями N 1, 2) – Введ. 1991-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 29 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 : практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.
5. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
6. 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.
7. Режимы резания металлов : справочник/ Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.] – М. : НИИТАвтопром, 1995. – 456 с.
8. ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 30 с.
9. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: Станочные приспособления : учеб. пособие / В.В. Клепиков. - М. : ИНФРА-М, 2019 – 345 с.
10. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М. : ИНФРА-М, 2019. – 415 с.

11. 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.
12. Резников, Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - URL: <http://hdl.handle.net/123456789/18> (дата обращения: 05.06.2019).
13. Вереина, Л.И. Конструкции и наладка токарных станков : учеб. пособие / Л.И. Вереина, М.М. Краснов ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 480 с.
14. Воробьева, Г.А. Конструкционные стали и сплавы : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с.
15. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
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).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутные карты

Дубл. Взам. Г/0001																	
	цех	уч.	РМ	Спер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	С/М	Проф.	Р	У1	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лпз	шт.
Б	Код, наименование оборудования																
A01	XX	XX	XX	035	4154	Зубострогальная ИОТ № 73											
B02	38	1573	7			Зубострогальный станок мод 5A26	1	12273	322	1	1	1	1	142	1		
O03	Нарезать зубчатый венец (поверхности 16 и 17), выдерживая размеры: $m = 5$, $z = 16$, $\beta = 27^{\circ}29'42''$.																
T04	XXXXXX Стел. приспособление; XXXXXX Резцы зубострогальные Р6МБ ГОСТ 5392 - 80; XXXXXX Прибор для коллексного																
T05	контроля зубьев.																
O6																	
A07	XX	XX	XX	040	5030	Термическая ИОТ № 47											
O8	313732 Инфузионная печь																
O9																	
A10	XX	XX	XX	045	4143	Центрошлифовальная ИОТ № 76											
B11	38	1312	8			Центрошлифовальный станок 3922	1	19630	322	1	1	1	1	142	1		
O12	Шлифовать центровые отверстия, выдерживая размеры $60^{\circ} \pm 1'$.																
T13	XXXXXX Призмы оторные ГОСТ 12194 - 66; XXXXXX Шлифовальная головка ГОСТ 2447 - 82;																
T14	XXXXXX Прибор активного контроля БВ - 6060 - УНВ - 40 ГОСТ 8517 - 80.																
15																	
A16	XX	XX	XX	050	4158	Зубошлифовальная ИОТ № 74											
B17	38	1578	4			Зубошлифовальный станок 5725Е	1	12277	322	1	1	1	1	142	1		
МК																	

Дубл.	Взам.	ТЮФЛ																	
А	цех	уч.	РМ	Спер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	У1	КР	КОИЩ	ЕН	ОП	Кшт	шт.	шт.	шт.	шт.
Б	Код, наименование оборудования																		
001	Обработать боковые поверхности зубчатого венца, выдерживая размеры: $m = 5, z = 16, \beta = 27^{\circ} 29' 45''$.																		
Т02	Шестерни конические - протирка; ШХХХХ Прибор конического контроля зубьев конического колеса.																		
03																			
А04	ХХ	ХХ	ХХ	055	4131 Торкрегулошлифовальная	НОТ № 76													
Б05	38	1311	2	Торкрегулошлифовальный станок	ЗТ161	1	19630	322	1	1	1	1	1	1	142	1			
006	Шлифовать поверхность 8 и 11, выдерживая размеры $\varnothing 45.06_{-0.012}^{+0.012}$; шлифовать поверхность 13, выдерживая размер 248 ± 0.575 .																		
Т08	196110	Патрон мембранный (хлгчковые)				ГОСТ 3889_80; 397130	Круг 1	250	35	76.2	25А	F40	K6	V	40	м/с	2кл	ГОСТ Р	52781 - 2007
Т09	Шлифовать поверхность 8 и 11, выдерживая размеры $\varnothing 45_{-0.002}^{+0.018}$ и $\varnothing 50_{-0.002}^{+0.018}$.																		
Т09	Шлифовать поверхность 8 и 11, выдерживая размеры: $\varnothing 45_{-0.002}^{+0.018}$ и $\varnothing 50_{-0.002}^{+0.018}$.																		
10																			
А11	ХХ	ХХ	ХХ	060	4131 Круглошлифовальная проградная	НОТ № 76													
Б12	38	1311	1	Круглошлифовальный с ЧПУ	ЗМ51Ф21	1	19630	322	1	1	1	1	1	142	1				
013	Шлифовать поверхность 8 и 11, выдерживая размеры: $\varnothing 45_{-0.002}^{+0.018}$ и $\varnothing 50_{-0.002}^{+0.018}$.																		
Т14	196110	Патрон мембранный (хлгчковые)				ГОСТ 3889_80; 397130	Круг 1	250	35	76.2	25А	М16	K6	V	40	м/с	2кл	ГОСТ Р	52781 - 2007
Т15	Шлифовать поверхность 8 и 11, выдерживая размеры: $\varnothing 45_{-0.002}^{+0.018}$ и $\varnothing 50_{-0.002}^{+0.018}$.																		
16																			
17																			
МК																			

Дубл. Взам. Групп.																
	цех	уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	У	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Пз.	шт.
А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С
A01	XX	XX	XX	065	0125	Маячная ИОТ № 39										
B02	X74306	Промышленный агрегат МД - 400														
O03	Очистить все поверхности детали															
04																
A05	XX	XX	XX	070	0200	Контрольная ИОТ № 91										
B06	X92122	Пластина 1-1-599 x 500 ГОСТ 10905														
O07	Контролировать 50% размеров детали															
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

