

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 корпуса
патрона вертикально-протяжного станка

Студент

А.В. Кустов

(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

Кустов Антон Вячеславович

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

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства».

Тольятти, Тольяттинский государственный университет, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена разработке техпроцесса изготовления корпуса патрона вертикально-протяжного 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 74 страниц, графическая часть работы составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ служебного назначения и условий работы 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 технологического процесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.5 Расчет припусков.....	14
2.6 Проектирование заготовки.....	17
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	17
2.8 Расчет режимов резания.....	19
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	43
3.1 Проектирование станочной оснастки	43
3.2 Проектирование дисковой фрезы	45
4 Безопасность и экологичность технического объекта	48
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	48
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	48
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	50
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	52
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта..	54
4.6 Заключение.....	56
5 Экономическая эффективность работы	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	62
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Технологическая оснастка в современном машиностроении играет одну из ключевых ролей, так как именно в ней закрепляется инструмент или заготовка в процессе обработки на станочном оборудовании. Точность изготовления самой оснастки напрямую отражается на изделиях при использовании этих приспособлений.

На протяжных станках инструмент-протяжка закрепляется в протяжные патроны. Конфигурация протяжных патронов зависит от конструкции хвостовиков протяжек.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса патрона вертикально-протяжного станка необходимого качества и с наименьшей себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали.

Корпус протяжного патрона служит для закрепления в нем хвостовика протяжки. При помощи него протяжке придают необходимое движение для обработки заготовки при выполнении технологической операции протягивания.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

Выявим наиболее важные поверхности детали для их качественного изготовления.

Пронумеруем поверхности детали и представим их на рисунке 1.1.

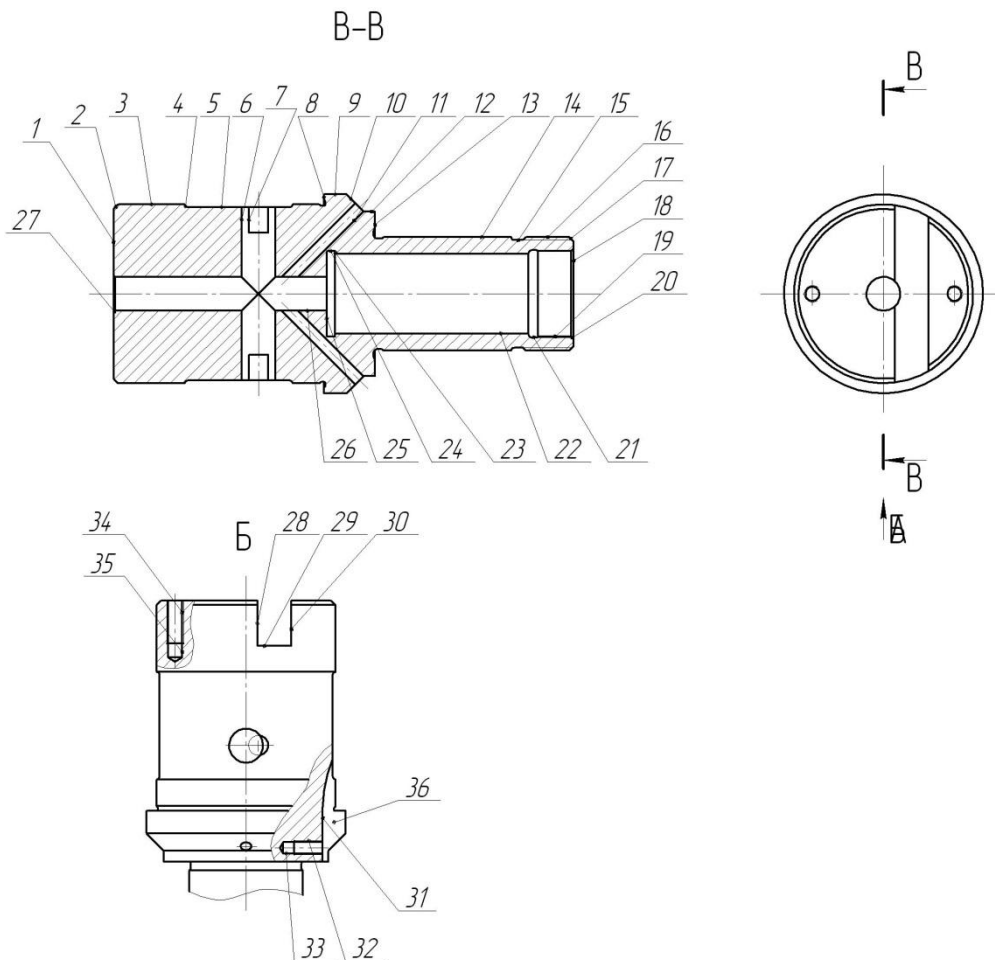


Рис. 1.1. Систематизация поверхностей детали

Исполнительными поверхностями детали являются две внутренние цилиндрические поверхности 6 и 26. По поверхности 6 перемещаются кулачки, зажимающие протяжку, а в поверхность 26 как раз входит хвостовая часть протяжки.

Основными конструкторскими базами детали являются наружная цилиндрическая поверхность 14 и торцовая поверхность 13.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются торцовая поверхность 1, наружная цилиндрическая поверхность 3, поверхность для установки фиксирующего кольца 15, внутренняя цилиндрическая поверхность 19, боковые поверхности прямоугольного паза 28 и 30, плоская поверхность для шпонки 31, резьбовые поверхности для винтов 32 и 34, боковая поверхность шпоночного паза 36.

Остальные поверхности являются свободными.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

В химический состав стали 19ХГН ГОСТ 4543-71 входят хром (Cr) с процентным содержанием 0,45-0,75, марганец (Mn) с процентным содержанием 0,7-1,1%, кремний (Si) с процентным содержанием 0,17-0,37%, углерод (C) с процентным содержанием 0,17-0,23%, сера (S) с процентным содержанием не более 0,035%, никель (Ni) с процентным содержанием 1,0-1,4%, фосфор (P) с процентным содержанием не более 0,035%. медь (Cu) с процентным содержанием не более 0,3%. Остальную часть составляет железо (Fe). [1]

Механические свойства стали 19ХГН после заготовительной операции: $\sigma_B = 700$ МПа, $\sigma_T = 590$ МПа, твердость заготовки 205...225 НВ.

Механические и химические свойства материала обеспечивают удовлетворительную работу детали в механизме.

Рациональными методами получения заготовки являются штамповка на ГКМ и прокат. Эти два варианта получения заготовки будут сравниваться в дальнейшем.

Точность изготовления поверхностей и их шероховатость зависят от условий работы детали. Изменение этих параметров приведет к снижению работоспособности детали, снижению точности базирования детали в механизме. Рост шероховатости поверхностей приведет к уменьшению параметров надежности трущихся поверхностей и их интенсивному изнашиванию.

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.

Для выхода резца и шлифовального круга предусмотрена канавка.

В результате анализа требований, применяемым к поверхностям детали, их формы и взаиморасположение можно сделать заключение о достаточно высокой технологичности детали.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства.

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

В нашем случае, исходными факторами, определяющими тип производства, являются масса детали и годовая программа выпуска. Масса нашей детали – 2,3 кг, годовая программа выпуска – 5000 шт/год.

Для массы детали 1...2,5 кг и при годовой программе выпуска от 1000 до 500000 штук принимаем среднесерийное производство. [2]

2.2. Выбор стратегии разработки техпроцесса.

«Признаком, характеризующим серийное производство, является выполнение на рабочих местах относительно небольшого числа периодически повторяющихся операций. В серийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса. Технологические процессы в серийном производстве разрабатываются подробно. Квалификация рабочих в целом ниже, чем в единичном производстве, но остается высокой, например, при работе на станках с ЧПУ». [2]

Для серийного производства характерна групповая форма организации технологических процессов. Рассчитываем размер партии для запуска по формуле:

$$n = \frac{N \times a}{254},$$

где $a = 24$ – периодичность запуска; при запуске 1 раз в месяц;

$N = 5000$ – годовая программа выпуска деталей.

$$n = \frac{5000 \times 24}{254} = 472, \text{ шт.}$$

2.3 Выбор метода получения заготовки.

Как уже упоминалось заготовку рационально получить штамповкой на ГКМ или из сортового проката. Сравним себестоимость этих двух вариантов.

Класс точности штамповки – 4 [3], степень сложности – 2, масса штамповки – 4,06 кг.

Размеры заготовки из проката – Ø76x168 мм, масса заготовки из проката – 5,96 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 $C_{\text{шт}} = 0,315$; $k_T = 0,9$; $k_C = 0,84$; $k_B = 1,14$; $k_M = 1,0$; $k_{\Pi} = 1,0$. [4]

Тогда

$$C_{\text{заг}} = 0,315 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 \text{ руб/кг.}$$

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 $Q_{\text{шт}} = 2,3$; $q = 4,06$; $C_{\text{отх}} = 0,0144$. [4]

Тогда

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 4,06 + 0,6578 (4,06 - 2,3) - (4,06 - 2,3) \cdot 0,0144 = 2,2347 \text{ руб.}$$

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

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

где $Q_{\text{пр}} = 5,96$.

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 5,96 + 0,6578 \cdot (5,96 - 2,3) + 0,0144 \cdot (5,96 - 2,3) = 3,0814 \text{ руб.}$$

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

При этом мы наблюдаем годовую экономию:

$$\mathcal{E}_z = C_{mn} - C_{\text{ми}} \cdot N_z = 3,0814 - 2,2347 \cdot 5000 = 4233,5 \text{ руб.}$$

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.

Для обработки поверхности №1 с параметрами IT14, Ra 0,8 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Для обработки поверхности №2 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №3 с параметрами IT14, Ra 0,8 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Для обработки поверхности №4 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №5 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №6 с параметрами IT7, Ra 0,8 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, зенкерование.

Для обработки поверхности №7 с параметрами IT14, Ra 1,6 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, зенкерование.

Для обработки поверхности №21 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №22 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №23 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №24 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №25 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: черновое и чистовое точение.

Для обработки поверхности №26 с параметрами IT7, Ra 0,4 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, зенкерование, черновое и чистовое развертывание.

Для обработки поверхности №27 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, зенкерование.

Для обработки поверхности №28 с параметрами IT7, Ra 1,6 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование, черновое шлифование.

Для обработки поверхности №29 с параметрами IT12, Ra 1,6 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование, черновое шлифование.

Для обработки поверхности №30 с параметрами IT7, Ra 1,6 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование, черновое шлифование.

Для обработки поверхности №31 с параметрами IT14, Ra 1,6 принимаем следующие виды механической обработки: фрезерование, черновое шлифование.

Для обработки поверхности №32 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, резьбонарезание.

Для обработки поверхности №33 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

Для обработки поверхности №34 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: сверление, резьбонарезание.

Для обработки поверхности №35 с параметрами IT14, Ra 3,2 принимаем следующие виды механической обработки: сверление.

2.5 Расчет припусков.

Определим припуски на обработку самой точной поверхности. Для расчета припусков возьмем поверхность с параметрами $\varnothing 40g6^{(-0,009)}_{(-0,025)}$ мм, длиной L=45 мм и шероховатостью Ra = 0,4 мкм. Технологический маршрут изготовления этой поверхности состоит из: точения чернового и чистового, термообработки, чернового и чистового шлифования и полирования.

Для каждого перехода определяем суммарную величину (мм)

$$a = R_z + h_o . [5]$$

$$\Delta = 0,25 \cdot Td . [5]$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,0 = 0,250 .$$

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

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

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

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

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006 .$$

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

Определим минимальные и максимальные предельные значения припусков (мм)

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

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,250^2 + 0,025^2} = 0,651 .$$

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

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

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,010^2 + 0} = 0,040 .$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,006^2 + 0} = 0,016 .$$

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(d_0 + Td_1) = 0,651 + 0,5(1,0 + 0,250) = 1,276 .$$

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

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

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

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(d_4 + Td_5) = 0,016 + 0,5(0,025 + 0,016) = 0,037 .$$

Определяем минимальное и максимальное значения размеров (мм)

$$d_{5\min} = 39,975 .$$

$$d_{5\max} = 39,991 .$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 39,991 + 2 \cdot 0,016 = 40,023 .$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 40,023 + 0,025 = 40,048 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 40,048 + 2 \cdot 0,040 = 40,128 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 40,128 + 0,039 = 40,167 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 40,167 + 2 \cdot 0,125 = 40,417 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 40,417 + 0,100 = 40,517 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 40,517 \cdot 0,999 = 40,476 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 40,476 + 0,062 = 40,538 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 40,538 + 2 \cdot 0,263 = 41,064 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 41,064 + 0,250 = 41,314 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 41,314 + 2 \cdot 0,651 = 42,616 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 42,616 + 1,000 = 43,616 .$$

Определяем средние значения размеров (мм)

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

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(43,616 + 42,616) = 43,116$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(41,314 + 41,064) = 41,189$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(40,538 + 40,476) = 40,507$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(40,517 + 40,417) = 40,467$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(40,167 + 40,128) = 40,148$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(40,048 + 40,023) = 40,036$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(39,991 + 39,983) = 39,983$$

Определяем общий припуск на обработку (мм)

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

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5 \cdot [5]$$

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

$$2Z_{\min} = 42,616 - 39,991 = 2,625$$

$$2Z_{\max} = 2,625 + 1,0 + 0,016 = 3,641$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,625 + 3,641) = 3,133$$

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.

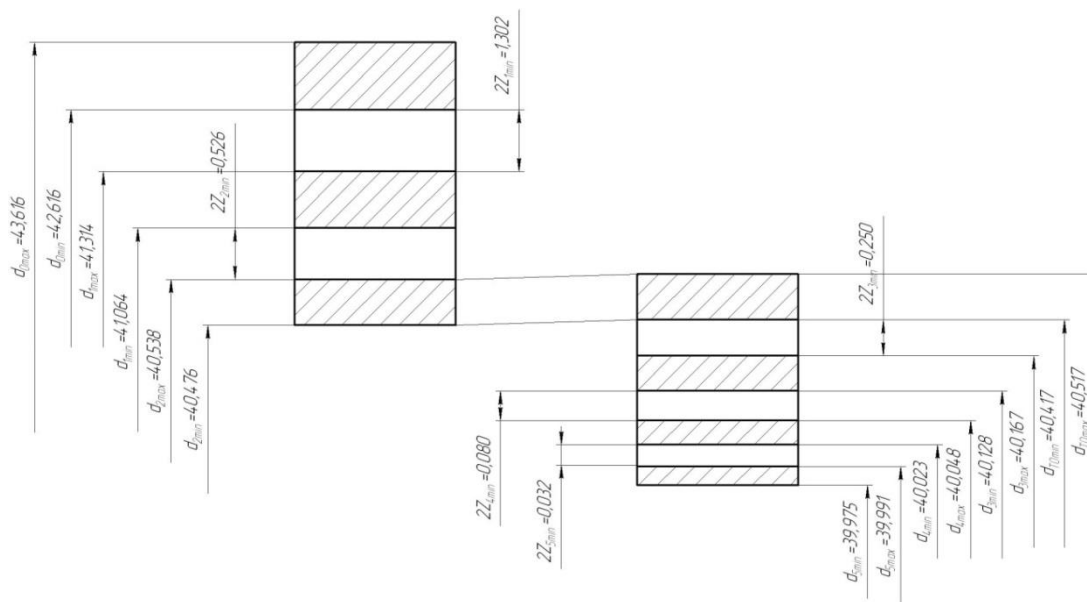


Рисунок 2.1 - Схема расположения припусков и полей допусков на поверхность $\varnothing 40g6(-0,009 / -0,025)$.

2.6 Проектирование заготовки.

Для штамповки по ГОСТ 7505-89 [3] выбираем:

Группа стали - М2; класс точности - Т4.

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.

$$G_{\Pi} = 4,06, \text{ кг}; G_{\Phi} = 5,96, \text{ кг}.$$

$$\frac{G_{\Pi}}{G_{\Phi}} = \frac{4,06}{5,96} = 0,68.$$

Таким образом, степень сложности штамповки - С1; исходный индекс заготовки – 7. [3]

2.7 Выбор средств технологического оснащения.

«Для реализации любого технологического процесса необходима совокупность орудий труда, называемых средствами технологического оснащения (СТО). СТО делятся на технологическое оборудование и технологическую оснастку». [2]

Для 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 деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, в том числе для нарезания различных типов резьб в полуавтоматическом цикле. [6]

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на фрезерной операции 025 выберем горизонтально-фрезерный станок с числовым программным управлением 6Д12Ф20, который предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ цилиндрическими, угловыми, фасонными, торцовыми и другими фрезами. На станке можно обрабатывать детали сложной конфигурации, имеющие вертикальные и горизонтальные

плоскости, рамки, разы, уступы. Широкий диапазон чисел оборотов шпинделя и подач стола позволяют производить эффективную обработку деталей из чугуна, сталей, труднообрабатываемых сплавов и пластмасс.

Для оснащения технологического процесса в качестве оборудования на сверлильной операции 030 выберем многоцелевой сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ модели ИС50ПМФ4, который предназначен для многооперационной обработки разнообразных деталей сложной конфигурации из сталей, чугунов, цветных и легких сплавов. Компоновка станка позволяет повысить его виброустойчивость и точностные характеристики. На станке программируются координатные перемещения стола, шпиндельной головки, скорости этих перемещений, режимы обработки, выбор, смена и коррекция инструмента, циклы обработки. Станок используется в мелкосерийном и серийном типах производства.

Для чистовой обработки цилиндрических поверхностей, а также торца детали на шлифовальных операциях 040, 045 и 065, в качестве технологического оборудования примем торцекруглошлифовальный станок модели 3Т161ВФ2, который предназначен для одновременного шлифования цилиндрической шейки и прилегающего к ней торца методом врезания в условиях массового и серийного производства.

Для чистовой обработки плоских поверхностей на шлифовальных операциях 050 и 055 в качестве технологического оборудования примем плоскошлифовальный станок с ЧПУ 3Д12Ф20, который предназначен для шлифования плоских поверхностей различных изделий, закрепленных на столе, магнитной или электромагнитной плите или в приспособлении. В пределах, допустимых кожухом, возможно шлифование пазов и фасонных поверхностей. С применением различных приспособлений возможно профильное шлифование различных деталей. Точность профиля при этом зависит от метода заправки профиля круга и от применяемого приспособления для закрепления деталей.

Для оснащения технологического процесса на шлифовальной операции 060, где ведется обработка цилиндрических шеек, в качестве технологического оборудования выбираем круглошлифовальный станок модели 3М195, 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 на шлифовальной операции 070, где ведется окончательная обработка поверхностей с минимальным припуском, в качестве технологического оборудования выбираем полировально-шлифовальный станок модели 3В853, который предназначен для подготовки деталей под гальванопокрытие или для декоративного полирования.

2.8 Расчет режимов резания.

2.8.1 Расчет режимов резания на операцию 005 Токарная черновая.

Переход I.

Глубина резания $t = 2,6$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [8]$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 75,6} = 760,4 , \text{ мин}^{-1} .$$

Примем $n_{\phi} = 630$ мин⁻¹.

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75,6 \cdot 630}{1000} = 149,6 \text{ м/мин.}$$

«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 T₀, мин».

[8]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{116}{189} = 0,61, \text{ мин.}$$

2) Переход II.

Глубина резания $t = 14$ мм.

«Назначение подач суппортов на оборот шпинделя S₀, мм/об» [8].

$$S_0 = 0,1. [8]$$

«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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 28^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 14^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 34,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 34,9}{3,14 \cdot 28,0} = 396,6 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 315}{1000} = 27,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 315 = 31,5 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{отв} = 1$; $L_{px} = 91$ мм.

Тогда

$$T = \frac{1 \cdot 91}{31,5} = 2,89 \text{ мин.}$$

Итоговое основное время операции

$$T_0 = 2,89 + 0,61 = 3,50 \text{ мин.}$$

2.8.2 Расчет режимов резания на операцию 010 Токарная черновая.

Переход I.

Глубина резания $t = 2,6$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [8]$$

«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 $K_1 = 0,95$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 70,3} = 817,7, \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70,3 \cdot 800}{1000} = 176,6, \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{118}{240} = 0,49, \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 5,65$ мм.

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

$$S_0 = 0,1 . [8]$$

«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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

$$D = 11,3; t = 5,65; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 11,3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5,65^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,3 , \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,3}{3,14 \cdot 11,3} = 684,9 \text{ мин}^{-1} .$$

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

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,3 \cdot 630}{1000} = 22,4 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{отв} = 1; L_{px} = 79$ мм.

Тогда

$$T = \frac{1 \cdot 79}{63} = 1,25 , \text{ мин.}$$

Итоговое основное время операции

$$T_0 = 1,25 + 0,49 = 1,74, \text{ мин.}$$

2.8.3 Расчет режимов резания на операцию 015 Токарная чистовая.

Переход I.

Глубина резания $t = 0,3$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [8]$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 70,3} = 817,7 \text{ мин}^{-1} .$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70,3 \cdot 800}{1000} = 176,6 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{116}{240} = 0,48 \text{ ,мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 0,5$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190 . [8]$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 0,5; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90,25$ м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90,25}{3,14 \cdot 46} = 624,8 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 46 \cdot 500}{1000} = 72,2 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{4}{150} = 0,03 \text{ ,мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 1,1$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190. [8]$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 0,5; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

Тогда $V = 190 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90,25$ м/мин.

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90,25}{3,14 \cdot 40} = 718,6 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 630}{1000} = 79,1 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{\delta\delta}}{S} = \frac{2}{189} = 0,01 \text{ ,мин.}$$

4) Переход IV.

Глубина резания $t = 1,5$ мм.

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

$$S_0 = 1,5; V_0 = 190 . [8]$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 40} = 1437,1 \text{ мин}^{-1} .$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1250}{1000} = 157 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{22}{375} = 0,06 \text{ ,мин.}$$

Общее основное время операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,48 + 0,03 + 0,01 + 0,06 = 0,58, \text{ мин.}$$

2.8.4 Расчет режимов резания на операцию 020 Токарная чистовая.

Переход I.

Глубина резания $t = 1,0$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190. \text{ [8]}$$

«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 $K_1 = 0,95; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 70} = 821,2 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 800}{1000} = 175,8 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{102}{240} = 0,43 \text{ ,мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 1,0$ мм.

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

$$S_0 = 0,3; V_0 = 190. \text{ [8]}$$

«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 $K_1 = 0,95$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$. [8]

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180,5}{3,14 \cdot 66,2} = 868,3 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Уточним скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 66,2 \cdot 800}{1000} = 166,3 \text{ м/мин.}$$

«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]

$$T_0 = \frac{L_{\text{об}}}{S} = \frac{2}{240} = 0,01 \text{ ,мин.}$$

Переход III.

Глубина резания $t = 0,25$ мм.

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

$$S_0 = 0,1. [8]$$

«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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

$$D = 11,8; t = 0,25; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

Тогда

$$V = \frac{7,0 \cdot 11,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,25^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,7, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 24,7}{3,14 \cdot 11,8} = 666,6 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,8 \cdot 630}{1000} = 23,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{\text{отв}} = 1$; $L_{\text{px}} = 76 \text{ мм}$.

Тогда

$$T = \frac{1 \cdot 76}{63} = 1,21, \text{ мин.}$$

4) Переход IV.

Глубина резания $t = 0,10 \text{ мм}$.

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

$$S_0 = 0,1. \text{ [8]}$$

«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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 12; t = 0,10; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 12^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,1^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,9}{3,14 \cdot 12} = 660,8 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 630}{1000} = 23,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{\text{отв}} = 1$; $L_{\text{рх}} = 76 \text{ мм}$.

Тогда

$$T = \frac{1 \cdot 76}{63} = 1,21 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,43 + 0,01 + 1,21 + 1,21 = 2,86, \text{ мин.}$$

2.8.5 Расчет режимов резания на операцию 025 Фрезерная.

Переход I.

Глубина резания $t = 8,0 \text{ мм}$; подача на зуб фрезы $S_z = 0,05 \text{ мм/зуб}$. [9]

$$S_0 = S_z \cdot z,$$

где $z = 10$ – число зубьев фрезы.

Тогда $S_0 = 0,05 \cdot 10 = 0,5, \text{ мм/об}$.

«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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

$$\text{Отсюда } K_V = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,0.$$

$$D = 100; t = 8,0; S_0 = 0,5; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$D=100 \text{ мм}; t = 8\text{мм}; S_0=0,5 \text{ мм/об}; C_V=7,0; K_V=0,5; q=0,4; x=0; y=0,7; m=0,2; T=30\text{мин.}$$

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 8^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 36,4}{3,14 \cdot 100} = 115,9, \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Примем } n_{\phi} = 100 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,50 \cdot 100 = 50, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

$$\text{где } n_{\text{об}} = 1; L_{px} = 40 \text{ мм.}$$

$$\text{Тогда } T_0 = \frac{1 \cdot 40}{50} = 0,80 \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 16,0$ мм; подача на зуб фрезы $S_Z = 0,05$ мм/зуб. [9]

$$S_0 = S_Z \cdot z,$$

где $z = 10$ – число зубьев фрезы.

$$\text{Тогда } S_0 = 0,05 \cdot 10 = 0,5, \text{ мм/об.}$$

«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 где $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

Отсюда $K_V = 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,0$.

$$D = 100; t = 16,0; S_0 = 0,5; C_V = 7,0; K_V = 0,5; \\ q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 25 \text{ мин. [8]}$$

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 100^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 16^0 \cdot 0,5^{0,7}} \cdot 1,0 = 36,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 36,4}{3,14 \cdot 100} = 115,9, \text{ мин}^{-1}.$$

Примем $n_\phi = 100 \text{ мин}^{-1}$.

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 100}{1000} = 31,4, \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,50 \cdot 100 = 50, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{oms} = 1; L_{px} = 100 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } T_0 = \frac{1 \cdot 100}{50} = 2,00 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,80 + 2,00 = 2,80, \text{ мин.}$$

2.8.6 Выбор режимов резания на операцию 030 Сверлильная.

Переход I.

Глубина резания $t = 5,65 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$. [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 где $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 11,3; t = 5,65; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 11,3^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 5,65^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,3, \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,3}{3,14 \cdot 11,3} = 684,9 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_\phi = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,3 \cdot 630}{1000} = 22,4 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{oms} = 1; L_{px} = 65 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } T = \frac{1 \cdot 65}{63} = 1,03 \text{ мин.}$$

Переход II.

Глубина резания $t = 0,25 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$. [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 где $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 11,8; t = 0,25; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 11,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,25^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,7}{3,14 \cdot 11,8} = 666,6 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,8 \cdot 630}{1000} = 23,3 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63, \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

$$\text{где } n_{\text{оме}} = 1; L_{\text{px}} = 62 \text{ мм.}$$

$$\text{Тогда } T = \frac{1 \cdot 62}{63} = 0,98 \text{ мин.}$$

Переход III.

$$\text{Глубина резания } t = 0,10 \text{ мм; подача } S = 0,1 \text{ мм/об. [8]}$$

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

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

$$\text{где } K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV},$$

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

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

$$D = 12; t = 0,10; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 12^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,1^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 24,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24,9}{3,14 \cdot 12} = 660,8 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 630}{1000} = 23,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 630 = 63 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{\text{омс}} = 1; L_{\text{px}} = 62 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } T = \frac{1 \cdot 62}{63} = 0,98 \text{ мин.}$$

Переход IV.

Глубина резания $t = 1,8 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$. [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 7,0; t = 1,8; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 1,8^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 20,1 \text{ м/мин.}$$

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

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

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

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

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 800 = 80 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{\text{омв}} = 2$; $L_{\text{px}} = 10 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } T = \frac{2 \cdot 10}{80} = 0,25 \text{ мин.}$$

Переход V.

Глубина резания $t = 2,0 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$. [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 4,0; t = 2,0; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,0^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 32,0 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32,0}{3,14 \cdot 4} = 2514 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2000}{1000} = 25,1 \text{ м/мин.}$$

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

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

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

[8]

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

где $n_{\text{оме}} = 2$; $L_{\text{px}} = 39 \text{ мм}$.

$$\text{Тогда } T = \frac{2 \cdot 39}{200} = 0,39 \text{ мин.}$$

Переход VI.

Глубина резания $t = 2,0 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об}$. [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 4,0; t = 2,0; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 4^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,0^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 32,0 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 32,0}{3,14 \cdot 4} = 2514 \text{ мин}^{-1}.$$

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

Тогда $V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2000}{1000} = 25,1 \text{ м/мин.}$

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

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

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

[8]

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

где $n_{\text{омс}} = 1; L_{\text{рх}} = 16 \text{ мм.}$

$$\text{Тогда } T = \frac{1 \cdot 16}{200} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход VII.

Глубина резания $t = 0,5 \text{ мм;}$ подача $S = 0,5 \text{ мм/об.}$ [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 5,0; t = 0,5; S_0 = 0,5; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

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

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 5,7}{3,14 \cdot 5} = 363 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 315}{1000} = 4,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{\text{омс}} = 1; L_{\text{рх}} = 11 \text{ мм.}$

$$\text{Тогда } T = \frac{1 \cdot 11}{157,5} = 0,07 \text{ мин.}$$

Переход VIII.

Глубина резания $t = 2,5 \text{ мм}$; подача $S = 0,1 \text{ мм/об.}$ [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 5,0; t = 2,5; S_0 = 0,1; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 17,5 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 5} = 1115 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1000}{1000} = 15,7 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 1000 = 100 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{омс} = 2; L_{px} = 22$ мм.

$$\text{Тогда } T = \frac{2 \cdot 22}{100} = 0,44 \text{ мин.}$$

Переход IX.

Глубина резания $t = 0,5$ мм; подача $S = 0,5$ мм/об. [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 $K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}$,

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

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

$$D = 6,0; t = 0,5; S_0 = 0,5; C_V = 7,0; K_V = 0,5;$$

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

$$\text{Тогда } V = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,5^0 \cdot 0,50^{0,7}} \cdot 0,5 = 6,1 \text{ м/мин.}$$

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

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 6,1}{3,14 \cdot 6} = 324 \text{ мин}^{-1}.$$

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

$$\text{Тогда } V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 315}{1000} = 5,9 \text{ м/мин.}$$

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

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 315 = 157,5 \text{ мм/мин.}$$

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

[8]

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

где $n_{омс} = 2; L_{px} = 16$ мм.

Тогда $T = \frac{2 \cdot 16}{157,5} = 0,20$ мин.

Итоговое основное время операции

$$T_0 = 1,03 + 0,98 + 0,98 + 0,25 + 0,39 + 0,08 + 0,07 + 0,44 + 0,20 = 4,42, \text{ мин.}$$

2.8.7 Расчет режимов резания на операцию 040

Торцекруглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 58} = 192, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{48}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 1,03, \text{ мин.}$$

2.8.8 Расчет режимов резания на операцию 045

Торцекруглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 70} = 159, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{104}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 2,15, \text{ мин.}$$

2.8.9 Расчет режимов резания на операцию 050 Плоскошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{40}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 0,87, \text{ мин.}$$

2.8.10 Расчет режимов резания на операцию 055 Плоскошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{65}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 1,37, \text{ мин.}$$

2.8.11 Расчет режимов резания на операцию 060 Круглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 40,1} = 278, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}} = \frac{8}{500} + \frac{47}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 1,01, \text{ мин.}$$

2.8.12 Расчет режимов резания на операцию 065

Торцевкруглошлифовальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 63} = 177, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{УСК}}{S_{УСК}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{ВЫХ} = \frac{8}{500} + \frac{104}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 2,15, \text{ мин.}$$

2.8.13 Выбор режимов резания на операцию 070 Полировальная.

«Расчет скорости резания V и частоты вращения шпинделя n ». [10]

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

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

$$n_3 = \frac{1000 V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 63} = 177, \text{ мин}^{-1}.$$

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

[10]

$$T_0 = \frac{L_{УСК}}{S_{УСК}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{ВЫХ} = \frac{8}{500} + \frac{45}{500} \cdot 2 \cdot 5 + 0,05 = 0,97, \text{ мин.}$$

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочной оснастки.

На фрезерной операции 025 проводится фрезерная обработка паза детали. Необходимо спроектировать оснастку для этой операции. На рисунке 3.1 представлена схема базирования заготовки на операции 025.

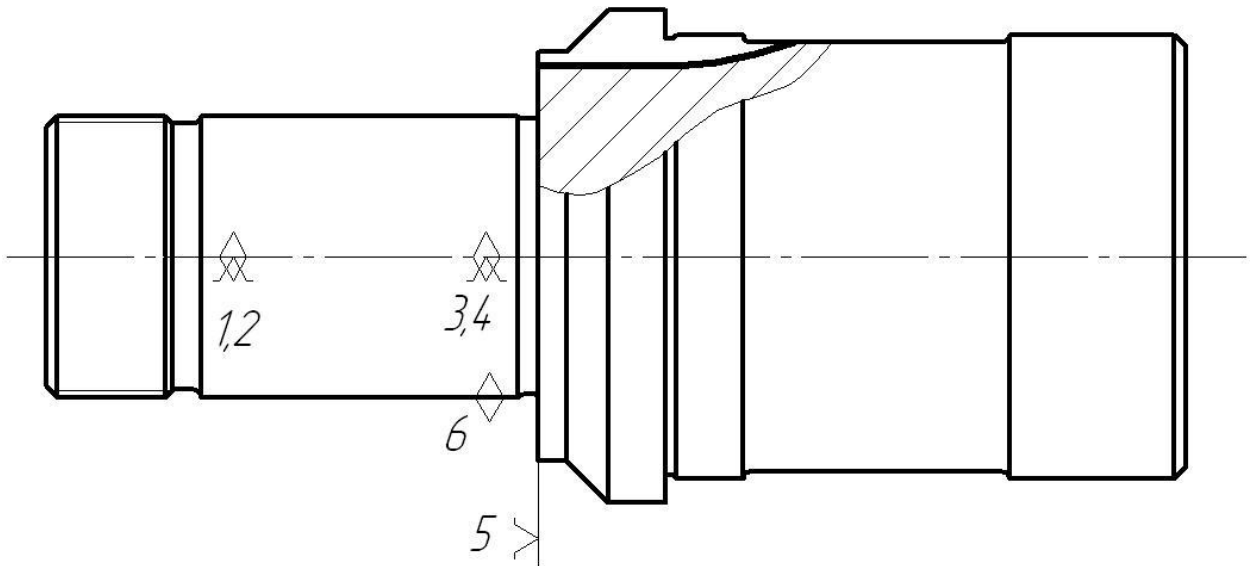


Рисунок 3.1 - Схема базирования заготовки на операции

3.1.1 Расчёт сил резания.

Обработка производится на фрезерном станке. Наибольшие силы резания возникают при обработке паза (поверхности 28, 29, 30). В связи с этим расчет сил резания и усилия зажима будем вести для данного перехода.

На горизонтально-фрезерном станке фрезеруют паз шириной $H=12$ мм на глубину $L=16$ мм. Материал заготовки - сталь 19ХГН, $\sigma_B=700$ МПа. Заготовка получена методом штамповки.

3.1.2 Расчёт усилия зажима.

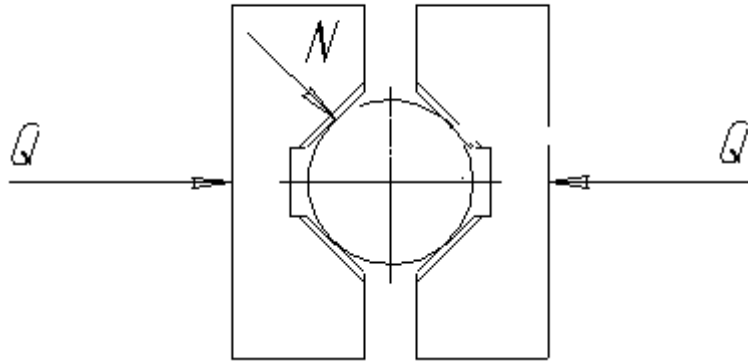


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки на операции 025

Определим усилие зажима, Н.

$$Q = \frac{M_k \cdot K \cdot \sin \alpha / 2}{D \cdot f}, \quad (3.1)$$

где D - диаметр заготовки; f - коэффициент трения; K - коэффициент запаса.

Коэффициент запаса высчитывается по формуле

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где $K_0 = 1,5$; $K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,7$; $K_3 = 1,2$; $K_4 = 1,0$; $K_5 = 1,0$; $K_6 = 1,5$ [11] – коэффициенты, учитывающие условия обработки.

Таким образом $K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,7 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 4,59$.

Рассчитаем усилие зажима

$$Q = \frac{122 \cdot 4,59 \cdot \sin \frac{90}{2}}{0,546 \cdot 0,1} = 7252, \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчёт силового привода.

Принимаем гидравлический привод со следующими параметрами: рабочий ход поршня цилиндра, исходя из техники безопасности, принимаем равным $S_w = 5$ мм.

Определим диаметр поршня формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P_B \cdot \eta}}, \text{ мм}, \quad (3.3)$$

где $P_B = 5$ МПа - рабочее давления в цилиндре; $\eta = 0,9$ - КПД гидроцилиндра.

$$\text{Тогда } D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7252}{3.14 \cdot 5,0 \cdot 0.9}} = 45,3, \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 50$ мм.

3.2 Проектирование дисковой фрезы.

На фрезерной операции 025 выполняется фрезерование двух одинаковых пазов детали. Инструментом является дисковая фреза. На рисунке 3.3 представлена схема операции.

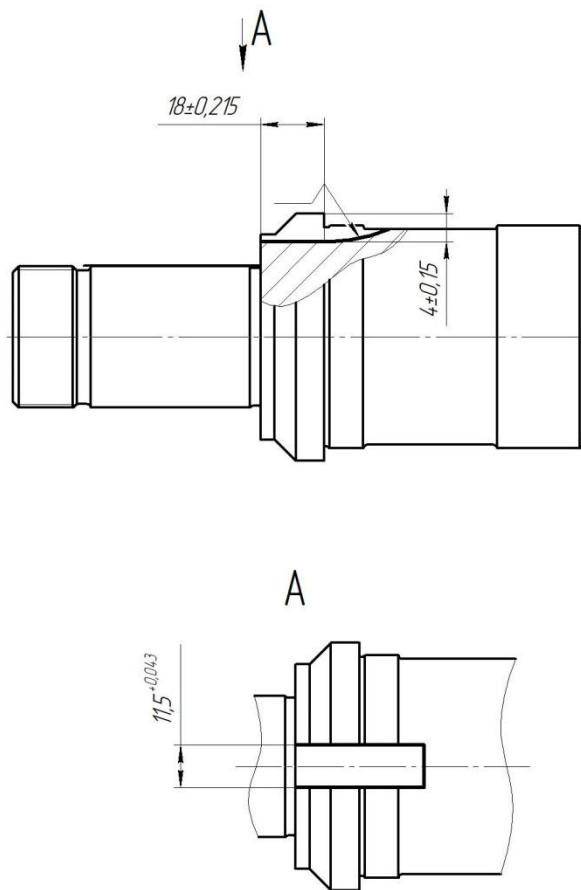


Рисунок 3.3 – Схема фрезерной операции

Диаметр посадочного отверстия рассчитывается по условию выполнения необходимой прочности и жесткости оправки фрезы

$$d_0 = 5,28 \cdot h^{0,48} \cdot b^{0,15}, \quad (3.4)$$

где $h = 16$ мм – глубина профиля канавки обрабатываемой заготовки;

$b = 12$ – ширина профиля канавки обрабатываемой заготовки.

Тогда $d_0 = 5,28 \cdot 16^{0,48} \cdot 12^{0,15} = 29$, мм.

Принимаем $d_0 = 32$ мм.

Диаметр выступов фрезы принимаем $d_a = 100$ мм, т.к. необходимо выполнить скругление радиусом 50мм по конструкции детали.

«Высота профиля зуба фрезы». [13]

$$h_1 = h + (1...3) = h + 2,5 = 16 + 2 = 18, \text{ мм.}$$

«Число зубьев фрезы». [14]

$$z = \frac{\pi \cdot d_a}{A \cdot h_1}, \quad (3.5)$$

где A – поправочный коэффициент, который для черновых фрез равен $A = 1,8 \dots 2,5$, а для чистовых $A = 1,3 \dots 1,8$.

Принимаем $A = 1,8$ мм.

$$\text{Тогда } z = \frac{3,14 \cdot 100}{1,8 \cdot 18} = 9,69.$$

Принимаем $z = 10$.

Определим радиус скругления впадин, которые находятся между зубьями по формуле

$$r = \left(\frac{d_a}{2} - h_1 - k \right) \sin(\psi_1 / 2). \quad (3.6)$$

$$r = \left(\frac{100}{2} - 18 - 5,5 \right) \sin 5^\circ = 2,3, \text{ мм.}$$

Найдем высоту зубьев фрезы

$$H = h_1 + k + r. \quad (3.7)$$

$$H = 18 + 5,5 + 2,3 = 25,8, \text{ мм.}$$

5 Безопасность и экологичность технического объекта

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

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

Таблица 4.1 – «Технологический паспорт технического объекта» [20]

№ п/п	«Технологический процесс» [20]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [20]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [20]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [20]	«Материалы, вещества» [20]
1	Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода пинולי сверлильного станка	токарная чистовая операция 025	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 вала-шестерни привода пинולי сверлильного станка	операция зубофрезерная 050	фрезеровщик	зубофрезерный станок 5К32А, поводковое устройство, центр упорный	сталь 40Х ГОСТ 4543-71, СОЖ-Литол

4.2 Идентификация профессиональных рисков.

Таблица 4.2 – «Идентификация профессиональных рисков». [20]

№ п/п	«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [20]	«Опасный и /или вредный производственный фактор» [20]	«Источник опасного и / или вредного производственного фактора» [20]
1	2	3	4
1	токарная чистовая операция 025	<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 4.2

1	2	3	4
2	операция зубофрезерная 050	«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

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

Таблица 4.3 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (как уже реализованных в базовом исходном состоянии, так и дополнительно или альтернативно предлагаемых автором работы для реализации в рамках выпускной квалификационной работы)». [20]

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

4.4 «Обеспечение пожарной безопасности технического объекта».

[20]

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

Таблица 4.4 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара».

[20]

№ п/п	«Участок, подразделение» [20]	«Оборудование» [20]	«Класс пожара» [20]	«Опасные факторы пожара» [20]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [20]
1	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	зубофрезерный станок 5К32А, поводковое устройство, центр упорный	Е	тепловой поток	«образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты производственного и инженерно-технического оборудования» [20]

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

[20]

Таблица 4.5 – «Технические средства обеспечения пожарной безопасности». [20]

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

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

Таблица 4.6 – «Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности». [20]

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта» [20]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [20]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [20]
1	2	3
токарный станок с ЧПУ 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.
зубофрезерный станок 5К32А, поводковое устройство, центр упорный	Систематическое проведение инструктажей по пожарной безопасности.	Запрет на применение в цехе открытого огня. Применение систем автоматического оповещения и

Продолжение таблицы 4.6

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

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

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

Таблица 4.7 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта». [20]

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

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
чистовая операция 025	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 зубофрезерная 050	зубофрезерный станок 5К32А, поводковое устройство, центр упорный	«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)

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

Таблица 4.8 – «Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду» [20]

«Наименование технического объекта» [20]	токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС, зубофрезерный станок 5К32А
«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

Продолжение таблицы 4.8

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

4.6 Заключение.

В результате разработки 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.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Корпус патрона» коснулись фрезерной операции 025, где заменили дисковую фрезу из быстрорежущей стали Р6М5 на фрезу из быстрорежущей стали Р6М5 с износостойким покрытием TiN. Данное совершенствование привело к увеличению стойкости инструмента и уменьшению основного времени примерно на 12%. Также на этой операции проведена замена станочного приспособления и спроектированы тиски с гидроприводом. Это усовершенствование привело к сокращению вспомогательного времени операции на 33%.

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 025.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 52606 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Корпус патрона» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Корпус патрона» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций»

[23]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

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

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

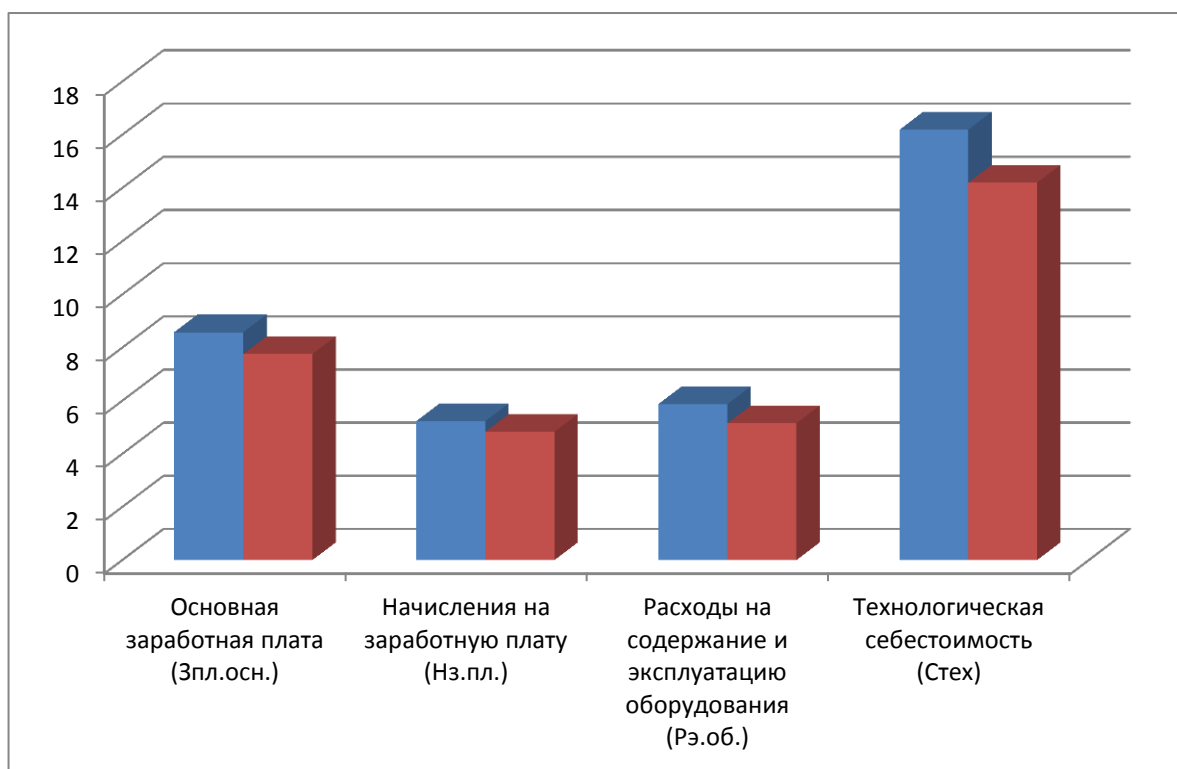


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Корпус патрона», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

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

среднем примерно на 13,4%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 2,24 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 91,58 рублей, а по проектируемому – 80,37 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 11,21 рублей с единицы изделия или 13,9%. 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 ($P_{чист}$), которая составит 36869 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 10152 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 «Корпус патрона» 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 0,21 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы нами выполнен технологический процесс изготовления корпуса патрона вертикально-протяжного станка необходимого качества.

В результате технико-экономического анализа на заготовительной операции выбран метод штамповки и была спроектирована соответствующая заготовка. Проведено оснащение нового техпроцесса технологическими средствами.

На токарную черновую и фрезерную 025 операции разработаны технологические наладки. Для 025 фрезерной операции спроектированы тиски, автоматизированные гидроприводом. Для этой же операции разработана конструкция дисковой фрезы, имеющая износостойкое покрытие.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия (с изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). – 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. Вереина, Л.И. Металлообработка : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
6. 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.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – Введ. 2009-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2006. – 10 с.
8. Режимы резания металлов : справочник/ Ю.В. Барановский, Л.А.Брахман, А.И. Гадалевич и др. – М. : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
9. 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.
10. ГОСТ Р 52781-2007. Круги шлифовальные и заточные. Технические условия. – Введ. 2009-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 30 с.

11. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: Станочные приспособления : учеб. пособие / В.В. Клепиков. - М. : ИНФРА-М, 2019 – 345 с.
12. Клепиков, В.В. Станочные приспособления : учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 319 с.
13. 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. Токмин, А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении : учеб. пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 235 с.
16. Кане, М.М. Технология машиностроения : курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
17. Дехтярь Г. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие / Г. М. Дехтярь. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2016. - 154 с.
18. ГОСТ 3882-74. Сплавы твердые спеченные. Марки. – Введ. 1976-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 10 с.
19. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.
20. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 22.05.2019).
21. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 2017-03-01. – М. : Изд-во стандартов, 2017. – 10 с.

22. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - Введ. 2014-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 62 с.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутные карты

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
Разраб.												Лист 1						Листов 6						
Пров.												ТГУ												
Н. Контр.												Корпус патрона												
M01 Сталь 19X1H ГОСТ 4543-71																								
Код		Кустов	МД		ЕН	Н.расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры		КД	МЗ												
M02		-	166	2,3	1		0,57	16	Ø70×162		1	4,06												
А		Уч. РМ	Опер.		Обозначение документа																			
Б		Код, наименование оборудования		СМ		Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лпз.	Лшт.									
A01		XX.XX.XX	005	4110 Токарная черновая		ИОТ	ХХХ																	
B02		ХХХХХХ Токарно-винторезный с ЧПУ САМАТ-400ХС		1	18235	322	1	1	1	1	1	118	1	23	2,78									
O03		Точить поверхность 10, выдерживая размер $45^{\circ} \pm 1^{\circ}$; точить поверхность 12, выдерживая размер $\varnothing 58,3 \pm 0,074$; точить поверхность 13, выдерживая размер 92,6±0,435; точить поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 41,3 \pm 0,031$, сверлить поверхность 22, выдерживая размеры $\varnothing 28^{+0,4}_{-0,2}$ на длину $83 \pm 0,435$.																						
T05		ХХХХХХ Патрон трехшлицевой; ХХХХХХ Резец сборный Т15К6; ХХХХХХ Сверло спиральное Р6М5;																						
T06		ХХХХХХ Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; ХХХХХХ Калибр-бробка.																						
A07		XX.XX.XX	010	4110 Токарная черновая		ИОТ	ХХХ																	
B08		ХХХХХХ Токарно-винторезный с ЧПУ САМАТ-400ХС		1	18235	322	1	1	1	1	118	1	23	2,74										
O09		Точить поверхность 9, выдерживая размер $\varnothing 70,3 \pm 0,074$; точить поверхность 8, выдерживая размер 87,7±0,435; точить поверхность 3, выдерживая размер $\varnothing 63,7 \pm 0,15$; точить поверхность 1, выдерживая размер 162,7±0,5, сверлить поверхность 26 в размер $\varnothing 11,3 \text{H}10^{(+0,07)}$ на длину $61 \pm 0,37$.																						
T11		ХХХХХХ Патрон трехшлицевой; ХХХХХХ Резец сборный Т15К6; ХХХХХХ Сверло спиральное Р6М5;																						
T12		ХХХХХХ Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; ХХХХХХ Калибр-бробка.																						
МК																								

Дубл.																					
Взаим.																					
Подп.																					
																					Лист 2
А		Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа															
Б		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тшт.							
A01	XX.XX.XX	015	4110	Токарная чистовая	ИОТ	XXX															
B02	XXXXXXXX	Токарно-винторезный с ЧПУ	SAMAT-400XC	1	18235	322	1	1	1	1	118	1	23	1,08							
O03	Точить поверхность 10, выдерживая размер $45^{\circ} \pm 30'$; точить поверхность 12, выдерживая размер $\varnothing 58_{-0,14}$; точить поверхность 13, выдерживая																				
O04	размер $92,3 \pm 0,435$; точить поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 40,7 \pm 0,031$; вытопить фаску $1,6 \times 45^{\circ}$; вытопить канавку, выдерживая размеры 3,																				
O05	0,5, 45° ; вытопить канавку, выдерживая размеры $\varnothing 37,8_{-0,61}$, $4 \pm 0,15$, R1, R0,5; на поверхности 16 нарезать резьбу M40x1,5 на длину $22 \pm 0,26$.																				
T05	XXXXXXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX(2) Резец сборный T15K6; XXXXXX(3) Резец канавочный P6M5; XXXXXX Резец резьбовой T15K6;																				
T06	XXXXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка; XXXXXX Калибр резьбовой.																				
A07	XX.XX.XX	020	4110	Токарная чистовая	ИОТ	XXX															
B08	XXXXXXXX	Токарно-винторезный с ЧПУ	SAMAT-400XC	1	18235	322	1	1	1	1	118	1	23	3,86							
O09	Точить поверхность 9, выдерживая размер $\varnothing 70_{-0,14}$; точить поверхность 8, выдерживая размер $88 \pm 0,435$; вытопить канавку, выдерживая																				
O10	размеры 0,5, 1,6, 45° ; точить поверхности 4, 5, выдерживая размеры $\varnothing 61_{-0,14}$, R1; точить поверхность 3, выдерживая размер $\varnothing 63,4 \pm 0,037$;																				
O11	вытопить фаску $1,6 \times 45^{\circ}$; точить поверхность 1, выдерживая размер $162,3 \pm 0,5$; зенкеровать поверхность 26 в размер $\varnothing 11,8H8^{(+0,027)}$ на																				
O12	длину $61 \pm 0,37$; развертывать поверхность 26 в размер $\varnothing 12H7^{(+0,015)}$ на длину $61 \pm 0,37$.																				
T13	XXXXXXXX Патрон трехшлицевой; XXXXXX(2) Резец сборный T15K6; XXXXXX Резец канавочный P6M5;																				
T14	XXXXXXXX Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXXX Калибр-скоба; XXXXXX Калибр-пробка.																				
МК																					

Дубл.																
Взам.																
Подл.														Лист 3		
Обозначение документа																
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р.	УТ	КР.	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования															
A01	XX	XX	XX	025	XXXX Фрезерная	ИОТ	XXX									
B02	XXXXXX	Горизонтально - фрезерный бД12Ф20 I 18235 322 I I I 118 I 23 3,80														
O03	Фрезеровать паз (поверхности 28, 29, 30), выдерживая размеры 15,7 ^{+0,2} , 11,5 ^{+0,045} , 4 ^{+0,02} ; фрезеровать паз (поверхности 31, 36),															
O04	выдерживая размеры 11,5 ^{+0,045} , R50±0,31, 4,5 ^{+0,3} , 18±0,215.															
T05	XXXXXX	Тиски гидрозажимные; XXXXX Фреза дисковая Р6М5;														
T06	XXXXXX	Штангенциркуль ШЦ I-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXX Калибр-пробка.														
A07	XX	XX	XX	030	4121 Сверлильная	ИОТ	XXX									
B08	XXXXXX	Многоцелевой ИС500МПФ4 I 18235 322 I I I 118 I 23 5,42														
O09	Сверлить поверхность б в размер Ø11,3Н10 ^(+0,07) на длину б1±0,37; зенкеровать поверхность б в размер Ø11,8Н8 ^(+0,027) на длину б1±0,37;															
O10	развертывать поверхность б в размер Ø12Н7 ^(+0,018) на длину б1±0,37; зенковать два отверстия (поверхность 7), выдерживая размеры															
O11	13,8 ^{+0,1} , 9 ^{-0,1} , 3,5 ^{+0,3} ; сверлить два отверстия (поверхность 11), выдерживая размер Ø4 ^{+0,3} на длину 37±0,31 под углом 45°; сверлить															
O12	поверхность 33, выдерживая размер Ø4 ^{+0,3} на длину 14±0,215; нарезать резьбу М5 на поверхности 32 на длину 10±0,18; сверлить два															
O13	отверстия (поверхность 35), выдерживая размеры Ø5 ^{+0,3} , 20±0,26; 25±0,1; нарезать резьбу М6 в двух отверстиях (поверхности 34) на															
O14	длину 15±0,215.															
T15	XXXXXX	Тиски гидрозажимные; XXXXX(4) Сверло спиральное Р6М5; XXXXX Зенкер цилиндрический Р6М5; XXXXX Развертка Р6М5;														
T16	XXXXXX(2)	Метчик машинный Р6М5; XXXXX Штангенциркуль ШЦ I-1000-01 ГОСТ 166-80; XXXXX(5) Калибр-пробка.														
МК																

Дубл.		Взам.		Попл.													
А		Б		В		Г		Д		Е		Ж		З		И	
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Лшт.	
А01		XX	XX	XX	035	5124 Термическая		ИОТ ХХХ									
О02		Цементировать h 0,8...1,2 до 57...61 HRC.															
А03		XX	XX	XX	040	4131 Торцевукруглошлифовальная		ИОТ ХХХ									
Б04		381311 Торцевукруглошлифовальный с ЧПУ 3Т161ВФ20 1 18873 322 1 1 1 118 1 10 2,03															
О05		Шлифовать поверхность 14, выдерживая размер Ø40,4±0,19 на длину 45±0,31; шлифовать поверхность 13, выдерживая размер															
О06		92±0,435.															
Т07		396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; ХХХХХХ Центр; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; ХХХХХХ Калибр-скоба.															
А08		XX	XX	XX	045	4131 Торцевукруглошлифовальная		ИОТ ХХХ									
Б09		381311 Торцевукруглошлифовальный с ЧПУ 3Т161ВФ20 1 18873 322 1 1 1 118 1 10 3,15															
О10		Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер Ø63,1±0,023 на длину 70,8±0,37; шлифовать поверхность 8, выдерживая размер 74,1 ^{+0,2} ,															
О11		шлифовать поверхность 1, выдерживая размер 162±0,5.															
Т12		396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; ХХХХХХ Центр; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; ХХХХХХ Калибр-скоба.															
А13		XX	XX	XX	050	4131 Плоскошлифовальная		ИОТ ХХХ									
Б14		381311 Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Д12Ф20 1 18873 322 1 1 1 118 1 10 1,87															
МК																	

Дубл.		Взам.		Попп.											
															Лист 5
А	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	В	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Плз.	Тип.
О01	Шлифовать поверхности 28, 29, 30, выдерживая размеры 4,5±0,15, 50±0,31, 12Н7 ^{+0,018} , 4 ^{+0,012} .														
Т02	XXXXXX Приспособление специальное; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-пробка.														
А03	XX.XX.XX	055	4131	Плоскошлифовальная	ИОТXXX										
Б04	381311	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Д12Ф20	1	18873	322	1	1	1	118	1	10	2,37			
О05	Шлифовать поверхности 31, 36, выдерживая размеры 12Н7 ^{+0,018} , 16 ^{+0,2} , 63 ⁺¹ , 18±0,215.														
Т06	XXXXXX Приспособление специальное; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-пробка.														
А08	XX.XX.XX	060	4131	Круглошлифовальная	ИОТXXX										
Б09	381311	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2	1	18873	322	1	1	1	118	1	10	2,01			
О10	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер Ø63,1±0,023 на длину 70,8±0,37; шлифовать поверхность 8, выдерживая размер 74,1 ^{+0,2} ,														
О11	шлифовать поверхность 1, выдерживая размер 162±0,5.														
Т12	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Центр; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-скоба.														
А08	XX.XX.XX	065	4131	Торцекруглошлифовальная	ИОТXXX										
Б09	381311	Торцекруглошлифовальный с ЧПУ 3Т161ВФ20	1	18873	322	1	1	1	118	1	10	3,15			
О10	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размер Ø63gb(^{-0,010} _{-0,025}) на длину 70,8±0,37; шлифовать поверхность 8, выдерживая размер 74 ^{+0,2} ;														
МК															

Дубл.	Взам.	Пооп.	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лпз.	Лшт.
							Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ				
															Лист 6
О01							шлифовать поверхность 1, выдерживая размер 162±0,5.								
T02							396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Центр; 398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-скоба.								
A03	XX.XX.XX	070	4131	Полировальная	ИОГXXX										
B04	XXXXXX	Полировально-шлифовальный	3В853												1,97
O05							Полировать поверхность 14, выдерживая размер $\varnothing 40_{gb}^{(-0,009)}$ на длину $45 \pm 0,31$.								
T06	396171	Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Центр; 398110 Полировальный лепестковый круг ГОСТ Р 52781-2007.													
A07	XX.XX.XX	075	Моечная												
B08			Проходная моечная машина												
A09	XX.XX.XX	080	Контрольная												
B10			Контрольный стол												
МК															

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

Дцбл.							Лист 1
Взм.							
Подп.							
Разработ Проверил	Кустов	ТГУ	Кафедра ОТММ	Карпус патрона	ДП	010	
	Лозинкоб						
Н.Контр.							

Technical drawing of a cartridge body (Karпус патрона) showing dimensions and tolerances:

- Total length: $92 \pm 0,435$ mm
- Distance to shoulder: $75 \pm 0,37$ mm
- Shoulder diameter: $\phi 63,7 \pm 0,15$ mm
- Shoulder length: $18 \pm 0,215$ mm
- Distance to groove: $10 \pm 0,18$ mm
- Groove width: 10 mm
- Internal diameter: $\phi 70,3 \pm 0,14$ mm
- Inner diameter: $\phi 70,3 \pm 0,14$ mm
- Surface finish: $Ra 6,3$
- Tolerance class: A
- Positional tolerance: $0,05 A$
- Form tolerance: $0,05 A$
- Surface texture: $0,5 A$
- Surface texture: $0,5 A$

Дцбл.																				
Взам.																				
Подл.																				
Разраб.	Кустов																			
Проверил	Логанов																			
Н.контр.																				
Наименование операции	Кафедра ОТМП																			
Токарная черновая с ЧПУ	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД													
Оборудование, устройство ЧПУ	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71	166	2,3		φ70х162	4,06	1													
Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400ХС	Обозначение программы	То	Тб	Тпз	Тшп	СОЖ														
	—	174	100	10	2,74	5% Укринал														
P		0 или B	L	f	s	n	v													
01		мм			мм/об	об/мин	м/мин													
02	1. Установить и снять заготовку.																			
03	396110.XXXX Патрон трехшлицевой самоцентрирующий.																			
04	2. Точить поверхность 9, выдерживая размер $\varnothing 70,3_{-0,74}$, точить поверхность 8, выдерживая размер $87,7 \pm 0,435$;																			
05	точить поверхность 3, выдерживая размер $\varnothing 63,7 \pm 0,15$; точить поверхность 1, выдерживая размер $162,7 \pm 0,5$.																			
06		1	70,3	100	2,6	1	0,3	800	176,6											
07	3. Сверлить поверхность 26, выдерживая размеры $\varnothing 11,3^{+0,07}$, $61 \pm 0,37$.																			
08		1	11,3	100	5,65	1	0,1	630	22,4											
09																				
10	5. Зенкеровать четыре поверхности 12, выдерживая размеры $\varnothing 12,8^{+0,4,1}$, $8^{+0,36}$.																			
11		1	12,8	100	3,5	4	0,1	630	25,3											
12																				
OK																				