

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 барабана автокара складской системы

Студент

Д.А. Чураков

(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

Чураков Данила Алексеевич

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка техпроцесса изготовления барабана автокара складской системы».

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Тольятти, Тольяттинский государственный университет, 2019 г.

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

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

Пояснительная записка состоит из 72 страниц, графическая часть работы составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Систематизация поверхностей детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.5 Расчет припусков.....	14
2.6 Проектирование заготовки.....	16
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	17
2.8 Определение режимов резания.....	18
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	40
3.1 Проектирование станочной оснастки.....	40
4 Проектирование режущего инструмента.....	44
4.1 Исходные данные.....	44
4.2 Расчет геометрических параметров долбяка.....	44
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	47
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	47
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	47
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	49
5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	51
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..	53
5.6 Заключение.....	55

6 Экономическая эффективность работы.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	70

ВВЕДЕНИЕ

Технологический транспорт по территории обслуживания подразделяется на три вида, а именно внешний, межцеховой и цеховой.

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от следующих факторов: типа или размеров зданий, обслуживаемых транспортом; размеров грузооборота; вида производства и формы организации производства; характера изготавливаемой продукции, ее размеров и веса.

В каждом отдельном случае необходимо выбрать такой вид транспорта, который бы максимально рационально и экономично обслуживал процесс производства. Для этого нужно выполнить расчеты по определению затрат времени на перемещение того или иного груза, установить соответствие этого времени темпам производственных процессов, определить затраты на выбранный транспорт и определить степень их влияния на рост себестоимости изготавливаемой продукции.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления барабана автокара складской системы необходимого качества с наименьшей себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали.

Барабан является колесом с широкой периферией, по которому протягивается ремень или канат. Деталь является составляющей системы торможения автокара складской системы машиностроительного производства.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Выявим наиболее важные поверхности детали для их качественного изготовления.

Пронумеруем поверхности детали и представим их на рисунке 1.1.

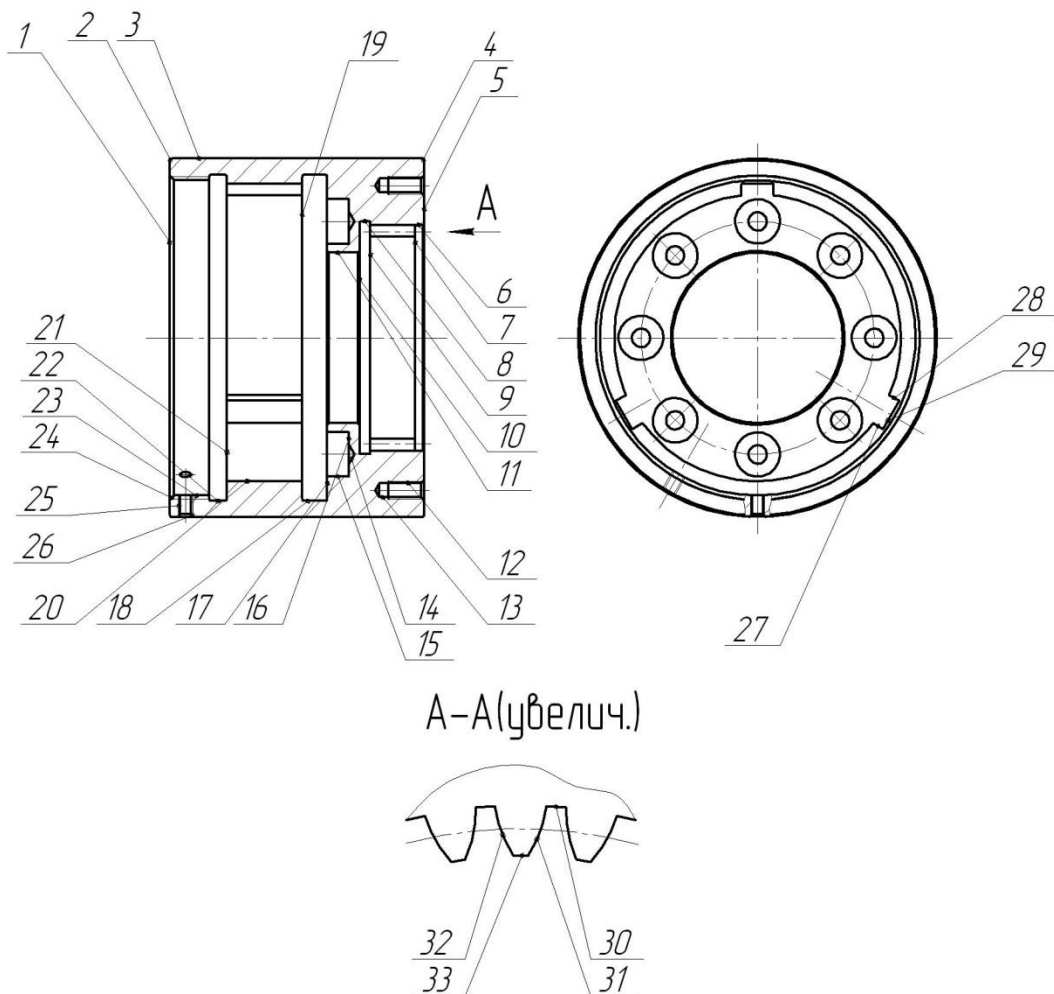


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями детали являются боковые стенки внутренних шпоночных пазов (поверхности 27 и 28), а также эвольвентные поверхности внутреннего зубчатого венца (поверхности 31 и 32).

Основными конструкторскими базами детали являются торцовая поверхность 1, а также внутренне центральное отверстие 11.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются резьбовые поверхности для винтов 12 и 25, внутренние цилиндрические поверхности 15, а также резьбовая поверхность центрального отверстия 23.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

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

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

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

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

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

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

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

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

2 Разработка технологической части работы

2.1 Определение типа производства.

Годовой объем выпуска равен $N = 3000$ штук в год, а масса детали $m = 14,4$ кг, поэтому определяем среднесерийный тип производства. [2]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

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

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

Рассчитаем размер партии деталей:

$$n = \frac{N \times a}{254}, \quad (2.1)$$

где $a = 24$ – периодичность запуска;

$N = 3000$ штук – программа выпуска деталей в год.

$$n = \frac{3000 \times 24}{254} = 283 \text{шт.}$$

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 – 1, класс точности штамповки – 4 [3], , масса штампованной заготовки – 27,00 кг.

Параметры заготовки из проката – Ø206x148 мм, масса заготовки из проката – 38,6 кг.

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

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

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

Тогда

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

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

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

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

Тогда

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

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

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

где $Q_{шт} = 27,0$; $q = 14,4$; $C_{отх} = 0,0144$. [4]

Тогда $C_{шт} = 0,2715 \cdot 27,0 + 0,6578 (27,0 - 14,4) \cdot 0,0144 = 15,44$, руб.

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

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

где $Q_{пр} = 38,6$ кг.

$$C_{ор} = 0,1219 \cdot 38,6 + 0,6578 \cdot (8,6 - 14,4) \cdot 0,0144 \cdot (8,6 - 14,4) = 20,28 \text{ , руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_z = C_n - C_{шт} \cdot N_z = (0,91 - 3,40) \cdot 3000 = 37500 \text{ , руб.}$$

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 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

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

Для обработки поверхности №3 с параметрами IT8, Ra 1,25 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка, шлифование черновое.

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

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

Для обработки поверхности №6 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №7 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №8 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №9 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №10 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №11 с параметрами IT8, Ra 1,25 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка, шлифование черновое.

Для обработки поверхности №12 с параметрами IT10, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, резьбонарезание.

Для обработки поверхности №13 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №14 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №15 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №16 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, цекование.

Для обработки поверхности №17 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

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

Для обработки поверхности №19 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №20 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №21 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №22 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №23 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №24 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

Для обработки поверхности №25 с параметрами IT10, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, резьбонарезание.

Для обработки поверхности №26 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, зенкование.

Для обработки поверхности №27 с параметрами IT10, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: долбежная обработка.

Для обработки поверхности №28 с параметрами IT10, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: долбежная обработка.

Для обработки поверхности №29 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: долбежная обработка.

Для обработки поверхности №30 с параметрами IT14, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: зубодолбежная обработка.

Для обработки поверхности №31 с параметрами IT9, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: зубодолбежная обработка.

Для обработки поверхности №32 с параметрами IT9, Ra 2,5 принимаем следующие виды механической обработки: зубодолбежная обработка.

Для обработки поверхности №33 с параметрами IT9, Ra 5 принимаем следующие виды механической обработки: токарная черновая и чистовая обработка.

2.5 Расчет припусков.

Выполним расчет припусков для поверхности $\varnothing 200h8_{(-0,072)}$, L=140 мм с параметром шероховатости Ra=1,25. Эта поверхность обрабатывается механическим путем, поэтому расчет припусков будем вести по методике, изложенной в [6].

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

Для каждого перехода определяем суммарную величину

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

где R_z – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

h_d – глубина дефектного слоя, мм.

По формуле $\Delta = 0,25 \cdot Td$ определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе (мм). [6]

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 2,5 = 0,625 .$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,460 = 0,115 .$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 115 = 0,029 .$$

$$\Delta_{70} = 0,25 \cdot 185 = 0,046 .$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,072 = 0,018 .$$

Рассчитаем минимальные и максимальные припуски (мм).

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

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,026 .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,115^2 + 0} = 0,315 .$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{\partial 0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,046^2 + 0^2} = 0,146 .$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \langle d_0 + Td_1 \rangle = 1,026 + 0,5(2,500 + 0,460) = 2,506 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \langle d_1 + Td_2 \rangle = 0,315 + 0,5(0,460 + 0,115) = 0,603 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \langle d_2 + Td_3 \rangle = 0,146 + 0,5(0,115 + 0,072) = 0,240 .$$

Определяем минимальное и максимальное значения размеров (мм).

$$d_{3\min} = 199,928 .$$

$$d_{3\max} = 200,000 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 200,000 + 2 \cdot 0,146 = 200,292 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 200,292 + 0,185 = 200,477 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 200,477 \cdot 0,999 = 200,277 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 200,277 + 0,115 = 200,392 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 200,392 + 2 \cdot 0,315 = 201,022 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 201,022 + 0,460 = 201,482 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 201,482 + 2 \cdot 1,026 = 203,534 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 203,534 + 2,500 = 206,034 .$$

Определяем средние значения размеров (мм).

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

$$d_{cp0} = 0,5 \langle d_{0\max} + d_{0\min} \rangle = 0,5(206,034 + 203,534) = 204,784 .$$

$$d_{cp1} = 0,5 \langle d_{1\max} + d_{1\min} \rangle = 0,5(201,482 + 201,022) = 201,252 .$$

$$d_{cp2} = 0,5 \langle d_{2\max} + d_{2\min} \rangle = 0,5(200,392 + 200,277) = 200,335 .$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(200,477 + 200,292) = 200,385 .$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(200,000 + 199,928) = 199,964 .$$

Определяем общий припуск на обработку (мм).

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

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

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

$$2Z_{\min} = 203,534 - 200,000 = 3,534 .$$

$$2Z_{\max} = 3,534 + 2,500 + 0,072 = 6,106 .$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,534 + 6,106) = 4,820 .$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

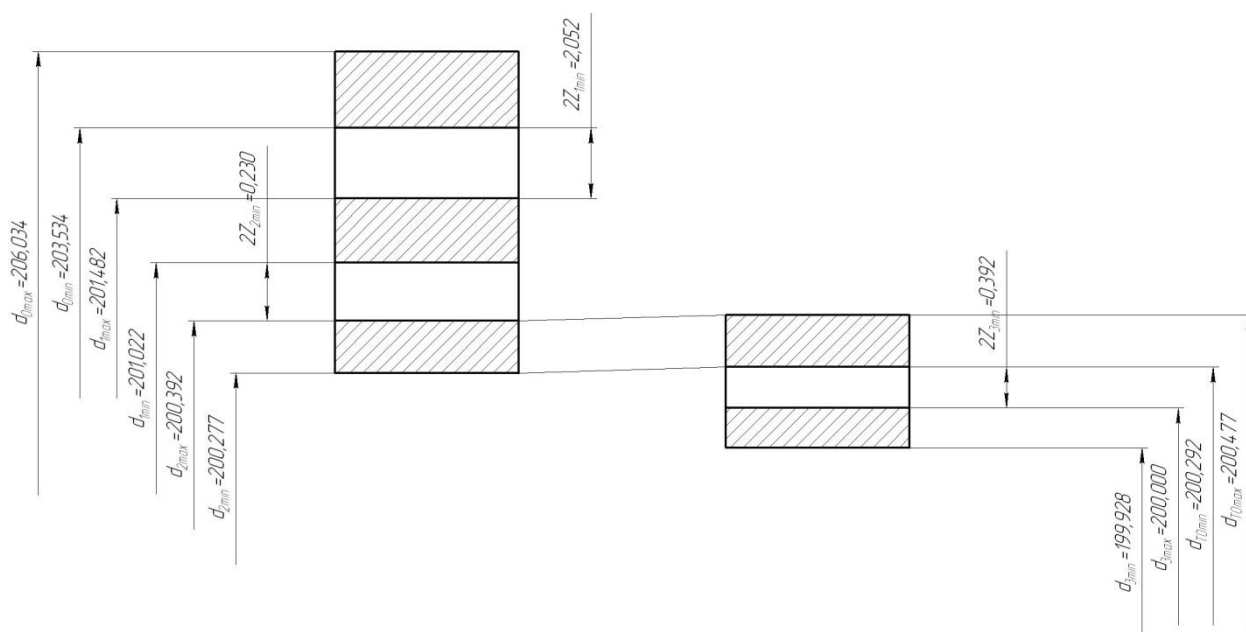


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность $\varnothing 200 h8(-0,072)$.

2.6 Проектирование заготовки.

«Допуски, припуски и кузнечные напуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик поковки и определяются исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, изготавливаемой

из поковки, а также в зависимости от величины размеров и массы поковки».
[3]

Для поковки 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.

$G_{\Pi} = 27,0$ кг – объем штамповки; $G_{\Phi} = 38,6$ кг – объем цилиндра, в который вписана деталь.

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{27,0}{38,6} = 0,7.$$

По этому показателю оцениваем степень сложности штамповки С1; исходный индекс заготовки – 11. [3]

2.7 Выбор средств технологического оснащения.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на токарных операциях 005, 010, 015, и 020 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]

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на сверлильных операциях 025, 030 и 035 выберем вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1, который предназначен для проведения различных сверлильных операций, а также для нарезания резьб метчиками.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на долбежной операции 040 выберем гидрофицированный долбежный станок 7Д430, который предназначен для обработки шпоночных пазов, шлицев и канавок на фасонных и плоских поверхностях, для долбления плоских и

фасонных поверхностей, вырезов, канавок в цилиндрических и конических отверстиях и долбления с поднутрением до 10° .

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на зубодолбежной операции 045 выберем зубодолбежный полуавтомат 5М14, который предназначен для нарезания цилиндрических зубчатых колес с прямыми и косыми зубьями как наружного, так и внутреннего зацепления в условиях индивидуального и главным образом серийного производства.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовальной операции 055 выберем внутришлифовальный станок с ЧПУ 3М225ВФ2, который предназначен для обработки отверстий и торцов в деталях типа втулок, шкивов инструментальных конусов, фланцев, шпинделей и зубчатых колес.

В целях оснащения технологического процесса в качестве оборудования на шлифовальной операции 060 выбираем круглошлифовальный станок с ЧПУ модели 3М132МВФ2, предназначенный для финишной обработки методом шлифования. На нем можно обрабатывать конические и цилиндрические поверхности. Станок используется в производствах массового и серийного типов.

2.8 Определение режимов резания.

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]

$V = 190$ м/мин – скорость резания по таблице. [8]

Тогда $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 201} = 301, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 250$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 201 \cdot 250}{1000} = 158, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{120}{75} = 1,60, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 1,5$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 112,15} = 540, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112,15 \cdot 500}{1000} = 176, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{56}{150} = 0,37, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 1,60 + 0,37 = 1,97, \text{ мин.}$$

2.8.2 Определение режимов обработки на операцию 010 Токарная черновая.

Переход I.

Глубина резания $t = 1,5 \text{ мм}$.

«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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190 \text{ м/мин}$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 201} = 301, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi}=250, \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 201 \cdot 250}{1000} = 158, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{120}{75} = 1,60, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 1,5$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 178} = 340, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 190 \cdot 315}{1000} = 188, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{90}{94,5} = 0,96, \text{ мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 1,5$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 182} = 332, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 182 \cdot 315}{1000} = 180, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{7 \cdot 3}{94,5} = 0,22, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 1,60 + 0,96 + 0,22 = 2,78, \text{ мин.}$$

2.8.3 Определение режимов обработки на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход I.

Глубина резания $t = 0,35$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 200,6} = 302, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 250$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,6 \cdot 250}{1000} = 157, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{120}{75} = 1,60, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 0,35$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 112,5} = 538, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 500$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 112,5 \cdot 500}{1000} = 177, \text{ м/мин.}$$

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

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

«Определение основного времени обработки детали на станке T₀, мин».

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{56}{150} = 0,37, \text{ мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 1,75$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S₀, 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 130} = 465, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 400$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 400}{1000} = 163, \text{ м/мин.}$$

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

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

«Определение основного времени обработки детали на станке T₀, мин».

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{6 \cdot 2}{120} = 0,10, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 1,60 + 0,37 + 0,10 = 2,07, \text{ мин.}$$

2.8.4 Определение режимов обработки на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход I.

Глубина резания $t = 0,35$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 200,6} = 302, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_\phi = 250$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200,6 \cdot 250}{1000} = 157, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{120}{75} = 1,60, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 0,35$ 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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 182} = 332, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 182 \cdot 315}{1000} = 180, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{50}{94,5} = 0,53, \text{ мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 1,0$ мм.

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

$$S_0 = 3. [8]$$

«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 $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$; $V = 190$ м/мин. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 190$, м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 180} = 336, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 315 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 315}{1000} = 178, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{22}{94,5} = 0,23, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = 1,60 + 0,53 + 0,23 = 2,36, \text{ мин.}$$

2.8.5 Определение режимов обработки на операцию 025 Сверлильная.

Переход I.

Глубина резания $t = 12,5$ мм.

«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]

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

где $D = 25$ мм – диаметр инструмента;

$C_V = 7,0$ – 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 $K_{MV} = 1,25$ – коэффициент на качество обрабатываемого материала;

[7]

$K_{UV} = 0,4$ – коэффициент на инструментальный материал; [7]

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

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 25^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 12,5^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,6, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20,6}{3,14 \cdot 25} = 262 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 250}{1000} = 19,6, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{oms} = 8$; $L_{px} = 15$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{8 \cdot 15}{50} = 2,40, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 4,22$ мм.

«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]

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

где $D = 25$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 25^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4,22^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,6 , \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20,6}{3,14 \cdot 25} = 262 , \text{ мин}^{-1} .$$

Примем $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 250}{1000} = 19,6 , \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 , \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{oms} = 8$; $L_{px} = 6$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{8 \cdot 6}{50} = 0,96 , \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,40 + 0,96 = 3,36 , \text{ мин.}$$

2.8.6 Определение режимов обработки на операцию 030 Сверлильная.

Переход I.

Глубина резания $t = 4,5$ мм.

«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]

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

где $D = 9$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин}; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 9^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 4,5^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 13,7, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 13,7}{3,14 \cdot 9} = 485 \text{ мин}^{-1} .$$

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

Уточним скорость резания

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

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

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

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{\text{омс}} = 6$; $L_{\text{рх}} = 28$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{6 \cdot 28}{80} = 2,10, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 1,6$ мм.

«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]

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

где $D = 11,2$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин}; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 11,2^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 1,6^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 14,9, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 14,9}{3,14 \cdot 11,2} = 424 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,2 \cdot 400}{1000} = 14,1, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{oms} = 6$; $L_{px} = 2$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{6 \cdot 2}{80} = 0,15, \text{ мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

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

$$S_0 = 0,5. [8]$$

«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 $D = 10$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин}; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

$$V = \frac{7,0 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,5^0 \cdot 0,50^{0,7}} \cdot 0,5 = 7,5, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 7,5}{3,14 \cdot 10} = 239, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi} = 200 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 200}{1000} = 6,3, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{oms} = 6$; $L_{px} = 20$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{6 \cdot 20}{40} = 3,00 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,10 + 0,15 + 3,00 = 5,25, \text{ мин.}$$

2.8.7 Расчет режимов обработки на операцию 035 Сверлильная.

Переход I.

Глубина резания $t = 3,5$ мм.

«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]

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

где $D = 11,2$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин}; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 3,5^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 12,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12,4}{3,14 \cdot 7} = 564 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 500}{1000} = 11,0, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{oms} = 2; L_{px} = 15$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{2 \cdot 15}{100} = 0,30, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 1,6$ мм.

«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]

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

где $D = 9,2$ мм – диаметр инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин}; [8]$$

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

где $K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0. [8]$

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 9,2^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 1,6^0 \cdot 0,20^{0,7}} \cdot 0,5 = 13,8, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 13,8}{3,14 \cdot 9,2} = 478 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 9,2 \cdot 400}{1000} = 11,6, \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{\text{омс}} = 2$; $L_{\text{рх}} = 1,6$ мм.

Тогда

$$T_0 = \frac{2 \cdot 1,6}{80} = 0,04, \text{ мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

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

$$S_0 = 0,5. \text{ [8]}$$

«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 инструмента;

$$C_V = 7,0; q = 0,4; m = 0,2; x = 0; y = 0,7; T = 25 \text{ мин; [8]}$$

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

где $K_{MV} = 1,25$; $K_{UV} = 0,4$; $K_{LV} = 1,0$. [8]

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,5^0 \cdot 0,50^{0,7}} \cdot 0,5 = 6,9, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 8} = 275 \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_{\phi}=250 \text{ мин}^{-1}$.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 250}{1000} = 6,3, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

Из условия операции примем $n_{\text{опс}} = 2; L_{\text{рх}} = 14 \text{ мм}$.

Тогда

$$T_0 = \frac{2 \cdot 14}{50} = 0,56, \text{ мин.}$$

Итоговое время операции

$$T_0 = 0,3 + 0,04 + 0,56 = 0,63, \text{ мин.}$$

2.8.8 Назначим режимы обработки на операцию 040 Долбежная.

Назначим радиальную подачу

$$S_p = 0,6 \text{ мм/дв.х. [8]}$$

Назначим частоту возвратно-поступательного хода долбяка

$$n = 500 \text{ дв.х./мин. [8]}$$

Назначим скорость резания

$$V = 30 \text{ м/мин. [8]}$$

2.8.9 Расчет режимов обработки на операцию 045 Зубодолбежная.

«Определение круговой подачи S_k , мм/дв.х.» [8]

$$S_k = S_{\text{к.табл}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где $S_{\text{к.табл}} = 0,3$ – подача по таблице, мм/дв.х.; [8]

$K_1 = 1,0$ – коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом; [8]

$K_2 = 1,0$ – коэффициент, определяемый углом наклона колеса. [8]

Тогда

$$S_k = 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 0,3, \text{ мм/дв.х.}$$

«Расчет скорости резания V ». [8]

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где $V_{\text{табл}} = 30$ – скорость резания по таблице; [8]

$K_3 = 1,0$ - коэффициент, определяемый обрабатываемым материалом; [8]

$K_4 = 1,0$ – коэффициент, определяемый материалом режущей части инструмента. [8]

Тогда

$$V = 30 \cdot 1 \cdot 1 = 30, \text{ м/мин.}$$

«Определение радиальную подачи S_p , мм/дв.х.»

$$S_p = 0,1 \dots 0,3 \cdot S_k = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06.$$

«Определение частоты возвратно-поступательного хода долбяка n , дв.х./мин»

$$n = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot L_{\text{р.х.}}},$$

где $L_{\text{р.х.}} = 30$ мм – длина рабочего хода долбяка. [8]

$$n = \frac{1000 \cdot 30}{2 \cdot 30} = 500, \text{ дв.х./мин.}$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{h_1}{S_p \cdot n} + \frac{\pi m z}{S_k \cdot n},$$

где $h_1 = 6,75$ мм – высота зуба колеса;

$m = 3,0$ мм – модуль;

$z = 40$ – количество зубьев нарезаемого колеса.

Тогда

$$T_0 = \frac{6,75}{0,06 \cdot 500} + \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 40}{0,3 \cdot 500} = 2,74, \text{ мин.}$$

2.8.10 Определение режимов обработки на операцию 055

Внутришлифовальная.

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

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

где $D_k = 80$ – диаметр шлифовального круга; [9]

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

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35, \text{ м/с.}$$

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

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

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 95} = 117, \text{ мин}^{-1}.$$

«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;

$L_p = 16 \text{ мм}$ – длина рабочих перемещений;

$S_p = 50 \text{ мм/мин}$ – подача при рабочих перемещениях;

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

$$\text{Тогда } \frac{8}{500} + \frac{16}{50} + 0,05 = 0,39, \text{ мин.}$$

2.8.11 Определение 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]

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 200} = 55,7, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[8]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{142}{50} + 0,05 = 2,91, \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочной оснастки.

3.1.1 Исходные данные.

На токарной чистовой операции 015 проводят обработку наружных и внутренних поверхностей заготовки, как показано на рисунке 3.1.

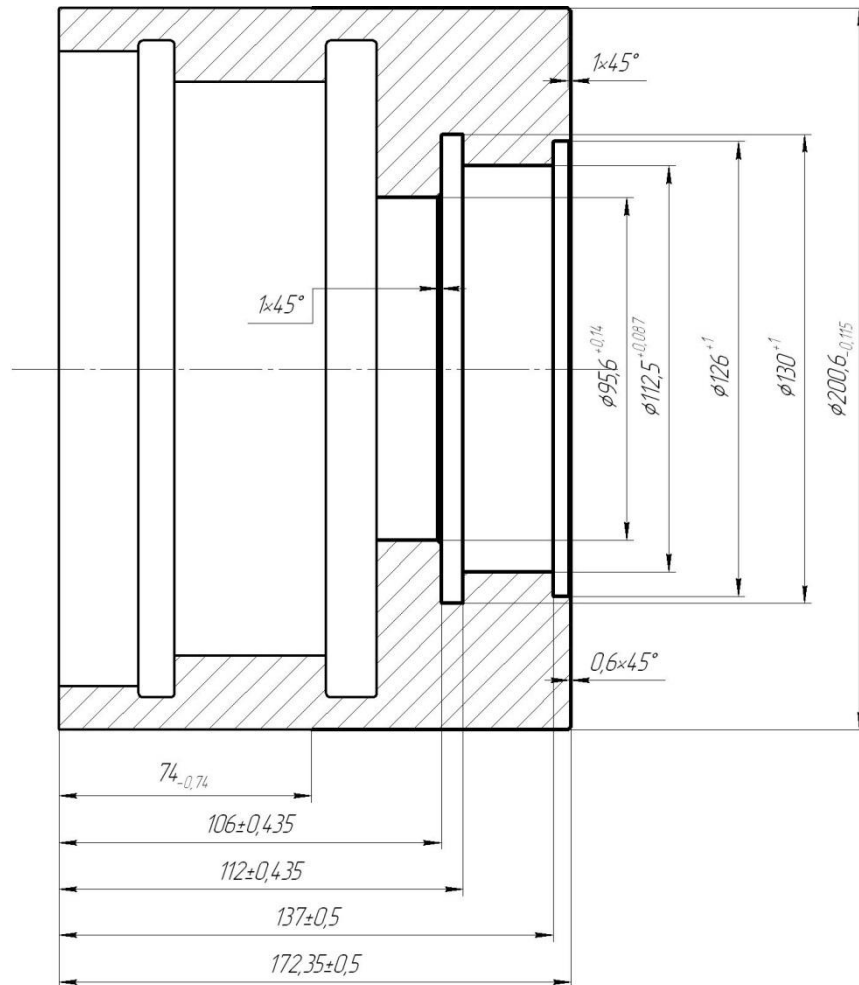


Рисунок 3.1 Эскиз операции 015

3.1.2 Определение зажимного усилия.

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

где C_p, n, x, y – поправочные коэффициенты, зависящие от условий обработки; T – стойкость инструмента; t – глубина резания; S – подача.

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

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

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

Рассчитаем P_y

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,35^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 157^{-0,3} \cdot 0,9 = 91, \text{ Н.}$$

Рассчитаем P_z

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,35^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 0,9 = 179, \text{ Н.}$$

Крутящий момент, который стремится повернуть заготовку

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

На рисунке 3.2 представлена схема закрепления заготовки.

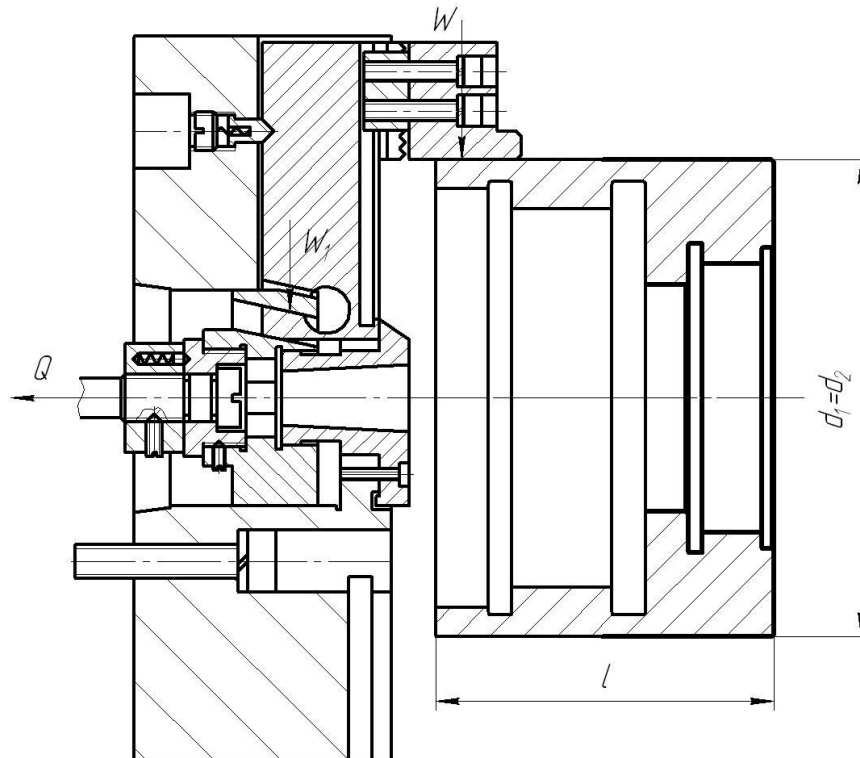


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки в приспособление.

Момент зажима, который препятствует провороту

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

Приравняем их

$$W = \frac{KM_p}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}, \quad (3.5)$$

Коэффициент запаса

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

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

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

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

Тогда

$$W = \frac{1,8 \cdot 91 \cdot 200,6}{0,3 \cdot 200,6} = 1092, \text{ Н.}$$

Рассчитаем необходимое усилие силового привода

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

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

где α - угол скоса клина; φ - угол трения на наклонной поверхности клина;
 φ_1 - угол трения на плоской поверхности клина

Получим

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

$$\text{Тогда } Q = \frac{1092}{2,1} = 691, \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет силового привода.

Рассчитаем необходимый диаметр поршня.

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

где $P = 0,4$ МПа (для пневмоцилиндра).

Тогда

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 991}{0,4} + 30^2} = 219, \text{ мм.}$$

Пневмоцилиндр с диаметр более 120 мм не возможно установить на выбранный токарный станок, поэтому рассчитаем гидропривод.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14857}{2,5} + 30^2} = 89,8 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

Определим необходимый ход поршня

$$S_0 = S_w / i_n \tag{3.10}$$

где $i = 1/i_c$ – передаточное отношение зажимного механизма по смещению. Значение S_0 принимается с некоторым запасом 10-15 мм.

Таким образом, принимаем $S_0 = 20$ мм.

4 Проектирование режущего инструмента

На зубодолбежной операции 045 проводится обработка внутренних зубьев детали на зубодолбежном станке. Эскиз операции представлен на рисунке 4.1.

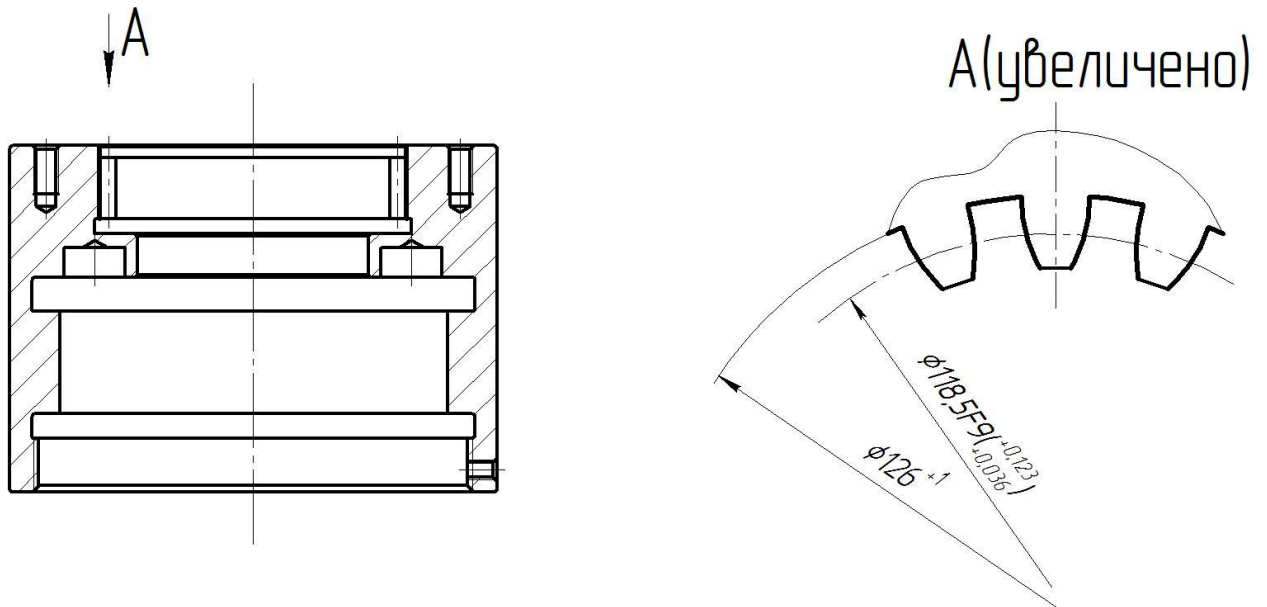


Рисунок 4.1 – Эскиз операции 045

4.1 Исходные данные.

Модель зубьев обрабатываемой детали $m = 3$ мм.

Число зубьев обрабатываемой детали $z = 40$.

Угол профиля зубьев $\omega = 0$.

Ориентировочное число зубьев долбяка $Z_0 = 24$. [12]

4.2 «Расчет геометрических параметров долбяка». [12]

4.2.1 «Определение ориентировочного диаметра делительной окружности долбяка». [12]

$$D_0 = m \cdot Z_0 = 3 \cdot 24 = 72, \text{ мм.}$$

Принимаем нормализованный делительный диаметр D_n [12]

$$D_n = 80, \text{ мм.}$$

Определение числа зубьев долбяка

$$Z = \lfloor D_n / m \rfloor = 80 / 3 \approx 27, \text{ мм.}$$

тогда окончательный диаметр делительной окружности долбяка

$$D = m \cdot Z = 3 \cdot 27 = 81, \text{ мм.}$$

4.2.2. «Расчет диаметров окружностей выступов и впадин долбяка в его исходном сечении». [12]

$$D_{a.исх} = D + 2H_{a.исх} = D + 2,5m = 81 + 2,5 \cdot 3 = 88,5, \text{ мм.}$$

$$D_{f.исх} = D - 2H_{f.исх} = D - 2,5m = 81 - 2,5 \cdot 3 = 73,5, \text{ мм.}$$

4.2.3 «Расчет толщины зуба долбяка по дуге делительной окружности в исходном сечении». [12]

$$S_{исх} = 0,5 \cdot \pi \cdot m + \Delta = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 3 + 0,14 = 4,85, \text{ мм.}$$

приняв $\Delta = 0,14$ - утолщение зуба. [12]

4.2.4 «Расчет профильного угла долбяка на делительной окружности». [12]

$$\Omega = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{tg} \omega}{1 - \operatorname{tg} \gamma_0 \operatorname{tg} \alpha_0}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{1 - \operatorname{tg} 5^\circ \cdot \operatorname{tg} 6^\circ}\right) = 20,171^\circ = 0,352 \text{ рад.}$$

4.2.5 «Расчет минимально допустимой с точки зрения периода стойкости долбяка толщины его зуба на окружности выступов». [12]

$$S_{a \min} = 0,51\sqrt{m} = 0,51\sqrt{3} = 0,883, \text{ мм.}$$

4.2.6 «Расчет величины смещения исходного сечения долбяка». [12]

Зададимся двумя параметрами смещения исходного сечения, подбирая первое в интервале 1...5 мм, а второе – в интервале 8...15 мм

$$A_1 = 2 \text{ мм}, A_2 = 8 \text{ мм.}$$

Для каждого A_i рассчитываем:

– диаметр выступов долбяка

$$D_{ai} = D_{a \text{ исх}} + 2A_i \operatorname{tg} \alpha_0;$$

$$D_{a1} = 88,5 + 2 \cdot 2 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 88,920, \text{ мм;}$$

$$D_{a2} = 88,5 + 2 \cdot 8 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ = 90,182, \text{ мм;}$$

– угол давления эвольвенты на окружности выступов

$$\Omega_{ai} = \arccos\left(\frac{D}{D_{ai}} \cos\Omega\right)$$

$$\Omega_{a1} = \arccos\left(\frac{88,5}{88,920} \cos 20,171^\circ\right) = 0,365, \text{ рад}$$

$$\Omega_{a2} = \arccos\left(\frac{88,5}{90,182} \cos 20,171^\circ\right) = 0,400, \text{ рад}$$

– толщину зуба на окружности выступов

$$S_{ai} = D_{ai} \left(\frac{S_{исх}}{D} + \text{inv} \Omega - \text{inv} \Omega_{ai} \right),$$

$$S_{a1} = 88,92 \left(\frac{4,85}{81} + \text{inv} 0,352 - \text{inv} 0,365 \right) = 5,146 \text{ мм}$$

$$S_{a2} = 90,182 \left(\frac{4,85}{81} + \text{inv} 0,352 - \text{inv} 0,400 \right) = 4,678 \text{ мм}$$

4.2.7 «Расчет величины смещения исходного сечения долбяка A , соответствующую найденной». [12]

Толщине $S_{a \min}$ соответствует $A=4,397$.

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}; \quad \frac{A - A_1}{A_2 - A_1} = \frac{S_{a \min} - S_{a1}}{S_{a2} - S_{a1}};$$

$$A = \frac{(A_2 - A_1)(S_{a \min} - S_{a1})}{S_{a2} - S_{a1}} + A_1 = 4,397.$$

4.2.8 «Расчет диаметров выступов и впадин нового долбяка с учетом смещения исходного сечения». [12]

$$D_a^{\text{HOB}} = D_{a \text{исх}} + 2A \text{tg} \alpha_o = 88,5 + 2 \cdot 4,397 \cdot \text{tg} 6^\circ = 89,424, \text{ мм};$$

$$D_f^{\text{HOB}} = D_{f \text{исх}} + 2A \text{tg} \alpha_o = 73,5 + 2 \cdot 4,397 \cdot \text{tg} 6^\circ = 74,424, \text{ мм}.$$

«Расчет толщины зуба нового долбяка по делительной окружности». [12]

$$S_{\text{нов}} = S_{\text{исх}} + 2A \text{tg} \alpha_o \text{tg} \Omega = 4,85 + 2 \cdot 4,397 \cdot \text{tg} 6^\circ \text{tg} 20,171^\circ = 5,190.$$

«Расчет толщины зуба нового долбяка по окружности выступов». [12]

$$S_a^{\text{HOB}} = D_a^{\text{HOB}} \left(\frac{S_{\text{нов}}}{D} + \text{inv} \Omega - \text{inv} \Omega_a^{\text{HOB}} \right) = 89,424 \left(\frac{5,190}{81} + \text{inv} 0,352 - \text{inv} 0,555 \right) = 1,259,$$

где $\Omega_a^{\text{HOB}} = \arccos\left(\frac{D}{D_a^{\text{HOB}}} \cos\Omega\right) = \arccos\left(\frac{81}{89,424} \cos 20,171^\circ\right) = 0,555 = 56,3^\circ.$

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка техпроцесса изготовления барабана автокара складской системы».

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 барабана автокара складской системы	токарная чистовая операция 015	оператор токарного станка с ЧПУ	токарный станок с ЧПУ модели SAMAT-400XC, патрон токарный, центр упорный	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, СОЖ-Литол
2	Технологический процесс изготовления барабана автокара складской системы	операция зубодолбежная 045	станочник	зубодолбежный станок 5М14, патрон цанговый	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, СОЖ-Литол

5.2 Идентификация профессиональных рисков.

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 015	<p>«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий» [21]</p> <p>«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и 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 зубодолбежная 045	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [21] «опасные и вредные производственные факторы, связанные 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]	стружка стальная пары смазочно-охлаждающей жидкости электрический ток

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	«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	«специальная одежда рабочего» [21]
4	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [21]	Система поглощения вибрации станка (демпферы)	«специальная одежда рабочего» [21]

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-400XS, патрон токарный, центр упорный	Е	«тепловой поток» [20]	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]
2	Участок механической обработки	зубодолбежный станок 5М14, патрон цанговый	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-400XS, 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.
зубодолбежный станок 5M14, патрон цанговый	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 015	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)
операция зубодолбежная 045	зубодолбежный станок 5М14, патрон цанговый	«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, зубодолбежный станок 5М14
«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 «Барабан тормозной» коснулись

- токарной чистовой операции 015, где было применено автоматизированное станочное приспособление, что привело к сокращению вспомогательного времени операции на 34%;

- на зубодолбежной операции нами был заменен режущий инструмент – зуборезный долбяк чашечного типа из быстрорежущей стали Р6М5 на зуборезный долбяк быстрорежущей стали Р6М5 с износостойким покрытием. Данное совершенствование привело к увеличению стойкости инструмента и уменьшению основного времени примерно на 37%.

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 58132 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Барабан тормозной» в объеме 3000 штук в год.

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

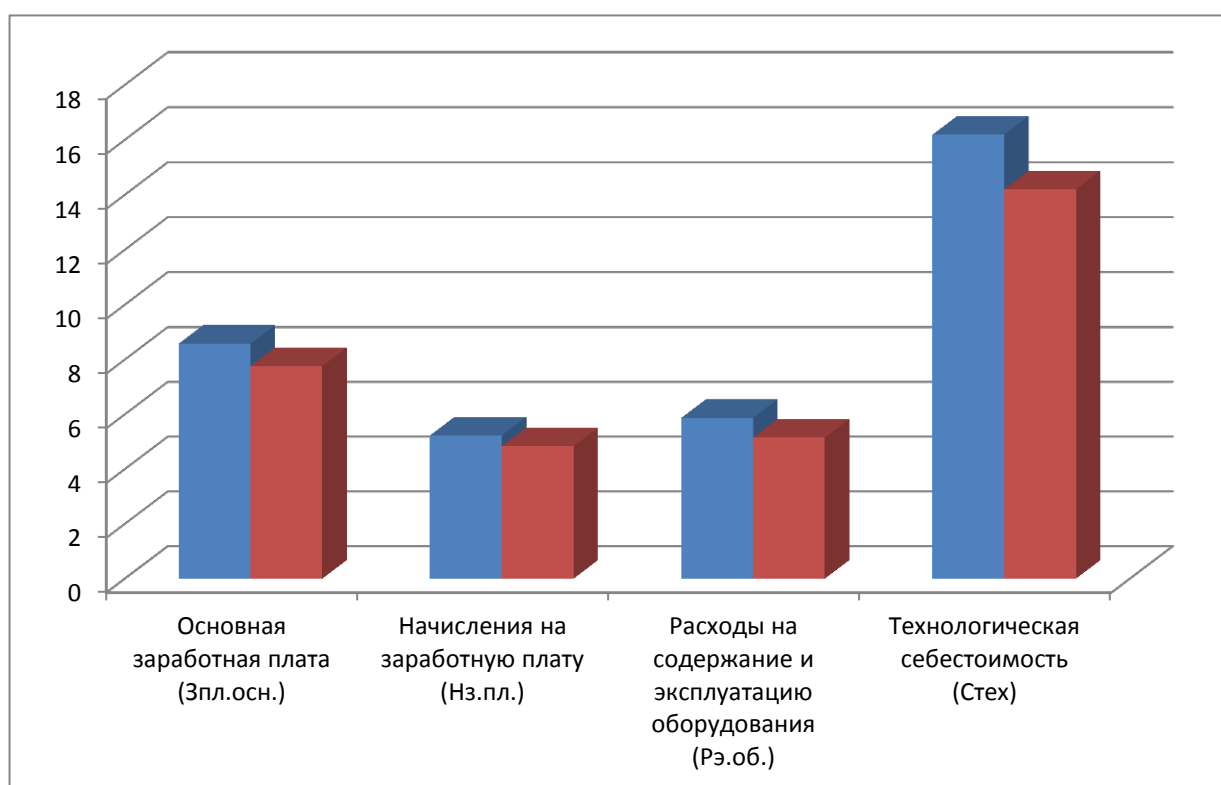


Рисунок 6.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-шестерня», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 15,1%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 11,83 рублей, что составило 12,4%.

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 ($C_{\text{полн}}$) по базовому варианту составляет 101,02 рублей, а по проектируемому – 90,73 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 10,29 рублей с единицы изделия или 10,18%. 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 ($P_{\text{чист}}$), которая составит 40741 рублей;
- срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 7591 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 «Барaban тормозной» 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 1,51 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выпускной квалификационной работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления барабана автокара складской системы.

На токарную чистовую 015 и зубодолбежную 045 операции разработаны технологические наладки.

Для базирования заготовки на 015 Токарной чистовой операции нами был спроектирован токарный патрон с автоматическим зажимом заготовки, управляемый гидроприводом.

Для зубодолбежной операции 045 был спроектирован долбяк зуборезный.

В работе проанализирована безопасности и экологичность.

Экономический расчет показал эффективность разработок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – Введ. 1973-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 39 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. 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. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты : учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. - М. : ИНФРА-М, 2019. – 415 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 : 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

Добл.	Взам.	Лабл.																				
			ТГУ Кафедра ОТМП																			
			Баракан тормозной																			
Разработал			Ушарков																			
Проверил			Логинов																			
Утвердил																						
Н. контр.																						
М01			Сталь 40X ГОСТ 4543-71																			
			Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ										
М02				166	14,4	1		054	41211X	φ200x142	1	27,0										
А			Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Култ	Тпоз	Тштп			
Б			Код, наименование обработки																			
А03			XX XX XX 000 4280 Заготовительная XXXX ИОТ И37.101.XXXX-XX																			
Б04			ГКШП																			
05																						
А06			XX XX XX 005 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.XXXX-XX																			
Б07			38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 422 1P 1 1 1 100 1 16 2,97																			
0 08			Точить поверхность 3, выдерживая размеры φ201 _{0,16+0,04} ^{+0,14} ; поверхность 5, выдерживая размер 143,7±0,50;																			
0 09			поверхность 33, выдерживая размеры φ112,15 _{0,16+0,04} ; 36±0,31; поверхность 11, выдерживая размеры 95,95 _{0,16} ^{+0,14} ,																			
0 10			18±0,215.																			
Т 11			396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX цпир аткидной;																			
Т 12			392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX Калибр-скоба.																			
Т 13																						
А 14			XX XX XX 010 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.XXXX-XX																			
Б 15			38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 422 1P 1 1 1 100 1 16 3,78																			
16																						
МК																						

		Код, наименование операции				Обозначение документа										
Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СЧ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	КШМ	Тпоз	Тшм	
0 17				Точить поверхность 3, выдерживая размеры $\phi 201_{-0,16}^{+0,74}$, 74 ; выдерживая размер 1, выдерживая размер $14,27 \pm 0,5$;												
0 18				точить поверхность 23, выдерживая размеры $\phi 178_{-0,4}^{+0,4}$, 22 ; точить поверхность 20, выдерживая размеры $\phi 160,35_{-0,31}^{+0,31}$;												
0 19				точить канавку (поверхности 17, 18), выдерживая размеры $\phi 182_{-0,15}^{+0,15}$, $14 \pm 0,215$; точить канавку												
0 20				(поверхности 20, 21), выдерживая размеры $\phi 182_{-0,15}^{+0,15}$, $10 \pm 0,18$.												
T 21				396110 XXXX Патрон самоцентра: XXXXXX.XXXX цпир откидной: 392104.XXXX(2) Резец расточ. Р6М5;												
T 22				392104.XXXX Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-пробка.												
23																
A 24				XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX												
Б 25				38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 4,22 1P 1 1 100 1 16 3,07												
0 26				Точить поверхность 3, выдерживая размеры $\phi 200,6_{-0,15}^{+0,74}$, 74 ; выполнить фаску, выдерживая размер $1 \times 45^{\circ}$;												
0 27				точить поверхность 5, выдерживая размер $\phi 142,35 \pm 0,5$; выполнить фаску, выдерживая размер $0,6 \times 45^{\circ}$;												
0 28				точить поверхность 33, выдерживая размеры $\phi 112,5_{-0,007}^{+0,007}$, $36 \pm 0,31$; точить поверхность 11, выдерживая												
0 29				размеры $\phi 95,6_{-0,14}^{+0,14}$, $18 \pm 0,215$; выполнить фаску, выдерживая размер $1 \times 45^{\circ}$; точить канавку (поб. 8, 9, 10),												
0 30				выдерживая размеры $\phi 130_{-0,15}^{+0,15}$, $6 \pm 0,15$; точить канавку (поб. 6, 7), выдерживая размеры $\phi 126_{-0,15}^{+0,15}$, $5 \pm 0,15$.												
T 31				396110 XXXX Патрон самоцентра: XXXXXX.XXXX цпир откидной: 392104.XXXX Резец расточ. Р6М5;												
T 32				392104.XXXX Резец механич. Т5К10; 393111.XXXX ШЦ-И-350-0.1; 393120.XXXX Калибр-пробка.												
33																
A 34				XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.XXXX-XX												
Б 35				38.18.25 XXXX SAMAT-400XC 2 18632 4,22 1P 1 1 100 1 16 3,36												
0 36				Точить поверхность 3, выдерживая размеры $\phi 200,6_{-0,15}^{+0,74}$, 74 ; выполнить фаску, выдерживая размер $1 \times 45^{\circ}$;												
0 37				точить поверхность 1, выдерживая размер $14,2 \pm 0,5$; выполнить фаску, выдерживая размер $2,5 \times 45^{\circ}$;												
0 38				точить поверхность 20, выдерживая размеры $\phi 160_{-0,15}^{+0,15}$, $42 \pm 0,31$; выполнить фаску, выдерживая												
0 39				размер $1 \times 45^{\circ}$; нарезать резьбу М180х3 на поверхности 23.												
МК																

Лист 2

										Лист 3				
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа			
											КМД	ЕН	ОП	Кшт
Б	Код, наименование обработки													
Т 42	396110 ХХХХ Патрон самоцентр. ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной; 392104.ХХХХ Резец резьбовой Т5К10;													
Т 43	392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ Калибр-пробка.													
44														
А 45	ХХ ХХ ХХ 025 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.ХХХХ-ХХ													
Б 46	381631 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Верт.-сверильн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 4,36													
0 47	Сверлить восемь отверстий (поверхности 15), выдерживая размеры $\phi 25^{+0,02}$, $15 \pm 0,25$; цековать восемь отверстий													
0 48	поверхности 15, 16), выдерживая размеры $\phi 25^{+0,02}$, $12 \pm 0,25$.													
Т 49	396181.ХХХХ Тиски гидравлические; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло													
Т 50	спиральное Р6М5; 391267.ХХХХ Цековка Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0,05; 393111 Калибр-пробка.													
51														
А 52	ХХ ХХ ХХ 030 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.ХХХХ-ХХ													
Б 53	381631 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Верт.-сверильн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 6,25													
Т 54	Сверлить шесть отверстий (поверхности 13), выдерживая размеры $\phi 9^{+0,050}$, $25 \pm 0,26$; выполнить шесть фасок $16 \times 45^{\circ}$;													
Т 55	нарезать резьбу М10 на поверхностях 13 на глубину $20 \pm 0,26$.													
Т 56	396181.ХХХХ Тиски гидравлические; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло													
Т 57	спиральное Р6М5; 391267.ХХХХ Цековка Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Метчик М10 Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0,05; 393111 Калибр-пробка.													
58														
А 59	ХХ ХХ ХХ 035 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.ХХХХ-ХХ													
Б 60	381631 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Верт.-сверильн. 2 18632 322 1Р 1 1 1 100 1 16 1,63													
0 61	Сверлить два отверстия (поверхности 25), выдерживая размеры $\phi 7^{+0,050}$, 30 ± 1 ; выполнить две фаски $16 \times 45^{\circ}$;													
0 62	нарезать резьбу М8 в двух отверстиях (поверхности 25).													
0 63	396181.ХХХХ Тиски гидравлические; ХХХХХХ.ХХХХ(2) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло													
0 64	спиральное Р6М5; 391267.ХХХХ Цековка Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Метчик М8 Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0,05; 393111 Калибр-пробка.													
МК														

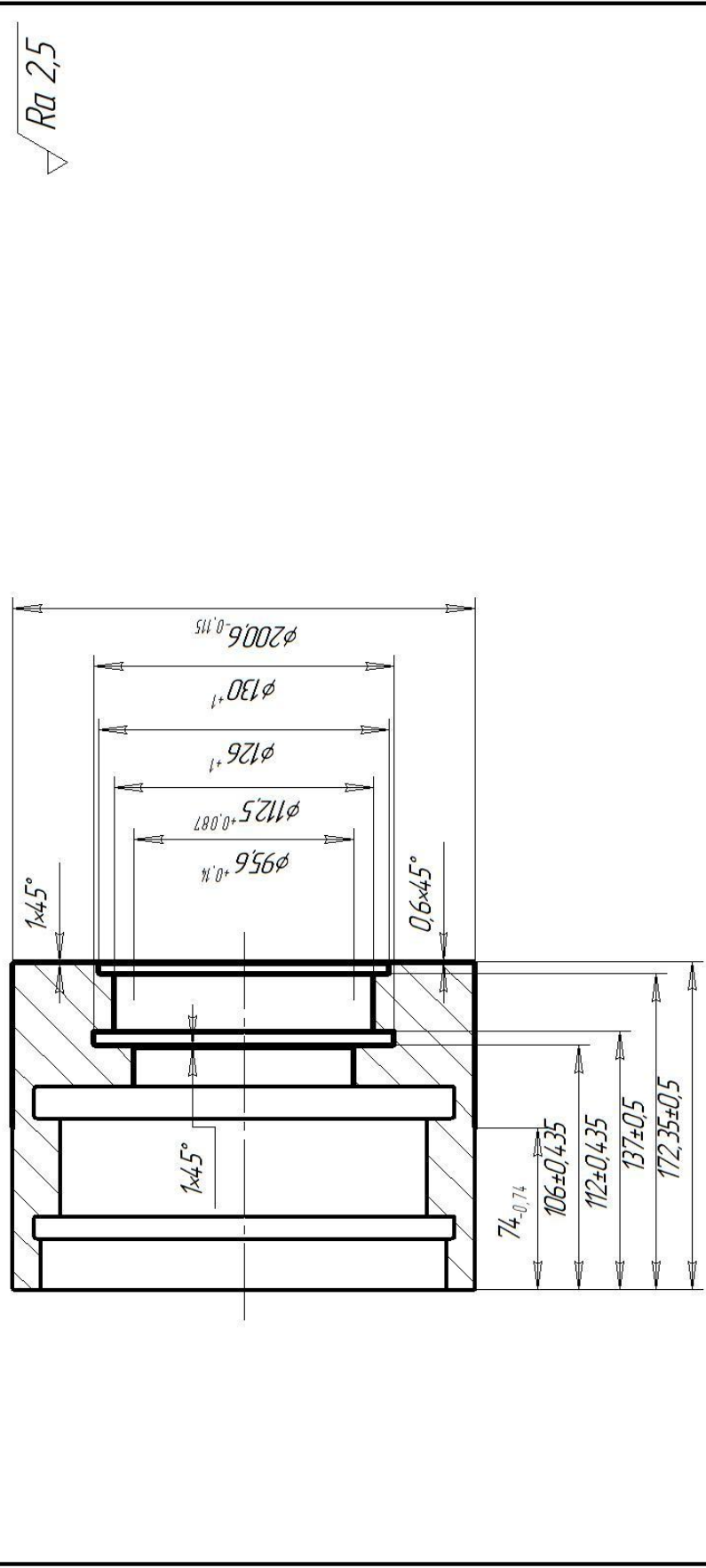
		Код наименования операции					Обозначение документа											
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт		
					XXXX Долбежная	ИОТ ИЗ37.101.XXXX-XX												
А 69					381631 XXXX 7Д430 Долбежный	2	18632	322	1Р	1	1	1	100	1	16	0,87		
Б 70					Долбить три паза (поверхности 27,28,29), выдерживая размеры 166 ^{+0,25} , 18 ^{+0,07} , 120 ^{0 ±1} .													
0 71					396181.XXXX Тиски гидравлические; XXXXXX.XXXX(2) Сменные призмы; 391267.XXXX Резец													
Т 72					долбежный Р6М5; 393111 ШЦ-И-100-0,05; 393111 Калибр-пробка.													
Т 73																		
74																		
А 75					XX XX XX 045 XXXX Зубодолбежная	ИОТ ИЗ37.101.XXXX-XX												
Б 76					381631 XXXX 5М14 Зубодолбежный	2	18632	322	1Р	1	1	1	100	1	16	3,67		
0 71					Долбить зубчатый венец в размеры m=3, z=40, d=118,5 ^{+0,129} .													
Т 78					XXXXXX.XXXX Приспособление специальное; XXXXXX.XXXX Дольяк дисковый чашечный Р6М5;													
Т 79					393111 ШЦ-И-100-0,05; 393111 Калибр-пробка.													
80																		
А 81					XX XX XX 050 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ37.101.70715-07.													
Б 82					ТВ4													
83																		
А 84					XX XX XX 055 Вытришлифовальная ИОТ ИЗ37.101.74.19.1-00.													
Б 85					381623 XXXX 3М225Ф2 Вытришлифовальный	2	17001	422	1Р	1	1	1	100	1	10	0,89		
0 86					Шлифовать поверхность 11, выдерживая размер $\phi 95^{+0,04}$.													
Т 87					39611X.XXXX Патрон мембранный; XXXXXX.XXXX Упор откидной;													
Т 88					398110.XXXX Шлифовальная головка 80x60x80 14AF24K5L7 30 м/с 10С1 Р 52781-2007,;													
Т 89					393410.XXXX Микрометр.													
90																		
91																		
МК																		

Лист 4

										Лист 5									
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа								
											КМД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
Б	Код, наименование обработки																		
А 94	XX	XX	XX	060	Круглошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.														
Б 95	381623	XXXX	3M195	Круглошлифовальный	2	17001	422	1P	1	1	1	100	1	10	1,15				
0 96	<i>Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер $\phi 200$ <small>погр.</small></i>																		
Т 97	39611X	XXXX	Патрон	мембранный; XXXXX.XXXX	Упор	откидной;													
Т 98	398110	XXXX	Круг	шлифовальный 1350x60x150	14AF24k5L7	30	м/с	ГОСТ Р 52781-2007;											
Т 99	393410	Микрометр;	393120	XXXX	Калибр-скода														
100																			
А 101	XX	XX	XX	065	Маячная ИОТ ИЗ7.101.XXXX														
102																			
А 103	XX	XX	XX	070	Контрольная ИОТ ИЗ7.101.XXXX														
104																			
105																			
106																			
107																			
108																			
109																			
110																			
111																			
112																			
113																			
114																			
115																			
116																			
МК																			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				Лист 1
Разраб.	Чиряков		ТТУ		Баррабан тормозной										015					
	Лозинин		Кафедра ОТМП																	
Проверил																				
Инжпр.																				



КЭ

Дцбл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разработ	Чуряков																				
Проверил	Логинов																				
Начинт.																					
Наименование операции		Кафедра ОТМП	Баррабан тормозной																		
Технологическое описание операции		Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД													
Токарная чистовая с ЧПУ		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		166	14,4	$\phi 130 \times 141$	27,0	1													
Обработка инструментом ЧПУ		Обозначение программы	To	T6	Tпз	Tшм	СОЖ														
Токарный с ЧПУ САМАТ-400ХС		-	2,07	1,00		3,07	5% Укринал														
P			0 или B	L	T	S	MM/OD	OD/MIN													
O ₀₁																					
O ₀₂	1. Установить и снять заготовку																				
T ₀₃	396110.XXXX Патрон трехшлицковый; XXXXX.XXXX Упор откидной.																				
O ₀₄	2) Точить поверхность 3, выдерживая размеры $\phi 200,6_{-0,15}^{+0,14}$; 74 $_{-0,15}^{+0,14}$; выдержать фаску (поверхность 4), выдерживая размер 1x45 0 ; точить поверхность 5, выдерживая размер 14,2,35 $\pm 0,5$.																				
P ₀₆		1	200,6	74	0,35	1	0,3	250	157												
O ₀₇	3) Точить фаску 0,6x45 0 ; точить поверхность 33 в размеры $\phi 112,5_{-0,07}^{+0,07}$, 36 $\pm 0,31$, точить пов. 11, $\phi 95,6_{-0,14}^{+0,14}$, 18 $\pm 0,215$; точить фаску, выдерживая размер 1x45 0 .																				
P ₀₉		1	112,5	100	0,35	1	0,3	500	177												
O ₁₀	4) Точить канавку в размеры $\phi 130_{-0,1}^{+0,1}$, 6 $\pm 0,15$; точить канавку в размеры $\phi 130_{-0,1}^{+0,1}$, 5 $\pm 0,15$.																				
P ₁₁		1	130	100	8,75	1	0,3	400	163												
O ₁₂																					
OK																					