

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка технологического процесса изготовления червяка
коробки подач вертикально-фрезерного станка

Студент

Е.А. Соколов

(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

Соколов Евгений Александрович

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка».

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Тольятти, Тольяттинский государственный университет, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке техпроцесса изготовления червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка. 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 65 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.....	15
2.8 Определение режимов резания.....	17
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	34
3.1 Исходные данные	34
3.2 Определение сил резания и усилия закрепления	35
4 Проектирование режущего инструмента.....	37
4.1 Исходные данные.....	37
4.2 Расчёт конструктивных элементов рабочей части фрезы.....	37
5 Безопасность и экологичность технического объекта	39
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	39
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	42
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..	45

5.6 Заключение.....	47
6 Экономическая эффективность работы	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Трудоемкость изготовления станков зависит от масштаба выпуска. Он, в свою очередь, влияет на тип производства, методы получения заготовки, технологический процесс, используемое оборудование, режимы резания, объем и степень совершенства технологической оснастки, и в итоге на трудоемкость изготовления. При изменении масштаба выпуска может меняться технологичность конструкции станков, а от технологичности конструкции зависит длительность производственного цикла. Конструкция станка должна обеспечивать максимально короткий цикл его изготовления, а значит, и наименьший объем незавершенного производства.

При изготовлении станков наибольшие затраты приходится на выполнение процессов механической обработки комплектующих деталей.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления червяка коробки подачи вертикально-фрезерного станка заданного качества с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали.

Червяк является составным звеном червячной передачи. Он воспринимает вращение от механического привода коробки подач вертикально-фрезерного станка и передает вращение червячному колесу, при этом сильно снижая частоту вращения.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Выявим наиболее важные поверхности детали для их качественного изготовления.

Пронумеруем поверхности детали и представим их на рисунке 1.1.

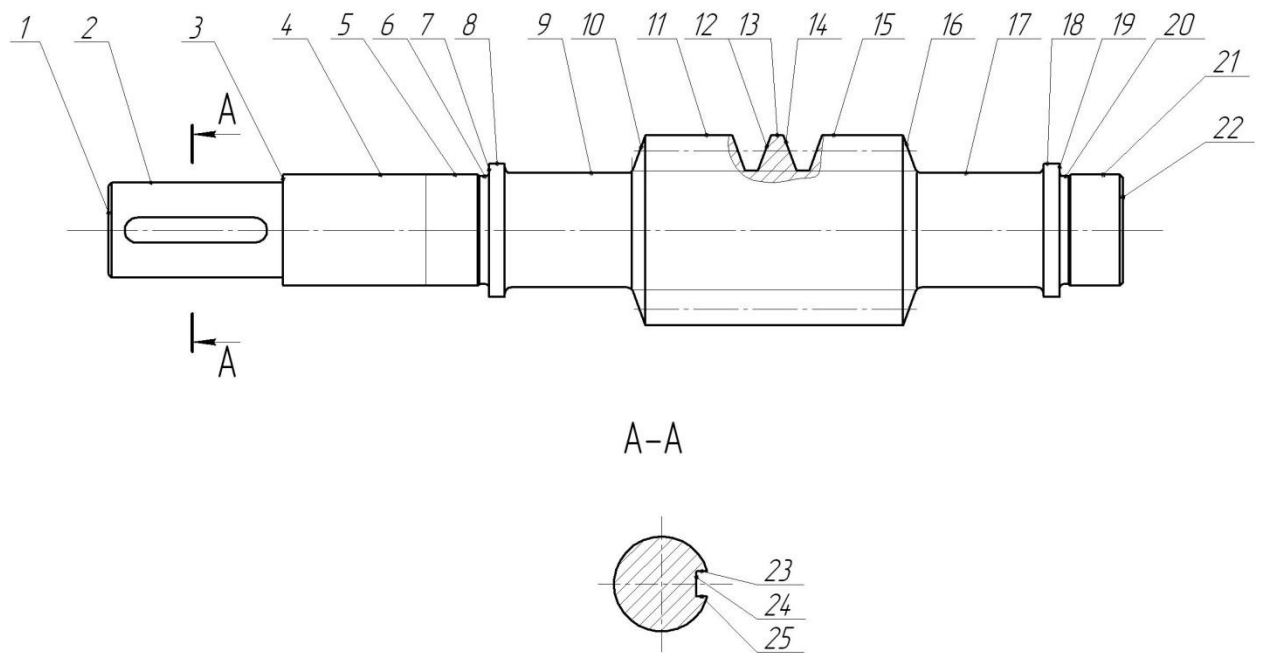


Рис . 1.1. Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями детали являются боковые стенки шпоночного паза (поверхности 23 и 25), воспринимающие вращение от привода, а также боковые поверхности резьбовых выступов (поверхности 12 и 14), передающие вращение червячному колесу.

Основными конструкторскими базами детали являются наружные цилиндрические поверхности 5 и 21, а также торцовые поверхности 7 и 19.

Вспомогательной конструкторской базой детали является еще одна поверхность шпоночного паза 24.

Остальные поверхности являются свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

В химический состав стали 45 входят сера (S) с процентным содержанием не более 0,035%, марганец (Mn) с процентным содержанием 0,5...0,8%, 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%. Остальную часть составляет железо (Fe). [1]

Механические свойства стали 45 после заготовительной операции: $\sigma_{\text{в}}=820$ 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.

Отталкиваясь из того, что годовой объем выпуска равен $N = 5000$ штук в год, а масса детали $m = 3$ кг, то тип производства определяем как среднесерийное. [2]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

«Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, размеров выпуска и трудоемкости изделий; поэтому различают мелко-, средне- и крупносерийное производство». [2]

«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». [2]

«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.

Заготовку для нашей детали рационально получить штамповкой на ГКМ или из сортового проката. Сравним себестоимость этих двух вариантов.

Класс точности штамповки – 4 [3], степень сложности – 2, масса штамповки – 5,53 кг.

Размеры заготовки из проката – Ø62x92 мм, масса заготовки из проката – 9,81 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].

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

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].

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

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

Тогда $C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 5,53 + 0,6578 (5,53 - 3,0) + 0,0144 (5,53 - 3,0) = 3,13$, руб.

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

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

где $Q_{\text{пр}} = 9,81$ кг.

$$C_{\text{пр}} = 0,1219 \cdot 9,81 + 0,6578 (9,81 - 3,0) + 0,0144 (9,81 - 3,0) = 5,58 \text{ , руб.}$$

По технологической себестоимости наиболее экономичным является изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\mathcal{E}_z = C_{\text{пр}} - C_{\text{ми}} N_z = 5,58 - 3,13 \cdot 3000 = 12250 \text{ , руб.}$$

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: центральное-подрезное шлифование.

Для обработки поверхности №2 с параметрами IT8, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

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

Для обработки поверхности №4 с параметрами IT9, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №5 с параметрами IT6, Ra 0,32 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение, чистовое и черновое шлифование, полирование.

Для обработки поверхности №6 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №7 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №8 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

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

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

Для обработки поверхности №11 с параметрами IT9, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №12 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое фрезерование.

Для обработки поверхности №13 с параметрами IT7, Ra 0,63 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое фрезерование, шлифование.

Для обработки поверхности №14 с параметрами IT7, Ra 0,63 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое фрезерование, шлифование.

Для обработки поверхности №15 с параметрами IT9, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №16 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

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

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

Для обработки поверхности №19 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №20 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №21 с параметрами IT6, Ra 0,32 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование, полирование.

Для обработки поверхности №22 с параметрами IT14, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: центральное-подрезная обработка.

Для обработки поверхности №23 с параметрами IT9, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

Для обработки поверхности №24 с параметрами IT11, Ra 10 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

Для обработки поверхности №25 с параметрами IT9, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование.

2.5 Расчет припусков.

Выполним расчет припусков для поверхности $\varnothing 35k6^{(+0,018}_{+0,002)}$, $L=16,5$ мм с параметром шероховатости $Ra=0,32$.

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_a, [6]$$

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).

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,9 = 0,225 .$$

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

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

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

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

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,008 .$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004 .$$

Рассчитаем минимальные и максимальные припуски (мм).

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} . [6]$$

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

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\sigma_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\sigma_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,040, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\sigma_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,018, \text{ мм.}$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \sigma_{d_{i-1} + Td_i}. \quad [6]$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \sigma_{d_0 + Td_1} = 0,626 + 0,5(0,900 + 0,250) = 1,201 .$$

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

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

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \sigma_{d_3 + Td_4} = 0,040 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,072 .$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5 \sigma_{d_4 + Td_5} = 0,018 + 0,5(0,025 + 0,016) = 0,039 .$$

Определяем минимальное и максимальное значения размеров (мм).

$$d_{5\min} = 50,002 .$$

$$d_{5\max} = 50,018 .$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 35,018 + 2 \cdot 0,018 = 35,054 .$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 35,054 + 0,016 = 35,070 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 35,070 + 2 \cdot 0,040 = 35,150 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 35,150 + 0,025 = 35,175 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 35,175 + 2 \cdot 0,125 = 35,425 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 35,425 + 0,100 = 35,525 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 35,525 \cdot 0,999 = 35,489 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,489 + 0,062 = 35,551 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 35,551 + 2 \cdot 0,263 = 36,077 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,077 + 0,250 = 36,327 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 36,327 + 2 \cdot 0,626 = 36,953 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 36,953 + 0,900 = 37,853 .$$

Определяем средние значения размеров (мм).

$$d_{cpi} = 0,5 \sigma_{d_{i\max} + d_{i\min}}. \quad [6]$$

$$d_{cp0} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{0\max} + d_{0\min} \right) = 0,5(37,853 + 36,953) = 37,403 .$$

$$d_{cp1} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{1\max} + d_{1\min} \right) = 0,5(36,327 + 36,077) = 36,202 .$$

$$d_{cp2} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{2\max} + d_{2\min} \right) = 0,5(35,551 + 35,489) = 35,520 .$$

$$d_{cpTO} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{TO\max} + d_{TO\min} \right) = 0,5(35,525 + 35,425) = 35,475 .$$

$$d_{cp3} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{3\max} + d_{3\min} \right) = 0,5(35,175 + 35,150) = 35,163 .$$

$$d_{cp4} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{4\max} + d_{4\min} \right) = 0,5(35,070 + 35,054) = 35,062 .$$

$$d_{cp5} = 0,5 \left(\overset{\ominus}{\underset{\ominus}{\phi}}_{5\max} + d_{5\min} \right) = 0,5(35,018 + 35,002) = 35,010 .$$

Определяем общий припуск на обработку (мм).

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \cdot [6]$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \cdot [6]$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \left(2Z_{\min} + 2Z_{\max} \right) \cdot [6]$$

$$2Z_{\min} = 36,953 - 35,018 = 1,935 .$$

$$2Z_{\max} = 1,935 + 0,900 + 0,016 = 2,851 .$$

$$2Z_{cp} = 0,5(1,935 + 2,851) = 2,393 .$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

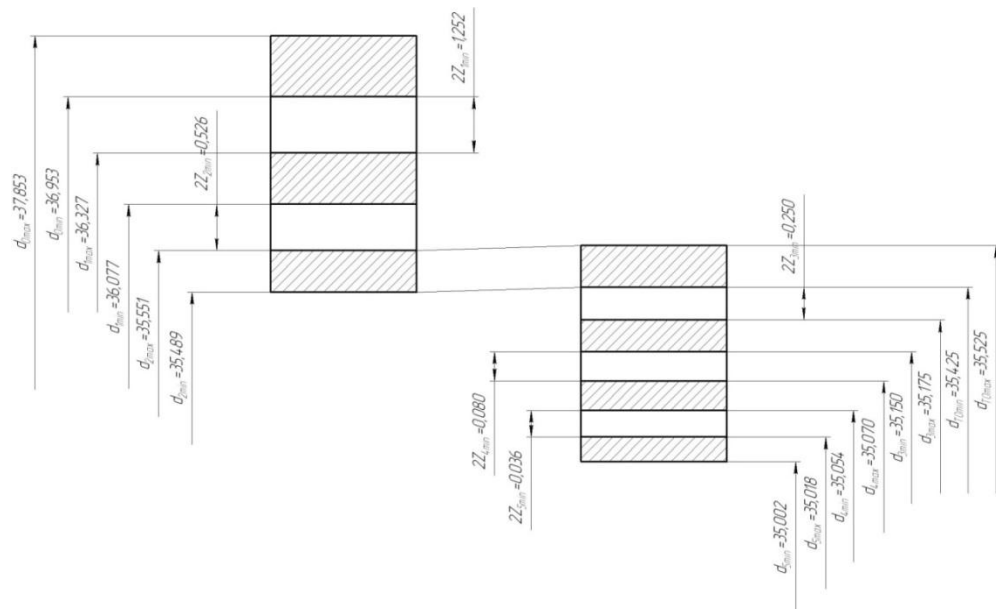


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков и полей допусков

на поверхность $\text{Ø}35\text{k}6 \left(\begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$.

2.6 Проектирование заготовки.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 выбираем:

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

Определим степень сложности поковки.

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

$G_{II} = 5,53$ кг – объем штамповки; $G_{II} = 9,81$ кг – объем цилиндра, в который вписана деталь.

$$\frac{G_{II}}{G_{\Phi}} = \frac{5,53}{9,81} = 0,56.$$

Таким образом, степень сложности штамповки – С2; исходный индекс заготовки – 9. [3]

2.7 Выбор средств технологического оснащения.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на центровально-подрезной операции 005 выберем центровально-подрезной станок 2А911-1, который предназначен для подрезки торцов заготовок с двух сторон одновременно и выполнения центровых отверстий в деталях из чугунов, сталей и цветных металлов и сплавов.

Для 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. [7]

Для 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.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на резьбофрезерных операциях 035 и 040 выберем резьбофрезерный станок модели КУ-240, предназначенный для фрезерования однозаходных и многозаходных резьб фрезами дискового типа. Также на нем возможна обработка шлицевых валов дисковыми и червячными фрезами и коротких внутренних и наружных резьб теми же дисковыми и червячными фрезами.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на центро-шлифовальной операции 050 выберем центро-шлифовальный станок 3922, предназначенный для шлифования центровых отверстий после термической обработки.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовальных операциях 055, 060, 065 и 070 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.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на резьбошлифовальной операции 075 выбираем резьбошлифовальный станок 5887, который предназначен для шлифования однозаходных и многозаходных цилиндрических червяков различного профиля. Станок используется серийном и крупносерийном типах производств.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовально-полировальных операциях 080 и 085 примем шлифовально-полировальный станок 3Е881, который предназначен для повышения чистоты и геометрии цилиндрических и плоских деталей методом доводки.

2.8 Определение режимов резания.

2.8.1 Определение режимов резания на операцию 005 Центровально-подрезную.

Переход 1.

Глубина резания $t = 2,5$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал; [8]

$K_2 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности; [8]

$K_3 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий материал резца; [8]

$K_4 = 1,0$ – поправочный коэффициент, учитывающий главный угол в плане; [8]

$V = 180$ м/мин – скорость резания по таблице. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 36} = 1592 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 630}{1000} = 71,2, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

«Определение основного времени обработки детали на станке T_0 , мин». [8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18}{189} = 0,10, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Расчет длины обработки.

$$L = L_p + L_{II} + L_d, [8]$$

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.

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [8]}$$

Тогда $T_p = 60 \cdot 1 = 60$, мин.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,2. [8]$$

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

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

где $V_{табл} = 15$ м/мин – скорость резания по таблице; [8]

$K_1 = 0,75$ – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала; [8]

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, зависящий от отношения принятой подачи к подаче; [8]

$K_3 = 0,95$ – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

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

Принимаем $n = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,6 \cdot 315}{1000} = 21 \text{ , м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

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

Переход 3.

Глубина резания $t = 2,0 \text{ мм}$.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. \text{ [8]}$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180 \text{ м/мин.}$ [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 30,3} = 1891 \text{ , мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30,3 \cdot 630}{1000} = 59,9 \text{ , м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

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

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,10 + 0,09 + 0,16 = 0,35, \text{ мин.}$$

2.8.2 Определение режимов резания на операцию 010 Токарную черновую.

Глубина резания $t = 2,0$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60,3} = 951, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60,3 \cdot 800}{1000} = 151, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{165}{240} = 0,69, \text{ мин.}$$

2.8.3 Определение режимов резания на операцию 015 Токарную черновую.

Глубина резания $t = 2,0$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60,3} = 951, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60,3 \cdot 800}{1000} = 151, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{184}{240} = 0,77, \text{ мин.}$$

2.8.4 Определение режимов резания на операцию 020 Токарную чистовую.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60} = 955, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 151, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{172}{240} = 0,72, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 42} = 1365, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 1250$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 1250}{1000} = 165, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{15}{375} = 0,04, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,75$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90$, м/мин.

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 35} = 819, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 800}{1000} = 88, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{1}{240} = 0,01, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,72 + 0,04 + 0,01 = 0,77, \text{ мин.}$$

2.8.5 Определение режимов резания на операцию 025 Токарную чистовую.

Переход 1.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$ $K_3 = 0,5$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60} = 955, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 151, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{169}{240} = 0,70, \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

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

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 60} = 955, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 800}{1000} = 151, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{15}{240} = 0,06, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания $t = 0,75$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S_0 , мм/об» [8].

$$S_0 = 0,3. [8]$$

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

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

где $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,5$; $K_4 = 1,0$ $V = 180$ м/мин. [8]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90$, м/мин.

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 35} = 819, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 800$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 800}{1000} = 88, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1}{240} = 0,01, \text{ мин.}$$

Общее основное время

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,70 + 0,06 + 0,01 = 0,77, \text{ мин.}$$

2.8.6 Определение режимов резания на операцию 030 Шпоночно-фрезерную.

Глубина резания $t = 4$ мм.

«Назначение подач суппортов на зуб фрезы S_Z , мм/зуб» [8].

$$S_Z = 0,025. \text{ [8]}$$

Тогда подача на оборот шпинделя

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 8$ – число зубьев фрезы.

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

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

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

где $D = 8$ мм – диаметр фрезы;

$C_V = 7,0$ – постоянный коэффициент;

$q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7$ – показатели степени; [8]

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; [8]

$K_{UV} = 1,0$ – коэффициент на инструментальный материал; [8]

$K_{LV} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий глубину отверстия. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 4^0 \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,0 = 40,8, \text{ м/мин.}$$

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40,8}{3,14 \cdot 8} = 1648, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 1500 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1500}{1000} = 37,7, \text{ м/мин.}$$

«Определение минутной подачи S , мм/мин». [8]

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1500 = 150, \text{ мм/мин.}$$

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

[7]

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

Из условия операции примем $n_{\text{омс}} = 1$; $L_{\text{рх}} = 50 \text{ мм}$.

Тогда

$$T_0 = \frac{1 \cdot 50}{150} = 0,33 \text{ мин.}$$

2.8.7 Определение режимов резания на операцию 035 Резьбофрезерную черновую.

Примем для конструкционных сталей при твердости HB 150-200

$$V = 30 \text{ м/мин}; S_z = 0,05 \text{ мм/зуб. [7]}$$

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

[7]

$$T_0 = \frac{1,2}{n_3} = 1,2 \frac{\pi \cdot d_H}{S_Z \cdot z \cdot n},$$

где n_3 – частота вращения заготовки, мин^{-1} ;

d_H – минимальный диаметр обрабатываемой наружной резьбы;

S_Z – подача, мм/зуб ;

z – число зубьев фрезы.

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 100} = 95,5, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\text{факт}} = 80, \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

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

Тогда

$$T_0 = 1,2 \frac{3,14 \cdot 60}{0,05 \cdot 18 \cdot 80} = 3,1, \text{ мин.}$$

2.8.8 Определение режимов резания на операцию 040 Резьбофрезерную чистовую.

Примем для конструкционных сталей при твердости НВ 150-200

$V = 30 \text{ м/мин}$; $S_Z = 0,05 \text{ мм/зуб}$. [7]

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

[7]

$$T_0 = \frac{1,2}{n_3} = 1,2 \frac{\pi \cdot d_H}{S_Z \cdot z \cdot n}.$$

«Расчёт величины n , соответствующей исходному значению V ». [8]

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 100} = 95,5, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\text{факт}} = 80, \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

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

Тогда

$$T_0 = 1,2 \frac{3,14 \cdot 60}{0,05 \cdot 18 \cdot 80} = 3,1, \text{ мин.}$$

2.8.9 Определение режимов резания на операцию 050 Цетрошлифовальная.

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

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

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 , мин^{-1} ». [8]

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

где $V_3 = 35$ м/мин – скорость вращения заготовки; [9]

$D_3 = 10,6$ 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 , мин».

[8]

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

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

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

$L_P = 5$ мм – длина рабочих перемещений;

$S_P = 100$ мм/мин – подача при рабочих перемещениях;

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

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

2.8.10 Определение режимов резания на операцию 055

Круглошлифовальную черновую.

«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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35,07} = 318, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{15,5}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,08, \text{ мин.}$$

2.8.11 Определение режимов резания на операцию 060

Круглошлифовальную черновую.

«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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35,07} = 318, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{15,5}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,08, \text{ мин.}$$

2.8.12 Определение режимов резания на операцию 065

Круглошлифовальную чистовую.

«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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35,01} = 318, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{15,5}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,13, \text{ мин.}$$

2.8.13 Определение режимов резания на операцию 070
Круглошлифовальную чистовую.

«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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 35,01} = 318, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{15,5}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,13, \text{ мин.}$$

2.8.14 Определение режимов резания на операцию 075
Резьбошлифовальную.

«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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 60} = 186, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫЛ}} = \frac{90}{500} + \frac{5}{100} + 0,05 = 0,28, \text{ мин.}$$

2.8.15 Определение режимов резания на операцию 080 Полировальную.

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

$$V_{\kappa} = \frac{\pi \cdot D_{\kappa} \cdot n_{\kappa}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 25} = 227, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

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

где $F = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 35 \cdot 15,5 = 1703$, мм^2 – площадь обрабатываемой поверхности;

T – высота лепесткового круга;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент, зависящий от величин исходной и требуемой шероховатости поверхности;

$K_2 = 0,36$ - коэффициент, зависящий от диаметра лепесткового круга;

$K_3 = 0,82$ - коэффициент, зависящий от деформации лепесткового круга.

$$F = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 35 \cdot 15,5 = 1703, \text{ мм}^2.$$

Тогда

$$T_0 = 10^{-2} \frac{1703}{63} 1 \cdot 0,36 \cdot 0,82 = 0,08, \text{ мин.}$$

2.8.16 Определение режимов резания на операцию 085 Полировальную.

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

$$V_{\kappa} = \frac{\pi \cdot D_{\kappa} \cdot n_{\kappa}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 25} = 227, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = 10^{-2} \frac{1813}{63} 1 \cdot 0,36 \cdot 0,82 = 0,08, \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Исходные данные

На операции 030 Шпоночно-фрезерная обрабатывается шпоночный паз. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1.

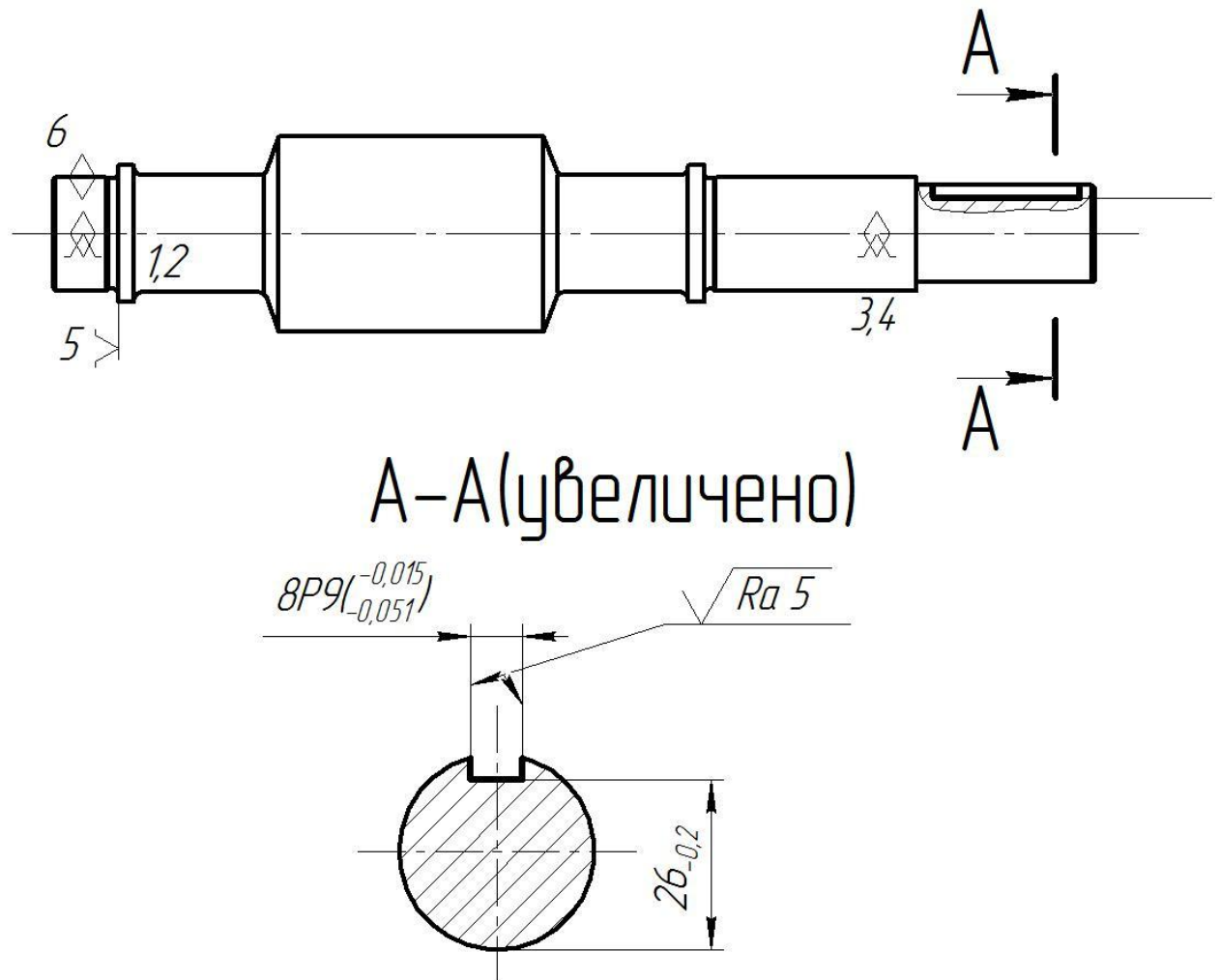


Рисунок 3.1 - Эскиз операции 030

В призмах при обработке вала для размера h могут быть следующие измерительные базы.

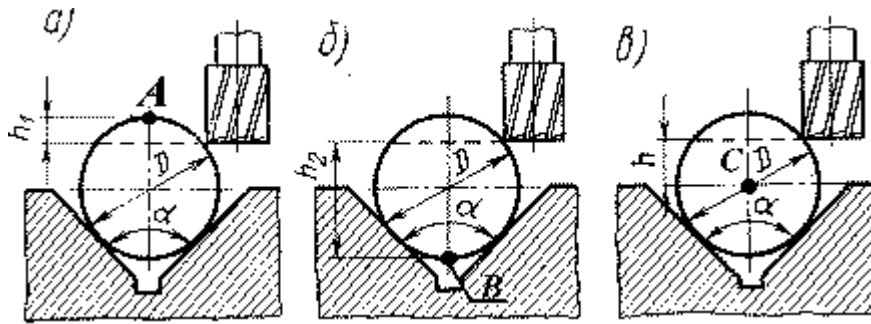


Рисунок 3.2 - Измерительные базы в призме при обработке валов

При обработке нашей детали угол призмы равен 90° , это соответствует схеме измерения б, поэтому погрешность базирования рассчитаем из зависимости

$$\varepsilon_{\delta} = \delta_{\text{д}} \frac{\left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)}{2} \quad (3.1)$$

$$\varepsilon_{\delta} = 0,62 \cdot \frac{\left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right)}{2} = 0,013 \text{ мм} \cdot$$

3.2 Определение сил резания и усилия закрепления.

Окружную силу резания при фрезеровании рассчитывается из зависимости:

$$P_x = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (3.2)$$

где $t = 4$ мм – припуск на обработку;

$C_p = 68$ – постоянная; [10]

$S = 0,05$ мм/об – подача;

$B = D = 8$ мм – ширина фрезерования и диаметр фрезы;

$x = 0,86$; $y = 0,74$; $q_p = -0,86$ – постоянные коэффициенты.

Тогда

$$P_{x,z} = 68 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 8^1 \cdot 8^{-0,86} = 32,7 \text{ Н.}$$

Определим суммарное значение сил резания

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} . \quad (3.3)$$

$$P = \sqrt{32,7^2 + 32,7^2} = 46,2, H .$$

Определим силу зажима при данной схеме

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P \quad [11] \quad (3.4)$$

где K – поправочный коэффициент.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

$$K_0 = 1,5; K_2 = 1,0; K_3 = 1,2; K_4 = 1,0; K_5 = 1,2; K_6 = 1,0$$

коэффициенты, учитывающие условия обработки. [11]

Тогда

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 2,7 \cdot$$

Следовательно

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P = \frac{2,7 \cdot \sin 45^\circ}{0,1} \cdot 46,2 = 882, H$$

4 Проектирование режущего инструмента

В разделе 3 проведено описание шпоночно-фрезерной операции 30. В этом разделе спроектируем концевую фрезу для данной операции.

4.1 Исходные данные.

Заготовка изготовлена из стали 45 с $\sigma_B = 820$ МПа.

Глубина обработки $t = 4$ мм.

Для обработки стали 45 применим инструментальный материал твердый сплав Т5К10.

4.2 Расчёт конструктивных элементов рабочей части фрезы.

Конструктивно принимаем диаметр концевой фрезы $d = 8$ мм.

Длину фрезы найдем по формуле:

$$L = l_1 + l + l_2, \quad [13] \quad (4.1)$$

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 $l = 4d$. [14]

$$l = 4 \cdot 8 = 32, \text{ мм.}$$

Определим длину шейки

$$l = 4 \left(\sqrt[4]{d} + \frac{12}{d} \right), \quad (4.2)$$

$$l = 4 \times \left(\sqrt[4]{8} + \frac{12}{8} \right) = 12,7, \text{ мм.}$$

Принимаем $l = 12$ мм, $d_{III} = d = 8$ мм.

Найдем общую длину

$$L = 32 + 12 + 60 = 104, \text{ мм.}$$

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

Найдем число зубьев фрезы .

$$z = (0,1\dots1,3)d \geq 2\dots12. \quad [14] \quad (4.3)$$

Тогда $z = (0,1\dots1,3) \cdot 8 \geq 2\dots12$.

Примем $z = 4$.

Угол наклона стружечной канавки у концевых фрез выбирают из диапазона $\omega = 30\dots45^\circ$. Примем $\omega = 30^\circ$.

Найдем радиус спинки зуба из соотношения

$$R = (0,3\dots0,45)d. \quad [14] \quad (4.4)$$

Тогда $R = (0,3\dots0,45) \cdot 8 = 2,4\dots3,6$, мм.

Примем $R = 3$ мм.

«Формула для расчета переднего угла при резании сталей имеет вид»: [15]

$$\gamma = C_\gamma \frac{\sigma_B}{1000}^x, \quad (4.5)$$

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]

$$\alpha = \frac{C_\alpha}{a^{0,3}}, \quad (4.6)$$

где $a = t = 4$ мм – толщина среза.

«При обработке сталей поправочный коэффициент $C_\alpha = 7,6$ ». [15]

Подставляя значения получим

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

Принимаем $\alpha = 5^\circ$.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка».

5.1 «Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта».

[20]

Таблица 5.1 – «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 червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка	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 червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка	операция шпоночно-фрезерная 030	фрезеровщик	шпоночно-фрезерный станок 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами	сталь 45 ГОСТ 1050-88, СОЖ-Литол

5.2 Идентификация профессиональных рисков.

Идентификацию профессиональных рисков сведем в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 – «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>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [21]</p>	<p>стружка стальная</p> <p>пары смазочно-охлаждающей жидкости</p> <p>электрический ток</p> <p>вибрация при обработке</p>

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
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 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>

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

Таблица 5.3 – «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» [21]	централизованная автоматизированная система удаления стружки цеха	специальная одежда рабочего, имеющая высокую плотность; защитный экран станка, защищающий оператора от вылета стружки
2	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	Централизованная вентиляционная система цеха	респираторы, являющиеся индивидуальным средством защиты оператора станка
3	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]	Система заземления, выполняемая каждой единице технологического оборудования, подключенного к электрической сети цеха; резиновые коврики и деревянные щиты, на которых находится оператор во время работы	«специальная одежда рабочего» [21]
4	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими	Система поглощения вибрации станка (демпферы)	«специальная одежда рабочего» [21]

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [21]		

5.4 «Обеспечение пожарной безопасности технического объекта».

[20]

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

Таблица 5.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара».

[20]

№ п/п	«Участок, подразделение» [20]	«Оборудование» [20]	«Класс пожара» [20]	«Опасные факторы пожара» [20]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [20]
1	Участок механической обработки	токарный станок с ЧПУ 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 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами	Е	тепловой поток	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]

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

[20]

Таблица 5.5 – «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

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

Таблица 5.6 – «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 SAMAT-400XC, патрон токарный, центр упорный	Систематическое проведение инструктажей по пожарной безопасности. Применение автоматизированных систем оповещения. Контроль безопасной эксплуатации технологического оборудования.	Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
шпоночно-фрезерный станок 692Д, патрон цанговый, приспособление с призмами	Систематическое проведение инструктажей по пожарной	Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического

Продолжение таблицы 5.6

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

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

5.5.1 «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 5.7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта». [20]

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса» [20]	«Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технологического оборудования), энергетической установки транспортного средства и т.п.» [20]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)» [20]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)» [20]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.» [20]
1	2	3	4	5
токарная	токарный станок с	«факторы,	Отработанная	«разрывающи

Продолжение таблицы 5.7

1	2	3	4	5
чистовая операция 020	ЧПУ САМАТ-400ХС, патрон токарный, центр упорный	связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]	смазочно-охлаждающая жидкость	е части твердых объектов» (стружка)
шпоночно-фрезерная 030	шпоночно-фрезерный станок 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	«разрывающие части твердых объектов» (стружка)

5.5.2 «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 5.8 – «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 САМАТ-400ХС, шпоночно-фрезерный станок 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

Продолжение таблицы 5.8

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

5.6 Заключение.

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

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

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

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.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Червяк» коснулись шпоночно-фрезерной операции 030, где был применен автоматизированное станочное приспособление, что привело к сокращению вспомогательного времени операции на 42%. На этой же операции нами была заменена концевая фреза из быстрорежущей стали P6M5 на концевую фрезу из твердого сплава T5K10. Данное совершенствование привело к увеличению стойкости инструмента и уменьшению основного времени примерно на 23%.

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 59471 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Червяк» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Червяк» 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 6.1.

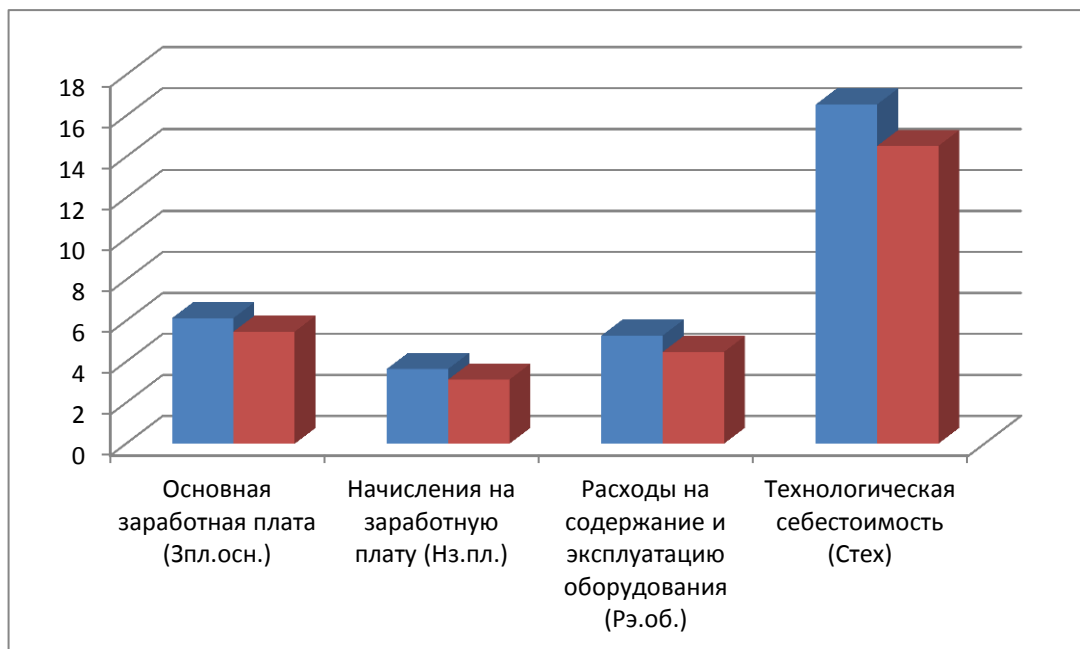


Рисунок 6.1 – Технологическая себестоимость детали «Червяк», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 14,1%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 12,11 рублей, что составило 13,5%.

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 103,53 рублей, а по проектируемому – 87,65 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 15,88 рублей с единицы изделия или 15,3%. 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 41679 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 7766 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 «Червяк» 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 1,26 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления червяка коробки подач вертикально-фрезерного станка заданного качества с минимальной себестоимостью.

На операции 020 Токарная чистовая и 030 Шпоночно-фрезерная разработаны наладки технологические.

Для оснащения шпоночно-фрезерной операции 030 нами разработана конструкция автоматизированного станочного приспособления для базирования заготовки, а также разработана конструкция концевой фрезы для обработки шпоночного паза из твердого сплава.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности.

Экономический расчет показал эффективность работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьева, Г.А. Конструкционные стали и сплавы : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 440 с.
2. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – М. : ИНФРА-М, 2019 – 330 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные покованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 35 с.
4. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении : 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. 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.
8. Режимы резания металлов : справочник/ Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.] – М. : НИИТАвтопром, 1995. – 456 с.
9. ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 30 с.
10. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: Станочные приспособления : учеб. пособие / В.В. Клепиков. - М. : ИНФРА-М, 2019 – 345 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. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – Введ. 2009-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 10 с.
13. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М. : ИНФРА-М, 2019. – 415 с.
14. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
15. 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).
16. Кане, М.М. Технология машиностроения : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Высшэйшая 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.																		
Проект																		
Разраб.	Соколов																	
Пров.	Лозинов																	
Н. контр.																		
МД1																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МБ								
М02	-	166	3.0	1		0.56	16		1	5.53								
А	Уч. РМ	Омер.	Код, наименование операции			Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпз.	Тшт.				
А01	ХХ	ХХ	005	4211	Центровально – подрезная	НОТ	ХХХ											
Б02	381261	0	Центровально-подрезной 2-хст	2А911-1	1	19158	311	1	1	1	142	1						
О03	Сверлимь центровые отверстия, выдержжаная размеры $\phi 5^{+0.5}$, 5 ± 0.15 , 4.85 ± 0.15 , $\phi 10$, $6^{+0.45}$; подрезать торцы (поверхности I и 22)																	
О04	в размер 320 ± 0.7 , обточимь поверхность 2, выдержжаная размер $\phi 30$, $3-0.15$.																	
Т05	391210 Сверло центровочное Р6М5 Гост 14952-75; ХХХХХ 4-хгроч. пластина ВК8 ГОСТ19051-73.																	
Т06	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ166-80; 393120 калибр – пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882 - 77																	
А07	ХХ	ХХ	ХХ	010	4233	Токарная черновая с ЧПУ	НОТ	ХХХ										
Б08	381021	5	Токарный патронный с ЧПУ	SAMAT-400XS	1	16095	322	1	1	1	142	1						
О09	Точимь поверхность 21, выдержжаная размер $\phi 30$, $3-0.15$; точимь поверхность 19, выдержжаная размер 300 , 3 ± 0.65 ; точимь																	
О10	Поверхность 18, выдержжаная размер $\phi 42$, $3-0.42$; точимь поверхность 17, выдержжаная размер $\phi 36$, $3-0.42$; точимь поверхность 16,																	
О11	выдержжаная размер 20^{+1} ; точимь поверхность 15, выдержжаная размер $\phi 60$, $3-0.1$.																	
Т12	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 центр змуч. ГОСТ 3889-80; 392190 резец сбор. прох. края Т15К6 ГОСТ 18878-73;																	
Т13	393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-250-0.05 ГОСТ166-80; 393120 калибр-пробка для контроля отверстий ГОСТ 3882-78.																	
МК																		

Дубл. Взам. 110001																						
	цех	уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	У1	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	1 пз.	1 шт.					
																						2
A01	XX	XX	XX	015	4233	Токарная черновая с ЧПУ	ИОТ	XX														
B02	38	1021	5			Токарный патронный с ЧПУ SAMAT-400XS 1	16045	322	1	1	1	1	1	142	1							
O03						Точильная поверхность 2, выдерживаемая размер $\varnothing 30,3_{-0,05}$; точильная поверхность 3, выдерживаемая размер $\varnothing 34,7 \pm 0,37$; точильная поверхность 4,																
O04						Выдерживаемая размер $\varnothing 35,3_{-0,05}$; точильная поверхность 5, выдерживаемая размер $\varnothing 35,3_{-0,05}$; точильная поверхность 7, выдерживаемая размер																
O05						$119,7 \pm 0,435$; точильная поверхность 8, выдерживаемая размер $\varnothing 47,3_{-0,05}$; точильная поверхность 9, выдерживаемая размер $\varnothing 36,3_{-0,05}$; точильная																
O06						поверхность 10, выдерживаемая размер $20^{\circ} \pm 1'$;																
T07	396110					Патрон поводк. ГОСТ 2571-71; 392841 диаметр умор. ГОСТ 3889-80; 392190 резец сборный крох правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																
T08	393311					Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166-80; 393120 калибр-пробка для контроля отверстия ГОСТ 3882-78.																
A09	XX	XX	XX	020	4233	Токарная чистовая с ЧПУ	ИОТ	XX														
B10	38	1021	5			Токарный патронный с ЧПУ SAMAT-400XS 1	16045	322	1	1	1	1	1	142	1							
O11						Точильная поверхность 21, выдерживаемая размер $\varnothing 35,1_{-0,050}^{+0,050}$; выточенная фаска $1:45^{\circ}$; точильная поверхность (поверхность 20), выдерживаемая																
O12						размеры $3 \pm 0,125, 45^{\circ}$; R1; R0.5; точильная поверхность 19, выдерживаемая размер $300 \pm 0,65$; точильная поверхность 18, выдерживаемая размер																
O13						$\varnothing 42_{-0,05}$; точильная поверхность 17, выдерживаемая размеры $\varnothing 36_{-0,05}$; R2; точильная поверхность 16, выдерживаемая размер $20^{\circ} \pm 1'$;																
O14						Точильная поверхность 15, выдерживаемая размер $\varnothing 60_{-0,075}$;																
T15	396110					Патрон поводк. ГОСТ 2571-71; 392841 диаметр умор. ГОСТ 3889-80; 392190 резец сборный крох правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;																
T16	393311					Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166-80; 393120 калибр-пробка для контроля отверстия ГОСТ 3882-78.																
МК																						

Дупл.																				
Взам.																				
ГОСП.																				
																				3
А	Цех Уч	РМ	Спер	Код наименования операции		Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	ЮР	КОИД	ЕН	ОП	Клмт	Гпз	Тшт.				
A01	ХХ	ХХ	025	4233 Токарная чистовая с ЧПУ		НОТ ХХХ														
B02	38	1021	5	Токарный латронный с ЧПУ SAMAT-400ХС		1	16045	322	1	1	1	1	1	1	142	1				
О03	Точить поверхность «», выдерживая размер $\varnothing 30 \pm 0.020$, на длину 54 ± 0.37 ; выточить фаску $1 \times 45^\circ$; точить поверхность 3.																			
О04	выдерживая размер 55 ± 0.37 ; точить поверхность 4, выдерживая размер $\varnothing 33 \pm 0.025$; точить поверхность 5, выдерживая размер																			
О05	$\varnothing 35.6_{-0.05}^{-0.05}$; точить канавку (поверхность 6), выдерживая размеры 3 ± 0.125 ; 45° ; $R1$; $R0.5$; точить поверхность 7, выдерживая размер																			
О06	120 ± 0.435 ; точить поверхность 8, выдерживая размер $\varnothing 42_{-0.05}$; точить поверхность 9, выдерживая размеры $\varnothing 36_{-0.05}$; $R2$;																			
О07	точить поверхность 10, выдерживая размер $20^\circ \pm 1^\circ$.																			
T08	396110 Патрон поводк ГОСТ 2571-71; 392841 цитир уморн ГОСТ 3889-80; 392190 резец сборный прох правый Г15К6 ГОСТ 18878-73;																			
T09	391311 Штангенциркуль ШЦ-III-250-0.05 ГОСТ 166-80; 393120 калибр-пробка для контроля отверстия ГОСТ 3882-78.																			
A10	ХХ	ХХ	030	Шпоночно-фрезерная		НОТ ХХХ														
B11	38	1671	7	Шпоночно-фрезерный станок 692Д		1	19479	322	1	1	1	1	1	142	1					
О12	Фрезеровать шпоночный паз (поверхности 23, 24, 25), выдерживая размеры $8R9_{-0.015}$; $26_{-0.2}$; $R4_{-0.2}$; 5 ± 0.15 ; 45 ± 0.31 .																			
T13	396180 Приспособление для фрезерования; 391820 Фреза концевая Г15К6 ГОСТ 9374-80.																			
T14	393311 Штангенциркуль ШЦ-III-150-0.05 ГОСТ 166-80; ХХХХХ Смет. шаблон; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79																			
A15	ХХ	ХХ	035	Резьбофрезерная черновая		НОТ ХХХ														
B16	38	1673	0	Резьбофрезерный станок КУ-240		1	17985	322	1	1	1	1	1	142	1					
МК																				

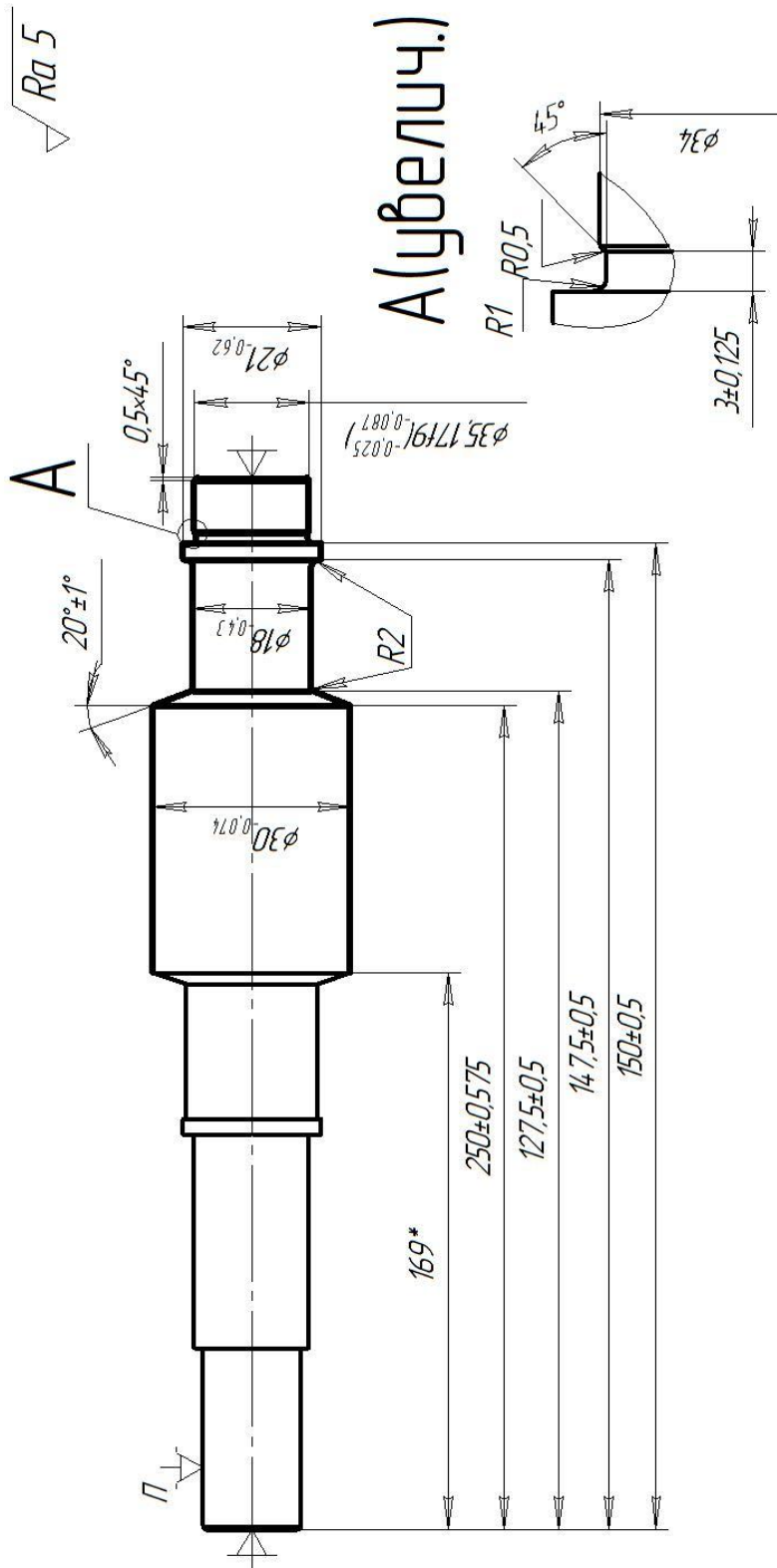
Дубл.	Взам.	Групп.													4
			А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	
Уч.	РМ	Спер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	С/М	Проф.	Р	УГ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Пз.	шт.
001	Фрезеровать резьбу (поверхности 12, 13, 14), выдерживая размеры $m=3\text{мм}$, $\beta=20^\circ$; направляющие вилки – правые, Ø50.36 _{-0.25}														
T02	Фреза резьбовая Т15К6 ГОСТ 1336 – 77. ХХХХХ Смет. шаблон; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79														
A03	ХХ ХХ ХХ 040 4274 Резьбофрезерная чистовая ИОТ ХХХ														
B04	38 1673 0 Резьбофрезерный станок КУ – 240 1 17985 322 1 1 1 142 1														
O05	Фрезеровать резьбу (поверхности 12, 13, 14), выдерживая размеры $m=3\text{мм}$, $\beta=20^\circ$; направляющие вилки – правые, Ø50.06 _{-0.045}														
T06	Фреза резьбовая Т15К6 ГОСТ 1336 – 77. ХХХХХ Смет. шаблон; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79														
A07	ХХ ХХ ХХ 045 5030 Термическая ИОТ ХХХ														
B08	ХХ ХХХ Х Установка ТВЧ														
A09	ХХ ХХ ХХ 050 4143 Центрошлифовальная ИОТ ХХХ														
B10	38 1300 1 Центрошлифовальный станок 3923 1 19630 322 1 1 1 142 1														
O11	Шлифовать центровые отверстия, с 2-х сторон, удерживая размер 60°														
T12	397130 Круг 1 6'10'2 24A F40 K6 V40м/с 2кл ГОСТ Р 52871 – 2007; ХХХХХ Смет. шаблон;														
A13	ХХ ХХ ХХ 055 4236 Круглошлифовальная черновая с ЧПУ ИОТ ХХХ														
МК															

Дубл.	Взам.	ГОСТ											шт.				
			цех	уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
А	Б	Б	цех	уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УГ	КР	КОИЩ	ЕН	ОП	Кшт	шт.
																	5
Б01	38 1311 1	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153Ф2 1	16045	322	1	1	1	1	1	142	1						
О02	Шлифовальное устройство 21 в размер $\varnothing 35,1^{+0,050}_{-0,025}$ на длину 15,5 ± 0,215.																
Т03	396310	Патрон мембранный хлоркоовый; 397130	Круг 1	259'25'76,2	244	F40	К6	V 40	м/с 2	экз	ГОСТ Р 52871 - 2007;						
Т04	394630	Прибор активного контроля БВ 6060-УНВ 40	ГОСТ 8517-80; 392841	Центр уморный	ГОСТ 13214-79												
А05	ХХ ХХ ХХ	060 4236	Круглошлифовальная черновая с ЧПУ ИОТ ХХХ														
Б06	38 1311 1	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153Ф2 1	16045	322	1	1	1	1	1	142	1						
О07	Шлифовальное устройство 4 в размер $\varnothing 35^{+0,025}_{-0,020}$; шлифовальное устройство 5 в размер $\varnothing 35,1^{+0,050}_{-0,025}$ на длину 16,5 ± 0,215.																
Т08	396310	Патрон мембранный хлоркоовый; 397130	Круг 1	259'25'76,2	244	F40	К6	V 40	м/с 2	экз	ГОСТ Р 52871 - 2007;						
Т09	394630	Прибор активного контроля БВ 6060-УНВ 40	ГОСТ 8517-80; 392841	Центр уморный	ГОСТ 13214-79												
А10	ХХ ХХ ХХ	065 4236	Круглошлифовальная чистовая с ЧПУ ИОТ ХХХ														
Б11	38 1311 1	Круглошлифовальный станок с ЧПУ 3М153Ф2 1	16045	322	1	1	1	1	1	142	1						
О12	Шлифовальное устройство 21 в размер $\varnothing 35^{+0,025}_{-0,025}$ на длину 15,5 ± 0,125.																
Т13	396310	Патрон мембранный хлоркоовый; 397130	Круг 1	259'25'76,2	244	М16	К6	V 40	м/с 2	экз	ГОСТ Р 52871 - 2007;						
Т14	394630	Прибор активного контроля БВ 6060-УНВ 40	ГОСТ 8517-80; 392841	Центр уморный	ГОСТ 13214-79												
МК																	

Дубл.	Взм.	ТЮСТ																			
			А		Б		В		Г		Д		Е		Ж		З		И		К
Шк	Уч.	Р/М	Спер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	С/М	Проф.	Р	У/1	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	шт.	1	6				
А01	ХХ	ХХ	ХХ	070	4236	Круглошлифовальная чистовая с ЧПУ ИОТ ХХХ															
Б02	38	1311	1	Круглошлифовальный стачок с ЧПУ 3МЛ53Ф2	1 16045 322	1	1	1	1	1	1	1	142	1							
О03	Шлифовать поверхность 5 в размер $\varnothing 35^{+0.017}_{-0.014}$ на длину 15.5 ± 0.125 .																				
Т04	396310	Патрон мембранный клачконый; 397130 Круг 1 259'25'76.2 24А МЛ6 К6 V 40м/с 2кл ГОСТР 52871 - 2007;																			
Т05	394630	Прибор актичного контроля БВ 6060-УНВ 40 ГОСТ 8517-80; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79																			
А06	ХХ	ХХ	ХХ	075	4135	Резьбошлифовальная ИОТ ХХХ															
Б07	38	1316	9	Резьбошлифовальный стачок 5887	1 19630 322	1	1	1	1	1	1	1	142	1							
О08	Шлифовать резьбу (ноч. 13, 14), выдерживая размеры $m=5$, $\beta=20^\circ$, направление вытока - круговое $d=50_{-0.1025}$.																				
Т09	396310	Патрон мембранный клачконый; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79;																			
Т10	397130	Круге 1 250'25'76.2 24А F40 К6 V 40м/с 2кл ГОСТР 52781-2007; XXXXXX Спец. шаблон;																			
А11	ХХ	ХХ	ХХ	080	4196	Полировальная ИОТ ХХХ															
Б12	38	1337	3	Шлифовально-полировальный стачок 3Е881	1 19630 322	1	1	1	1	1	1	1	142	1							
О13	Полировать поверхность 5 в размер $\varnothing 35^{+0.015}_{-0.012}$ на длину 16.5 ± 0.215 .																				
Т14	396310	Патрон мембранный клачконый; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79; 397130 Круг полировальный 300 30 76 25 АМД8 КВ																			
Т15	ГОСТ 51967 - 2002; 394630 Прибор актичен. Компр. БВ 6060-УНВ-40 ГОСТ 8517-80; 392841 Центр уморный ГОСТ 13214-79																				
МК																					

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

Дізн.											
Взм.											
Підп.											
Розроб						ТГУ		Лист 1			
Перевірл						Кафедра ОТМТ		Черв'як			
Н.контр.								020			



K3

