

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 оправки специальной

Обучающийся

А.Ю. Сухих

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент В.А. Гуляев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

ст. преподаватель И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает технологию изготовления оправки специальной в годовом объеме выпуска 5000 деталей в год. Исходя из служебного назначения детали, показана возможность ее изготовления, которая доказана с помощью анализа технологичности. Выбран материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки. Определен материал – сталь 19ХН ГОСТ-4543. Проведена систематизация всех поверхностей детали и назначена стратегия их обработки. Проведен сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Проведен расчет припусков для заготовки. Выбраны «средства технологического оснащения в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля» [11] для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектированы операции. Назначены скорость резания и подачи. Режимы резания определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Проведено нормирование после определения режимов резания. Спроектировано приспособление, которое обеспечило надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Спроектирован режущий инструмент. Доказана экономическая эффективность предлагаемых изменений технологического процесса относительно базового. Выполнен анализ технологии на опасные и вредные производственные факторы. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложены мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Даны рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса на реальном производстве.

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Анализ объекта проектирования..... | 6 |
| 1.1 Анализ технологичности объекта проектирования..... | 6 |
| 1.2 Формулировка задач проектирования..... | 9 |
| 2 Технология изготовления детали..... | 11 |
| 2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения | 11 |
| 2.2 Проектирование технологической операции | 26 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения | 30 |
| 3.1 Станочное приспособление..... | 30 |
| 3.2 Режущий инструмент..... | 33 |
| 4 Безопасность и экологичность технического объекта..... | 36 |
| 5 Экономическая эффективность работы..... | 41 |
| Заключение..... | 46 |
| Список используемых источников..... | 47 |
| Приложение А Технологическая документация..... | 50 |

Введение

В настоящей работе было решено получать заготовку с наименьшими затратами и с наибольшим коэффициентом использования материала с помощью сравнения двух методов получения – штамповка и прокат. Выбор пал на один из самых распространенных методов получения заготовки – штамповка [9].

Доступны различные станки для изготовления штампов, используемых при штамповке. Прогрессивная, формовочная, компаундная и твердосплавная оснастка удовлетворяет специфическим требованиям штамповки [9].

Прогрессивные штампы можно использовать для одновременного создания нескольких деталей на одном изделии [6].

Прогрессивная штамповка использует последовательность станций штамповки. Металлический рулон подается в возвратно-поступательный штамповочный пресс с прогрессивными штамповочными матрицами [1].

Матрица перемещается вместе с прессом, и когда пресс перемещается вниз, матрица закрывается, чтобы штамповать металл и формировать деталь. Когда пресс перемещается вверх, металл перемещается горизонтально к следующей станции [13]. Эти перемещения должны быть точно выровнены, поскольку деталь все еще соединена с металлической полосой. Конечная станция отделяет только что изготовленную деталь от остального металла.

Прогрессивная штамповка идеально подходит для длительных тиражей, поскольку штампы служат долгое время без повреждений, а сам процесс легко повторяется [4]. На каждом этапе процесса выполняется различная операция резки, изгиба или штамповки металла, таким образом постепенно достигая желаемой формы и дизайна конечного продукта [21]. Это также более быстрый процесс с ограниченным количеством ненужного лома.

Штамповка передаточным штампом аналогична прогрессивной штамповке, но деталь отделяется от металлической заготовки на ранней стадии процесса и передается с одной станции штамповки на следующую с

помощью другой механической транспортной системы, такой как конвейерная лента [8]. Этот процесс обычно используется для более крупных деталей, которые, возможно, потребуется перенести на другие прессы.

Четырех-дисковое тиснение также называют многодисковым или четырехходовым тиснением. Эта техника лучше всего подходит для изготовления сложных деталей, которые имеют многочисленные изгибы или скручивания [22]. Он использует четыре скользящих инструмента вместо одного вертикального ползуна для придания заготовке формы путем многократных деформаций. Два ползуна, или штосселя, ударяют по заготовке горизонтально, придавая ей форму, и штампы не используются [10]. Многодисковое тиснение также может иметь более четырех движущихся слайдов.

Штамповка с четырьмя слайдами – очень универсальный вид штамповки, поскольку к каждому слайду могут быть прикреплены различные инструменты. Он также имеет относительно низкую стоимость и быстрое производство.

Тонкая вырубка, также известная как вырубка тонких кромок, ценна тем, что обеспечивает высокую точность и гладкость кромок. Операции тонкой вырубки, обычно выполняемые на гидравлическом или механическом прессе или их комбинацией, состоят из трех отдельных движений: закрепление заготовки или обрабатываемого материала на месте; выполнение операции вырубки; выброс готовой детали [16].

В результате сравнения разных методов получения заготовки в предлагаемой работе был выбран метод получения заготовки с помощью штамповки на горизонтально-штамповочной машине.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

«Предлагаемая в задании деталь предназначена для закрепления в зажимных устройствах технологических обрабатывающих систем» [11].
Используется она обычно для закрепления заготовки в станке и передачи ей крутящего момента от шпинделя для последующей механической обработки.
Фрагмент такого зажимного устройства представлен на рисунке 1.

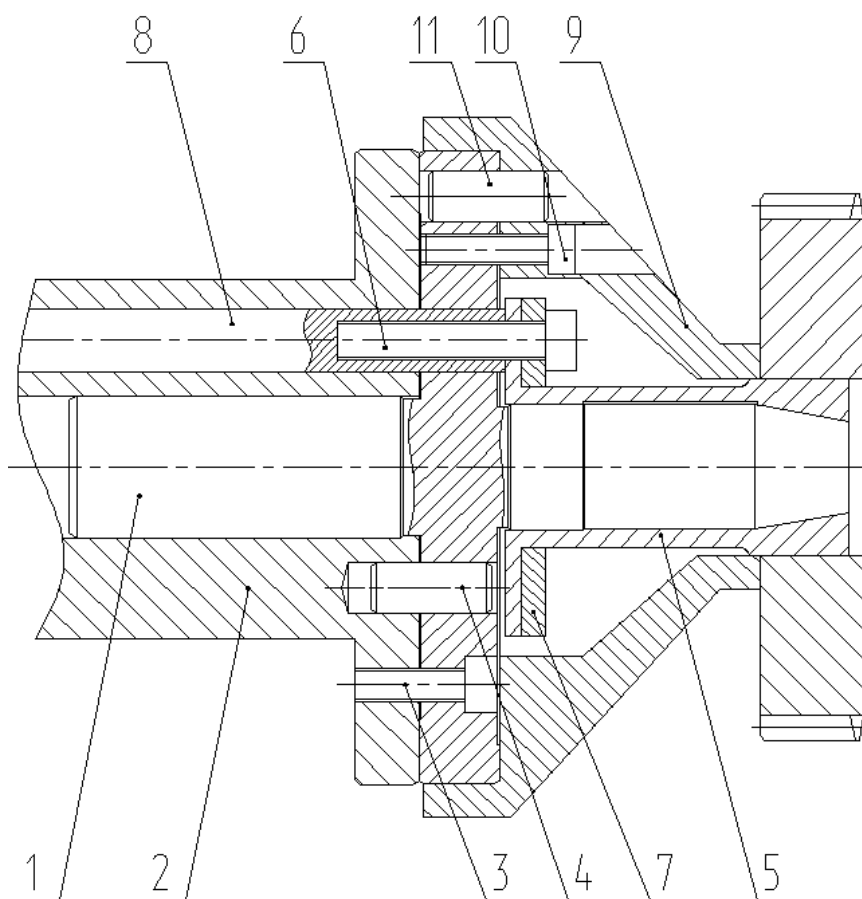


Рисунок 1 – Фрагмент зажимного устройства

К «оправке с помощью штифта 11 и винтов 10 крепится обрабатываемая заготовка, которая своим торцом упирается в опору 9 и устанавливается на

цангу 5. К толкателям 8 крепится цанга 5 с помощью кольца 7 и винтов 6 и устанавливается на конус оправки 1. С помощью винтов 3 совместно со штифтом 4 оправка 1 крепится и устанавливается в отверстие фланца 2» [15].

Для изготовления рассматриваемой детали, исходя из ее служебного назначения, наиболее подходит материал – сталь 19ХН ГОСТ-4543, так как его физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации.

Химический состав материала также соответствует предъявляемым требованиям – содержание углерода от 0,16 до 0,21 процента, содержание серы не более 0,035 процента, содержание фосфора не более 0,035 процента, содержание хрома от 0,8 до 1,1 процента, содержание марганца от 0,7 до 1,0 процента, содержание молибдена до 0,1 процента и содержание кремния от 0,17 до 0,37 процента. Далее пронумеруем поверхности детали и проведем их классификацию. Такая систематизация (рисунок 2) позволит начать проектирование технологического процесса их обработки.

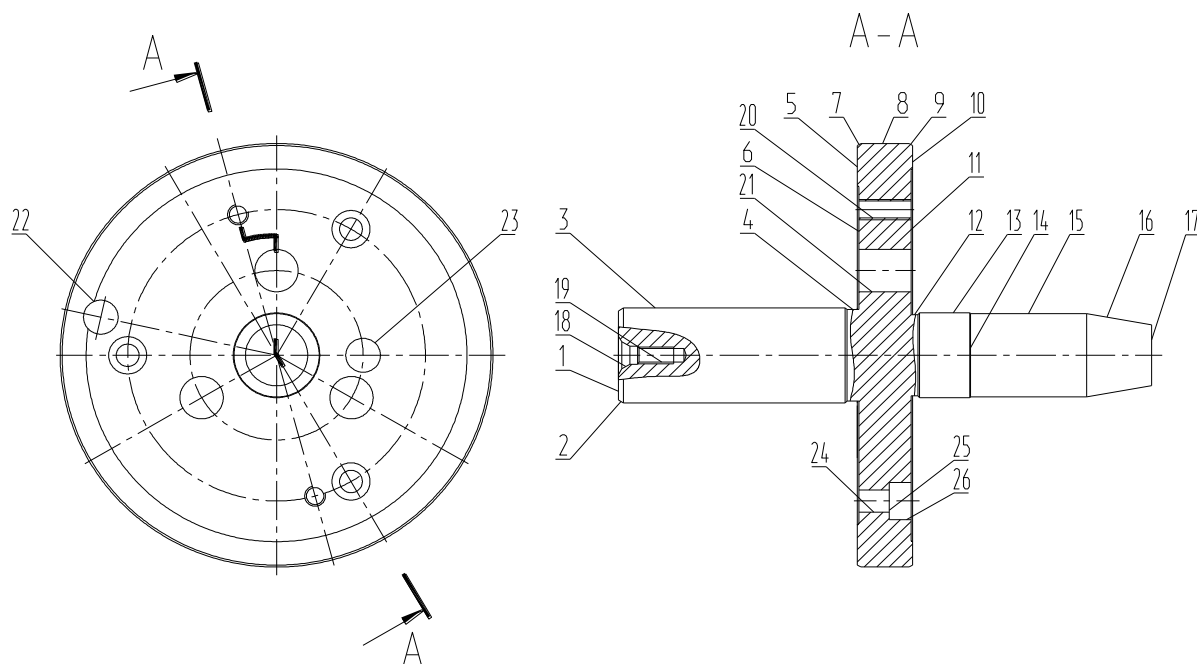


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

В качестве основных конструкторских баз определим поверхности 3 и 5, в качестве вспомогательных конструкторских баз определим поверхности 8, 10, 13 и 19-25. Исполнительной поверхностью, исходя из служебного назначения детали, является поверхность 16. Остальные поверхности характеризуем как свободные.

Одно из основных требований к детали – это её технологичность, определяемая удобством в изготовлении и эксплуатации. Совершенство конструкции детали также определяется использованием наиболее экономических, экономичных и производительных технологических методов её изготовления. В значительной мере технологичность конструкции детали определяется возможностью наиболее простой механической обработки. Принято считать, что конструкция детали должна отрабатываться на технологичность в процессе её проектирования, а не изготовления.

Намечая технологический процесс обработки детали, взятой по заданию на выпускную квалификационную работу, желательно руководствоваться следующими принципами.

В начало технологического процесса относят процедуры, раскрывающие скрытые дефекты на начальной стадии обработки (пористость, коробление, трещины, и тому подобное), а также создаются оптимальные условия для перераспределения остаточных напряжений в заготовке.

Осуществляется выбор технологических баз и обоснование этих выбранных баз. Задаётся очерёдность и способы обработки поверхностей заготовки. Исходя из требований к качеству детали, устанавливается количество переходов при обработке каждой поверхности, а также оборудование для выполнения данной операции.

Выявляется индивидуальная технологическая оснастка для выполнения операции и разрабатываются условия, которым должен соответствовать каждый вид выбранной оснастки.

«Первыми обрабатываются поверхности, являющиеся базовыми при

последующей обработке. Затем обрабатывают поверхности со снятием наибольшего слоя металла. Далее выполняют обработку поверхностей, при снятии металла с которых уменьшается жёсткость детали» [11].

Для поворотных поверхностей следует максимально избегать смены баз и связанных с необходимыми сменами добавочных погрешностей.

При выборе установочных баз соблюдаются основные условия: постоянство баз и совмещение технологических баз с конструкторскими.

Не рекомендуется комбинирование обработок («черновой и чистовой») в одной операции и на одном оборудовании. Подобное совмещение допустимо только при обработке жёстких деталей с небольшими припусками» [11].

Крайней производят обработку легкоповреждаемых поверхностей, например, наружной резьбы. Последовательность операций зависит от последующих термической (ТО) и химико-термической обработки (ХТО).

Рабочие поверхности необходимо шлифовать и полировать [19].

1.2 Формулировка задач проектирования

В предлагаемой выпускной квалификационной работе планируется разработать новую технологию изготовления рассматриваемой детали. Для чего необходимо провести ряд технологических, технических и экономических мероприятий, при этом поставлены следующие задачи.

Исходя из служебного назначения детали, показать возможность ее изготовления, которая доказывается с помощью анализа технологичности. Выбрать материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки этого материала. Определен материал – сталь 19ХН ГОСТ-4543. Провести систематизацию всех поверхностей детали и назначить стратегию их обработки. Провести сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Провести расчет припусков для заготовки и переходы. Выбрать «средства технологического

оснащения в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля» [11] для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектировать операции. Назначить скорость резания и подачи. Режимы резания должны быть определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Провести нормирование после определения режимов резания. Спроектировать приспособление, которое обеспечит надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Спроектировать режущий инструмент. Доказать экономическую эффективность предложенных изменений технологического процесса относительно базового. Выполнить анализ технологии на опасные и вредные производственные факторы. Предусмотреть мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложить мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Дать рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса на реальном производстве.

В результате в разделе проведен анализ исходных данных для реализации проектирования нового технологического процесса и определены задачи для достижения поставленной цели.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения

Перед производством изделия необходимо учитывать следующие параметры:

- форму заготовки;
- размеры заготовки;
- массу заготовки;
- материал заготовки;
- тип производства;
- припуск.

Обоснованный экономический выбор заготовки для производства ведет:

- к снижению себестоимости детали;
- снижению трудоёмкости.

На основании этих суждений сделаем вывод, что важной задачей при выборе заготовки является снижение затрат на основные материалы, то есть уменьшение расхода материалов.

При выборе заготовки для производства необходимо учитывать ряд факторов. Материал, подлежащий штамповке. Различные материалы имеют разную твердость, прочность и ударную вязкость, что может повлиять на способ получения заготовки. Необходимо учитывать диаметр и длину заготовки, ее ступенчатость. Ее размеры определяются возможным напуском для упрощения формы заготовки и потерями на дополнительную обработку. Для полой заготовки необходимо определиться с желаемым размером отверстия и возможностью его получения.

Эти факторы должны быть приняты во внимание для эффективного проектирования заготовки и технологии ее изготовления.

«Массу заготовки M_{III} при штамповке будем определять по формуле:

$$M_{III} = M_D \cdot K_P, \quad (1)$$

где M_D – масса детали, кг;

K_P равен 1,45» [5].

$$M_{III} = 1,91 \cdot 1,45 = 2,77 \text{ кг.}$$

«Массу заготовки при прокате определим по формуле:

$$M_{III} = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм³;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм³.

Размер проката определим по формуле:

$$d_{III} = d_D^{max}, \quad (3)$$

где d_D^{max} – максимальный диаметр заготовки равный 125 мм» [5].

Результат:

$$d_{III} = 125 \cdot 1,05 = 131,3 \text{ мм}$$

Примем d_D^{max} равным 135 мм.

$$\langle l_{III} = l_D^{max}, \quad (4)$$

где l_D^{max} – максимальный линейный размер» [7].

Результат:

$$l_{III} = 154 \cdot 1,05 = 161,7 \text{ мм}$$

«Примем l_D^{max} равным 162 мм.

Объем:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{III}^2 \cdot l_{III} = \frac{3,14}{4} \cdot 135^2 \cdot 162 \quad (5) \gg [7]$$

Результат:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot 135^2 \cdot 162 = 2313381 \text{ мм}^3$$

Масса проката:

$$M_{\text{ПР}} = 2313381 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,16 \text{ кг}$$

«Минимальная себестоимость определяется по формуле:

$$C_{\text{Д}} = C_3 + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (6)$$

где стоимость C_3 – заготовки;

$C_{\text{МО}}$ – механической обработки;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стружки.

Штамповка стоит:

$$C_3 = C_B \cdot M_{\text{Ш}} \cdot K_T \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\text{П}}, \quad (7)$$

где C_B – цена 1 кг заготовки, руб./кг;

$M_{\text{Ш}}$ – масса заготовки, кг;

Коэффициенты, учитывающие:

K_T – точность;

$K_{\text{СЛ}}$ – сложность;

K_B – массу;

K_M – материал;

$K_{\text{П}}$ – серийность» [7].

Примем C_B равным 11,20 руб./кг, K_T равным 1,0, $K_{\text{СЛ}}$ равным 1,0, K_B равным 1,0, K_M равным 1,27 и $K_{\text{П}}$ равным 1,0.

Результат:

$$C_3 = 11,20 \cdot 2,77 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 \cdot 1,0 = 39,40 \text{ руб.}$$

«Обработка:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} \quad (8)$$

где $C_{УД}$ – цена 1 кг материала, руб./кг.

Затраты:

$$C_{УД} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (9)$$

Принимаем E_H равным 0,16, C_C равным 15 руб./кг и C_K равным 33 руб./кг» [5].

Результат:

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (2,77 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 17,44 \text{ руб.}$$

« $C_{ОТХ}$ определяется по формуле

$$C_{ОТХ} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot Ц_{ОТХ} \quad (10)$$

$Ц_{ОТХ}$ равна 0,5 руб./кг. Результат:

$$C_{ОТХ} = (2,77 - 1,91) \cdot 0,5 = 0,43 \text{ руб.}$$

В итоге:

$$C_{Д} = 39,40 + 17,44 - 0,43 = 56,41 \text{ руб.}$$

Стоимость проката:

$$C_{ПР} = C_{МПР} \cdot M_{ПР} + C_{ОЗ}, \quad (11)$$

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг материала 14 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.» [5].

$$«C_{ОЗ} = \frac{C_{ПЗ} \cdot T_{ШП}}{60}, \quad (12)$$

где $C_{ПЗ}$ – на рабочем месте примем 30,2 руб./ч.

$T_{шт}$ определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 \cdot \phi_K, \quad (13)$$

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент по оснастке.

Примем ϕ_K за 1,5, а T_0 определим по формуле:

$$T_0 = 0,19 \cdot d_{шп}^2 \cdot 10^{-3} \quad (14) \gg [7]$$

Согласно (11 – 14) результаты:

$$T_0 = 0,19 \cdot 135^2 \cdot 10^{-3} = 3,46 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = 3,46 \cdot 1,5 = 5,19 \text{ мин};$$

$$C_{оз} = \frac{32 \cdot 5,19}{60} = 2,77 \text{ руб.};$$

$$C_{шп} = 14 \cdot 18,16 + 2,77 = 257,01 \text{ руб.};$$

$$C_{мо} = (18,16 - 1,91) \cdot (15 + 0,16 \cdot 33) = 329,55 \text{ руб.};$$

$$C_{отх} = (18,16 - 1,91) \cdot 0,5 = 8,12 \text{ руб.}$$

$$\text{В итоге } C_D = C_3 + C_{мо} - C_{отх} = 578,44 \text{ руб.}$$

«Результат удваиваем согласно поправочному коэффициенту на 2023 год. Тогда получим 1156,88 руб.

Определим коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_D}{M_3} \quad (15)$$

$$\text{При штамповке: } K_{им} = \frac{1,91}{2,77} = 0,69.$$

$$\text{При прокате: } K_{им} = \frac{1,91}{18,81} = 0,11.$$

То есть штамповка выгоднее проката.

Годовой экономический эффект определим по формуле:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{ДПР} - C_{ДШ}) \cdot N_Г \quad (16)$$

где $C_{ДПР}$ – стоимость проката;

$C_{ДШ}$ – стоимость штамповки» [5].

Результат: $\mathcal{E}_Г = (1156,88 - 112,82) \cdot 5000 = 5220300$ руб.

Для выбора средства оснащения проведем анализ штампов. Штампы, которые используются при штамповке металла, можно охарактеризовать как однопозиционные или многопозиционные штампы. Одностанционные штампы включают в себя как составные штампы, так и комбинированные штампы. Составные штампы выполняют более одной операции резки за один пресс, например, в случае многократных надрезов, необходимых для создания простой шайбы из стали. Комбинированные штампы – это штампы, которые включают в себя как режущие, так и не режущие операции за один ход прессы. Примером может быть матрица, которая производит разрез, а также фланец для данной металлической заготовки. Многопозиционные штампы включают в себя как прогрессивные штампы, так и передаточные штампы, где операции надрезания, штамповки и резки выполняются последовательно из одного и того же набора штампов. Выбираем горизонтально-штамповочную машину.

В таблицу 1 сведем результаты расчета припусков и допусков.

Таблица 1 – Припуски и допуски для заготовки

| Деталь | | | Заготовка | | |
|-------------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------------------------|
| поверхность | размер, мм | Ra, мкм | припуск, мм | допуск, мм | размер, мм |
| 2А | Ø28 | 0,4 | $Z_1=1,9+0,6=2,5$ | $2,2_{-0,8}^{+1,4}$ | $\text{Ø}33_{-0,8}^{+1,8}$ |
| Б | 16 | 0,8 | $Z_2=1,9+0,6=2,5$ | $2,2_{-0,8}^{+1,4}$ | $21_{-0,8}^{+1,4}$ |
| Б | 16 | 1,6 | $Z_3=1,7+0,6=2,3$ | $2,2_{-0,8}^{+1,4}$ | $21_{-0,8}^{+1,4}$ |
| В | 154 | 6,3 | $Z_4=1,7+0,6=2,3$ | $2,8_{-1,0}^{+1,8}$ | $158,6_{-0,8}^{+1,4}$ |
| 2Г | Ø25 | 0,4 | $Z_5=1,9+0,6=2,5$ | $2,2_{-0,8}^{+1,4}$ | $\text{Ø}30_{-0,8}^{+1,4}$ |
| 2Д | Ø18 | 0,4 | $Z_6=1,9+0,6=2,5$ | $2,2_{-0,8}^{+1,4}$ | $\text{Ø}23_{-0,8}^{+1,4}$ |
| 2Е | Ø125 | 0,8 | $Z_7=2,2+0,6=2,8$ | $2,8_{-1,0}^{+1,8}$ | $\text{Ø}130,6_{-1,0}^{+1,8}$ |
| Ж | 69,2 | 0,4 | $Z_7=2,0$ | $2,0_{-1,0}^{+1,0}$ | $69,2_{-1,0}^{+1,0}$ |

Схема припусков на заготовку отражена на рисунке 3, а эскиз заготовки на рисунке 4.

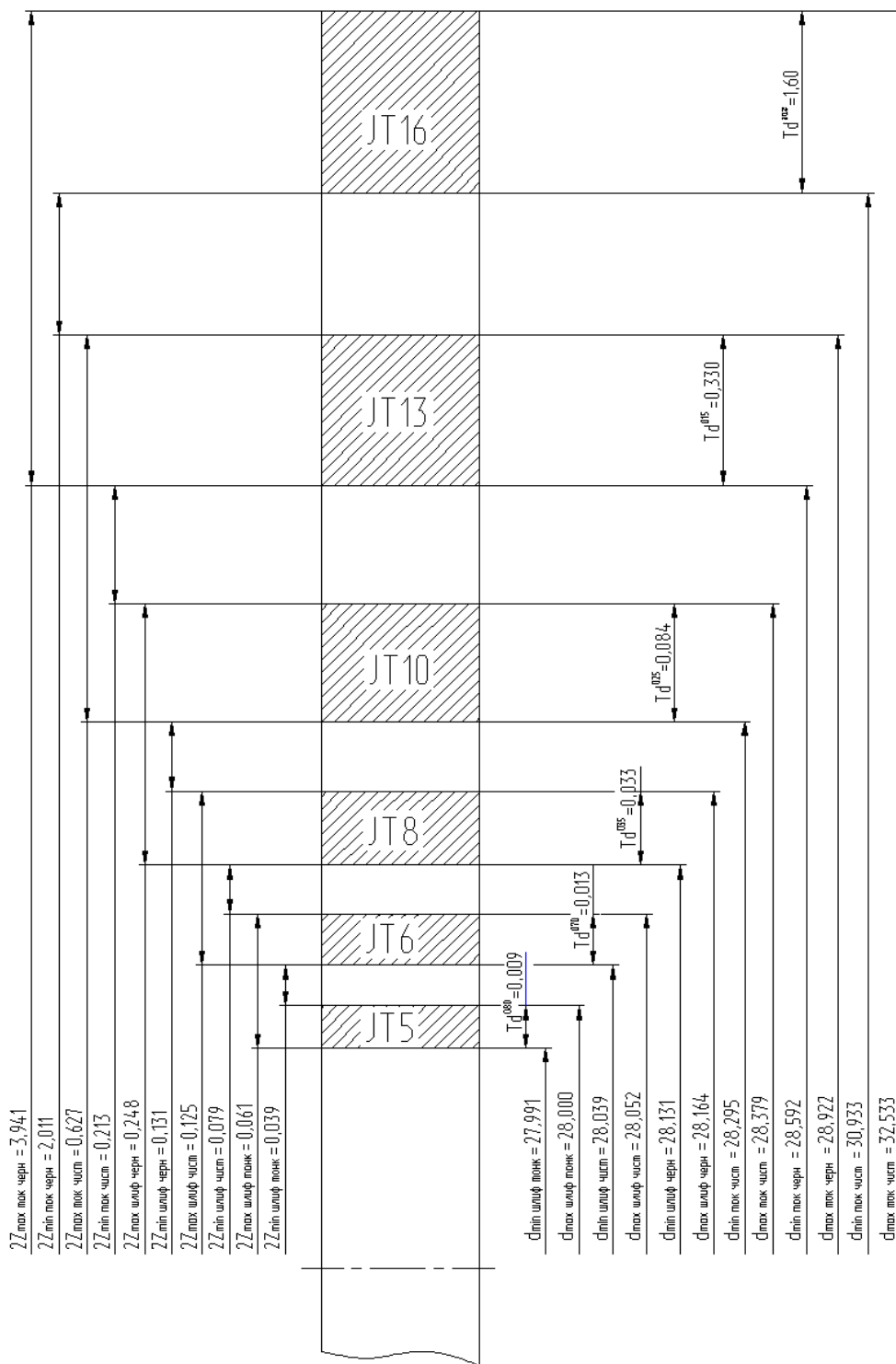


Рисунок 3 – Припуски

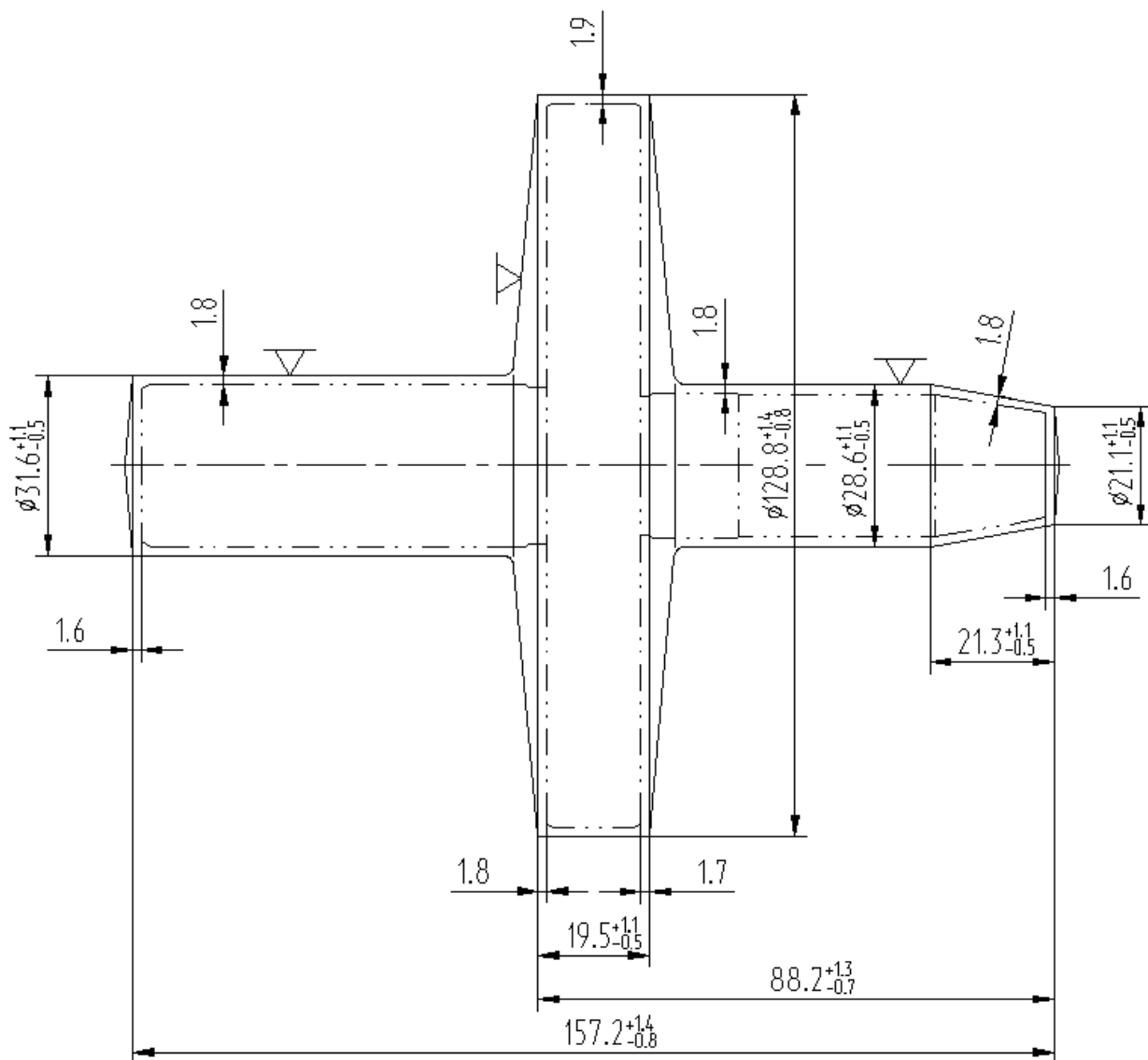


Рисунок 4 – Заготовка (эскиз)

Выбор технологических переходов по обработке поверхностей корпуса фланцевого типа включает этапы:

Первый этап: определение требований к изделию – необходимо определить геометрические параметры детали, требования к качеству поверхности, точности размеров и другие характеристики.

Второй этап: анализ возможных вариантов технологии обработки. Необходимо проанализировать различные переходы, которые могут быть

применены для изготовления. Это может включать разные комбинации токарной обработки, сверления, шлифования.

Третий этап: оценка влияющих факторов на выбор технологии обработки. К ним относятся стоимость оборудования, стоимость материалов, время обработки, требования к точности и качеству поверхности. Нужно учесть возможности переналадки оборудования для серийного производства.

Четвертый этап: сравнение технологических переходов с учетом оценки влияющих факторов. Выбрать наиболее подходящие для конкретной ситуации по критерию минимальной себестоимости.

Пятый этап: определение последовательности операций и параметры обработки для каждой операции. Это включает в себя выбор инструментов, режимов резания, скорости и подачи.

Шестой этап: после определения последовательности переходов необходимо разработать управляющие программы для станка, которые будут использоваться для обработки заготовки.

Выбор методов обработки для каждой поверхности:

Поверхность 1 характеризуется 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,8. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (14 квалитет), точение получистовое (12 квалитет), точение чистовое (10 квалитет), шлифование чистовое (8 квалитет), шлифование чистовое (6 квалитет).

Поверхность 2 характеризуется 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверление (10 квалитет), нарезание резьбы (7 квалитет).

Поверхность 3 характеризуется 10 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверление (12 квалитет), развертывание (10 квалитет).

Поверхность 4 характеризуется 8 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,8. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверление (12 квалитет), зенкерование черновое (10 квалитет), развертывание чистовое (8 квалитет).

Поверхность 5 характеризуется 10 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: сверление (5 квалитет).

Поверхность 6 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 7 характеризуется 5 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,4. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (11 квалитет), точение чистовое (9 квалитет), шлифование черновое (7 квалитет), шлифование чистовое (5 квалитет).

Поверхность 8 характеризуется 10 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (14 квалитет), точение чистовое (10 квалитет).

Поверхность 9 характеризуется 6 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,4. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (12 квалитет), точение чистовое (10 квалитет), шлифование черновое (8 квалитет), шлифование чистовое (6 квалитет).

Поверхность 10 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 11 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 12 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: сверление (14 квалитет).

Поверхность 13 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra1,6. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (14 квалитет), точение чистовое (14 квалитет), шлифование (14 квалитет).

Поверхность 14 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 15 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 16 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,8. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (14 квалитет), точение чистовое (14 квалитет), шлифование (14 квалитет).

Поверхность 17 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: сверление (14 квалитет).

Поверхность 18 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 19 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 20 характеризуется 5 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,4. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: точение черновое (11 квалитет), точение чистовое (9 квалитет), шлифование черновое (7 квалитет), шлифование чистовое (5 квалитет).

Поверхность 21 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 22 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: точение черновое (14 квалитет).

Поверхность 23 характеризуется 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra6,3. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходим один переход: сверление (14 квалитет).

Поверхность 24 характеризуется 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверление (10 квалитет), нарезание резьбы (7 квалитет).

Поверхность 25 характеризуется 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,8. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов: сверление (10 квалитет), зенкерование черновое (8 квалитет), развертывание чистовое (7 квалитет).

Из проведенного анализа современных научных исследований в области повышения производительности механической обработки с минимизацией затрат можно сделать вывод, что необходимо совершить выбор не только высокопроизводительного и современного оборудования и инструмента, но и

средств программного обеспечения и правильность построения самого технологического процесса с обеспечением всех требований, предъявляемых к производству детали.

На основании проведенного анализа для повышения производительности механической обработки предлагается замена универсального оборудования на современные металлообрабатывающие центры с ЧПУ, которые позволят выполнять широкий спектр работ за один постанов детали, тем самым минимизируя время изготовления, производственные затраты с увеличением точности и качества обработки.

Для выполнения токарных работ по обработке общего контура детали в сочетании с выполнением расточных и фрезерных работ принимаем многошпиндельный токарно-фрезерный центр с ЧПУ SBL-300? который позволит совместить операции 010-030 (базовый ТП) за счет последовательного выполнения всех переходов по данным операциям на одном станке за два постановления детали.

Для шлифования цилиндрических поверхностей принимаем специализированный станок марки ОШ-525Ф3 с ЧПУ, который предназначен для операций шлифования как профиля, так и шлицевых и прямых пазов произвольной формы с помощью червячных, дисковых и различных профильных шлифовальных кругов. Обработка производится с использованием системы ЧПУ в диалоговом режиме, правка и профилирование детали и абразивного инструмента осуществляется силами станка в процессе операции.

В таблицу 2 сведем выбранные средства технологического оснащения: к каждой технологической операции определим необходимое оборудование, приспособление, инструмент с его характеристиками и средства контроля.

Таблица 2 – Выбор СТО

| «Операция | Оборудование | Приспособление | Инструмент | Средство контроля |
|------------------------|--|---|---|---|
| 010 заготовительная | горизонтально-штамповочная машина | – | – | – |
| 020 токарная | токарный обрабатывающий центр SBL 300 CNC с наклонной станиной одношпиндельный | токарный гидравлический патрон диаметром 170 мм с проходным отверстием 43 мм, максимальной частотой вращения 4000 об/мин. кулачки с проточкой. резьбонарезной патрон. | резец токарный проходной сборный с механическим креплением для наружного точения SSSCL2020M12 SCMT120408-TP IA80M пластина для точения сверло специальное центровочное ГОСТ 14952-75 сверло центровочное 2317-0118 Тип А Р6М5 ГОСТ 14952-75. метчик машинный М5 2620-1123 ГОСТ 3266-81. быстросменная резьбонарезная цанга с обгонной муфтой DIN371-GT12 М5 6х4.9. держатель инструмента VDI с компенсацией по длине для метчиков VDI30-TC312-55» [14] | калибр-пробка Пр, Не, 24997-2004 Шаблон ГОСТ 2534-79 штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80. |

Продолжение таблицы 2

| «Операция | Оборудование | Приспособление | Инструмент | Средство контроля |
|---------------------------|--|---|--|-----------------------------------|
| 030 токарная | токарный обрабатывающий центр SBL 300 CNC с наклонной станиной одношпиндельный | токарный поводковый патрон с плавающим центром, центр вращающийся | <p>резец токарный проходной сборный с механическим креплением для наружного точения WWLNR2020M08 пластина WNMG060404-GM IP4325 из сплава - IP4325 резец канавочный QFKD2020R13-60L с пластиной QСMB060008N-MT CA5220 для отрезки и точения канавок. SDJCL2020K11 резец для наружного точения</p> | штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-80.- |
| 040 координатно-расточная | координатно-расточный станок СКР 40 | <p>базирующее приспособление с пневмоприводом фрезерный SK40-MTB1-50 патрон DIN69871 с резьбой для инструмента с конусом Морзе №1, SK40-ER11Mx100 цанговый патрон DIN69871 мини, SK40-TC312-59 Gr.1 быстросменный резьбонарезной патрон</p> | <p>сверло 2301-3787 А1 ГОСТ 10903 -77. Развёртка 2-12,5 Н10 ГОСТ 1672-2016 Сверло комбинированное. Сверло спиральное 2300-0174 ГОСТ 10902-77. метчик машинный М6 2621-1155 ГОСТ 3266-81. Сверло 2301-3575 А1 ГОСТ 10903-77. зенкер 2320-2555 ГОСТ 12489-71» [14]</p> | калибр-пробка ГОСТ14827-69 |

Продолжение таблицы 2

| «Операция | Оборудование | Приспособление | Инструмент | Средство контроля |
|---------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
| 050 термическая | - | - | - | - |
| 060 контрольная | стол контрольный | - | - | - |
| 070 круглошлифовальная | универсальный круглошлифовальный станок ОШ-525Ф3 с ЧПУ | конус центра № 4 по ГОСТ 13211-67 | круг шлифовальный 500x203x50 25A F40 N 5 V 35 м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007 | калибр-скоба ГОСТ 18355-73 прибор активного контроля тип - «Консор-07АК» |
| 080 круглошлифовальная | универсальный круглошлифовальный станок ОШ-525Ф3 с ЧПУ | конус центра № 4 по ГОСТ 13211-67 | круг шлифовальный 500x203x50 25A F80 N 5 V 50 м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007 | калибр-скоба ГОСТ 18355-73, приспособление для контроля биения ГОСТ 8453-75» [14] |
| 100 слесарная | «электрохимический станок для удаления заусенец Sk-ЕСМ450D | - | - | - |
| 110 моечная | камерная моечная машина | - | - | - |
| 120 контрольная | стол контрольный» [14] | - | - | - |

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

2.2 Проектирование технологической операции

«Расчет режимов резания на токарную операцию 020.

Обточить поверхности, выдержать размеры согласно рабочему чертежу.

Инструмент выбираем в таблице 2.

Выбираем станок модели SBL 300 CNC с наклонной станиной одношпиндельный токарный обрабатывающий центр.

Припуск равен 2 мм.

Задаем перемещение инструмента 0,5 мм/об» [15].

«Скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (17)$$

где выберем базовую величину C_U равную 350;

время работы одной пластины T равное 60 мин;

табличные величины степеней: m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,35;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_U примем равным 0,83» [15].

«Результат:

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,2}} \cdot 0,83 = 146 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (18)$$

Результат при точении поверхности диаметром 103,4 мм:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 103,4} = 450 \text{ мин}^{-1}.$$

Результат при точении поверхности диаметром 111,4 мм:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 111,4} = 420 \text{ мин}^{-1}.$$

Результат при точении поверхности диаметром 208 мм:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 146}{3,14 \cdot 208} = 220 \text{ мин}^{-1}.$$

Составляющие силы резания определим по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (19)$$

где C_P – коэффициент обработки равный 300 [17];

x, y, n – табличные значения соответственно равные 1,0, 0,75, 0,15;

K_P – коэффициент коррекции» [15].

$$\ll K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (20)$$

где K_{MP} , $K_{\phi P}$, $K_{\gamma P}$, $K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 0,83, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0.

Результат:

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 146^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1250$$

Н.

Определим требуемую мощность по формуле:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (21)$$

Результат:

$$N = \frac{1250 \cdot 146}{1020 \cdot 60} = 2,98 \text{ кВт.}$$

У станка SBL 300 CNC мощность намного выше и равна 7,5 кВт, то есть использование возможно. Режимы резания и нормы времени указаны в таблице 3.

Расчет режимов на токарную операцию 010.

Обточить поверхности, выдержать размеры согласно рабочему чертежу» [15].

Инструмент выбираем согласно таблицы 2.

Выбор станка модели SBL 300 CNC с наклонной станиной одношпиндельного токарного обрабатывающего центра считаем обоснованным.

Припуск принимаем равным 2 мм.

Перемещение инструмента 0,5 мм/об.

Нормы времени сведем в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы времени

| Операция | T_o , мин | T_6 , мин | $T_{оп}$, мин | T_d , мин | $T_{п-з}$, мин | $T_{шт}$, мин | n | $T_{шт-к}$, мин |
|----------|-------------|-------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|-----|------------------|
| 020 | 1,085 | 1,806 | 2,69 | 0,19 | 13 | 2,88 | 146 | 2,97 |
| 030 | 6,379 | 2,608 | 8,987 | 0,63 | 13 | 9,617 | 146 | 9,706 |
| 040 | 6,309 | 3,782 | 10,098 | 0,71 | 14 | 10,808 | 146 | 10,904 |
| 070 | 2,035 | 1,199 | 3,234 | 0,23 | 7 | 3,464 | 146 | 3,512 |
| 080 | 1,75 | 1,199 | 2,949 | 0,21 | 7 | 3,16 | 146 | 3,308 |
| 090 | 0,74 | 1,128 | 2,82 | 0,198 | 14 | 3,018 | 146 | 3,113 |

В разделе был обоснован тип производства, спроектирована заготовка, показан маршрут обработки всех поверхностей, осуществлен выбор средств технологического оснащения, произведен расчет технологических операций – режимов резания и норм времени. Из проведенного анализа можно сделать вывод, что выбор высокопроизводительного и современного оборудования и инструмента, но и средств программного обеспечения и правильность построения самого технологического процесса с обеспечением всех требований, предъявляемых к производству детали, позволил получить совершенно новый технологический процесс изготовления детали. Более детально результаты показы в технологической документации в Приложении А в таблице А.1.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

«Для расчёта приспособления имеем следующие данные. Заготовка устанавливается в вертикальные призматические тисы, дополнительно оборудованные базирующей опорой. Наибольший обрабатываемый диаметр сверлом и развёрткой 12 мм и 12,5 мм, базовая поверхность диаметром 28,5h10. Рассчитываем осевую силу резания. Обработка сверлом сквозных отверстий диаметром 12H12 мм. Согласно справочным данным [19]:

Осевая сила резания вычисляется по формуле:

$$P_o = P_{o \text{ таб}} \cdot K_p \quad (22)$$

где - $P_{o \text{ таб}}$ равно 2,4кН, K_p равно 0,95» [18].

«Результат:

$$P_o = 2,4 \cdot 0,95 = 2,28 \text{ кН.}$$

Обработка развёрткой сквозных отверстий диаметром 12,5H10 мм.

Осевая сила резания:

$$P_{o \text{ таб}}=2,2 \text{ кН, } K_1=0,95.$$

$$P_o = 2,2 \cdot 0,95 = 2,09 \text{ кН.}$$

Для продолжения расчёта принимаем наибольшее значение.

Расчёт усилия зажима проводим на основе расчетной схемы, которая показана на рисунке 5, учитывая осевую силу.

Воспользуемся формулами (23)» [18].

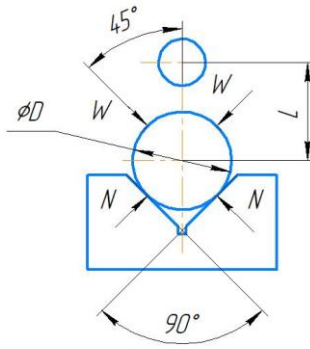


Рисунок 5 – Расчетная схема

$$\begin{cases} 2N \cos 45^\circ - 2W \cos 45^\circ = 0 \\ P_0 l - 2F_{\text{тр}1} \frac{d}{2} - 2F_{\text{тр}0} \frac{d}{2} = 0 \end{cases}$$

$$F_{\text{тр}1} = W f_1$$

$$F_{\text{тр}0} = N f_0$$

$$P_0 l - 2W f_1 \frac{D}{2} - 2N \frac{D}{2} = 0$$

(23)

$$2N = \frac{2W \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ}$$

$$P_0 l - W f_1 D - \frac{W \cos 45^\circ}{\cos 45^\circ} f_0 D = 0$$

$$W = \frac{P_0 l}{f_1 D + \frac{\cos 45^\circ}{\cos 45^\circ} f_0 D} = \frac{P_0 l}{f_1 D + f_0 D}$$

«Результат:

$$W = \frac{2280 \cdot 0.025}{0.16 \cdot 0.028 + 0.16 \cdot 0.028} = 6361,6 \text{ Н}$$

Проводим выбор необходимого пневмоцилиндра, КПД передачи принимаем 0,85, давление воздуха P_0 в системе 0,6 Мпа. Формула для расчёта [2]

$$W = \frac{\pi D^2}{4} P_0 \eta = 0.785 D^2 P_0 \eta \quad (24)$$

$$D = \sqrt{\frac{W}{0.785P_o\eta}} = \sqrt{\frac{6361.6}{0.785 \cdot 0.63 \cdot 0.85}} \approx 123,02 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 15608-81 принимаем стандартное значение 160 мм, усилие на штоке равно 10700 Н» [19].

«Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление [19].

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_{30}^2} \quad (25)$$

Результат:

$$\varepsilon_6 = 0,5IT(D) \left(\frac{1-\sin\alpha}{\sin\alpha} \right) = 0,5 \cdot 0,052 \left(\frac{1-\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ} \right) = 0,0108 = 10,8 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{30} = \left[\left(K_{RZ} \cdot RZ + \frac{K_{HB}}{HB} \right) + C_1 \right] \cdot \left(\frac{Q}{19,8 \cdot l} \right) \quad (26)$$

где K_{RZ} равно 0,005, K_{HB} равно 15, C_1 равно $0,086 + \frac{8,4}{D_{\text{зар}}}$.

Результат» [19]:

$$\varepsilon_{30} = \left[\left(0,005 \cdot 25 + \frac{15}{217} \right) + 0,086 + \frac{8,4}{28,4} \right] \cdot \left(\frac{6361}{19,8 \cdot 65} \right) = 2,84 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{10,8^2 + 2,84^2} = 11,17 \text{ мкм.}$$

«Погрешность установки позволяет вести обработку отверстий с заданной точностью. Возможность станка с ЧПУ привязываться к определённой точке на поверхности детали частично нивелирует погрешность установки.

Приспособление основанием закрепляется на столе станка четырьмя т-образными болтами М12. Основание 4 приспособления имеет две ориентирующие его вдоль продольной оси шпонки 6, встающие в паз стола. На основании закреплены вертикально стоящая призма 1, регулируемая опора 2, пневмопривод оснащённый контактной призмой 3 и направляющими для её ориентации» [19]

«Заготовка устанавливается в призму, вертикально опираясь на опору и базовые поверхности призмы, и с помощью пневмопривода закрепляется в ней» [18].

Разработанное приспособление позволяет сократить время на установку заготовки, а за счёт достаточно большого хода штока позволяет закреплять детали различного диаметра в пределах от 18 до 40 мм, что расширяет номенклатуру обрабатываемых деталей.

3.2 Режущий инструмент

Для современного машиностроения режущие инструменты для механической обработки играют ключевую роль в повышении эффективности производства и качества продукции, и выбор материалов режущего инструмента является важной частью. Поскольку характеристики материала режущего инструмента могут влиять на эффективность резания и срок службы обрабатываемой поверхности деталей, большое внимание следует уделять материалу режущего инструмента [4].

На сегодняшний период больше 68% всемирного рынка инструмента производится из быстрорежущей стали, преобладающая роль, которой продолжает сохраняться, несмотря на развитие новых твердосплавных и сверхтвердых синтетических инструментальных материалов. Подобное положение разъясняется высокой технологичностью быстрорежущих сталей, позволяющих производить из них инструменты сложного геометрического профиля, действующие в условиях высоких динамических нагрузок [3].

«Для облегчения обработки центрального отверстия, базирующегося на поверхности 22 принято решение по разработке специального сверла» [19].

Сверло – инструмент, предназначенный для сверления отверстий.

Под сверлением понимают выемку части материала (стали, чугуна, дерева и другого материала) за счет вращательно поступательного движения заточенной кромки.

Конструкторская особенность инструмента состоит в том, что рабочая часть производится из быстрорежущей стали P6M5K6, BK6 с добавлением кобальта [6].

Режущий инструмент используется в технологическом процессе по назначению – он стандартный, соответствуют типу производства.

Анализ режима резания для токарной операции:

- подача равна 0,51 мм/об. – соответствует норме;
- скорость резания равна 5,3 м/мин – соответствует норме;
- число оборотов равно 161,2 об/мин – соответствует норме;
- подготовительно заключительное время равно 1,25 мин – соответствует норме;
- штучно–калькуляционное время равно 3,41 мин – соответствует норме.

Режимы резания для сверлильной операции:

- число переходов равно 5 – соответствует норме;
- подача равна 0,5 мм/об. – соответствует норме;
- скорость резания равна 2,21 м/мин – соответствует норме;
- число оборотов равно 122,32 об/мин – соответствует норме.

Возможно использование следующих видов быстрорежущих сталей.

W6Mo5Cr4V2Al – сверхтвердая быстрорежущая сталь, после термической обработки, она может достигать HRC66-68. Ее характеристики следующие: высокая твердость при закалке и отпуске и красная твердость, хорошая производительность обработки и хорошая износостойкость [4]. Процесс термической обработки материалов алюминиевого режущего инструмента относительно строг [6]. При неправильной термообработке, особенно при отжиге после деформационной обработки, легко могут возникнуть явления перемешивания кристаллов и поломки режущей кромки.

CW6Mo5Cr4V3 – быстрорежущая сталь с высоким содержанием ванадия благодаря специальному процессу выплавки диспергирует карбиды в

стали, обладает превосходными механическими свойствами и стабильностью термообработки.

Таким образом, чистота, содержание углерода и однородность карбида в материалах из быстрорежущей стали, производимых разными производителями, различны.

На основе исходных данных и полученных ранее режимов резания на сверлильной операции предлагаем конструкцию специального сверла, которая представлена на рисунке 6.

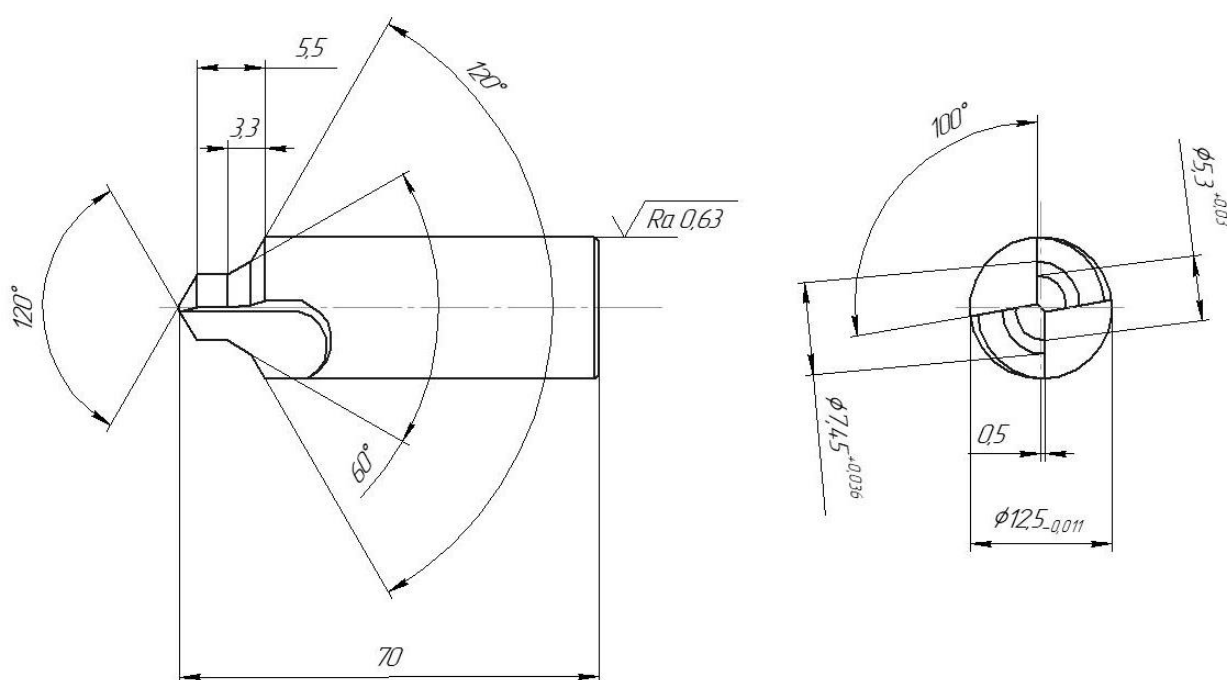


Рисунок 6 – Специальное сверло

Данное сверло позволит обработать за один переход три поверхности.

В разделе было спроектировано станочное приспособление и разработан режущий инструмент в виде специального сверла, которое используется на сверлильной операции гораздо эффективнее, чем в базовом технологическом процессе.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда в этом разделе и в работе в целом является технологический процесс изготовления оправки специальной.

Технологические операции: заготовительная, токарная, сверлильная, термообработка, контрольная, сверлильная.

Рабочие места: кузнец-штамповщик, оператор станков с ЧПУ, термист, контролёр ОТК, шлифовщик, оператор моечной установки, оператор электрохимического станка.

Оборудование: горизонтально-ковочная машина, токарный обрабатывающий центр SBL 300 CNC, координатно-расточный станок СКР 400, муфельная печь установка для цементации, стол контролёра, приспособление для измерения биения, универсальный станок ОШ-525Ф3 с ЧПУ, электрохимический станок SK-ECM450D.

Материалы: сталь 19ХН, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества, электролит.

Ключевым моментом является процесс изготовления, то есть условия, порядок механической обработки, а также средства технологического оснащения. Рассматривая технологическое оборудование и его значение в технологическом процессе, в обязательном порядке необходимо соблюдать некоторые условия:

- необходимость в формировании качества поверхностей детали в соответствии с техническими требованиями;
- соблюдение технических и документальных требований к оснащённости процесса;
- соразмерность между крупным оборудованием и мелкими составляющими;
- обеспечение более качественных методов для обработки поверхностей.

При выборе критериев выбора технологической оснастки, необходимо с помощью анализа учитывать все возможности реализации технологических и технических процессов и требований к деталям.

Выбранные средства технологического оснащения технологического процесса указаны в таблице 2, а расчет режимов резания детально расписан в пункте 2.2 раздела 2, а также в Приложении А в таблице А.1. В составлении технологической документации учитываются графические схемы, чертежи и текстовые документы, эти документы в своей совокупности могут определять ход и порядок различных технологических операций.

Для идентификации опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке обычно руководствуются локальными нормативными документами, устанавливающими порядок этой процедуры.

На производственном участке возможно возникновение травмирующих воздействий на человека. Это травма, поражение электрическим током, пожар, шум и так далее.

«Источниками возникновения или получения травмы могут потенциально быть движущиеся части производственного оборудования, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.012–75; разрыв шлифовального круга, вырыв обрабатываемой детали, вращающийся инструмент при обработке детали, приспособления для закрепления инструмента, перемещение шлифовальной бабки, слесарно-монтажный инструмент и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.2.033–78 2.

Источниками поражения электрическим током могут быть потенциально пробой фазы на корпус, нарушение изоляции токоведущих частей, перегрузка электрооборудования, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82 3» [20].

«Источниками возникновения пожара могут выступать действия, возникающие при нарушении изоляции токоведущих частей; перегрузке электрооборудования; нарушении технологического процесса; наличии

промасленной ветоши; открытом огне и наличии искр; повышенной температуре воздуха и окружающих предметов; наличии токсичных продуктов горения; дыма; негерметичности системы питания; подаче топлива самотёком, курении в непосредственной близости от системы питания; применении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при мойке двигателя и так далее, допустимые нормы которых указаны в ГОСТ 12.1.038–82.

Источниками возникновения шума является вибрация поверхностей оборудования, электродвигатель, зубчатая, клиноременная и др. передачи, периодические соударения в сочлененных деталях, непосредственно обработка резанием, компрессоры, двигатели автомобилей, электрические двигатели технологического оборудования, механические передачи, воздухопроводы, технологическое оборудование и механизированный инструмент, уровень которого по ГОСТ 12.1.003–83 не может превышать 80 дБА» [20].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [20].

Обязательно применение средств индивидуальной защиты и технических средств защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [20].

«При защите от поражения электрическим током применяются защитное заземление зануление, ограждение токопроводящих частей, применение УЗО, выравнивание потенциалов, спец одежда, защитные очки, перчатки и спец обувь.

Для защиты от движущихся машин и механизмов подвижных частей производственного оборудования; передвигающиеся изделий и заготовок применяются спец одежда, защитные очки, перчатки, головной убор (каска или каскетка) и спец обувь, зонирование территории цехов (обозначение безопасных проходов), сигнализация и защитные ограждения.

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [20].

«Для обеспечения пожарной безопасности технического объекта применяются технические средства: первичные (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, асбестовая ткань), мобильные (пожарные автомобили), стационарные установки и системы пожаротушения (пожарный резервуар, система пожаротушения), средства пожарной автоматики (приборы приёмно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией при пожаре), пожарное оборудование (пожарные шланги, наконечники пожарных рукавов, запорная аппаратура, насосное оборудование, разметка эвакуационная напольная), средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре (самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1М), пожарный инструмент (ломы, вёдра, багры, топоры, лестницы), пожарные сигнализация, связь и оповещение (система пожарной сигнализации, аварийное автономное освещение)» [20].

«Негативное экологические воздействие, влияющие на атмосферу на операции 040 координатно-расточной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно- аэрозольная взвесь.

Негативное экологические воздействие, влияющие на гидросферу – это проливы загрязнённой воды и технических жидкостей при проведении профилактики и очистке оборудования в сточные воды.

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу – проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалина на поверхность полов» [20].

«Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду на рассматриваемой операции проводятся следующие мероприятия - применение защитных щитков препятствующих распространению паров, взвеси и разбрызгиванию СОЖ, подвод приточно-вытяжной вентиляции, оборудованной фильтрами.

В разделе выработаны мероприятия и средства по снижению профессиональных рисков, которые позволяют снизить их общий уровень, сократить производственный травматизм и уровень производственной заболеваемости» [20].

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента и оснастки. Предлагаемый инструмент имеет большую износостойкость, а оснастка – более быстрое реагирование на выполнение действий. Все эти изменения обеспечивают снижение трудоемкости операции, как за счет увеличения режимов резания, так и за счет уменьшения вспомогательного времени выполнения операции.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замены инструмента и оснастки:

- сокращение основного времени выполнения операций на 16,5%;
- сокращение вспомогательного времени – на 16,6%;
- увеличение стойкости применяемого инструмента на 33,3 %.

Описанные результаты достаточно существенны для того, чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 7 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

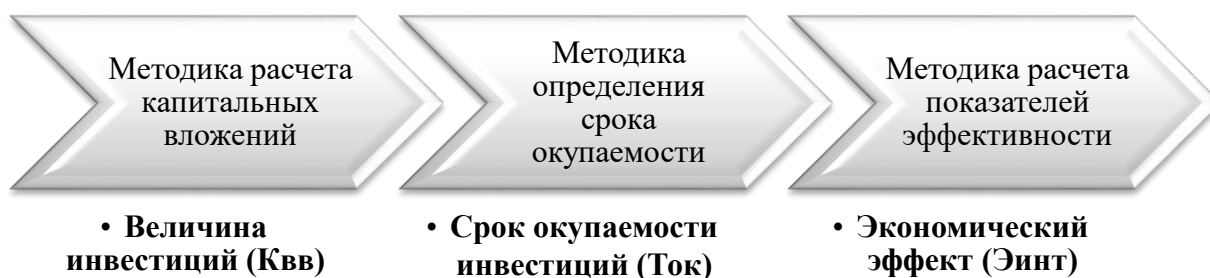


Рисунок 7 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [12]

Используя, описанную на рисунке 7, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BV}), которая составила 105143,63 рублей. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование технологии изготовления детали. На рисунке 8 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

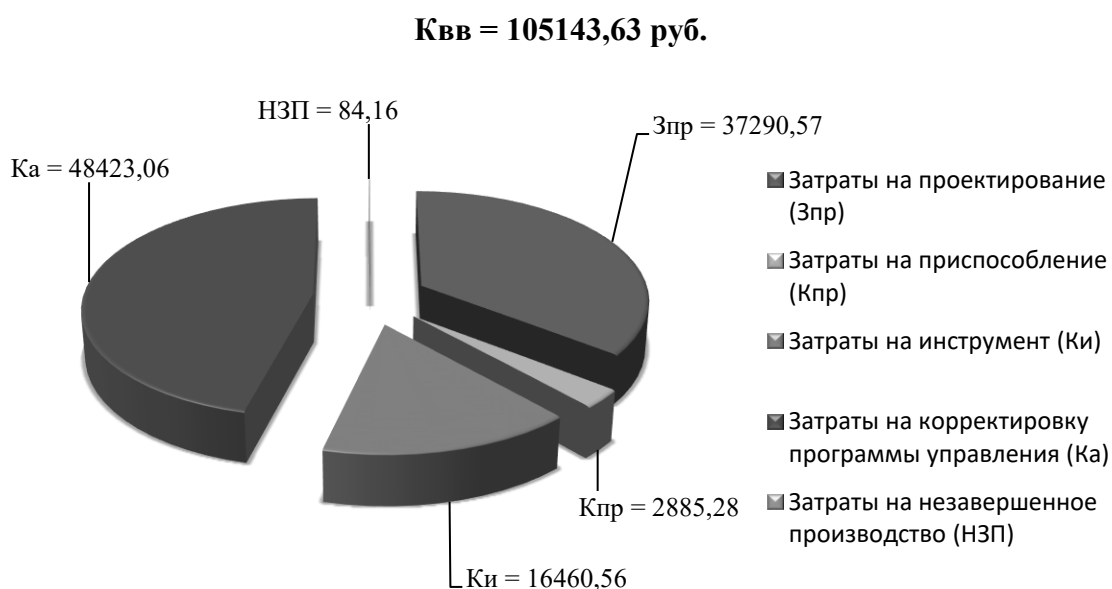


Рисунок 8 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 8, можно сказать, что затраты на корректировку программы управления являются самыми существенными, так как их доля составила 46,1% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 9.

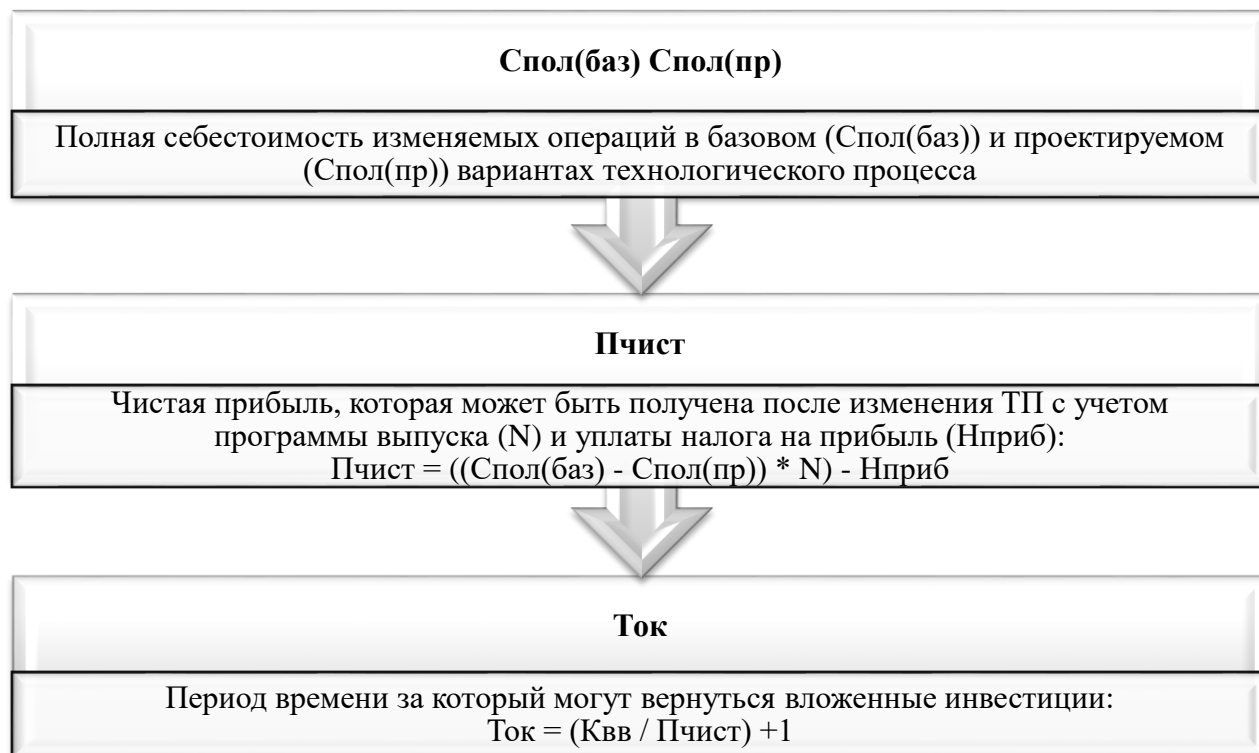


Рисунок 9 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 9, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам: базовому и проектируемому. Это необходимо для того, чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта

должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 10.

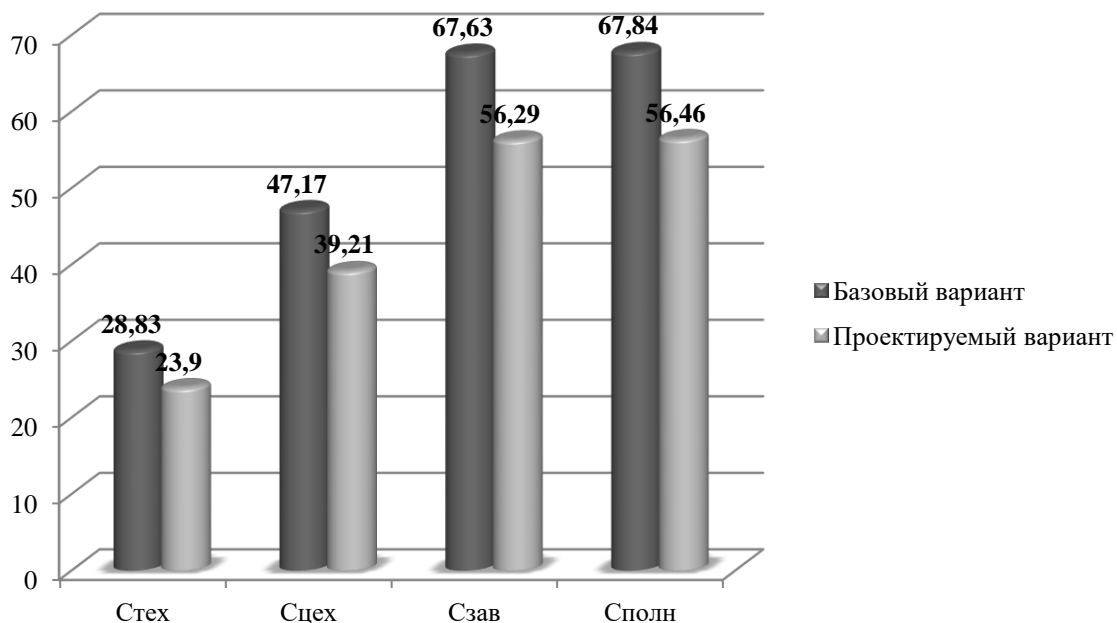


Рисунок 10 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам, руб.

Из рисунка 10 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 16,8 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный

экономический эффект ($\mathcal{E}_{\text{ИНТ}}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 11 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.



Рисунок 11 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{чист}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ок}}$) и экономического эффекта ($\mathcal{E}_{\text{ИНТ}}$)

В разделе в результате экономического расчета, как показано на рисунке 11, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы по разработке технологии изготовления оправки специальной в годовом объеме выпуска 5000 деталей в год, исходя из служебного назначения детали, была показана возможность ее изготовления, которая доказана с помощью анализа технологичности. Выбран материал для заготовки, учитывая его физико-механические свойства, химический состав и возможность механической обработки. Определен материал. Проведена систематизация всех поверхностей детали и назначена стратегия их обработки. Проведен сравнительный экономический анализ для выбора наиболее оптимального метода получения заготовки. Проведен расчет припусков для заготовки. Выбраны средства технического оснащения в виде необходимого и подходящего оборудования; доступных и несложных приспособлений; режущего инструмента и средств контроля для получения требуемого качества, обработанных в результате их применения, поверхностей. Спроектированы операции. Назначены скорость резания и подачи. Режимы резания определены на основе табличных данных, учитывая тип материала и характеристики инструмента. Проведено нормирование после определения режимов резания. Спроектировано приспособление, которое обеспечило надежное закрепление при высокоскоростной обработке. Спроектирован режущий инструмент. Доказана экономическая эффективность предлагаемых изменений технологического процесса относительно базового. Выполнен анализ технологии на опасные и вредные производственные факторы. Предусмотрены мероприятия по защите труда для обеспечения заданных условий обработки. Предложены мероприятия для достижения безопасности и экологичности рассматриваемого технического объекта. Даны рекомендации для внедрения разработанного нового технологического процесса на реальном производстве.

Список используемых источников

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник, Изд. 4-е. перераб. и доп. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.: ил.
2. Васькин К. Я. Станочные приспособления: электронное учебное пособие / К. Я. Васькин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015 – 147с. <https://e.lanbook.com/book/139745?category=932> (дата обращения: 24.03.2023)
3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Высшая школа, 1983. – 256 с.
4. ГОСТ 14952-75 Группа Г23. Межгосударственный стандарт. Сверла центровочные комбинированные. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1978. – 13с.
5. ГОСТ 4543-71. Государственный стандарт Союза ССР. Прокат из легированной конструкционной стали. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1973. – 13с.
6. ГОСТ 10902-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Средняя серия. Основные размеры (с изменениями N 1, 2). – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1979. – 13с.
7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 52с.
8. ГОСТ 24900-81 Хвостовики державок цилиндрические для токарных станков с программным управлением. – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1981. – 8с.
9. Дечко Э. М. Проектирование цельных свёрл: пособие для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / Э. – М. Дечко, Е. А. Маркова, О. К. Яцкевич. – Минск: БНТУ, 2020 – 46 с.

10. Журавлёв В. Н., Николаева О. И. Машиностроительные стали Справочник – 4 издание переработанное и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.: ил.

11. Звонцов И.Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 696 с. – ISBN 978-5-8114-4520-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121985> (дата обращения: 10.04.2023). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством.: электронное учеб. – метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: Изд-во ТГУ, 2014.

13. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени. Т. 1 / Под ред. С. Ю. Романова – Москва: Экономика, 1990. – 208с.

14. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник / И. Ю. Кузнецов А. Р. Маслов А. Н. Байков Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1990. – 512 с.: ил

15. Основы технологии машиностроения: учебник и практикум для вузов / А. В. Тотай [и др.]; под общей редакцией А. В. Тотая. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 300 с.

16. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев. – Текст: электронный. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. – 51 с. – URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/353> (дата обращения: 15.04.2023)

17. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электронное учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2015. – 140 с. – Текст: электронный. – URL:

<https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/76> (дата обращения: 17.04.2023)

18. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Под ред. А. Г. Косиловой. – М., Машиностроение, 1985. – 1 т. – 656 с.

19. Справочник технолога машиностроителя. В 2 т. Под ред. А. Г. Косиловой. – М., Машиностроение, 1985. - 2 т. – 496 с.

20. Фёдоров П. М. Охрана труда [Электронный ресурс]: практическое пособие / П. М. Фёдоров. – 2-е изд. – Москва.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. – 137 с.

21. Aghdam A.B. On the correlation between wear and entropy in dry sliding contact / A.B. Aghdam, M.M. Khonsari. – Wear, 2011. № 270(11-12) – pp. 781–790.

22. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

Приложение А Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1116-82 Форма 1

| | | | | | | | | | | Изм | Лист | № Докум | Подпись | Дата | | | | | |
|----------------------------|---|----|-----|------|---------------------------------|--------|-----|-------------|-----------------------|------------------|------|---------|---------|------|-----|-----|----|----|------|
| Разраб | Сухих | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Провер | | | | | | | | | | ТГУ кафедры ОТМП | | | | | | | | | |
| Принят | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утвержд | | | | | | | | | | Оправка | | | | | | | | | |
| И контр | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М01 Сталь 20Х ГОСТ 4543-71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М02 | Код | | ЕВ | МД | ЕН | Н раск | КИМ | Код загот | | Профиль и размер | | КД | МЗ | | | | | | |
| | 02 | | 166 | 196 | 1 | 2,83 | 0,7 | 00.00023.01 | | 30,6x158,6 | | 1 | 2,83 | | | | | | |
| А | Цех | Уч | РМ | Опер | Код, наименование операции | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | СМ | Проф | Р | УТ | КР | Квал | ЕН | ОП | Кор | Таз | Тел | | | | |
| А 03 | | | | 010 | Штамповочная | | | | ИОТ 026-2019 | | | | | | | | | | |
| Б 04 | | | | | Горизонтальнo-кавалочная машина | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 06 | | | | 020 | Токарная | | | | ИОТ 027-2019 | | | | | | | | | | |
| Б 07 | | | | | Токарный центр ЧПУ S&L 300 CNC | | | | 1 | 16045 | 322 | 1 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 15 | 2,97 |
| О 08 | Подрезать торец 6 за один на проход в размер $l = 156,5 \pm 0,5$ соблюдая размер $H = 66,7 \pm 0,3$, сверлить центробочное отверстие $\phi 3,15$. Подрезать торец 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 09 | за один проход в размер $l = 154 \pm 0,5$. Сверлить центробочное отверстие 23, 24, 25 $G_1 = \phi 5,3^{+0,3}$ $l_1 = 5,5 \pm 0,15$, отверстие 26 $D = \phi 4,2^{+0,1}$ $l_2 = 19 \pm 0,26$ нарезать резьбу М5Н7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 10 | Токарный гидравлический патрон диаметром 170 мм ГОСТ 12595-2003. Резец токарный проходной, сборный с механическим креплением для наружного точения SSSCL2020M12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 11 | пластина для точения SCMT120408 - TP 1A80M. Сверло специальное центробочное. Сверло центробочное 2317 - D118 Тип А Р6М5 ГОСТ 14952-75. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 12 | Мечик машинный М5Н7 262С-1123 ГОСТ 3266-81 Быстросменная резьбонарезная цапга с обгонной муфтой DIN371 - GT12 М5 6x4,9. Держатель инструмента V01 с компенсацией | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 13 | по длине для метчиков V0130 - TC312 - 55 28543 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166 -80. 29124 Штангенциркуль ШЦ - 2 ГОСТ 166 - 80. Калибр резьбовой М5Н7 Пр, Не 24997-2004. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 15 | | | | 030 | Токарная | | | | ИОТ 027-2019 | | | | | | | | | | |
| Б 16 | | | | | Токарный центр ЧПУ S&L 300 CNC | | | | 1 | 16045 | 322 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 15 | 8 | |
| О 17 | Подрезать торец 16 с разделением на проходы до $S_{min} = \phi 33^{-0,5}$ выдерживая размеры $l_1 = 18,65 \pm 0,26$, $l_2 = 68,8$. Прополчить поверхность 20 с разделением на проходы | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 31116-82 Форма 1б

| Дробь | Взят | Полн | Цех | Уч | РМ | Двер | Код, наименование операции | Обозначение документа | СМ | Проф | Р | УТ | КР | Колд | ЕН | ОП | Кел | Тоб | Тел | |
|-------|------|------|-----|----|----|------|----------------------------|---|--------------|-------|-----|----|----|------|----|-----|-----|-----|--------|--|
| А | Б | К | Цех | Уч | РМ | Двер | Код, наименование операции | Обозначение документа | СМ | Проф | Р | УТ | КР | Колд | ЕН | ОП | Кел | Тоб | Тел | |
| К | А | Б | Цех | Уч | РМ | Двер | Код, наименование операции | Обозначение документа | СМ | Проф | Р | УТ | КР | Колд | ЕН | ОП | Кел | Тоб | Тел | |
| 0 01 | | | | | | | 01 | D = φ 28,45 ^{-0,052} l = 68,8 и фаску 21 1,9x30°. Проточить поверхность 1 D = φ 125,34 ^{-0,052} и фаски 14, 15 1,3x30° Проточить торцевую канавку ;8 C _{плн} = φ 28,6 ^{-0,2} C _{топ} = φ 100 ^{-0,07} , | | | | | | | | | | | | |
| 0 02 | | | | | | | 02 | глубиной 0,75±0,125 Проточить канавку 19 D = φ 27 ^{-0,52} l = 5±0,125. Подрезать торец 13 с разделением на проходы до C _{плн} = φ 31 ^{-0,5} выдерживая размеры l ₁ = 16,45 ± 0,26, l ₂ = 68,8 | | | | | | | | | | | | |
| 0 03 | | | | | | | 03 | Проточить поверхность 7, с разделением на проходы выдерживая угол 10° на сторону и C _{плн} = φ 18,36 ^{-0,052} Проточить поверхности 8, 9 с разделением на проходы выдерживая | | | | | | | | | | | | |
| 0 04 | | | | | | | 04 | размеры C ₁ = φ 24,6 ^{-0,52} C ₂ = φ 25,41 ^{-0,084} l ₁ = 52,5±0,31. Проточить торцевую канавку 11 C _{плн} = φ 25,6 ^{-0,2} C _{топ} = φ 1,0 ^{-0,07} глубиной 0,75±0,125. Проточить канавку 10 | | | | | | | | | | | | |
| 0 05 | | | | | | | 05 | D = φ 24 ^{-0,52} l = 15±0,125. | | | | | | | | | | | | |
| T 06 | | | | | | | 06 | Токарный трехкулачковый подающий патрон с плавающим центром диаметром 200 мм, центр вращающийся с конусом Морзе №5. Резец канавочный QFKD2020R15-60L с | | | | | | | | | | | | |
| T 07 | | | | | | | 07 | пластиной QCMBO60008A-MT CA5220 для отрезки и точения канавок. SDJL2020K11 резец для наружного точения. Пластина DNM6150612-R2 BC35HT. Резец токарный | | | | | | | | | | | | |
| T 08 | | | | | | | 08 | проходной сборный с механическим креплением для наружного точения WWLNR2020M08 Пластина WNM6060404-GM IP4325 из сплава - IP4325. 28543 Штангенциркуль ШЦ-1 | | | | | | | | | | | | |
| T 09 | | | | | | | 09 | ГОСТ 166-80. Калибр-скоба ГОСТ 18355-73. | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| A 11 | | | | | | | 11 | 040 Координатно-расточная | ИОТ 021-2019 | | | | | | | | | | | |
| Б 12 | | | | | | | 12 | Координатно-расточный станок СКР 40С | 1 | 16045 | 422 | 1 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 14 | 10,904 | |
| 0 13 | | | | | | | 13 | Сверлить, для последующей обработки отверстий 2, 3, 4, 27, центробачные отверстия φ3,15 согласно чертежу. Сверлить три отверстия 3 C ₁ = φ12 ^{+0,13} диаметр оси C ₂ = φ50±0,1, | | | | | | | | | | | | |
| 0 14 | | | | | | | 14 | Угол между осями 60°. Развернуть отверстия 3 C ₃ = φ 12,5 ^{+0,07} диаметр оси C ₂ = φ50±0,1; Угол между осями 60°. Сверлить три комбинированных отверстия 12, 17 D ₁ = φ6,6 ^{+0,3} | | | | | | | | | | | | |
| 0 15 | | | | | | | 15 | C ₅ = φ1 ^{+0,07} выдерживая размер l ₁ = 6,6±0,18, на делительном диаметре C ₆ = φ85±0,15 межосевой угол 60° со смещением от оси отверстий 3 на 30° на лево. | | | | | | | | | | | | |
| 0 16 | | | | | | | 16 | Сверлить два 2 отверстия C ₇ = φ5 ^{-0,1} ; на делительном диаметре C ₆ = φ85±0,15 межосевой угол 180° со смещением от оси отверстий 3 на 15° на право. | | | | | | | | | | | | |
| 0 17 | | | | | | | 17 | Нарезать резьбы М6Н7 в отверстиях C ₇ = φ5 ^{-0,1} ; Сверлить отверстие 27 C ₈ = φ9,2 ^{-0,5} на расстоянии от продольной оси детали l ₂ = 25±0,02, со смещением от оси | | | | | | | | | | | | |
| 0 18 | | | | | | | 18 | отверстия 3 на 15° на лево. Зенкеровать отверстие 27 C ₈ = φ9,6 ^{-0,058} Сверлить отверстие 4 C ₈ = φ9,2 ^{-0,5} на расстоянии от продольной оси детали l ₂ = 52±0,02, | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | МК | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1116-82 Форма 10

| A | Шек | Уч | Р.М. | Отвер | Код, наименование операции | Обозначение документа | | | | | | | | | | |
|------|--|----|------|-------|---|-----------------------|-------|------|------|--------|-----|------|-----|-----|------|-------|
| | | | | | | С.М. | Проф | Р. | УТ | КР | Код | Е.Н. | ОП | Кл. | Т.С. | Т.И. |
| B | Код, наименование оборудования | | | | | С.М. | Проф | Р. | УТ | КР | Код | Е.Н. | ОП | Кл. | Т.С. | Т.И. |
| K | Наименование детали, сд. единицы или материала | | | | | Обозначение код | | | | | | | | | | |
| | | | | | | А.П. | Е.В. | Е.Н. | К.И. | Н.И.И. | | | | | | |
| 01 | | | | | со смещением от оси отверстия 27 на 192 [±] 30'. Зенкеровать отверстие 27 $C_3 = \phi 9,6-0,056$. | | | | | | | | | | | |
| T 02 | | | | | Приспособление для базирования с пневмоприводом ГОСТ 3101510.-96. Сверла 230.-3787 А1 ГОСТ 10903 - 77. Развертка 2-12,5 Н10 ГОСТ 1672- 2016. | | | | | | | | | | | |
| T 03 | | | | | Сверла, комбинированное диаметром 11 мм. Сверла спиральное 230С-0174 ГОСТ 10902-77. Мечик машинный М6 262.-1155 ГОСТ 3266-81. Сверла 230.-3575 А1 ГОСТ 10903-77. | | | | | | | | | | | |
| T 04 | | | | | Зенкер 232С-2555 ГОСТ 12485-71. Калибр-пробка 12,5Н10 Пр. Не. ГОСТ 1481С-69 Калибр-пробка 9,6Н10 Пр. Не. ГОСТ 1481С-65. Калибр резьбовой М5Н7 Пр. Не 24997-2004 | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | Шаблон спец. | | | | | | | | | | | |
| A 06 | | | | 050 | Термообработка | ИОТ 026-2019 | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 08 | | | | 060 | Контрольная | ИОТ 026-2019 | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 10 | | | | 070 | Шлифовальная черновая | ИОТ 027-2019 | | | | | | | | | | |
| B 11 | | | | | универсальный круглошлифовальный | 1 | 19630 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 7 | 3,512 |
| 12 | | | | | станок ОШ-525Ф3 с ЧПУ | | | | | | | | | | | |
| 013 | | | | | Шлифовать коническую поверхность 7 до $C_{итп} = \phi 18,11 - 0,022$. Шлифовать торец 13 выдерживая размеры $16,3 \pm 0,215$ $69 \pm 0,37$. Шлифовать поверхность 9 до размера $25,1 - 0,033$ | | | | | | | | | | | |
| 014 | | | | | Шлифовать поверхность 1 до размера $125,14 - 0,063$. Шлифовать торец 16 выдерживая размер $16,3 \pm 0,215$. Шлифовать поверхность 20 до размера $28,16 - 0,027$. | | | | | | | | | | | |
| T 15 | | | | | Патрон поводковый с плавающим центром. Конус центра № 4 по ГОСТ 1321-67. Круг шлифовальный 500x203x50 25A F40 N 5 V 35 м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007. | | | | | | | | | | | |
| T 16 | | | | | Калибр-скоба 25,1±0,8 Пр Не ГОСТ 18355-73. Калибр-скоба 26,16±0,7 Пр Не ГОСТ 18355-73. Калибр-скоба 25,14±0,8 Пр Не ГОСТ 18355-73. Калибр-штулка ГОСТ 24932-61 | | | | | | | | | | | |
| T 17 | | | | | Микрометр 25-50, Микрометр 125-150, Шаблон спец. | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82 Форма 18

| ГОСТ 3.116-82 Форма 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-----|----|------|---|-----------------------|---|-------|-----------------------|--------------|----|----|-----|-----|------|----|-------|
| Дробь | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Год: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер | Код, наименование операции | | | | Обозначение документа | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование оборудования | | | | СМ | Проф | Р | УТ | КР | Код | ЕН | ОП | Код | Тпл | Тот | | |
| К | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | Обозначение код | | | | | | АП | ЕВ | ЕН | КИ | Низд | | |
| 01 | | | | | 080 | Шлифовальная чистовая | | | | ИОТ 027-2019 | | | | | | | |
| А 02 | | | | | | | 1 | 19630 | 411 | 1 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 7 | 3,308 |
| Б 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 04 | | | | | Шлифовать канническую поверхность 7 до $S_{\text{оп}} = \phi 16_{-0,008}$ Шлифовать поверхность 9 до размера $25_{-0,013}$ | | | | | | | | | | | | |
| О 05 | | | | | Шлифовать поверхность 1 до размера $125_{-0,025}$ Шлифовать торец 16 выдерживая размер $16 \pm 0,215$ Шлифовать поверхность 20 до размера $26_{-0,005}$ | | | | | | | | | | | | |
| Т 06 | | | | | Патрон поводковый с плавающим центром. Канцус центра № 4 по ГОСТ 1321-67. Круг шлифовальный 500x203x50 25A F40 N 5 V 35 м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007. | | | | | | | | | | | | |
| Т 07 | | | | | Калибр-скоба 25х6 Пр. Не ГОСТ 18355-75; Калибр-скоба 26х6 Пр. Не ГОСТ 18355-75; Калибр-скоба 25х6 Пр. Не ГОСТ 18355-75; Калибр-штулка ГОСТ 24932-61 | | | | | | | | | | | | |
| Т 08 | | | | | Микрометр 25-50, Микрометр 125-150, Шаблон спец. | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 10 | | | | | 050 | Координатно-расточная | | | | ИОТ 027-2019 | | | | | | | |
| Б 11 | | | | | | | 1 | 16045 | 422 | 1 | 1 | 1 | 1 | 146 | 1 | 14 | 3,113 |
| О 12 | | | | | Развернуть отверстие 27 до размера $18_{-0,015}$, Развернуть отверстие 4 до размера 16_{16} , | | | | | | | | | | | | |
| Т 13 | | | | | Приспособление для дачивания с пневмоприводом ГОСТ 3101510-9С, Развертка 2-10 Н7 ГОСТ 1672-2016, Развертка 2-10 ф8 ГОСТ 1672-2016 | | | | | | | | | | | | |
| Т 14 | | | | | Калибр-пробка 10Н7 Пр., Не ГОСТ 14816-69 Калибр-пробка 16ф8 Пр., Не ГОСТ 14816-69 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 16 | | | | | 100 | Слесарная | | | | ИОТ 027-2019 | | | | | | | |
| Б 17 | | | | | Электрохимический станок для удаления заусенцев Sk-ECM4500 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1116-82 Форма 16

| Дудн | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|----|----|-----|--------------------------------|------------------|--|--|--|-----------------------|---------------|----|----|----|------|
| Взам | | | | | | | | | | | | | | | |
| Годн | | | | | | | | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч | РМ | Вар | Код, наименование операции | | | | | Обозначение документа | | | | | |
| Б | | | | | Код, наименование оборудования | | | | | | | | | | |
| К | Наименование детали, сб. единицы или материала | | | | | Обозначение кода | | | | | АП | ЕВ | ЕН | ЖИ | НМСХ |
| А 01 | | | | | 110 | Моечная | | | | | ИОТ 021- 2019 | | | | |
| Б 02 | Камерная моечная машина | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 04 | | | | | 120 | Контрольная | | | | | ИОТ 026-2019 | | | | |
| Б 05 | Участок технического контроля | | | | | | | | | | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.14-82 Форма 3

| Дробь | | Взам | | Подп | | Изм | | Лист | № Докум | Подпись | Дата |
|-----------------------------|---|-----------------------|---------|----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|---------|----------------|----------------|
| | | | | | | | | 1 | | | 4 |
| Разработ | Сухих | | | | | ТГУ | | ОТМП | | | |
| Прораб | | | | | | | | | | 020 | |
| Провел | | | | | | | | | | | |
| Эксперт | | | | | | | | | | | |
| И.контр | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | Материал | | Твердость | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | МЗ | КОИД | |
| Токарная | | Сталь 15ХГН | | 217 НВ | 166 | 198 | 130,6x158,6 | | 2,83 | 1 | |
| Оборудование устройства ЧПУ | | Обозначение программы | | T _а | T _в | T _{п.з} | T _{шт} | СОЖ | | | |
| Токарный центр SBL 500 CNC | | | | 1,085 | 1,806 | 13 | 2,88 | 5% эмульсия | | | |
| Р | П | И | Д или В | L | t | l | S | n | V | T _в | T _а |
| 01 | При выполнении операции соблюдать инструкцию по ИОТ 021-2019 | | | | | | | | | | |
| 02 | 1. Установить заготовку в патроне, вывернуть и закрепить | | | | | | | | | | |
| 03 | Токарный гидравлический патрон диаметром 170 мм с проходным отверстием 43 мм, максимальной частотой вращения 4000 об/мин | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | |
| 05 | Подрезать торце 6 за один на проход в размер l=156,5±0,5 соблюдая размер И = 66,7±0,37, | | | | | | | | | | |
| 06 | Резец токарный проходной сборный с механическим креплением для наружного точения SSSCL2020M1z; пластина для точения SCMT120406-TP 1A80M | | | | | | | | | | |
| 07 | Штангенциркуль ШЦ-2-250 ГОСТ 166-80 | | | | | | | | | | |
| 08 | | | 130,6 | 158,6 | 2,5 | 2 | 0,4 | 1000 | 72,2 | 0,434 | 0,0355 |
| 09 | | | | | | | | | | | |
| 10 | Сверлить центробочное отверстие 5 φ 3,15 | | | | | | | | | | |
| 11 | F3C-MK3 Держатель VD, MTA3-APL13 сверлильный самозажимной патрон с конусом Морзе №3 с лапкой, фферло центробочное 2311-0118 Тип А Р6М5 ГОСТ 14952-75. | | | | | | | | | | |
| 12 | Штангенциркуль ШЦ-2-250 ГОСТ 166-80 | | | | | | | | | | |
| 13 | | | 130,6 | 158,6 | 5 | 8,5 | 0,1 | 500 | 15,7 | 0,434 | 0,1755 |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | Переустановить заготовку другой стороной в патроне, вывернуть и закрепить | | | | | | | | | | |
| ак | | | | | | | | | | | |

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

