

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления центральной головки
токарного патрона

Студент

И.П. Краскова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

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

Консультант

к.э.н. Н.В. Зубкова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Студент: Краскова Ирина Петровна.

Тема работы: Технологический процесс изготовления центральной головки токарного патрона.

В первой части работы проводится анализ назначения детали «головка патрона», анализируется назначение каждой из поверхностей, рассматривается вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается блок шестерен, а также о его свойствах. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во второй части работы проводится технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определяется тип производства для изготовления детали и описываются его характеристики, выполняется выбор методов обработки каждой поверхности детали, составляется план изготовления головки патрона, рассчитываются припуски на одну из поверхностей, определяются режимы резания на некоторые технологические операции.

В третьей части проектируется специальное станочное приспособление – токарный патрон, имеющий автоматизированный привод.

В четвертой части работы для обработки трех симметричных пазов разработана конструкция режущего инструмента – концевой фрезы с коническим хвостовиком.

В работе имеется раздел по безопасности и экологичности, где проработаны рекомендации по совершенствованию условий труда на участке механической обработки.

В завершении работы выполнен экономический расчет, показывающий эффективность модернизации базового техпроцесса.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Классификация поверхностей детали	5
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	6
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Расчет припусков.....	14
2.5 Назначение режимов обработки.....	15
3 Проектирование станочного приспособления.....	24
3.1 Сбор исходных данных.....	24
3.2 Определение зажимного усилия	25
3.3 Расчёт зажимного механизма патрона	26
3.4 Расчёт силового привода.....	27
4 Проектирование режущего инструмента.....	28
4.1 Исходные данные.....	28
4.2 Конструктивные элементы фрезы	28
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5.1 Описание технического объекта.....	33
5.2 Описание мероприятий по безопасности и экологичности.....	33
6 Экономическая эффективность работы.....	36
Заключение.....	40
Список используемой литературы	41
Приложение А. Маршрутные карты.....	43

Введение

Машиностроение является ведущей отраслью современной промышленности России. Строительство и ремонт машин составляет необъемлемую часть хозяйства страны, так как от этого зависит производительность труда.

Правительством страны приняты целевые направления развития промышленности, в которых обозначены критерии, в которых имеется пункт «увеличение производительности труда», что еще в большей степени оказывает влияние на развитие машиностроения.

Приспособления в машиностроении оказывают огромное влияние на производительность труда. В условиях серийного и массового производств невозможно в срок выполнить программы выпуска деталей, не имея достаточное количество приспособлений. Приспособления бывают контрольные, направленные на облегчение контроля деталей рабочими; сборочные, позволяющие рабочим-сборщикам быстрее выполнять работы по сборке машин и узлов; станочные, которые в основном направлены на сокращение вспомогательного времени технологических операций, связанного с установкой и снятием заготовки с металлообрабатывающего оборудования.

Токарный патрон – приспособление, устанавливаемое на шпинделе токарного станка. Обойма является основной частью этого приспособления, так как является направляющим звеном для кулачков, непосредственно зажимающих заготовку в приспособлении. Так же обойма служит для объединения различных деталей патрона в единый функциональный узел. Качество изготовления обоймы непосредственно влияет на качество закрепления детали в приспособлении.

Целью данной бакалаврской работы является разработка технологического процесса изготовления обоймы токарного патрона заданного качества с минимальными затратами на производство.

1 Анализ исходных данных

1.1. Назначение и условия работы детали.

Обойма является основной частью этого приспособления, так как является направляющим звеном для кулачков, непосредственно зажимающих заготовку в приспособлении. Так же обойма служит для объединения различных деталей патрона в единый функциональный узел. Качество изготовления обоймы непосредственно влияет на качество закрепления детали в приспособлении. А точность базирования заготовки в приспособлении напрямую влияет на качество выпускаемой машиностроительным предприятием продукции.

1.2 Классификация поверхностей детали.

Пронумеруем поверхности обоймы и представим это на рисунке 1.

Исполнительными поверхностями обоймы являются три цилиндрических наклонных поверхности 15, являющиеся направляющими для деталей, к которым прикрепляются кулачки, совершающие закрепление и раскрепление заготовки в узле; плоские поверхности 28, направляющие непосредственно кулачки.

Основными конструкторскими базами обоймы являются наружная цилиндрическая поверхность 3, которой деталь центрируется в корпусе патрона, а также торец 8, которой обойма прижимается к корпусу при сборке приспособления.

Вспомогательными конструкторскими базами обоймы являются торцовая поверхность 1; внутренняя резьбовая поверхность 2, для винтов; наружная цилиндрическая поверхность 9; плоская поверхность 17; внутренняя цилиндрическая поверхность 21; а также плоские поверхности 23 и 25 под базирование головок винтов.

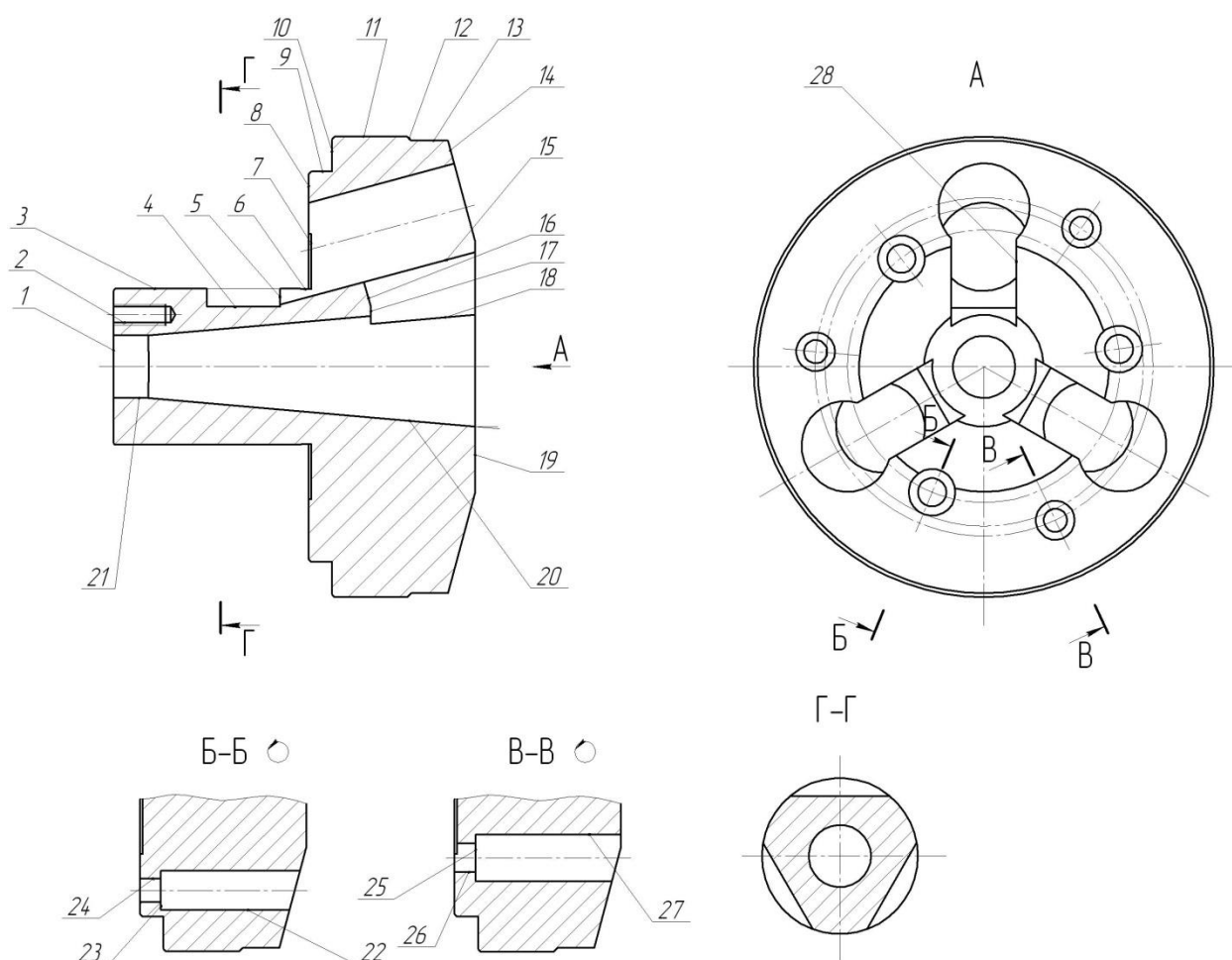


Рисунок 1 – Классификация поверхностей

1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Материалом детали является конструкционная сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [7]. Данный материал соответствует требованиям по прочности и твердости. Он состоит из углерода (C) с содержанием 0,17...0,23%, марганца (Mn) с содержанием 0,7...1,1%, фосфора (P) с содержанием не более 0,035%, кремния (Si) с содержанием 0,17...0,37%, никеля (Ni) с содержанием 1,1...1,4%, серы (S) с содержанием не более 0,035%, хрома (Cr) с содержанием 0,45...0,75%, меди (Cu) с содержанием не более 0,3%. Остальное в составе стали – железо (Fe).

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

σ_B	ψ	σ_T	δ_5	НВ
МПа	%	МПа	%	не более
700	-	930	7	187

«Прорабатывая конструкцию детали, стремятся обеспечить возможность ее изготовления в определенных организационно-технических условиях производства наиболее производительными способами и с наименьшими затратами. Это удастся, если конструктор сумеет учесть комплекс производственно-технических требований, повышающих технологичность детали, среди которых отметим следующее. Материал детали должен обеспечивать получение заготовок заданной точности наиболее дешевыми и эффективными методами; он должен хорошо обрабатываться с помощью имеющихся средств производства. В целях снижения материалоемкости и объема механической обработки желательно, чтобы конфигурация заготовки максимально соответствовала формам и размерами детали или приближалась к ним. В условиях серийного и массового производства детали иногда конструируют с учетом имеющихся видов проката (специального, профильного и периодического), что обеспечивает при дальнейшей обработке значительный экономический эффект и минимальный расход материала». [7]

Это означает, что в целом наша деталь является довольно технологичной.

Заготовку для обоймы можно получить многими способами.

«Прокатка – деформирование холодного или нагретого металла вращающимися валками для изменения формы и размеров поперечного

сечения и увеличения длины заготовки. Валки бывают гладкими для прокатки листов и лент и калиброванными, которые имеют на рабочей поверхности вырезы (ручьи) в соответствии с требуемой формой (профилем) прокатываемого изделия. Совокупность двух ручьев пары валков образуют калибр. Обычно прокатка проводится за несколько рабочих ходов (пропусков заготовки между валками) с постепенным приближением ее формы и размеров к требуемым. Необходимое число калибров и их правильную конфигурацию (калибровка валков) устанавливают на основе анализа пластического течения металла при прокатке с учетом технико-экономических показателей процессов». [18]

«Сортовой прокат простой (в сечении квадрат, круг, прямоугольник, шестигранник) и сложной – фасонной (двутавровые балки, швеллеры, рельсы, уголки и т.д.) - формы прокатывают на сортовых станках без блюмов и заготовок, пропуская их через ряд (9...15 шт.) соответствующих калибров». [18]

«Процессы получения деформированных заготовок независимо от их формы, габаритов и массы должны быть непродолжительными, высокопроизводительными, нетрудоемкими и обеспечивать снижение себестоимости, повышение качества и точности готовой продукции». [18]

«Для изготовления поковок и штамповок нередко достаточен только один способ, например ковка или горячая объемная штамповка на прессах. Но иногда необходимо применять несколько способов в определенном сочетании одного с другим, например ковка и горячая объемная штамповка на молоте или ковка в ковочных вальцах и горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочных машинах. Такие технологические процессы называют комбинированными». [18]

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат [6] и штамповку на горизонтально-ковочных машинах [9].

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства.

Формирование типа производства происходит на основе многих факторов.

«Одним из основных принципов построения технологических процессов является принцип совмещения технических, экономических и организационных задач, решаемых в данных производственных условиях. Проектируемый технологический процесс должен обеспечивать выполнение всех требований к точности и качеству изделия, предусмотренных чертежом, при наименьших затратах труда и минимальной себестоимости в установленные сроки. Наименьшие затраты изготовления изделий могут быть достигнуты в случае построения технологического процесса в соответствии с типом данного производства. Тип производства – это квалификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий». [21]

В нашем случае будем основываться на массе заготовки $m=8,95$ кг и программе выпуска в $N=5000$ деталей в год. Исходя из этих показателей [21], принимаем среднесерийный тип производства.

«В серийном производстве выпускаются изделия ограниченной номенклатуры, изготавливаемые периодически повторяющимися партиями со сравнительно большим объемом выпуска. На рабочих местах выполняется несколько периодически повторяющихся операций. Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, трудоемкости, количества изделий в партии деталей. Различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство». [21]

2.2 Выбор метода получения заготовки.

Для производства заготовки выбираем два следующих метода: прокат и штамповку на горизонтально-ковочных машинах. В этом разделе рассчитаем себестоимость заготовок, изготовленных данными методами и сравним их.

При штамповке масса заготовки будет равна 16,8 кг, а при прокате 29,5 кг.

Рассчитаем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке [14].

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

где $C_c = 0,495$; $E_n = 0,15$; $C_k = 1,085$. [14]

Тогда

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

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой [14].

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_m \cdot k_n, \quad (2)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,315$; $k_m = 0,9$; $k_c = 0,84$; $k_g = 1,14$; $k_m = 1,0$; $k_n = 1,0$. [14]

Тогда

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

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой [14].

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

где $Q_{\text{шт}} = 16,8$; $q = 8,95$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг. [14]}$$

Тогда

$$C_{ми} = 0,2715 \cdot 16,8 + 0,6578(16,8 - 8,95) - (16,8 - 8,95)0,0144 = 9,71 \text{руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом [14].

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

где $Q_{np} = 29,5$; $q = 8,95$ кг;

$$C_{отх} = 0,0144 \text{ руб/кг. [14]}$$

Тогда

$$C_{mn} = 0,1219 \cdot 29,5 + 0,6578(29,5 - 8,95) - 0,0144(29,5 - 8,95) = 16,82 \text{руб.}$$

По себестоимости наиболее выгодным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

Годовая экономия при этом

$$\mathcal{E}_z = (C_{mn} - C_{ми}) N_z = (16,82 - 9,71) 5000 = 35550 \text{руб.}$$

2.3 Выбор методов обработки поверхностей.

«Методы обработки назначают, исходя из требований, предъявляемых к точности (квалитету IT) и качеству (шероховатости Ra) поверхности с учетом свойств материала. При этом каждый последующий метод должен уточнять предыдущий на 1-3 квалитета». [1]

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 9) и требуемой шероховатости (Ra 0,8) поверхности 1 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости (Ra 6,3) поверхности 2 назначим последовательность их обработки: сверление, резбонарезание.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 6) и требуемой шероховатости ($Ra\ 0,8$) поверхностей 3, 9 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение, черновое и чистовое шлифование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости ($Ra\ 6,3$) поверхностей 7, 6, 12, 10, 13, 14, 20 назначим последовательность их обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости ($Ra\ 6,3$) поверхностей 17, 18, 16 назначим последовательность их обработки: фрезерование.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 9) и требуемой шероховатости ($Ra\ 3,2$) поверхности 19 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости ($Ra\ 3,2$) поверхности 20 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 10) и требуемой шероховатости ($Ra\ 2,5$) поверхности 21 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое точение.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости ($Ra\ 6,3$) поверхностей 22, 26, 24, 27 назначим последовательность их обработки: сверление.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 14) и требуемой шероховатости ($Ra\ 6,3$) поверхностей 23, 25 назначим последовательность их обработки: сверление, цековка.

Исходя из необходимой точности механической обработки (IT 8) и требуемой шероховатости ($Ra\ 2,5$) поверхности 28 назначим последовательность ее обработки: черновое и чистовое фрезерование.

2.4 Расчет припусков.

«Припуск – слой металла, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности. Обычно при получении поверхности применяют несколько методов обработки». [1]

Определим припуски на обработку поверхности с параметрами $\varnothing 177^{+0,020}_{-0,020}$, $L = 30$ мм, $Ra = 0,8$ расчетно-аналитическим методом. Технологический маршрут обработки данной поверхности состоит из чернового и чистового точения, термообработки, чернового и чистового шлифования.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$a = R_z + h_o. [2] \quad (5)$$

Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td. [2] \quad (6)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 6,3 = 1,575.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,40 = 0,10.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,16 = 0,040.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,063 = 0,016.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,040 = 0,010.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. [2] \quad (7)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{1,575^2 + 0,025^2} = 1,983.$$

$$\begin{aligned}
Z_{2\min} &= a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,10^2 + 0} = 0,30. \\
Z_{3\min} &= a_2 + \sqrt{(\Delta_{00})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,040^2 + 0^2} = 0,14. \\
Z_{4\min} &= a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,016^2 + 0} = 0,046. \\
Z_{i\max} &= Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). \quad [2] \\
Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 1,575 + 0,5(6,3 + 0,40) = 4,925. \\
Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,30 + 0,5(0,40 + 0,10) = 0,55. \\
Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,14 + 0,5(0,10 + 0,063) = 0,222. \\
Z_{4\max} &= Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,046 + 0,5(0,063 + 0,040) = 0,098.
\end{aligned} \tag{8}$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$\begin{aligned}
d_{4\min} &= 176,980. \\
d_{3\max} &= 177,020. \\
d_{3\min} &= d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 177,020 + 2 \cdot 0,046 = 177,112. \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 177,112 + 0,040 = 177,152. \\
d_{TO\min} &= d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 177,152 + 2 \cdot 0,140 = 177,432. \\
d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 177,432 + 0,160 = 177,592. \\
d_{2\min} &= d_{TO\max} \cdot 0,999 = 177,592 \cdot 0,999 = 177,414. \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 177,414 + 0,100 = 177,514. \\
d_{1\min} &= d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 177,514 + 2 \cdot 0,300 = 178,114. \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 178,114 + 0,400 = 178,514. \\
d_{0\min} &= d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 178,514 + 2 \cdot 1,983 = 182,880. \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 182,880 + 6,3 = 189,180.
\end{aligned}$$

Найдем средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$\begin{aligned}
d_{cpi} &= 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}). \\
d_{cp0} &= 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(189,18 + 182,88) = 186,03. \\
d_{cp1} &= 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(178,914 + 178,114) = 178,5140. \\
d_{cp2} &= 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(177,514 + 177,414) = 177,464.
\end{aligned} \tag{9}$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TOax} + d_{TOmin}) = 0,5(177,432 + 177,592) = 177,512.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(177,152 + 177,112) = 177,132.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(177,020 + 176,980) = 177,000.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (10)$$

$$2Z_{min} = 182,880 - 177,020 = 5,860.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 5,860 + 6,300 + 0,040 = 12,200.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{min} + 2Z_{max}). \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(12,200 + 5,860) = 9,030.$$

2.5 Назначение режимов обработки.

2.5.1 Назначение режимов обработки на операцию 010.

Примем глубину резания и подачу $t = 2,5; S = 0,3$. [19]

Скорость резания

$$V_0 = 180 \text{ м/мин. [19]}$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (13)$$

где $K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$. [11]

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

Частота вращения

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 200} = 286,6 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

Уточним скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (15)$$

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

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (16)$$

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{153}{75} = 2,04 \text{ мин.} \quad (17)$$

2.5.2 Назначение режимов обработки на операцию 035.

Переход 1.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_{\Delta}, [19] \quad (18)$$

$L_p = 29$ - длина обработки;

$L_{\Pi} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_{\Delta} = 0$ мм.

Тогда $L = 29 + 1 + 0 = 30$, мм.

Стойкость

$$T_p = T_M \cdot \lambda, \quad (19)$$

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

$$V = V_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (20)$$

где $V_{TAB} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95$. [19]

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0 \text{ , м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25 \text{ , мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{23 \cdot 2}{25} = 1,84 \text{ , мин.}$$

Переход 2.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [19]$$

$L_P = 26$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 26 + 1 + 0 = 27$, мм.

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1;$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

Скорость резания

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

$$\text{где } V_{TAB} = 15; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [19]$$

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 11,9} = 286,4, \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Принимаем } n = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11,9 \cdot 250}{1000} = 9,3, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{27 \cdot 2}{50} = 1,08, \text{ мин.}$$

Переход 3.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [19]$$

$L_p = 3$ - длина обработки;

$L_{\Pi} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_d = 0$ мм.

Тогда $L = 3 + 1 + 0 = 4$, мм.

Стойкость

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

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [19]

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 23} = 148,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 125 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 125}{1000} = 9,0, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25, \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{4 \cdot 2}{25} = 0,32, \text{ мин.}$$

Переход 4.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [19]$$

$L_P = 20$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 20 + 1 + 0 = 21, \text{ мм.}$

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda,$$

где

$$\lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1;$$

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_P = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 8; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. [19]$

Тогда $V = 8 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 5,70, \text{ м/мин.}$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 5,7}{3,14 \cdot 24} = 75,6 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 63 \text{ мин}^{-1}$.

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 63}{1000} = 4,7 \text{ , м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_M} = \frac{21 \cdot 2}{63} = 0,67 \text{ , мин.}$$

Переход 5.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_{\Delta}, [19]$$

$L_p = 10$ - длина обработки;

$L_{\Pi} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_{\Delta} = 0$ мм.

Тогда $L = 10 + 1 + 0 = 11$, мм.

Стойкость

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

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60 \text{ , мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,2$ мм/об.

Скорость резания

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

где $V_{TAB} = 15$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$. [19]

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

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 12,4} = 274,8 \text{ , мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 63$ мин⁻¹.

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 12,4 \cdot 250}{1000} = 9,7 \text{ , м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{11 \cdot 2}{50} = 0,44 \text{ , мин.}$$

Переход 6.

Длина рабочего хода инструмента

$$L = L_P + L_{II} + L_D, [19]$$

$L_P = 5$ - длина обработки;

$L_{II} = 1$ мм - длина подвода инструмента;

$L_D = 0$ мм.

Тогда $L = 5 + 1 + 0 = 6$, мм.

Стойкость

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

где

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

$$T_M = 60 \text{ мин. [19]}$$

$$T_p = 60 \cdot 1 = 60, \text{ мин.}$$

Примем подачу $S_0 = 0,1 \text{ мм/об.}$

Скорость резания

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

$$\text{где } V_{TAB} = 20; K_1 = 0,75; K_2 = 1,0; K_3 = 0,95. \text{ [19]}$$

$$\text{Тогда } V = 20 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 14,3, \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 \cdot 14,3}{3,14 \cdot 12,6} = 361,4, \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{Принимаем } n = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 12,6 \cdot 315}{1000} = 12,5, \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

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

Основное время

$$T_0 = \frac{6 \cdot 2}{31,5} = 0,38, \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,84 + 1,08 + 0,32 + 0,67 + 0,44 + 0,38 = 4,73, \text{ мин.}$$

Расчетные данные отражены в технологической документации, представленной в приложении А.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Сбор исходных данных.

«Приспособления, рабочие и контрольные инструменты, вместе взятые, называют технологической оснасткой, причем приспособления являются наиболее сложной и трудоемкой ее частью. Современные механосборочные цехи располагают большим парком приспособлений. В крупносерийном и массовом производстве на каждую обрабатываемую деталь приходится в среднем десять приспособлений. Наиболее значительную их долю (80-90% общего парка приспособлений) составляют станочные приспособления, применяемые для установки и закрепления обрабатываемых заготовок. Сложность построения технологических процессов в машиностроении обуславливает большое разнообразие конструкций приспособлений и высокий уровень предъявляемых к ним требований. Недостаточно продуманные технологические и конструкторские решения при создании приспособлений приводят к удлинению сроков подготовки производства, к снижению его эффективности». [20]

«Использование приспособлений способствует повышению производительности и точности обработки, сборки и контроля; облегчению условий труда, сокращению количества и снижению необходимой квалификации рабочих; строгой регламентации длительности выполняемых операций; расширению технологических возможностей оборудования; повышению безопасности работы и снижению аварийности». [20]

«Производительность при использовании приспособлений повышается устранением разметки заготовок и сокращением штучного времени по всем основным технологическим операциям. Анализируя формулу штучного времени, можно установить, что при использовании приспособлений сокращаются все его составляющие. Основное время уменьшают, применяя

многоинструментальную обработку и многоместные приспособления, а также повышая режимы резания в результате увеличения жесткости технологической системы». [20]

Разработаем автоматизированное станочное приспособление для токарной операции 010. Схема операции представлена на рисунке 2.

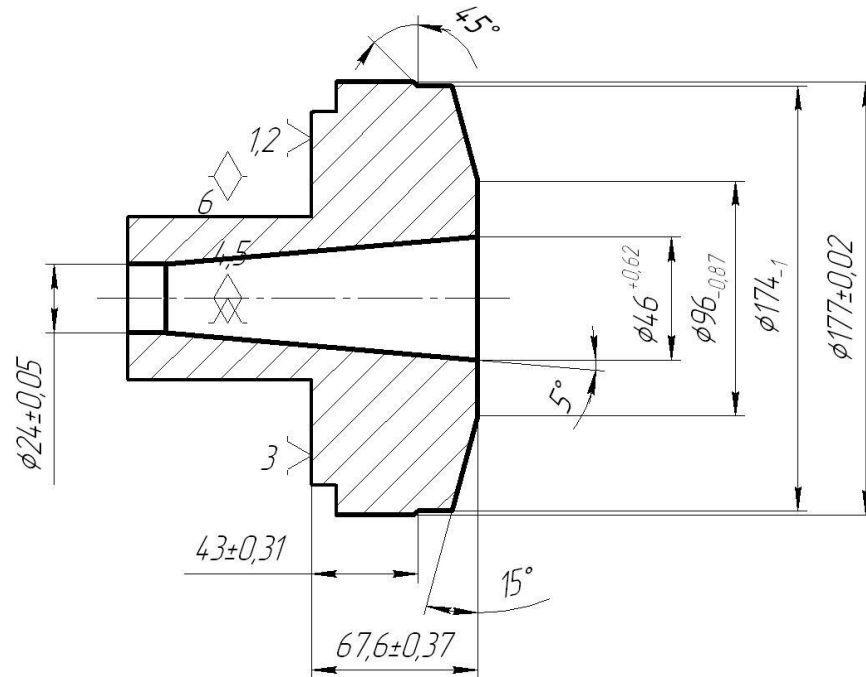


Рисунок 2 - Схема обработки

3.2 Определение зажимного усилия.

Найдем составляющие силы резания P_z и P_y

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (21)$$

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

для P_z : $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;

$$K_p = 0,9. \quad [12]$$

Тогда

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 157^{-0,15} \cdot 0,9 = 1281,6, \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 157^{-0,3} \cdot 0,9 = 531,5, \text{ Н.}$$

Крутящий момент, пытающийся повернуть заготовку равен

$$M_P = (P_Z \cdot d_0) / 2, \quad (22)$$

где P_Z - сила резания;

d_0 – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый по формуле:

Повороту заготовки препятствует момент силы зажима, определяемый зависимостью:

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2}, \quad (23)$$

$$W^1 = \frac{KM_P}{fd_2} = \frac{Kp_z \cdot d_1}{fd_2}. \quad (24)$$

Коэффициента запаса K определим по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (25)$$

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1; K_3 = 1. [12]$$

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8$.

$$W = \frac{1,8 \cdot 1281,6 \cdot 200}{0,3 \cdot 92,8} = 16572, \text{ Н.}$$

3.3 Расчёт зажимного механизма патрона.

Усилие, создаваемое приводом

$$Q = \frac{W}{i_c} \quad (26)$$

где $i_c = \frac{A}{B} \cdot [12]$

В нашем случае $i_c = 2$ по конструкции.

$$\text{Тогда } Q = \frac{16572}{2} = 8286, \text{ Н.}$$

3.4 Расчёт силового привода.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра

$$L = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (27)$$

где $P = 0,4 \text{ МПа}$.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{8286}{0,4 \cdot 10^6}} = 82, \text{ мм.}$$

Так как в данном приспособлении будут обрабатываться различные заготовки в связи с среднесерийным типом производства, конструктивно принимаем диаметр поршня равным 150 мм.

Ход поршня определим по формуле:

$$S_0 = S_w / i_n \quad (28)$$

где $S_w = 5$.

Принимаем $S_0 = 5 \text{ мм}$.

«Контактную жесткость стыков, работающих на сжатие, повышают, уменьшая шероховатость и волнистость сопрягаемых поверхностей, применяя шлифование и шабрение. Возможность контактных деформаций в неподвижных стыках снижают сильной предварительной затяжкой их крепежных деталей. Плоские стыки менее жестки на изгиб, чем на кручение. При работе круглого стыка на кручение более благоприятно равномерное расположение болтов». [20]

При проектировании приспособления будем учитывать вышеизложенные рекомендации.

Чертеж спроектированного приспособления представлен в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

«Фрезерование – процесс обработки твердых материалов резанием многозубыми режущими инструментами – фрезами. Фрезерованием обрабатывают (формируют) плоские, фасонные поверхности, пазы, поверхности вращения, разрезают материал. Кинематика процесса фрезерования основана на сочетании двух одновременных движений: вращательного главного движения фрезы и движения подачи (поступательного, вращательного или вращательно-поступательного), которое в большинстве случаев сообщается заготовке. Главное движение обычно кинематически с движением подачи. Исключение составляет процесс фрезерования зубчатых колес червячными фрезами, при котором круговая подача (вращение заготовки) строго связана с вращением фрезы». [17]

4.1 Исходные данные.

На 037 фрезерной операции необходимо фрезеруется три паза шириной $B = 28$ мм. Спроектируем режущий инструмент для этой операции.

Обрабатываемый материал – сталь 19ХГН.

Глубина обработки $t = 7$ мм.

4.2 Конструктивные элементы фрезы.

«Концевые фрезы (рисунок 3) применяются для обработки пазов в различных заготовках, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей. Концевые фрезы в шпинделе станка крепятся коническим или цилиндрическим хвостовиком. У этих фрез основную работу резания выполняют главные режущие кромки, расположенные на цилиндрической поверхности, а вспомогательные

торцовые режущие кромки только зачищают дно канавки. Такие фрезы, как правило, изготавливаются с винтовыми или наклонными зубьями. Угол наклона зубьев доходит до $30-40^\circ$. Диаметр концевых фрез выбирают меньшим (до 0,1 мм), чем ширина канавки, так как при фрезеровании наблюдается «разбивание» канавки». [11]

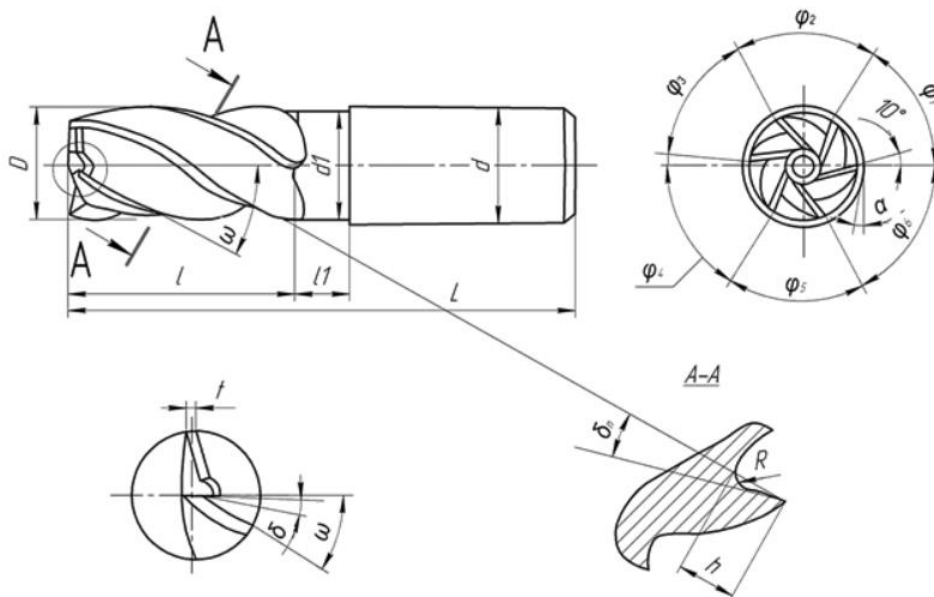


Рисунок 3 – Концевая фреза

Нам на 037 фрезерной операции необходимо профрезеровать паз шириной $B = 28$ мм (рисунок 4). Учитывая вышеописанные рекомендации, принимаем $D = 27,9$ мм.

Режущий инструмент выполним из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 19265-73 [4]. Преимущества этого инструментального материала состоит в том, что инструмент относительно легко изготавливать, этот материал является нехрупким, поэтому не склонен к таким видам разрушения как выкрашивание, сколы.

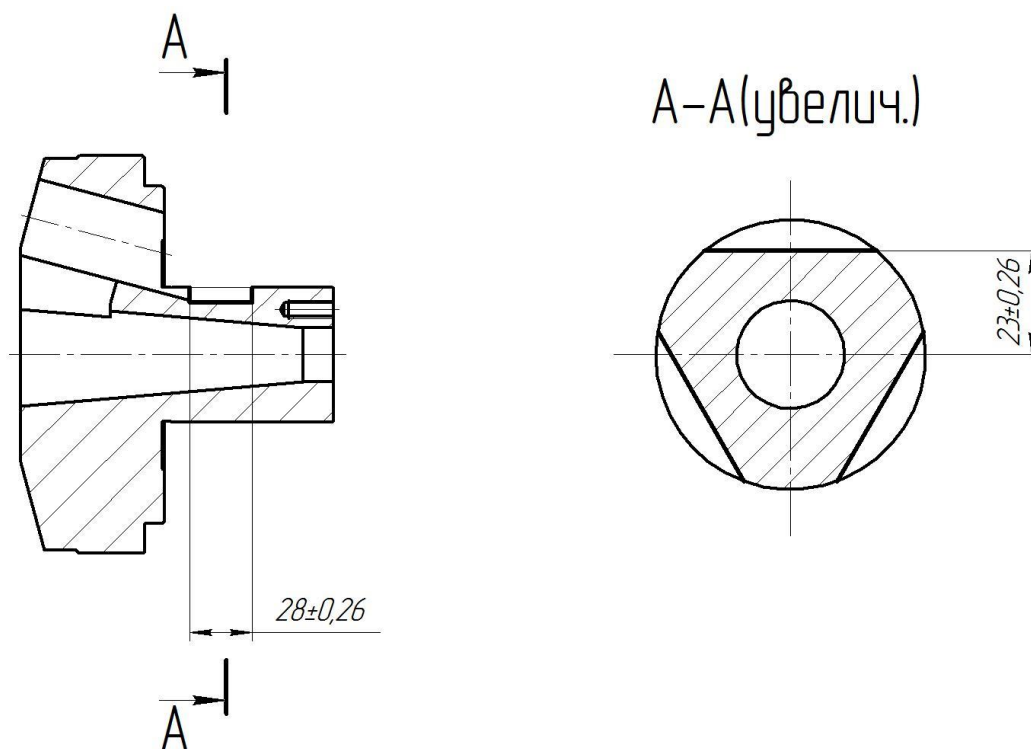


Рисунок 4 – Эскиз операции 037

Длину фрезы рассчитаем по формуле:

$$L = l_1 + l_2 + l, \quad (29)$$

где l_1, l_2, l - соответственно длины режущей части, хвостовика и шейки.

Для концевых фрез с диаметрами 10...30 мм длину режущей части принимают $l_1 = 2D$.

$$l_1 = 2 \cdot 28 = 56 \text{ мм.}$$

Длина шейки определяется зависимостью

$$l = 4\left(\sqrt[4]{D} + \frac{12}{D}\right), \quad (30)$$

$$l = 4 \times \left(\sqrt[4]{28} + \frac{12}{28}\right) = 10,9 \text{ мм.}$$

Примем $l = 10$ мм.

Диаметр шейки $D_{III} = D - (3...5) = 23$ мм.

Тогда общая длина

$$L = 56 + 11 + 109 = 147, \text{ мм.}$$

«Хвостовики концевых фрез выполняют цилиндрическими (при $d = 3...20$ мм) либо с конусом Морзе (при $d = 14...63$ мм). Фрезы с цилиндрическим хвостовиком крепятся в шпинделе станка с помощью цанговых патронов, а при коническом хвостовике с внутренней резьбой – длинным натяжным болтом, проходящим через полый шпиндель станка».

[17]

В нашем случае фреза будет с коническим хвостовиком с конусом Морзе 3 (рисунок 5) [5].

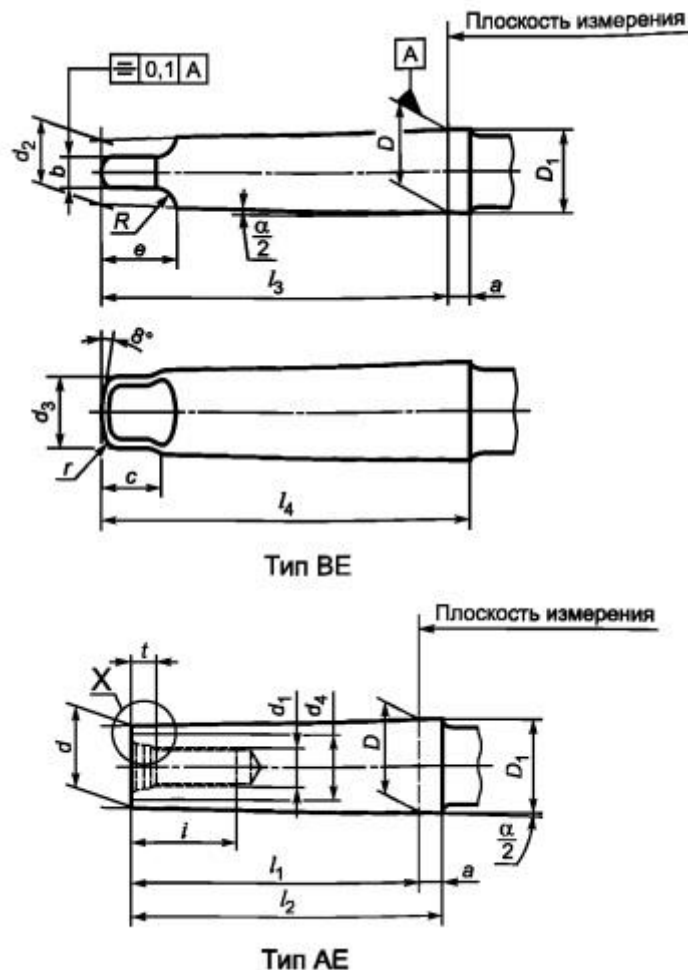


Рисунок 5 – Инструментальные конусы Морзе

«Передачу крутящего момента трением применяют при использовании хвостовиков с конусами Морзе. Однако соединения с конусами Морзе в станках с автоматической сменой инструмента не могут получить широкого применения из-за нестабильности установки инструментов по длине и необходимости больших сил для удаления инструмента из конуса гнезда шпинделя. Наиболее широко на многоцелевых станках с ЧПУ применяют соединения вспомогательного инструмента со шпинделем, в котором хвостовик инструмента устанавливают по конусной поверхности с конусностью 7:24, а передача крутящего момента осуществляется торцовым шпоночным соединением».

[20]

В режущих же инструментах устанавливается инструментальный конус Морзе, который изготавливается из конструкционной стали 40Х и приваривается к режущей части методом сварки трением.

Чертеж спроектированной концевой фрезы представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Описание технического объекта.

Объектом рассмотрения является участок механической обработки детали «головка токарного патрона», на котором осуществляется технологический процесс, согласно среднесерийному типу производства.

Участок содержит четыре токарных станка с ЧПУ 16М20Ф3, один сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ ИР1600МФ4, два вертикально-сверлильных станка с ЧПУ модели 2Р135Ф2-1, один вертикально-фрезерный станок 6Т13 и четыре торцевкруглошлифовальных станка с ЧПУ ХШ4-12.

Перечисленное оборудование осуществляет механическую обработку производимой на участке детали.

В работе предлагается заменить станочное приспособление на токарной операции 010 работающее от ручного привода автоматизированным. Автоматизация работы станочных приспособлений позволит уменьшить работы станочников, связанные с вращением механизмов для зажима-разжима заготовки, что приведет с одной стороны к сокращению времени на установку и снятие заготовки в оборудовании, а с другой стороны снизит риски получения станочниками производственных травм на рабочем месте.

5.2 Описание предлагаемых мероприятий по безопасности и экологичности.

Автоматизация технологических процессов также является одной из приоритетных направлений развития машиностроения в стране.

Автоматизация со стороны охраны труда рассмотрения объекта является полезным усовершенствованием. Ведь это снижает риски получения

рабочими травм, связанных с ручным приведением в действие станочной оснастки, в частности специального приспособления для токарной обработки заготовки. Для закрепления заготовки необходимо вставить ключ в приспособление, закрутить по часовой стрелке до упора, что приведет к движению прижима к заготовке, при этом происходит её закрепление. После проведения обработки необходимо раскрепить заготовку. При этом необходимо вставить ключ в механизм приспособления и прокрутить ключ на несколько оборотов против часовой стрелки, что приведет к движению кулачков приспособления от поверхности заготовки, и она разожмется в приспособлении.

Автоматизацией приспособления данные действия предлагается исключить. При этом теперь станочник должен нажать на кнопку и приспособление при помощи автоматизированного привода проведет раскрепление и раскрепление заготовки. Остаются только действия по вставке заготовки перед обработкой до упора и снятие ее после обработки.

«Решение вопросов обеспечения безопасности промышленной продукции заключается в разработке, принятии и применении документов, устанавливающих требования к объектам технического регулирования. Таковыми являются следующие документы: декларация о соответствии, подтверждение соответствия, сертификат соответствия, стандарт, технический регламент, свод правил и т.д. Одной из основных проблем промышленной продукции, определяющей безопасность при использовании, эксплуатации и т.д., является ее качество. Качество продукции по мере развития научно-технического прогресса все в большей степени зависит от уровня технологии и определяется рядом таких факторов, как механизация и автоматизация технологических процессов, их непрерывность, качество исходных материалов, организация труда, требование техники безопасности и охраны труда на производстве. Недопустимо повышение качества продукции за счет гигиенических, экологических, эстетических и других условий производства». [16]

Автоматизацией работы станочного приспособления мы уменьшили движения рабочих и, таким образом, улучшили условия работы.

Высокая температура обрабатываемых изделий и инструмента, получаемая при изготовлении деталей уменьшается подачей в зону обработки смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) [10], эти уменьшаются риски воздействия высоких температур на рабочих-операторов станков. Попадание СОЖ на кожу операторов станков исключается применением в конструкции станков защитных экранов. Также при открытии и закрытии зоны резания операторами необходимо надевать защитные очки [3].

Воздействие электрического тока и статического электричества практически исключается применением резиновых ковров [8] на рабочем месте операторов станков. При этом также необходимо выполнить заземление от станин станков.

В результате разработки данного раздела нами предложены мероприятия, которые способствуют увеличению безопасности и экологичности на механическом участке обработки детали «головка токарного патрона». При внедрении в производство предложенных мероприятий сократиться производственный травматизм, улучшится экологическая ситуация на рабочих местах.

6 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить оснастку на операции 010 (токарная). Это изменение привело к сокращению трудоемкости выполнения операции, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках данного раздела бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операции 010, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка; учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»; данные предприятия по тарифам на энергоносители; сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;

– показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [15].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 28 826,44 рублей.

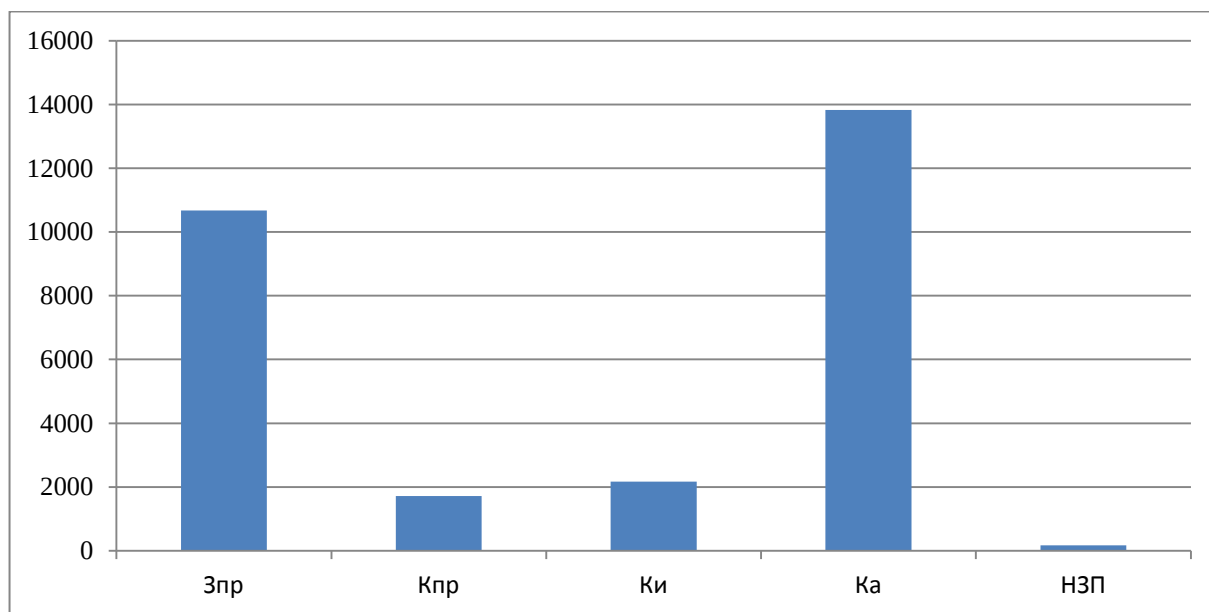


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя представленные на рисунке 6 данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на управляющую программу (K_A), величина которых составляет 49,37 %, далее идут затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), с объемом затрат 38,09 % от всей величины капитальных вложений. Следующие, по величине, это затраты на инструмент ($K_{И}$), с долей в общей объеме, равной 7,79 %. Четвертыми, являются затраты на приспособление ($K_{ПР}$), они составляют 6,03 %. И самой незначительной, является величина незавершенного производства ($НЗП$), т. к. она составляет всего 0,72 % от всей величины капитальных вложений.

На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «центральная головка токарного патрона», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

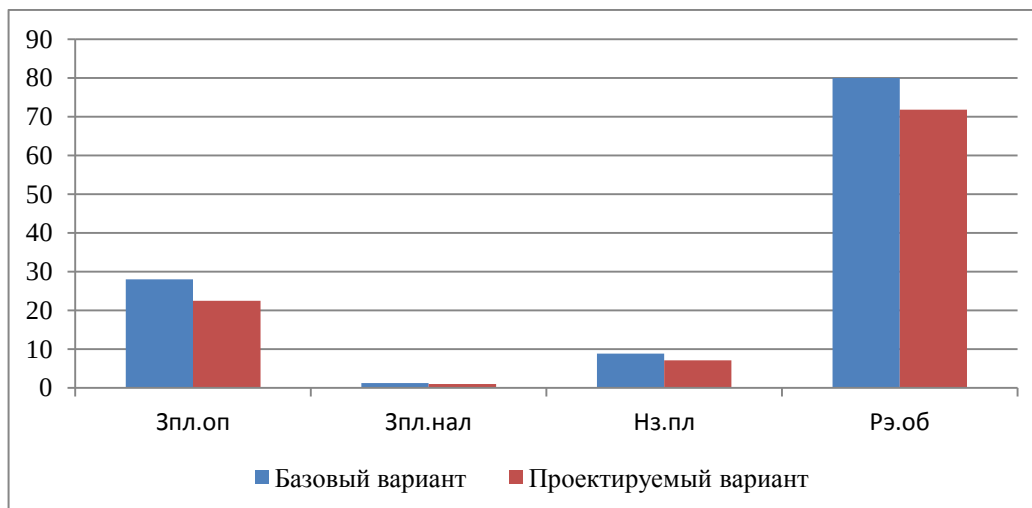


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «центральная головка токарного патрона», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 7, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, т. к. в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 69,07 % для базового варианта и 71,53 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости;
- заработная плата оператора ($З_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе токарного станка, доля которой составляет

24,23 % для базового варианта и 22,37 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «центральная головка токарного патрона» по операции 010 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

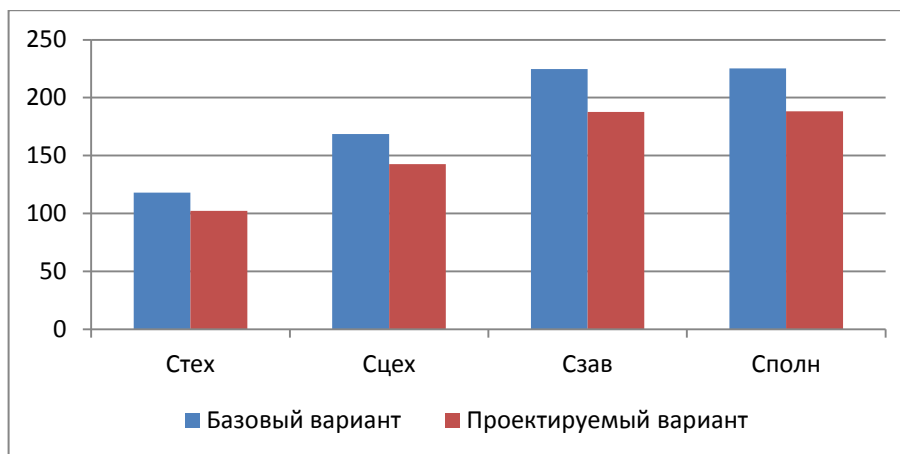


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 229,79 рублей, а для проектируемого варианта – 191,96 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 29 123,62 рублей, окупятся в течение 3-х лет. Такой срок является допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 4 964,39 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,15 рублей.

Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления центральной головки токарного патрона заданного качества.

В первой части работы выполнен анализ назначения детали «головка токарного патрона», выполнен анализ назначения каждой из поверхностей, рассмотрен вопрос о химическом составе материала, из которого изготавливается блок шестерен, а также о его свойствах. Также предлагаются несколько вариантов изготовления заготовки для детали.

Во второй части работы выполнен технико-экономический расчет двух вариантов получения заготовки, определен тип производства для изготовления детали и описаны его характеристики, выполнен выбор методов обработки каждой поверхности детали, составлен план изготовления головки патрона, выполнен расчет припусков на одну из поверхностей, рассчитаны режимы резания на проектируемые технологические операции, подвергающиеся модернизации.

В третьей части спроектировано специальное станочное приспособление – токарный патрон, имеющий автоматизированный привод.

В четвертой части для обработки трех пазов на 037 операции нами спроектирован режущий инструмент – концевая фреза. В отличие от стандартного режущего инструмента эта фреза имеет износостойкое покрытие, что увеличивает ее стойкость в 2 раза по сравнению с инструментом без покрытий.

В работе выполнены раздел по безопасности и экологичности, где даны рекомендации по совершенствованию условий труда на участке механической обработки.

Экономический расчет показал эффективность выполненной работы.

Список используемой литературы

1. Блюменштейн В.Ю. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов, С.Н.Ковальчук – Кемерово : КузГТУ, 2016. – 121 с.
2. Вереина Л. И. Металлообработка [Электронный ресурс] : справочник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л.И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. ГОСТ 12.4.253-2013. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования. – 39 с.
4. ГОСТ 19265-73. Прутки и полосы из быстрорежущей стали. Технические условия. – 22 с.
5. ГОСТ 25557-2016. Конусы инструментальные. Основные размеры. – 15 с.
6. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 8 с.
7. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
8. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
9. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски, кузнечные напуски. – 36 с.
10. ГОСТ Р 50558-93. Промышленная чистота. Жидкости смазочно-охлаждающие. Общие технические требования. – 12 с.
11. Зубарев Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. – СПб. : Лань, 2019. – 228 с.
12. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : Учебник. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 320 с.

13. Кожевников Д.В. Режущий инструмент : Учебник для вузов / Д.В.Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев, А.Г.Схиртладзе. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2014. – 520 с.
14. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В.Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
15. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
16. Ниметулаева Г.Ш. Безопасность промышленной продукции : Учебное пособие / Г.Ш. Ниметулаева, Э.М. Люманов, М.Ф. Добролюбова. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 124 с.
17. Овсеенко А.Н. Формообразование и режущие инструменты : учеб. пособие / А.Н. Овсеенко, Д.Н. Клауч, С.В. Кирсанов, Ю.В. Максимов. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 416 с.
18. Погонин А.А. Технология машиностроения : Учебник / А.А.Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3-е изд., доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 530.
19. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
20. Тарабарин О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : Учебное пособие / О.И.Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б.Ступко. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 304 с.
21. Тимирязев В.А. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г.Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. - СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 384 с.

Маршрутные карты

Таблица А.1 – Маршрутные карты

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 2													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 19	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба												
20													
А 21	XX XX XX 015 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.												
Б 22	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8
О 23	Точить поверхности, выдерживая размеры 139,5±0,1; точить конусную поверхность под углом 15°;												
О 24	выполнить Ø177,14 ^{+0,1} ; точить Ø174 ^{+0,1} ; точить поверхность под углом 45°; расточить отв. Ø24±0,05;												
О 25	Ø46 ^{+0,002} ; α=5°.												
Т 26	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10;												
Т 27	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба; 393120.XXXX Калибр-пробка												
28													
А 29	XX XX XX 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.												
Б 30	381.111	XXXX	16Б16Т1С1	2	18225	422	1Р	1	1	1	100	1	8
О 31	Точить поверхности, выдерживая размеры 139,14±0,05; 64,14±0,037; 55,14±0,037; Ø150,14 ^{+0,1} ; Ø60,14 ^{+0,037} ;												
О 32	выполнить канавку.												
Т 33	396110 XXXX Патрон самоцентр.; XXXXXX.XXXX упор откидной; 392104.XXXX(2) Резец механич. Т5К10;												
Т 34	393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1; 393120.XXXX(2) Калибр-скоба												
35													
А 36	XX XX XX 025 4121 Сверлильная ИОТ И37.101.7015-00.												
Б 37	381213	XXXX	2Р135Ф2-1	Вертик.-сверл.	2	322	1Р	1	1	1	100	1	5
О 38	Сверлить, зенкеровать и разверстывать 3 отверстия, выдерживая итоговый размер Ø35 ^{+0,016} ;												
О 39	сверлить 3 отверстия Ø18 ^{+0,43} ; сверлить 3 отверстия Ø11 ^{+0,43} ; сверлить 3 отверстия Ø15 ^{+0,43} ;												
О 40	сверлить 3 отверстия Ø9 ^{+0,36} ; цековать 3 отверстия Ø18 ^{+0,43} ; цековать 3 отверстия Ø15 ^{+0,43} ;												
Т 41	396181.XXXX Приспособление самоцентр.; XXXXXX.XXXX(4) Сменные призмы; 391267.XXXX Зенкер												
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 42	спиральный Р6М5; 391267.ХХХХ(3) Сверло спиральное Р6М5; ХХХХХХ.ХХХХ Развертка Р6М5;												
Т 43	393111(6) Калибр-пробка.												
44													
А 45	ХХ ХХ ХХ 030 4121 Сверлильная ИОТ ИЗ7.101.7015-00.												
Б 46	381213 ХХХХ 2Р135Ф2-1 Вертик.-сверл. 2 322 1Р 1 1 100 1 5 2,29												
О 47	Сверлить 3 отверстия, выдерживая итоговый размер $\varnothing 6,75^{+0,3}_{-0,052}$; 25 $^{+0,052}_{-0,052}$; нарезать резьбу М8 на длину												
О 48	20 мм.												
Т 49	396181.ХХХХ Приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХХХ(4) Сменные призмы; 391267.ХХХХ Сверло												
Т 50	спиральное Р6М5; 391267.ХХХХ Метчик М8 Р6М5; 393111.ХХХХ Калибр резьбовой.												
51													
А 52	ХХ ХХ ХХ 035 4272 Фрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ												
Б 53	381.631 ХХХХ 6Т13Ф2 Вертикально-фрезерн. 2 18632 322 1Р 1 1 100 116 22,54												
О 54	Фрезеровать 3 паза шириной $24^{+0,004}_{-0,004}$ длиной $40^{+0,1}_{-0,1}$; фрезеровать 3 паза шириной $25^{+0,033}_{-0,033}$ длиной $40^{+0,1}_{-0,1}$.												
Т 55	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон цанговый; 391822.ХХХХ(2) Фреза												
Т 56	концевая Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-И-100-0,05; 393120.ХХХХ(2) Калибр.												
57													
А 58	ХХ ХХ ХХ 037 4272 Фрезерная ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ												
Б 59	381.631 ХХХХ 6Т13Ф2 Вертикально-фрезерн. 2 18632 322 1Р 1 1 100 116 3,51												
О 60	Фрезеровать 3 паза шириной $28^{+0,02}_{-0,02}$ длиной $40^{+0,1}_{-0,1}$.												
Т 61	396181.ХХХХ приспособление самоцентр.; ХХХХХХ.ХХ(4) патрон цанговый; 391822.ХХХХ Фреза												
Т 62	концевая Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-И-100-0,05; 393120.ХХХХ Калибр.												
63													
А 64	ХХ ХХ ХХ 040 Термическая (закалка) ИОТ ИЗ7.101.70715-07.												
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 4													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа					
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 69	ТВЧ												
70													
А 71	XX XX XX 045 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.												
Б 72	38131X	XXXX	ХШ4-12	Торцевкруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1 10 0,51
О 73	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 150,02_{-0,063}^{+0,030}$; $55,02 \pm 0,37$; $\phi 177,03_{-0,063}^{+0,030}$.												
74	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной;.												
А 75	398110.XXXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF-24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Б 76	393120.XXXXX(2) скоба индикаторная; 3934.10.XXXXX Микрометр.												
77													
А 78	XX XX XX 050 Шлифовальная черновая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.												
Б 79	38131X	XXXX	ХШ4-12	Торцевкруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1 10 1,11
О 80	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 60,02_{-0,076}^{+0,030}$; $64,02 \pm 0,37$; $139,02 \pm 0,070$.												
Т 81	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной;.												
Т 82	398110.XXXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF-24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 83	393120.XXXXX скоба индикаторная; 3934.10.XXXXX Микрометр.												
84													
А 85	XX XX XX 055 Шлифовальная чистовая ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.												
Б 86	38131X	XXXX	ХШ4-12	Торцевкруглошлиф.	2	18873	322	1Р	1	1	1	100	1 10 0,51
О 87	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры $\phi 150 \pm 0,0125$; $55 \pm 0,37$; $\phi 177 \pm 0,02$.												
Т 88	39611X.XXXXX Патрон поводковый; 39284.1XXXX Центр вращающийся; XXXXXX.XXXXX Упор откидной;.												
Т 89	398110.XXXXX Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF-24k5L 7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;.												
Т 90	393120.XXXXX(2) скоба индикаторная; 3934.10.XXXXX Микрометр.												
91													
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

[illegible]