

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления корпуса специального патрона

Студент	<u>А.В. Мазуров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (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)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

АННОТАЦИЯ

Мазуров Александр Витальевич. Технологический процесс изготовления корпуса специального патрона. Кафедра: «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ТГУ, Тольятти, 2018 г.

В данной работе рассмотрен техпроцесс изготовления корпуса специального патрона и мероприятия по его совершенствованию. Произведен анализ имеющихся данных, на основе которого сформулированы задачи проектирования. В технологической части решены вопросы проектирования заготовки, проектирования маршрута изготовления и расчета операций механической обработки. Спроектированы специальные средства оснащения для проблемных операций, что согласно проведенным расчетам дало экономический эффект.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	24
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	30
5 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	42
Список используемых источников.....	43
Приложения.....	46

ВВЕДЕНИЕ

Специальные мембранные патроны разнообразных конструкций нашли широкое применение в условиях различных типов производств для базирования и закрепления в них при выполнении финишных операций технологического процесса, а также при необходимости базирования деталей по зубчатым поверхностям. Такая широкая область применения объясняется простотой конструкции, надежностью закрепления и высокой точностью базирования.

Рассматриваемый корпус является базовой деталью для патрона. В связи с этим к нему предъявляются особые требования по точности изготовления его элементов и по характеристикам поверхностного слоя. Эти требования формируются на стадии изготовления корпуса. Поэтому основной задачей работы является проектирование техпроцесса его изготовления, который обеспечит выполнение всех требований с наименьшими затратами и при этом будет учитывать особенности типа производства.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Корпус специального патрона предназначен для установки в нем мембраны и базирования на шпинделе станка.

Контур детали сформирован цилиндрическими наружными и внутренними поверхностями. Корпус крепится на выходном конце шпинделя станка, с базированием по отверстию и торцу. В процессе работы на деталь действуют нагрузки от сил резания, также возможны нагрузки от возникновения вибраций в технологической системе. Рабочая среда является умеренно агрессивной, т.к. механизм работает в производственном помещении, но происходит воздействие окружающей среды на некоторые поверхности, а также происходит попадание на них смазочно-охлаждающей жидкости, масла и стружки.

1.2 Технологичность детали

Технологичность корпуса оценивается по ряду критериев [1].

В первую очередь нужно оценить материал, из которого изготавливается деталь. Для данной детали используется сталь 20Х ГОСТ4543-71. Наиболее важными свойствами с точки зрения механической обработки являются химический состав и физико-механические свойства [2]. Химический состав данной стали: 0,17-0,23% углерод, 0,7-1,0% хром, 0,035% сера, 0,035% фосфор, 0,17-0,37% кремний, 0,5-0,8% марганец, 0,3% медь. Основные механические свойства стали: $\sigma_{02} = 400$ МПа, $\sigma_B = 650$ МПа, $\delta = 13\%$, $\psi = 40\%$, $HB = 170-190$ ед. Такой химический состав не требует применения особых технологических решений для проведения операций упрочняющей обработки, а механические свойства обеспечивают хорошую обрабатываемость лезвийным инструментом. Для режущей части из твердого сплава основной показатель обрабатываемости стали коэффициент обрабатываемости равен 0,9, а для режущей части из быстрорежущей стали 0,8. Это положительно скажется на нормировании техпроцесса и затратах на механическую обработку. При данных механических

характеристиках и химическом составе штамповка является оптимальным методом получения заготовки.

Технологичность конфигурации корпуса зависит в первую очередь от поверхностей формирующих эту конфигурацию. Данные поверхности в основном цилиндрические и плоские. При этом количество поверхностей значительное, а их размеры соответствуют нормальному ряду. Все это позволяет при проектировании техпроцесса изготовления корпуса использовать типовые техпроцессы с применением стандартных средств технологического оснащения. Такое решение позволит максимально сократить время на проектирование и снизить затраты на изготовление.

Технологичность поверхностей корпуса характеризуется с точки зрения применения их для базирования детали на технологических операциях и с точки зрения их обработки.

Анализ поверхностей детали показывает, что наиболее приемлемым вариантом для базирования является применение цилиндрических поверхностей, т.к. они обеспечивают соблюдение основных принципов базирования и позволяют достаточно легко реализовывать теоретическую схему базирования.

С точки зрения механической обработки, форма поверхностей достаточно простая и может быть обеспечена стандартными методами обработки, но характеристики поверхностей, такие как точность и шероховатость, достаточно высокие. Вариант со снижением этих характеристик не возможен, т.к. это приведет к изменению всех эксплуатационных характеристик детали что недопустимо. Поэтому на операциях механической обработки придется обрабатывать все поверхности, при этом ряд поверхностей необходимо подвергнуть многократной механической обработке.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Параметры техпроцесса и их последующий анализ зависят от типа производства. Исходя из имеющихся исходных данных определим тип производства табличным методом [3]. Для этого необходимо знать программу

выпуска корпуса и его массу. Программа выпуска определена заданием и составляет 3000 штук в год. Определение массы детали произведем путем ее геометрического моделирования. Модель детали представлена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Модель корпуса

Моделирование показало, что масса корпуса составляет 14,87 кг. Исходя из этих параметров, выбираем среднесерийный тип производства.

Имея данные о типе производства, проводим анализ его параметров [4].

Основная характеристика производства это организация техпроцесса. В данном случае она последовательная, групповая но допускаются и другие формы организации при соответствующем обосновании. В данном случае детали изготавливаются периодически партиями. Наиболее приемлемым способом получения заготовки является штамповка. Это позволяет сохранить припуски и напуски минимальными. Для определения величин припусков используются два основных метода. Для точных поверхностей метод определения расчетный, для поверхностей средней и низкой точности табличный метод.

В качестве основы проектируемого техпроцесса используется типовой техпроцесс изготовления деталей данного типа. Точность обработки обеспечивается методом работы на заранее настроенном оборудовании, также могут применяться средства активного контроля. Базирование заготовок осуществляется на основе основных принципов базирования.

Средства оснащения могут использоваться различные, но наиболее приемлемыми вариантами являются: универсальные и станки с числовым

программным управлением; универсальные станочные приспособления, стандартный режущий инструмент и средства контроля. В случае необходимости, после экономического обоснования, возможно применение специальных средств оснащения.

Проектирование технологических операций осуществляется на основе расчетных и статистических методов, в зависимости от необходимой точности расчетов. Следует отдавать параллельно-последовательной и последовательной формам организации операций.

Оформление техпроцесса основывается на использовании стандартной технологической документации.

1.4 Задачи работы

Проведенный анализ исходных данных позволяет сформулировать задачи данной выпускной квалификационной работы.

Необходимо обосновать экономически метод получения заготовки. Затем провести ее проектирование путем определения припусков для каждой поверхности, напусков и других необходимых характеристик заготовки. После этого необходимо разработать маршрут обработки, схемы базирования и технологический процесс изготовления, основываясь на типовом технологическом процессе. Для самых проблемных операций выявленных по результатам проведения нормирования техпроцесса и анализа исходных данных необходимо спроектировать специальные средства оснащения. Эффективность данных решений необходимо подтвердить соответствующими экономическими показателями.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Для решения задачи обоснования экономически метода получения заготовки воспользуемся рекомендациями [5]. Согласно им для рассматриваемого корпуса заготовку лучше всего получать штамповкой в открытом штампе или на кривошипном прессе. Выбор конкретного метода производим путем сравнения затрат на изготовление детали для каждого из методов. Для этого необходимо определить стоимость за 1 кг заготовки $C_{ЗАГ}$, стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке $C_{МЕХ}$, цена 1 кг стружки $C_{ОТХ}$.

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q) \quad (2.1)$$

Масса детали q была определена ранее при определении типа производства. Масса заготовки Q определяется на данной стадии проектирования упрощенно исходя из массы детали и справочного коэффициента K_p

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

Штамповка в открытых штампах $Q_1 = 14,87 \cdot 1,6 = 23,8$ кг.

Штамповка на кривошипном прессе $Q_2 = 14,87 \cdot 1,4 = 20,82$ кг.

Остальные составляющие стоимости определяем следующими способами.

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_C , E_H , C_K - соответствующие затраты и нормативные коэффициенты.

$$C_{MEH1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П} \quad (2.4)$$

где $C_{ШТ}$ - исходная стоимость штамповки;

h_T , h_M , h_C , h_B , $h_{П}$, - коэффициенты, учитывающие характеристики заготовки и процесса штамповки.

$$C_{ЗАГ1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

Получаем следующие результаты:

$$C_{T1} = 14,87 \cdot 50,28 + 4,6 \cdot (3,8 - 14,87) \cdot 1,4 \cdot (3,8 - 14,87) = 776,24 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 14,87 \cdot 50,28 + 4,6 \cdot (0,82 - 14,87) \cdot 1,4 \cdot (0,82 - 14,87) = 766,71 \text{ руб.}$$

Как видно из сравнения экономически более эффективен метод штамповки на кривошипном прессе. В этом случае эффект можно определить как сравнение стоимости двух методов отнесенных на годовую программу выпуска N :

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \quad (2.5)$$

$$\text{Эффект составит : } \mathcal{E} = (776,24 - 766,71) \cdot 3000 = 28590 \text{ руб.}$$

2.2 Проектирование заготовки

Процесс проектирования заготовки заключается в определении ее параметров. В первую очередь необходимо рассчитать припуски на обработку каждой поверхности. Для этого нужно знать маршруты обработки поверхностей. С этой целью каждой поверхности нужно присвоить свой номер (рисунок 2.1). После этого используя методику [6] определяем маршруты обработки поверхностей. Для корпуса получаем следующие маршруты.

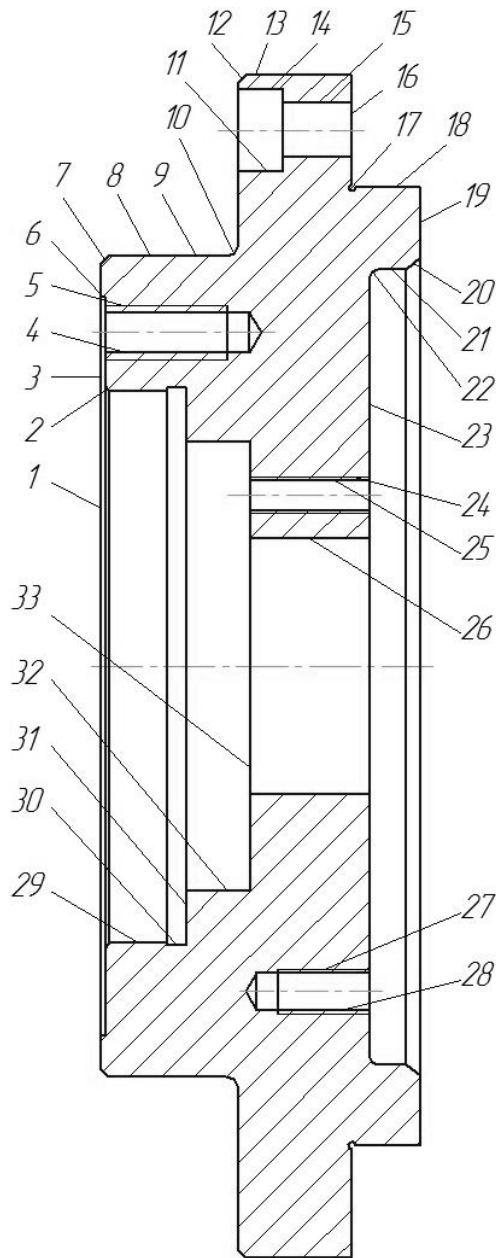


Рисунок 2.1 - Поверхности детали

Маршрут для поверхностей 1, 16, 18, 26, 29, 31: два перехода точения, термическая обработка, два перехода шлифования.

Маршрут для поверхностей 2, 7, 12, 17, 20, 30: переход точение чистовое, термическая обработка.

Маршрут для поверхностей 3, 6, 8, 9, 10, 13, 21, 22, 32, 33: переход точение черновое, термическая обработка.

Маршрут для поверхностей 4, 11, 14, 15, 25, 28: переход сверление, термическая обработка.

Маршрут для поверхностей 5, 24, 27: переход нарезания резьбы, термическая обработка.

Маршрут для поверхностей 19, 23: два перехода точения, термическая обработка, переход шлифование черновое.

Основываясь на полученных маршрутах, для каждой поверхности рассчитываются припуски на их обработку. Для этого могут быть использованы несколько методик. Для точной поверхности $\varnothing 210js6(\pm 0,0145)$ используем расчетный метод [7]. Для остальных поверхностей используем более простую и менее затратную по времени методику, основанную на статистических данных [8].

Для самой точной поверхности минимальный припуск:

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

Все значения дефектного слоя a , пространственных отклонений Δ и погрешности установки ε , берем из справочных данных

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,9^2 + 0,025^2} = 1,2$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,25 + \sqrt{0,115^2 + 0,025^2} = 0,366$$

$$z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,073^2 + 0,02^2} = 0,323$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,07 + \sqrt{0,018^2 + 0,02^2} = 0,146$$

Максимальный припуск, зависящий от допусков для каждого перехода:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.7)$$

$$z_{1\max} = z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,2 + 0,5 \cdot \sqrt{0,6 + 0,46} = 3,23$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,366 + 0,5 \cdot \sqrt{0,46 + 0,185} = 0,689$$

$$z_{3\max} = z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,323 + 0,5 \cdot \sqrt{0,29 + 0,072} = 0,504$$

$$z_{4\max} = z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,146 + 0,5 \cdot \sqrt{0,072 + 0,029} = 0,197$$

Среднеарифметическое значение припуска:

$$z_{cpi} = \sqrt{z_{i\max} + z_{i\min}} \quad (2.8)$$

$$\begin{aligned} z_{cp1} &= \sqrt{z_{1\max} + z_{1\min}} = \sqrt{2 + 3,23} = 2,215 \\ z_{cp2} &= \sqrt{z_{2\max} + z_{2\min}} = \sqrt{0,366 + 0,689} = 0,528 \\ z_{cp3} &= \sqrt{z_{3\max} + z_{3\min}} = \sqrt{0,323 + 0,504} = 0,414 \\ z_{cp4} &= \sqrt{z_{4\max} + z_{4\min}} = \sqrt{0,146 + 0,197} = 0,172 \end{aligned}$$

Операционные размеры для данной поверхности определяются:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} - Td_{i-1} \quad (2.10)$$

Следует учесть наличие термообработки, для которой минимальный диаметр рассчитывается:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned} d_{4\min} &= 209,9855 \\ d_{4\max} &= 210,0145 \\ d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot z_{4\min} = 209,9855 + 2 \cdot 0,146 = 210,278 \\ d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 210,278 + 0,072 = 210,35 \\ d_{TO\min} &= d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 210,278 + 2 \cdot 0,323 = 210,924 \\ d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 210,924 + 0,29 = 211,214 \\ d_{2\min} &= d_{TO\min} \cdot 0,999 = 211,214 \cdot 0,999 = 211,003 \\ d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 211,003 + 0,185 = 211,188 \\ d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 211,003 + 2 \cdot 0,366 = 211,735 \\ d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 211,735 + 0,46 = 212,195 \\ d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 211,735 + 2 \cdot 1,2 = 214,135 \\ d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 214,135 + 3,6 = 217,735 \end{aligned}$$

Средние значения диаметров по переходам:

$$d_{icc} = \sqrt{d_{imax} + d_{imin}} \quad (2.12)$$

$$d_{cp0} = \sqrt{d_{0max} + d_{0min}} = \sqrt{17,735 + 214,135} = 215,935$$

$$d_{cp1} = \sqrt{d_{1max} + d_{1min}} = \sqrt{12,195 + 211,735} = 211,965$$

$$d_{cp2} = \sqrt{d_{2max} + d_{2min}} = \sqrt{11,188 + 211,003} = 211,096$$

$$d_{cpTO} = \sqrt{d_{TOmax} + d_{TOmin}} = (211,214 + 210,924) / 2 = 211,069$$

$$d_{cp3} = \sqrt{d_{3max} + d_{3min}} = \sqrt{10,35 + 210,278} = 210,314$$

$$d_{cp4} = \sqrt{d_{4max} + d_{4min}} = \sqrt{10,0145 + 209,9855} = 210$$

Для определения общих припусков на поверхность используем формулы:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{4max} \quad (2.13)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.14)$$

$$2z_{cp} = \frac{(2z_{min} + 2z_{max})}{2} \quad (2.15)$$

$$2z_{min} = 214,135 - 210,0145 = 4,121$$

$$2z_{max} = 4,121 + 3,6 + 0,029 = 7,75$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,121 + 7,75) = 5,936$$

Для остальных поверхностей используем статистический метод. Согласно ему получаем следующие результаты.

Переходы для поверхности 1 имеют следующие припуски на обработку: точение $Z_{min} = 2,2$ мм, $Z_{max} = 3,75$ мм; точение чистовое $Z_{min} = 1,0$ мм, $Z_{max} = 1,21$ мм; шлифование $Z_{min} = 0,5$ мм, $Z_{max} = 0,58$ мм; шлифование чистовое $Z_{min} = 0,3$ мм, $Z_{max} = 0,35$ мм.

Переход для поверхности 8 имеет следующие припуски на обработку: точение $Z_{min} = 3,2$ мм, $Z_{max} = 5,2$ мм.

Переход для поверхности 10 имеет следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 2,5$ мм, $Z_{\max} = 3,88$ мм.

Переход для поверхности 13 имеет следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 3,5$ мм, $Z_{\max} = 5,76$ мм.

Переходы для поверхности 16 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 2,2$ мм, $Z_{\max} = 3,75$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,21$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,58$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,3$ мм, $Z_{\max} = 0,35$ мм.

Переходы для поверхности 19 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 2,2$ мм, $Z_{\max} = 3,75$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,21$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,58$ мм.

Переход для поверхности 21 имеет следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 3,2$ мм, $Z_{\max} = 5,2$ мм.

Переходы для поверхности 23 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 2,2$ мм, $Z_{\max} = 3,75$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 1,0$ мм, $Z_{\max} = 1,21$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,58$ мм.

Переходы для поверхности 26 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 0,9$ мм, $Z_{\max} = 2,45$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,7$ мм, $Z_{\max} = 0,91$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,58$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,3$ мм, $Z_{\max} = 0,34$ мм.

Переходы для поверхности 29 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 1,1$ мм, $Z_{\max} = 2,88$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,9$ мм, $Z_{\max} = 1,15$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,7$ мм, $Z_{\max} = 0,8$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,5$ мм, $Z_{\max} = 0,55$ мм.

Переходы для поверхности 31 имеют следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 3,35$ мм; точение чистовое $Z_{\min} = 0,8$ мм, $Z_{\max} = 1,01$ мм; шлифование $Z_{\min} = 0,4$ мм, $Z_{\max} = 0,48$ мм; шлифование чистовое $Z_{\min} = 0,2$ мм, $Z_{\max} = 0,25$ мм.

Переход для поверхности 32 имеет следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 2,3$ мм, $Z_{\max} = 3,88$ мм.

Переход для поверхности 21 имеет следующие припуски на обработку:
точение $Z_{\min} = 1,8$ мм, $Z_{\max} = 3,18$ мм.

Остальные параметры заготовки содержатся в графической части и определены по данным [9].

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Основываясь на имеющихся маршрутах обработки поверхностей и типовых технологических процессах изготовления деталей данного типа [10, 11] формируем маршрут изготовления детали. При этом учитываем рекомендации [12].

Сформированный маршрут выглядит следующим образом.

005 Токарная операция содержит обработку поверхностей 13, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 26.

010 Токарная операция содержит обработку поверхностей 1, 3, 6, 8, 9, 10, 29, 31, 32, 33.

015 Токарная операция содержит обработку поверхностей 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26.

020 Токарная операция содержит обработку поверхностей 1, 2, 7, 29, 30, 31.

025 Сверлильная операция содержит обработку поверхностей 24, 25, 27, 28.

030 Сверлильная операция содержит обработку поверхностей 4, 5, 11, 15.

035 Термическая операция содержит обработку всех поверхностей.

040 Шлифовальная операция содержит обработку поверхностей 1, 29, 31.

045 Шлифовальная операция содержит обработку поверхности 18.

050 Шлифовальная операция содержит обработку поверхностей 16, 19, 23, 26.

055 Шлифовальная операция содержит обработку поверхностей 1, 29, 31.

060 Шлифовальная операция содержит обработку поверхности 18.

065 Шлифовальная операция содержит обработку поверхностей 16, 21.

070 Моечная операция содержит обработку всех поверхностей.

075 Контрольная операция проводится для поверхностей в соответствии с картой контроля.

Далее разрабатываем схемы базирования в соответствии с требованиями [13]. На основе полученных результатов и данных [14] формируем план изготовления корпуса.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Выбор средств оснащения один из самых важных этапов проектирования технологических процессов. От принятых на данном этапе решений во многом зависят показатели проектируемого техпроцесса как технические, так и экономические. Для правильного решения этой задачи воспользуемся рекомендациями и справочными данными [15, 16, 17, 18, 19].

Таблица 2.1 - Выбор технологического оборудования

№ операции	Наименование операции	Точность	Модель станка
1	2	3	4
005	Токарная	12	Токарно-винторезный SAMAT 135 NC
010	Токарная	12	Токарно-винторезный SAMAT 135 NC
015	Токарная	10	Токарно-винторезный SAMAT 135 NC
020	Токарная	10	Токарно-винторезный SAMAT 135 NC
025	Сверлильная	12	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2H125Ф3

Продолжение таблицы 2.1

1	2	4	5
030	Сверлильная	12	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3
040	Шлифовальная	8	Внутришлифовальный 3К227
045	Шлифовальная	8	Круглошлифовальный 3У131
050	Шлифовальная	8	Внутришлифовальный 3К227
055	Шлифовальная	7	Внутришлифовальный 3К227В
060	Шлифовальная	6	Круглошлифовальный 3У131
065	Шлифовальная	7	Внутришлифовальный 3К227
070	Моечная		Моечная машина
075	Контрольная		

Таблица 2.2 - Станочные приспособления

№ операции	Наименование операции	Элементы для установки	Типоразмер приспособления
1	2	3	4
005	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0059 ГОСТ2675-80
010	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0059 ГОСТ2675-80
015	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0059 ГОСТ2675-80
020	Токарная	Кулачки	Патрон 7100-0059 ГОСТ2675-80
025	Сверлильная	Кулачки	Патрон 7100-0059 ГОСТ2675-80
030	Сверлильная	Кулачки	Патрон 7100-0059

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
			ГОСТ2675-80
035	Термическая		
040	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговый патрон
045	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговая оправка
050	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговая оправка
055	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговый патрон
060	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговая оправка
065	Шлифовальная	Штыри установочные	Цанговая оправка
070	Моечная		
075	Контрольная		

Таблица 2.3 - Режущий инструмент

№ операции	Наименование операции	Материал режущей части	Название
1	2	3	4
005	Токарная	В14М7К25	Расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73
010	Токарная	В14М7К25	Расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73
015	Токарная	В14М7К25	Расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73, расточной канавочный резец ГОСТ18879-73
020	Токарная	В14М7К25	Расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73
025	Сверлильная	Р18, Р6М5	Сверла ГОСТ10903-77,

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
			метчики М8, М10 ГОСТ3266-81
030	Сверлильная	P18, P6M5	Сверло Ø12 ГОСТ10903-77, цековка Ø18 ГОСТ26258-87, метчик М12 ГОСТ3266-81
035	Термическая		
040	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 25x40x6 25A80K6V30м/с2А, шлифовальный круг 11 50x35x13 25A80K6V30м/с2А
045	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 500x50x305 25A80K6V30м/с1А
050	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 25x40x6 25A80K6V30м/с2А, шлифовальный круг 11 50x35x13 25A80K6V30м/с2А
055	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 25x40x6 24A90K7V30м/с1А, шлифовальный круг 11 50x35x13 24A90K7V30м/с1А
060	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 500x50x305 24A60K7V30м/с1А
065	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Шлифовальный круг 1 25x40x6 24A90K7V30м/с1А, шлифовальный круг 11 50x35x13 24A90K7V30м/с1А
070	Моечная		
075	Контрольная		

Таблица 2.4 – Контрольные приборы и инструменты

№ операции	Наименование операции	Точность	Средства контроля
005	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
010	Токарная	12	Нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Токарная	10	Калибр, скоба рычажная ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88,
020	Токарная	10	Калибры, нутромер ГОСТ10-88
025	Сверлильная	12	Калибры
030	Сверлильная	12	Калибры, нутромер ГОСТ10-88
035	Термическая		
040	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
045	Шлифовальная	8	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
050	Шлифовальная	8	Калибры, нутромер ГОСТ10-88
055	Шлифовальная	7	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
060	Шлифовальная	6	Скоба рычажная ГОСТ11098-75
065	Шлифовальная	7	Калибры, нутромер ГОСТ10-88
070	Моечная		
075	Контрольная		

2.5 Определение режимов резания

Для проектирования технологических операций необходимо определить режимы обработки для каждой операции и провести их нормирование. Данная задача многофакторная и поиск оптимального решения возможен только исходя из конкретных производственных условий. На стадии проектирования используются расчетно-аналитические и статистические методы [20]. Результаты определения режимов и нормирования приведены ниже.

Таблица 2.5 – Определение режимов резания

№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
1	2	3	4	5	6
005 Токарная					
1	0,3	148	160	82	1,7
2	0,3	160	320	99	1,1
010 Токарная					
1	0,3	148	160	66	1,4
2	0,3	164	320	89	0,9
015 Токарная					
1	0,1	260	320	82	2,6
2	0,1	297	630	89	1,4
3	0,05	210	320	3	0,2
020 Токарная					
1	0,1	240	400	11	0,3
2	0,1	280	800	32	0,4
3	0,05	208	500	3	0,1
025 Сверлильная					
1	0,4	25	1000	84	0,2
2	0,4	25	800	81	0,3
3	1	7	250	168	0,7
4	1	5	160	126	0,8
Операция 030 – Сверлильная					
1	0,4	24	630	135	0,6
2	0,4	24	630	102	0,4
3	0,2	15	250	55	1,1
4	1	7	160	87	0,6
040 Шлифовальная					
1	0,005	35	360	9	0,78

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
2	0,005	35	360	11	0,88
3	0,033	35	360	0,8	0,37
045 Шлифовальная					
1	0,008	30	360	0,5	0,38
050 Шлифовальная					
1	0,005	35	360	25	1,74
2	0,005	35	360	18	1,32
3	0,005	35	360	59	2,3
4	0,033	35	360	0,58	0,35
055 Шлифовальная					
1	0,003	35	360	9	0,82
2	0,003	35	360	11	0,75
3	0,014	35	360	0,55	0,31
060 Шлифовальная					
1	0,004	30	360	0,2	0,44
065 Шлифовальная					
1	0,003	35	360	25	1,76
2	0,014	35	360	0,34	0,37

3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Приспособление для установки и закрепления детали проектируем для 050 шлифовальной операции, которая представлена на рисунке 3.1. Выбор для проектирования приспособления для этой операции обоснован тем, что требуется снизить вспомогательное время ее проведение. Исходные данные для проектирования принимаем согласно п.2. Расчет производим по методике [21].

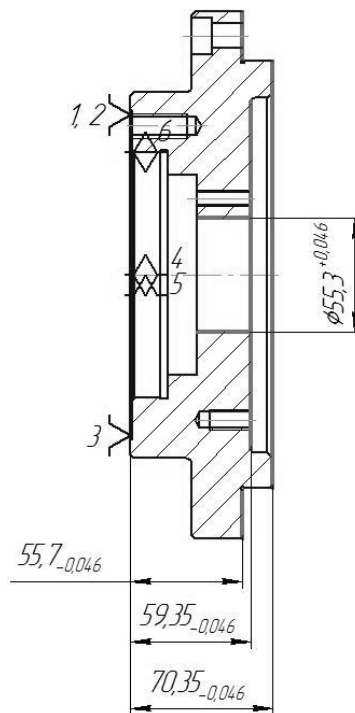


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Сначала необходимо определить силы резания, воздействующие на заготовку во время обработки. Операция состоит из двух переходов, поэтому расчет проводим для каждого из них.

Определяем мощность резания:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z \quad (3.1)$$

где C_N , r , y , q , z – нормативные показатели.

Получим:

для 1-го перехода

$$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,005^{0,8} \cdot 260^{0,2} \cdot 25^{1,0} = 0,5 \text{ кВт.}$$

для 2-го перехода

$$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,033^{0,8} \cdot 56^{0,2} \cdot 26^{1,0} = 3,2 \text{ кВт.}$$

Дальнейшие расчеты ведем для наиболее нагруженного 2-го перехода.

Составляющая P_z составит:

$$P_z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} K_{PZ} \quad (3.2)$$

Составляющая P_y составит:

$$P_y = (3 \dots 1,8) P_z \cdot K_{PY} \quad (3.3)$$

где K_{PZ} , K_{PY} – коэффициенты условий обработки.

Тогда:

$$P_z = \frac{3,2 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 1166 \text{ Н.}$$

$$P_y = (3 \dots 1,8) \cdot 1166 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима W на рисунке 3.2 составлена расчетная схема.

Исходя из схемы:

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_o}{2} \quad (3.4)$$

Момент закрепления:

$$M_{3Pz} = \frac{3Wf \cdot d_3}{2} \quad (3.5)$$

где f – коэффициент трения цанги и заготовки.

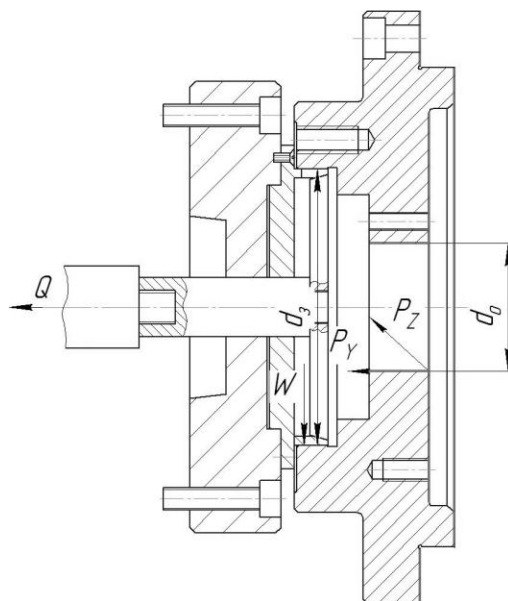


Рисунок 3.2 – Расчетная сема

Приравнивая моменты получаем:

$$W = \frac{KP_z \cdot d_0}{3fd_3} \quad (3.6)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \quad (3.7)$$

где $K_0, K_1, K_2, K_3, K_4, K_5$ - учитывают условия при обработке и конструкцию приспособления.

Получим:

$$W = \frac{2,5 \cdot 1166 \cdot 56}{3 \cdot 0,2 \cdot 120} = 2267 \text{ Н.}$$

Затем рассчитываем усилие на приводе:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.8)$$

где α – угол наклонной поверхности цанги;

φ – угол трения.

$$Q = 2267 \cdot \operatorname{tg}(5 + 6,5) = 893 \text{ Н.}$$

Рассчитаем силовой привод приспособления. Для этого необходимо определить диаметр поршня привода. При этом следует учесть, что рабочей является штоковая полость. Получим:

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

где P - давление в цилиндре.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 893}{0,5} + 30^2} = 86 \text{ мм.}$$

Из ближайших стандартных значений принимаем диаметр равным 90 мм.

Расчет погрешности установки в приспособлении выполняем на основе схемы, представленной на рисунке 3.3.

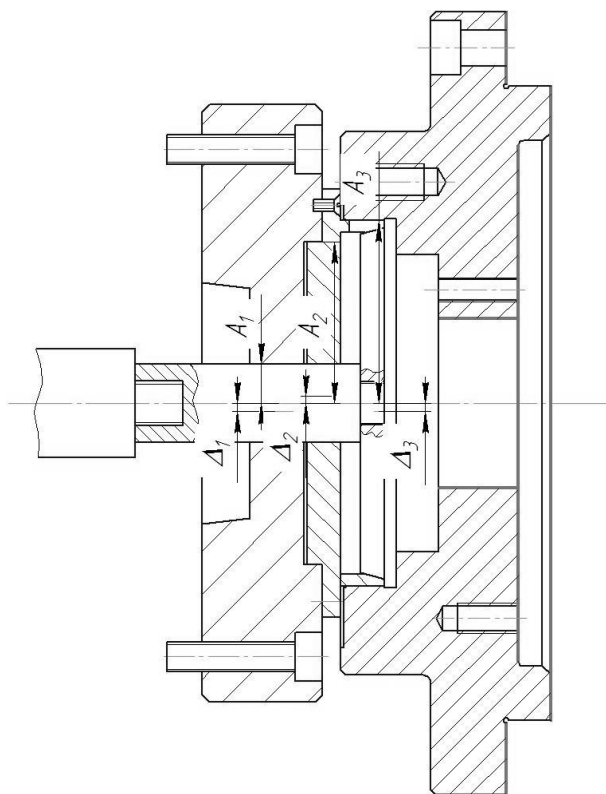


Рисунок 3.3 – Расчетная схема определения погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.10)$$

где Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 – погрешности допусков на изготовление и пространственных отклонений деталей приспособления.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,02^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,014 \text{ мм.}$$

Расчетная погрешность не должна превышать допускаемой погрешности приспособления $\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,046 = 0,014$ мм. Следовательно, оправка обеспечивает необходимую точность изготовления.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Проектирование режущего инструмента проведем для одной из лимитирующих операций 015 токарной чистовой, т.к. данная операция является одной из лимитирующих и поэтому необходимо обеспечить более интенсивные режимы резания при сохранении заданных параметров качества обработки. Для решения данной задачи будем использовать методику [22].

В качестве режущего материала трехгранной пластины выбираем сплав В14М7К25, который по данным [23] обеспечивает повышение скорости резания в 1,3 раза по сравнению со стандартным твердым сплавом Т15К6.

Далее выбираем геометрию резца, которая в первую очередь определяется главным углом в плане φ , который в данном случае равен 91° . Остальная геометрия принимается согласно соответствующим рекомендациям.

Параметры державки резца определяются из результатов расчета сечения стружки $F = t \cdot S = 1,21 \cdot 0,1 = 0,12$ мм². Исходя из данного значения согласно справочным данным принимаем державку резца с длиной 140 мм и поперечным сечением 25x20 мм.

Режущая пластина крепится через опорную пластину и винт. Для того, чтобы обеспечить надежность крепления определим минимально допустимый диаметр винта:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.11)$$

Усилие Q_1 определяется из соотношения с составляющей силы резания

$$P_{z\max} = 0,7 \cdot Q_1; \quad Q_1 = \frac{P_{z\max}}{0,7} = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

Диаметр равен:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Следовательно, при разработке конструкции резца необходимо принять больший диаметр винта.

Для повышения надежности крепления режущей пластины применим крепление состоит из втулки 2, клина 3, винта 5 и гайки 6 (представлены на рабочем чертеже).

Суть усовершенствования заключается в том, что при закручивании гайки на винте клин через втулку подпирет винт к державке, что по данным работы [22] позволяет получить дополнительную прижимную силу для режущей пластины.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Выполнение работ на участке механической обработки корпуса специального патрона связано с воздействием на работников профессиональных рисков и опаснейших факторов производства. В данном разделе выпускной работы проведем выявление данных опасных факторов и разработаем мероприятия по снижению их влияния на работников участка. Для этого используем данные [24].

4.1 Назначение и планировка участка

Рассматриваемый в работе участок предназначен для изготовления корпуса специального патрона и других деталей данного типа. Планировка участка представлена на рисунке 4.1.

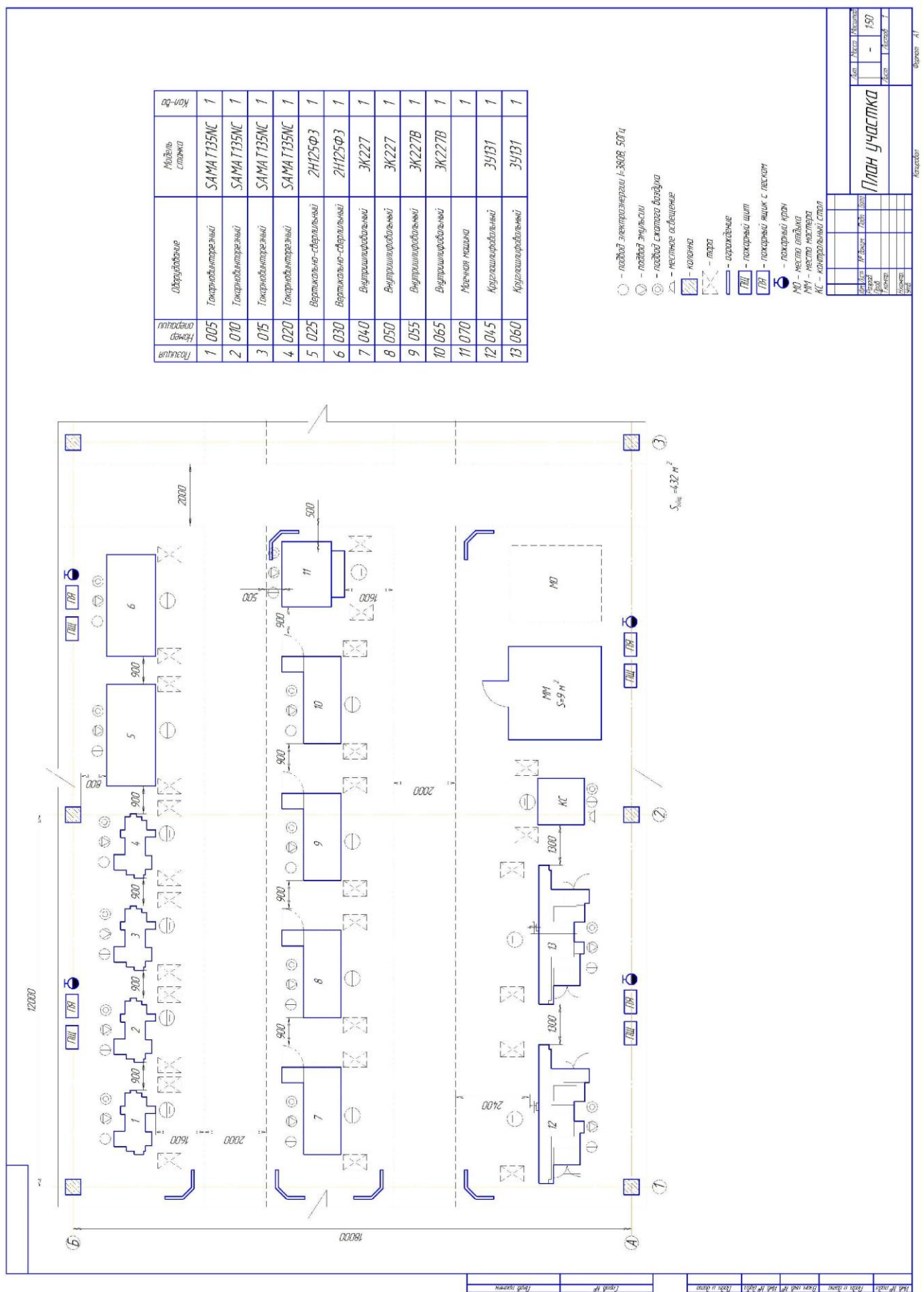


Рисунок 4.1 – План участка

4.2 Состав оборудования

Состав используемого для механической обработки корпуса специального патрона оборудования, представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарно-винторезный SAMAT 135 NC	4
2	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	2
3	Внутришлифовальный 3К227	4
4	Круглошлифовальный 3У131	2
5	Моечная машина	1
Итого:		13

4.3 Технологический маршрут изготовления

Маршрут изготовления корпуса помпы приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовительная	Кривошипный горячештамповочный пресс	Получение заготовки
Механический	005	Токарная	Токарно- винторезный SAMAT 135	Точение контура, расточивание

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
			NC	отверстий
Механический	010	Токарная	Токарно- винторезный SAMAT 135 NC	Точение контура, расточивание отверстий
Механический	015	Токарная	Токарно- винторезный SAMAT 135 NC	Точение контура, расточивание отверстий
Механический	020	Токарная	Токарно- винторезный SAMAT 135 NC	Точение контура, расточивание отверстий
Механический	025	Сверлильная	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	Сверление, зенкерование отверстий, нарезание резьбы
Механический	030	Сверлильная	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	Сверление, зенкерование отверстий, нарезание резьбы
Термический	035	Термическая		Закалка
Механический	040	Шлифовальная	Внутришлифо- вальный ЗК227	Шлифование отверстия

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Механический	045	Шлифовальная	Круглошлифовальный ЗУ131	Шлифование наружной поверхности
Механический	050	Шлифовальная	Внутришлифовальный ЗК227	Шлифование отверстия
Механический	055	Шлифовальная	Внутришлифовальный ЗК227В	Шлифование отверстия
Механический	060	Шлифовальная	Круглошлифовальный ЗУ131	Шлифование наружной поверхности
Механический	065	Шлифовальная	Внутришлифовальный ЗК227	Шлифование отверстия
Механический	070	Моечная	Моечная машина	Промывка, обдувка, сушка
Механический	075	Контрольная	-	Контроль основных параметров

В ходе выполнения работы были усовершенствованы 015 токарная и 050 шлифовальная операции. Определим возможные вредные факторы, которые могут возникнуть при выполнении данных операций, и разработаем мероприятия по снижению их воздействия на работников участка.

4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Токарная	<p>1. Отлетающая стружка</p> <p>2. Повышенная температура на поверхности обрабатываемой детали</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>Использование средств автоматизации для удаления стружки.</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе и местной вытяжки.</p> <p>3. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			<p>Использование резино-войлочных ковриков.</p> <p>Установка оборудования на виброгасящие опор</p>
2	Шлифовальная	<p>1. Отлетающая стружка</p> <p>2. Повышенная температура на поверхности обрабатываемой детали</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической обработке</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>Использование средств автоматизации для удаления стружки.</p> <p>2. Использование СОЖ на синтетической основе и местной вытяжки.</p> <p>3. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
			Использование резино-войлочных ковриков. Установка оборудования на виброгасящие опор.

Проведенный анализ возможных вредных факторов на участке механической обработки корпуса специального патрона позволил разработать мероприятия по снижению их влияния на работников данного участка.

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 технических решений.

Особенностью совершенствования технологического процесса является то, что предлагается совершенствовать две токарные операции базового варианта. На этих операциях совершенствование коснулись применяемого оборудования и используемого инструмента. А именно, предлагается заменить токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3 на токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT 135 NC. Относительно инструмента – заменить резец контурный T5K10 заменить на контурный резец B14M7K25. Все вышеизложенные совершенствования приведут к уменьшению трудоемкости выполнения заявленных токарных операций. Более полное описание изменяемых операций базового и проектного вариантов представлено в предыдущих разделах, поэтому описывать их еще раз нет необходимости.

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 3000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [25]:

– методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;

- методика определения технологической себестоимости;
- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;
- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 60,15 руб., что составит 56,5%. Это связано с тем, что возникает необходимость приобретения нового оборудования и инструмента, а также появляются затраты, связанные с проектированием совершенствований технологического процесса.

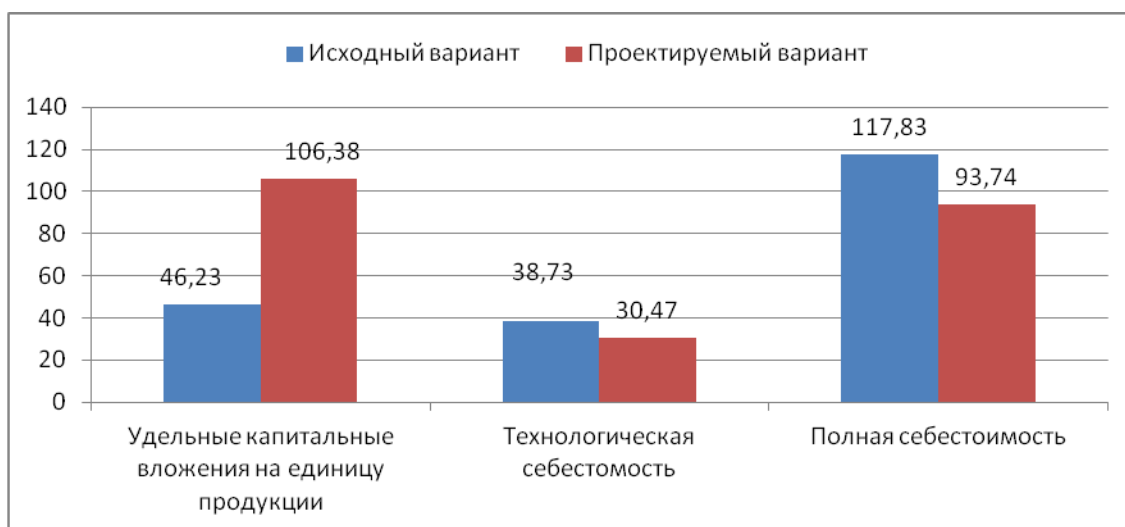


Рисунок 5.1 – Величины удельных капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

Не смотря на то, что удельные капитальные вложения возрастают, при этом технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 21,33% и 20,44%, соответственно. Это вызвано тем, что замена оборудования и инструмента приводит к сокращению трудоемкости совершенствуемых операций, и как следствие – к уменьшению заработной платы и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован

пакет программного обеспечения MicrosoftExcel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{ЧИСТ}}$, руб.	57816
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$, лет	4
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$, руб.	24470,93
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,13

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по совершенствованию токарных операций, как это описано выше.

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 4-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении срока окупаемости порога в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в начале этого интервала – 1,13 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 24470,93 рублей. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной работы стал технологический процесс изготовления корпуса специального патрона, который учитывает все особенности детали, что подтверждено соответствующими экономическими расчетами. Такого результата удалось добиться благодаря обоснованному выбору заготовки, ее проектированию на основе детальных расчетов припусков на обработку поверхностей. Также был спроектирован маршрут обработки корпуса путем анализа и совершенствования типового маршрута. Проектирование технологических операций на базе рассчитанных режимов резания и проектирование специальных средств оснащения для наиболее проблемных операций тоже дало положительный результат.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
2. <http://mashinform.ru/marochnik/stal-konstrukcionnaia/20x-obj563.html>
3. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
4. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
5. Константинов, И. Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И. Л. Константинов. - Гриф УМО. - Москва : ИНФРА-М, 2016 ; Красноярск : СФУ, 2016. - 549 с.
6. Горохов, В. А. Материалы и их технологии : учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. В. А. Горохова. - Гриф УМО. - Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.
9. ГОСТ 7505-89.
10. Иванов, И. С. Технология машиностроения [Электронный ресурс] :

учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

11. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.

12. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

13. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.

14. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.

15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

17. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

18. Боровский, Г. В. Справочник инструментальщика / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - 2-е изд., испр. - Москва : Машиностроение, 2007. - 463 с.

19.Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

20.Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

21.Схиртладзе, А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 8 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 361 с.

22.Клименков, С. С. Обработка инструмента в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 459 с.

23.Инструментальные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 267 с

24.Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

25.Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A2			18.БР.ОТМП.375.70.000.00СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A3	1		18.БР.ОТМП.375.70.001.00	Державка резца	1	
A4	2		18.БР.ОТМП.375.70.002.00	Втулка	1	
A4	3		18.БР.ОТМП.375.70.003.00	Клин	1	
				Стандартные изделия		
		4		Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1	
		5		Винт М5х50 ГОСТ17473-80	1	
		6		Гайка М5 ГОСТ10605-94	1	
			18.БР.ОТМП.375.70.000.00			
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб. Мазуров					Лит.	Лист
Проб. Козлов					В	1
Н.контр. Виткалов					ТГУ, ТМБЗ-1331	
Утв. Логинов						

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							Изм.	Дата		
				Документация						
A1			18.БР.ОТМП.375.65.000.00СБ	Сборочный чертеж						
				Детали						
A3	1		18.БР.ОТМП.375.65.001.00	Корпус	1					
A4	2		18.БР.ОТМП.375.65.002.00	Корпус муфты	1					
A4	3		18.БР.ОТМП.375.65.003.00	Корпус привода	1					
A4	4		18.БР.ОТМП.375.65.004.00	Цанга	1					
A2	5		18.БР.ОТМП.375.65.005.00	Крышка привода	1					
A3	6		18.БР.ОТМП.375.65.006.00	Неподвижный корпус	1					
A3	7		18.БР.ОТМП.375.65.007.00	Поршень	1					
A4	8		18.БР.ОТМП.375.65.008.00	Плунжер	1					
A3	9		18.БР.ОТМП.375.65.009.00	Пробка	3					
A2	10		18.БР.ОТМП.375.65.010.00	Пробка	1					
A3	11		18.БР.ОТМП.375.65.011.00	Шток	1					
A4	12		18.БР.ОТМП.375.65.012.00	Конус	1					
				Стандартные изделия						
		13		Винт М8х35 ГОСТ 11738-84	6					
		14		Гайка М14х1,5 ГОСТ 5927-70	2					
			18.БР.ОТМП.375.65.000.00							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оправка цанговая			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Мазуров							В	1	2
Пров.	Козлов				ТГУ, ТМБз-1331					
Н.контр.	Виткалов									
Утв.	Логинов									

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15		Кольцо ГОСТ 17477-84	2	
		16		Манжета ГОСТ 8752-79	2	
		17		Манжета ГОСТ 8752-79	3	
		18		Винт М4х8 ГОСТ 17475-80	4	
		19		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2	
		20		Манжета ГОСТ 8752-79	2	
		21		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	
		23		Винт М6х25 ГОСТ 11738-84	9	
		24		Винт М10х40 ГОСТ 11738-84	6	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	18.БР.ОТМП.375.65.000.00	Лист
						2

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Шх	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	проп.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Штл			
Б					Код, наименование абрадаблания														
0 19					$72,3^{+0,46}$, $71,5^{+0,55}$, $42,4^{+0,27}$, $39,4^{+0,21}$														
Т 20					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контирный В14М7К25 ГОСТ18879-73;														
Т 21					392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 3933311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89;														
Т 22					393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.														
23																			
А 24					XX XX XX 015 4110 Токарная														
Б 25					381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200												5,46		
0 26					Точить поверхности 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26 в размер $\phi 516_{-0,12}$, $\phi 209_{+0,70}$, $\phi 211,003_{+0,165}$, $72,3_{+0,12}$														
0 27					$62,5_{+0,125}$, $59,6_{+0,12}$														
Т 28					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контирный В14М7К25 ГОСТ18879-73;														
Т 29					392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 392190 Резец расточной канавочный В14М7К25														
Т 30					ГОСТ18879-73; 3933311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.														
31																			
А 32					XX XX XX 020 4110 Токарная														
Б 33					381101 Токарный САМАТ 135 NC 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200													1,04	
0 34					Точить поверхности 1, 2, 7, 12, 29, 30, 31 в размер $\phi 116_{-0,14}$, $\phi 121_{-0,35}$, $71,8_{+0,12}$, $50,8_{+0,12}$														
Т 35					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контирный В14М7К25 ГОСТ18879-73;														
Т 36					392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 392190 Резец расточной канавочный В14М7К25														
Т 37					ГОСТ18879-73; 3933311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.														
38																			
А 39					XX XX XX 025 4120 Сверлильная														
Б 40					381210 Сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3 3 17335 422 1Р 1 1 1 1200													2,6	
0 41					Сверлить поверхности 25, 28, нарезать резьбу поверхности 24, 27 в размер М8 $^{+0,058}$ М10 $^{+0,058}$														
МК																			

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Глоз	Гшт
Б					Код, наименование сборки											
0.42																
Т 43																
Т 44																
Т 45																
46																
А 47																
Б 48																
0.49																
0.50																
Т 51																
Т 52																
Т 53																
54																
А 55																
56																
А 57																
Б 58																
0.59																
Т 60																
61																
А 62																
Б 63																
0.64																
МК																

А	Шех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Код, наименование обработки											
Т 65	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.											
66												
А 67	XX XX XX 050 4132 Шлифовальная											
Б 68	381312 Внутршлифовальный 3К227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 6.12											
0.69	Шлифовать поверхности 16. 19. 23. 26 в размер $\phi 55.3^{+0.046}$ 70.35 0.046 . 59.35 0.046 . 55.7 0.046 .											
Т 70	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.											
71												
А 72	XX XX XX 055 4132 Шлифовальная											
Б 73	381312 Внутршлифовальный 3К227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1 1200 1 2.44											
0.74	Шлифовать поверхности 1. 29. 31 в размер $\phi 120+0.017$. 70 0.046 . 51 0.046 .											
Т 75	396190 Патрон цанговый: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.											
76												
А 77	XX XX XX 060 4132 Шлифовальная											
Б 78	381311 Круглошлифовальный 3У131 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0.57											
0.79	Шлифовать поверхность 18 в размер $\phi 209.986^{+0.029}$											
Т 80	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.											
81												
А 82	XX XX XX 065 4132 Шлифовальная											
Б 83	381312 Внутршлифовальный 3К227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 6.12											
0.84	Шлифовать поверхности 16. 26 в размер $\phi 56^{+0.05}$. 55 0.046 .											
Т 85	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.											
86												
А 87	XX XX XX 070 Моечная.											
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

