

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 корпуса механизма поворота

Обучающийся

К.В. Ключев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.А. Гуляев

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

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

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

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

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

Тольятти 2024

Аннотация

Представляемая работа является разработкой технологии изготовления сложно профильного корпуса механизма поворота из стали 40Х. Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления данной детали при минимизации вредного воздействия на окружающую среду. В анализе исходных данных, касающихся производства детали из стали 40Х, проводится технологический и конструктивный анализ. Рассматривается базовый технологический процесс, используемое в нем оборудование и расходные материалы, а также существующие проблемы и недостатки базовой технологии. В описании процесса разработки усовершенствованной технологии подробно рассматривается процесс ее разработки с изменениями отдельных операций изготовления детали. Эти работы включают в себя выбор типа производства, заготовки, разработку последовательности операций, выбор необходимых станков, приспособлений и инструментов. Проектирование включает также назначение технологических режимов и определение штучного времени. В разделе по конструированию оснастки подробно описывается проектирование специализированной оснастки для закрепления детали на токарной операции. Выбор приспособления определен учетом условий обработки, который характеризуется малой жесткостью заготовки. Поэтому проектируется ключевой элемент схемы установки детали – патрон клиновый с торцовым поджимом. Кроме этого, рассматривается конструкция контрольного приспособления. В охране труда и обеспечении экологичности описываются все необходимые меры на производстве для минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду. Расчет экономической эффективности является обоснованием изменений относительно базового технологического процесса. Рассматривается сравнение затрат на производство до и после внедрения новой технологии.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ технического объекта.....	6
1.1 Обоснование технологичности технического объекта	6
1.2 Постановка задач	10
2 Технология изготовления технического объекта	12
2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки.....	12
2.2 Расчет режимов резания и норм времени.....	28
3 Средства технического и технологического оснащения	30
3.1 Станочное приспособление	30
3.2 Инструментальное оснащение.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	47

Введение

В работе определен объект проектирования – корпус механизма поворота, который входит в конструкцию редуктора. Для обработки детали в обязательном порядке требуются станочные приспособления. Станочные приспособления в машиностроении находят широкое применение для обработки заготовок на станках различных типов. Зажимные приспособления могут выполнять различные функции при обработке на самых разных станках. Это разнообразие по применению определяет их различное конструктивное исполнение [24]. Основные функции приспособлений - зажим заготовки и точное позиционирование. Помимо использования приспособлений как оснастки для фиксации заготовок, приспособления используют для контроля размеров и формы деталей, выполнения сборочных переходов, направления инструмента.

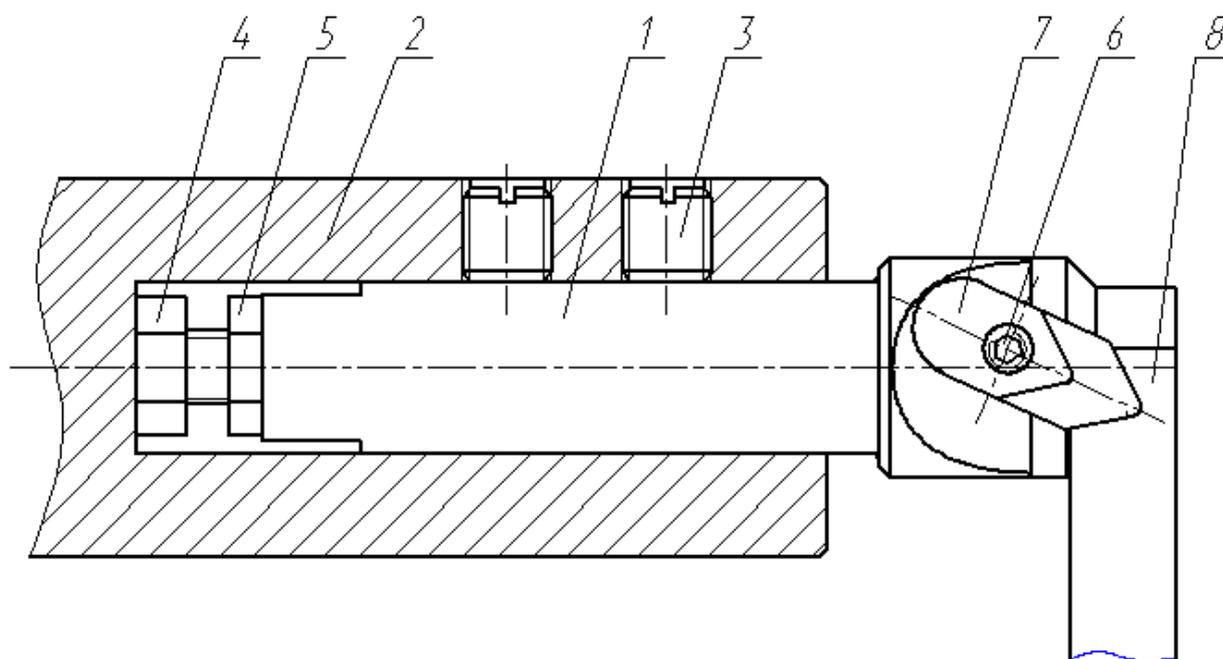
Приспособления для контроля размеров и формы деталей также играют важную роль в процессе обработки. Они предназначены для проверки соответствия размеров, допусков расположения и формы готовых деталей требуемым параметрам. Дополнительные технологические возможности дают конструктивные особенности приспособлений, которые включают в себя возможность регулировки различных параметров (положения заготовки, смены установочных элементов, регулирование нагрузки), наличие специальных защитных устройств, а также механизмов обеспечивающих точную и стабильную установку заготовок [3]. В любом технологическом процессе в любом типе производства приспособления играют важную роль в обеспечении точности, надежности и безопасности всего процесса обработки. Их правильный выбор и эксплуатация способствуют повышению производительности, снижению затрат и росту качественных показателей. Механизация процесса установки заготовок на станках способствует повышению эффективности обработки на станках по показателям производительности и точности. Для этого используются пневматический или

гидравлический приводы зажима приспособлений. Они являются наиболее распространенными типами таких приводов [17]. В их конструкцию входит шток, который является одним из главных элементов таких устройств. Основное различие между пневматикой и гидравликой заключается в том, что для создания силы зажима в пневматическом приводе используется воздух под давлением, а гидравлический привод использует для этого жидкость (обычно масло). Это обуславливает характеристики работы каждого из типов приводов. Условия работы штока и его назначение от этого, в основном, не изменяются [5]. Пневматический привод обычно имеет более высокую скорость хода штока. Он проще и дешевле в обслуживании, поскольку воздух под давлением может подаваться по магистралям, которые общедоступны на производстве [14]. Однако данный тип привода менее мощный и может иметь ограничения в применении для операций, где возникают значительные силы резания. Гидравлический привод способен создавать более высокие нагрузки, более плавный в работе (сказывается инерционность рабочей среды). Однако для создания высокого давления масла (до 15 МПа), требуется использование дорогостоящих гидростанций, сложных в обслуживании. При использовании обоих типов приводов необходимо следить за их состоянием и предупреждать утечки жидкости или воздуха. Для этого используют визуальный контроль осмотром для жидкости (потеки жидкости), пузырьковый метод (для пневматических приводов) [12]. Для обеспечения надежности в работе используют пробные пуски при повышенных давлениях в течении ограниченного времени. Выбор между пневматическим и гидравлическим приводом зависит от конкретных требований технологической операции и, в первую очередь, от сил резания, которым должны противодействовать силы зажима. Корпус механизма поворота, который входит в конструкцию редуктора любого типа является одной из главных и ответственных деталей с высокими требованиями по точности и физико-механическим свойствам. При проектировании технологии использованы самые современные автоматизированные средства инженерных расчетов.

1 Анализ технического объекта

1.1 Обоснование технологичности технического объекта

Согласно задания рассмотрим деталь «Корпус» на ее технологичность. Фрагмент механизма поворота, в состав которой входит деталь, показана на рисунке 1. Механизм поворота в редукторе является основным элементом, который преобразует вращательное движение от двигателя с высокой скоростью и низким крутящим моментом в медленное вращение с большим крутящим моментом, необходимым для работы редуктора.



1 – корпус механизма поворота; 2 – оправка; 3 – винты для крепления; 4 – болт для фиксации; 5 – гайка для фиксации; 6 – винт; 7 – прихват; 8 – рабочий узел

Рисунок 1 – Фрагмент механизма поворота

Для применения ГОСТ 14.201-83 «Обеспечение технологичности конструкции изделий» к проектированию технологии изготовления корпуса из

выбранного материала необходимо провести анализ конструкции детали с учетом требований стандарта.

Данный корпус имеет цилиндрическую ступенчатую форму. Имеются небольшие переходные поверхности в виде фасок и канавок для обеспечения выхода инструмента и собираемости редуктора.

Изготовление корпуса является многооперационной технологией, так как требования на поверхности высокие, в соответствии со служебным назначением, которое заключается в высокоточном перемещении. Это требует высокой точности, твердости и малой шероховатости трущихся поверхностей для обеспечения долговечности и эффективности работы редуктора.

Выбраны типовые требования к каждой из поверхностей детали. Они соответствуют стандартам [2].

Внешняя цилиндрическая поверхность под скольжение должна быть обработана с высокой точностью (6 квалитет) и малой шероховатостью 0,63 мкм, чтобы обеспечить герметичность работы корпуса и минимизировать трение.

К общим требованиям к корпусу можно отнести высокую стойкость к коррозии. Она обеспечивается выбором материала. Требования по прочности, твердости, износу и усталости материала формируются термообработкой для достижения заданных показателей.

В функции механизма поворота входит передача мощности от двигателя, изменение скорости и крутящего момента, например, снижает скорость вращения, увеличивая при этом крутящий момент, в некоторых случаях механизмы поворота могут изменять направление вращения.

Исходя из служебного назначения детали, определим материал сталь 40Х. Сталь 40Х обладает хорошей пластичностью, что позволяет ей сохранять прочность при придании различных форм. Однако повышенное содержание углерода в стали улучшает ее прочностные характеристики, но снижает пластичность и ухудшает свариваемость. Эти свойства делают сталь 40Х незаменимым материалом для изготовления детали. Сталь 40Х обладает

высокой прочностью и твёрдостью и способна выдерживать большие нагрузки без разрушения. Добавление хрома в состав сплава придаёт ему устойчивость к коррозии.

В состав материала детали входят следующие химические элементы: процентное содержание углерода определяется как соотношение от 0,36 до 0,44 к единице; процентное содержание серы определяется как соотношение до 0,04 к единице; процентное содержание фосфора определяется как соотношение 0,04 к единице; процентное содержание хрома определяется как соотношение от 0,8 до 1,1 к единице; процентное содержание никеля определяется как соотношение 0,3 к единице; процентное содержание марганца определяется как соотношение от 0,5 до 0,8 к единице; процентное содержание кремния определяется как соотношение от 0,17 до 0,37 к единице; процентное содержание молибдена как соотношение 0,11 к единице и процентное содержание ванадия определяется как соотношение 0,05 к единице.

Свойства материала указаны в справочной литературе [20]. Отметим важный параметр материала твердость 143-197 единиц.

Для соблюдения технических требований, указанных на чертеже детали в обязательном порядке необходимо провести систематизацию и классификацию всех поверхностей. Результат этой процедуры показан на рисунке 2.

Для обеспечения технологичности конструкции изделия необходимо учитывать, что все элементы стандартизированные и унифицированные. Только канавки разных типоразмеров. Их можно выполнить одним типом резца при работе по программе.

Упрощение процесса изготовления штока за счет использования стандартизированных элементов и их взаимозаменяемости приводит к снижению количества переходов и операций.

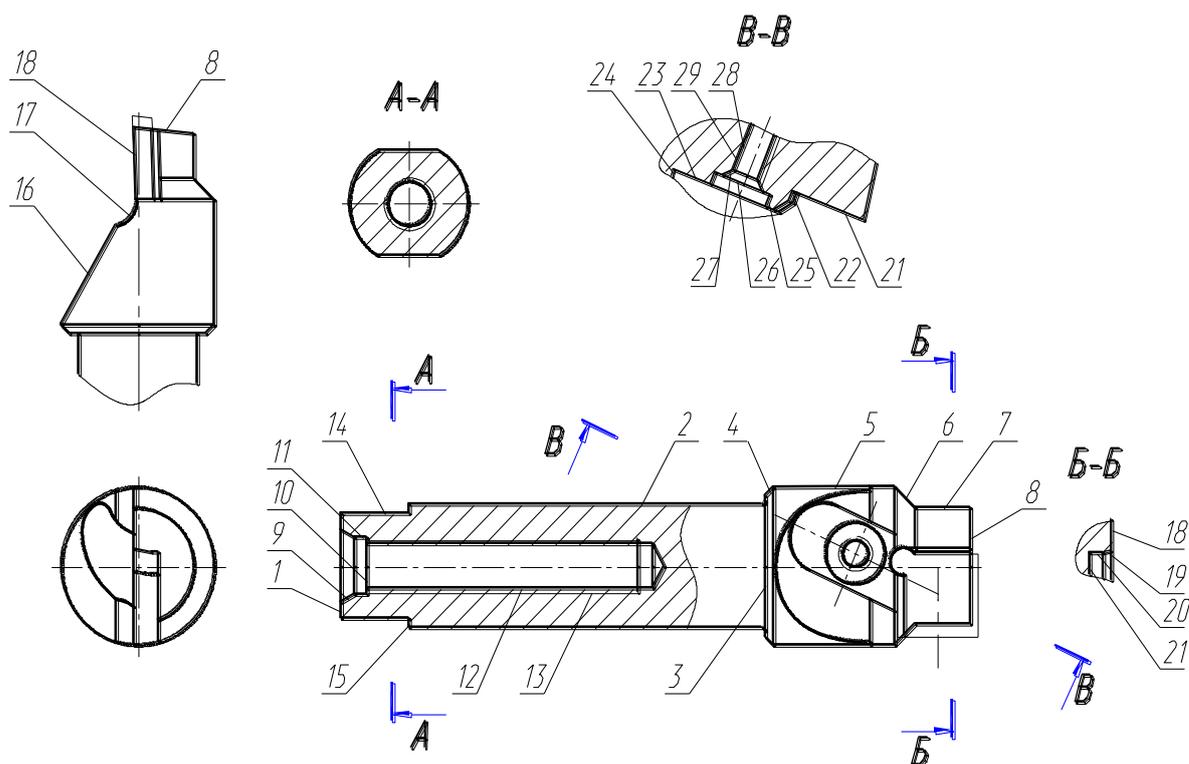


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

«Основные конструкторские базы – поверхность 2.

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности 13, 14, 23, 24 и 29.

Исполнительные поверхности – поверхности 20 и 21.

Все остальные поверхности» [16] свободные.

Можно использовать современные технологий обработки, чтобы снизить расход материалов и используемых ресурсов. Это, например, высокоскоростная обработка, что приведет к сокращению затрат.

Выбор технологии термообработки и конструкции оснастки для нее (термо-силовая), способствует снижению необходимости в техническом обслуживании и ремонте приспособления за счет устойчивости к короблению штока за счет выравнивания остаточных напряжений в нем и обеспечению прямолинейности.

Возможность изготовления детали является достижимой в виду ее технологичности. Таким образом реализация проектирования технологического процесса является реальной.

1.2 Постановка задач

В работе необходимо разработать технологию изготовления сложно профильного корпуса механизма поворота из стали 40Х. Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления данной детали при минимизации вредного воздействия на окружающую среду. Необходимо спроектировать технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота, который включает широкое использование автоматизированных систем, высокопроизводительных средств оснащения и инструмент. Необходимо применить программное управление процессом обработки, особенно для переходов по течению. На высокоточные операции необходимо предусмотреть системы контроля. В анализе исходных данных, касающихся производства детали из стали 40Х, проводился технологический и конструктивный анализ. Рассматривался базовый технологический процесс, используемое в нем оборудование и расходные материалы, а также существующие проблемы и недостатки базовой технологии. В описании процесса разработки усовершенствованной технологии подробно рассмотреть процесс ее разработки с изменениями отдельных операций изготовления детали. Эти работы должны включить в себя выбор типа производства, заготовки, разработку последовательности операций, выбор необходимых станков, приспособлений и инструментов. Проектирование должно включить также назначение технологических режимов и определение штучного времени. В разделе по конструированию оснастки подробно описать проектирование специализированной оснастки для закрепления детали на токарной операции. Выбор приспособления определить с учетом условий обработки, который характеризуется малой жесткостью заготовки. Поэтому

необходимо спроектировать ключевой элемент схемы установки детали – патрон клиновый с торцовым поджимом. Кроме этого, рассмотреть конструкцию контрольного приспособления. В охране труда и обеспечении экологичности описать все необходимые меры на производстве для минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду. Расчет экономической эффективности провести для обоснования изменений относительно базового технологического процесса. Рассмотреть сравнение затрат на производство до и после внедрения новой технологии.

В разделе показана технологичность конструкции детали и возможность ее изготовления. Поставлены все необходимые и достаточные задачи для достижения поставленной цели проектирования. В последующих разделах работы будут представлены решения поставленных задач и их визуализация в виде конструкторско-технологической документации.

2 Технология изготовления технического объекта

2.1 Получение заготовки, порядок и средства ее обработки

«Для выбора типа производства и проектирования заготовки в таблице 1 представлены исходные данные.

Таблица 1 – Проектирование заготовки (исходные данные)» [16]

Масса детали, кг	Материал заготовки	Тип производства	Выпуск, шт.	Сравниваемые методы
0,08	сталь 40Х	среднесерийный	5000	прокат и штамповка

«Масса $M_{Ш}$ штамповки:

$$M_{Ш} = M_{Д} \cdot K_{Р}, \quad (1)$$

где $M_{Д}$ – масса детали, кг;

$K_{Р}$ равен 1,35.

$$M_{Ш} = 0,08 \cdot 1,35 = 0,108 \text{ кг.}$$

Масса проката:

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

где V – объем, мм³;

γ – плотность, кг/мм³» [16].

«Размеры заготовки:

$$d_{ПР} = d_{Д}^{max}, \quad (3)$$

где $d_{Д}^{max}$ – максимальный диаметр, мм.

$$d_{\text{ПР}} = 20 \cdot 1,05 = 21 \text{ мм.}$$

$d_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равен 21 мм.

$$l_{\text{ПР}} = l_{\text{Д}}^{\text{max}}, \quad (4)$$

где $l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ – максимальная длина, мм.

$$l_{\text{ПР}} = 76,6 \cdot 1,05 = 80,43 \text{ мм.}$$

$l_{\text{Д}}^{\text{max}}$ равна 81 мм» [16].

«Объем:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}}. \quad (5)$$

$$V = \frac{3,14}{4} \cdot 21^2 \cdot 81 = 28041 \text{ мм}^3.$$

Тогда

$$M_{\text{ПР}} = 28041 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,22 \text{ кг} \text{» [16].}$$

«Себестоимость [9]:

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

где C_3 – цена заготовки;

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

$C_{\text{ОТХ}}$ – цена стружки» [16].

«Стоимость штамповки:

$$C_3 = C_{\text{Б}} \cdot M_{\text{Ш}} \cdot K_{\text{T}} \cdot K_{\text{СЛ}} \cdot K_{\text{В}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}}, \quad (7)$$

где $C_{\text{Б}}$ – цена 1 кг, руб./кг;

$M_{\text{Ш}}$ – масса, кг;

Коэффициенты по:

K_{T} – точности;

$K_{СД}$ – сложности;
 K_B – массе;
 K_M – материалу;
 K_{II} – серийности» [16].

«Выбираем из [16] C_B равно 13,44 руб./кг, K_T равно 1,0, $K_{СД}$ равно 0,77, K_B равно 1,14, K_M равно 1,18 и K_{II} равно 1,0

Тогда:

$$C_3 = 13,44 \cdot 0,108 \cdot 1,0 \cdot 0,77 \cdot 1,14 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 18,30 \text{ руб.}$$

Стоимость:

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

где $C_{УД}$ – съем 1 кг материала, руб./кг» [16].

«Удельные затраты:

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

Выбираем из [16] E_H равно 0,16, C_C равно 17,8 руб./кг и C_K равно 39,2 руб./кг.

$$C_{MO} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД} = (0,108 - 0,08) \cdot (17,8 + 0,16 \cdot 39,2) = 0,67 \text{ руб.}$$

Вычислим $C_{ОТХ}$

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

$C_{ОТХ}$ равна 0,48 руб./кг.

$$C_{ОТХ} = (0,108 - 0,08) \cdot 0,48 = 0,01 \text{ руб.}$$

$$C_{Д} = 18,30 + 0,67 - 0,01 = 18,96 \text{ руб.} \quad [10].$$

«Стоимость:

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

где $C_{МПР}$ – стоимость 1 кг равная 14,4 руб./кг;

$C_{ОЗ}$ – отрезка, руб.

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

где $C_{ПЗ}$ – затраты на рабочем месте 36,2 руб./ч.

$T_{ШТ}$ определим по формуле:

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

где T_0 – машинное время, мин;

ϕ_K – коэффициент, учитывающий оснастку.

Примем ϕ_K равным 1,5, а T_0 :

$$T_0 = 0.19 \cdot d_{ПР}^2 \cdot 10^{-3} \text{ » [16]} \quad (14)$$

В итоге:

$$T_0 = 0,22 \text{ руб.}$$

$$T_{ШТ} = 0,33 \text{ руб.}$$

$$C_{ОЗ} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{ПР} = 3,37 \text{ руб.}$$

$$C_{МО} = 0,67 \text{ руб.}$$

$$C_{ОТХ} = 0,01 \text{ руб.}$$

$$C_{Д} = 18,96 \text{ руб.}$$

«Коэффициент использования материала:

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

Штамповка: $K_{ИМ} = \frac{0,08}{0,108} = 0,74$.

Прокат: $K_{ИМ} = \frac{0,08}{0,22} = 0,36$.

Годовой экономический эффект:

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

где $C_{ДШ}$ – штамповка;

$C_{ДПР}$ – прокат.

Тогда

$$\mathcal{E}_Г = (18,96 - 4,8) \cdot 5000 = 70800 \text{ руб.}$$

Прокат выгоднее штамповки» [16].

На следующем этапе проектирования «для выбранного типа производства необходимо определить припуски на точные поверхности. Воспользуемся расчетно-аналитическим методом определения припусков» [21] Расчетные данные с количественными показателями значений припусков показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Припуски

«Поверхности	Операция	Припуск, мм
1-3	010	1,6 max
5-8	015	1,8 max
1-3	020	0,3
5-8	025	0,3
2	030	0,075
2	065	0,025» [2]

На рисунке 3 показан эскиз спроектированной заготовки с применением данных таблицы 3.

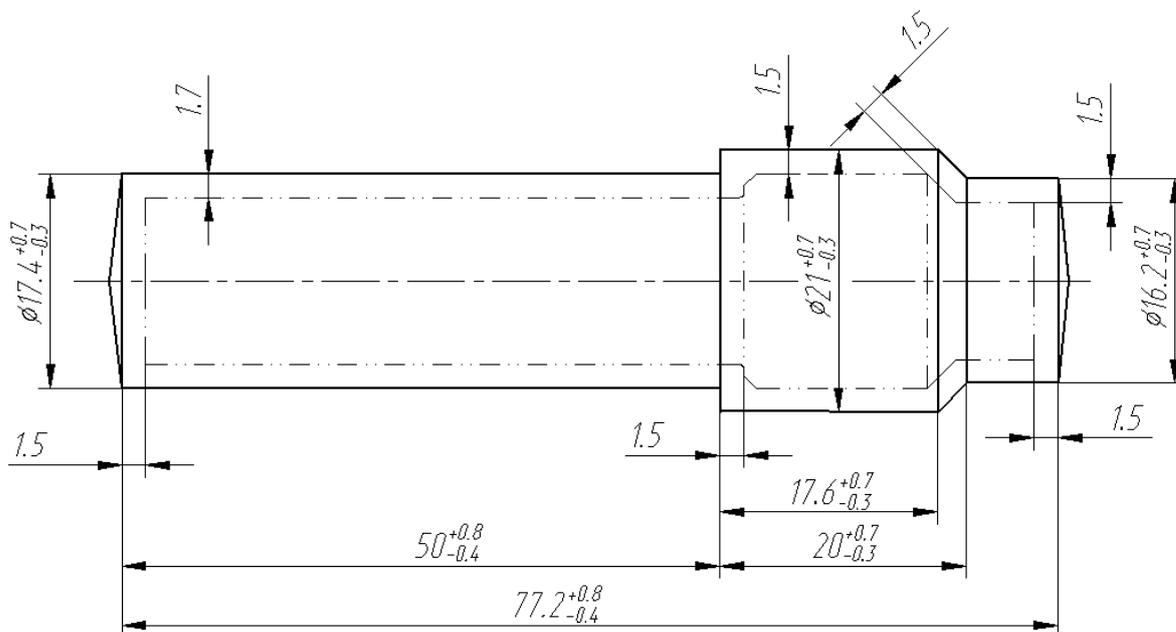


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Далее покажем в какой последовательности обрабатываются поверхности детали.

Плоскую поверхность 1 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 010 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; точить начисто на операции 020 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 2 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 1,25 микрометра) и шестому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 3,4. будем получать, выполняя

следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 010 токарно-черновой, базируя по поверхностям 5 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрон и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 мм; точить начисто на операции 020 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрон и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 мм; провести термическую обработку; шлифовать начерно на операции 030 бесцентрово-шлифовальной черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 1,25 микрон и восьмого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,075 мм; шлифовать начисто на операции 065 бесцентрово-шлифовальной чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 1,25 микрон и шестого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,025 мм.

Плоскую поверхность 3 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрон) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 010 токарно-черновой, базируя по поверхностям 5 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрон и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 мм; точить начисто на операции 020 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрон и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 мм; провести термическую обработку.

Конусную поверхность 4 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрон) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции

010 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; точить начисто на операции 020 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 5 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 015 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; точить начисто на операции 025 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 миллиметра; провести термическую обработку.

Конусную поверхность 6 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 015 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; точить начисто на операции 025 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 7 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 2,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 015 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; точить начисто на операции 025 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,3 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 8 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 1,6 микрометра) и шестому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 3,4. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Точить начерно на операции 015 токарно-черновой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 12,5 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с «припуском на сторону равным 1,8 миллиметра; точить начисто на операции 025 токарно-чистовой, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости» [16] (R_a) равного 6,3 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском «на сторону равным 0,3 миллиметра; фрезеровать начисто на операции 040 фрезерной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 1,6 микрометров и шестого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 0,075 миллиметра» [16]; провести термическую обработку.

Конусную поверхность 9 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение

шероховатости (R_a) равного 3,2 микронметра и десятого качества точности (IT) с допуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 10 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микронметра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микронметра и десятого качества точности (IT) с допуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 11 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микронметра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микронметра и десятого качества точности (IT) с допуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 12 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микронметра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микронметра и десятого качества точности (IT) с допуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 13 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микронметра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя

следующий порядок технологических операций. Развернуть на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометра и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 14 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеральной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометра и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 15 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеральной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометра и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Конусную поверхность 16 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеральной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометра и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Сложную поверхность 17 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровальной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 18 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровальной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 19 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и четырнадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровальной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и четырнадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 20 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровальной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и десятого качества точности

(IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 21 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровательной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 22 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровательной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и десятого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 23 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и одиннадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Фрезеровать на операции 040 фрезеровательной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и одиннадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 24 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 3,2 микрометра) и одиннадцатому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций.

Фрезеровать на операции 040 фрезеровальной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и одиннадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 25 с «техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и двенадцатому качеству» [16] точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и двенадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Плоскую поверхность 26 с «техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и двенадцатому качеству» [16] точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и двенадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Конусную поверхность 27 с «техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и двенадцатому качеству» [16] точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и двенадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 28 с «техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и двенадцатому качеству» [16]

точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Сверлить на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 2 и 8, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и двенадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Цилиндрическую поверхность 29 с техническими требованиями к шероховатости (R_a равна 6,3 микрометра) и десятому качеству точности (IT) с коэффициентом трудоемкости (K_T) равным 1,2. будем получать, выполняя следующий порядок технологических операций. Развернуть на операции 035 сверлильной, базируя по поверхностям 1 и 2, при этом достигая значение шероховатости (R_a) равного 3,2 микрометров и тринадцатого качества точности (IT) с припуском на сторону равным 1,6 миллиметра; провести термическую обработку.

Для реализации предлагаемой последовательности обработки поверхностей детали и получения готового изделия необходим определенный состав средств технологического оснащения, который приведен в таблице 3.

Таблица 3 – СТО

Операция	«Оборудование	Оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент» [1]
005	«абразивно-отрезной СИ-30	УНП с призмами ГОСТ 12195-66	шлифовальный круг ГОСТ Р	штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
010, 015, 020, 025	токарно-винторезный с ЧПУ ТС16А20Ф3	патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий	резец токарный проходной.	шаблоны ГОСТ 2534-73, калибр-скоба ГОСТ 18355-73
030	бесцентрово-шлифовальный п/а 3М182А	нож опорный (в комплекте станка)	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007	калибр-скоба ГОСТ 18355-73» [6]

Продолжение таблицы 3

Операция	«Оборудование	Оснастка	Режущий инструмент	Мерительный инструмент» [1]
035	«станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ и АСИ 2С150ПМФ4	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76 машинный метчик ГОСТ 3266-81 Р6М5К5 фреза концевая ГОСТ 17025-71 Р6М5К5	шаблон ГОСТ 2534-73 калибр-пробка ГОСТ14827-69
040	горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5)	СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	фреза концевая ГОСТ 17025-71 Р6М5 сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76 метчик машинный ГОСТ 3266-81 Р6М5К5	шаблон ГОСТ 2534-73
065	бесцентрово - шлифовальный п/а 3М182А	нож опорный (в комплекте станка)	круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007	калибр-скоба по ГОСТу 18355-73» [6]

Детальная информация по технологическому оснащению находится в технологической документации, которая показана в приложении А в таблице А.1. Здесь показана конструкторско-технологическая документация, которая содержит графическую и текстовую информацию, определяющую состав изделия. Проектная документация: техническое предложение; технический проект; чертёж общего вида; эскизный проект. Рабочая документация: графическая; рабочие чертежи (деталей, сборочные): текстовая (спецификация, пояснительная записка). Технологическая документация: маршрутно-комплектовочная карта; карта технологического процесса; ведомость деталей; операционная карта; инструкция; карта эскизов.

2.2 Расчет режимов резания и норм времени

«Расчет проведем для 020 токарной операции, где применяется оборудование – станок модели ТС16А20Ф3 токарно-винторезный. Инструмент выбираем из таблицы 7 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина Т15К6, покрытие (Ti,Si)» [16]. «Припуск – 0,3 мм. Перемещение инструмента – 0,15 мм/об. Данные по режимам резания» [16] и нормам времени приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Режимы резания

«Операция	S , мм/об	t , мм	V , м/мин	n , об/мин
010	0,30	1,6	93	2000
015	0,15	0,3	83	2000
	0,15	0,3	113	2000
020	0,15	0,3	89	2000
025	0,30	1,8	87	2000
	0,30	1,2	117	2000
030	1,8	0,075	27	34
035	0,2	1,0	38	800
	0,15	2,7/4,2	27	1000
	0,5	0,5	9	500
040	0,25	5max	31	500
	0,1	6max	31	1250
	0,05	2.9max	20	2000
	0,05	2.9max	19	2000
	0,05	1.0	12	2000
	0,08	1.75	18	1600
	0,05	1.5	27	1250
0,5	0.5	6	500	
065	1,0	0,025	35	45» [11]

Результат расчетов режимов резания по технологическим операциям, составляющим весь технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота и соответственно норм времени показал полную целесообразность предлагаемого выбора всех необходимых средств технологического оснащения полностью.

Таблица 5 – Нормы времени (в минутах)

«Операция	T_0	T_B	T_{OP}	$T_{OB,OT}$	$T_{П-з}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-к}$
010	0,120	0,666	0,786	0,047	17	0,833	236	0,905
015	0,205	0,548	0,753	0,045	17	0,798	236	0,840
020	0,078	0,628	0,706	0,042	17	0,748	236	0,820
025	0,217	0,666	0,883	0,053	17	0,936	236	1,008
030	0,092	0,363	0,455	0,042	12	0,497	236	0,548
035	0,828	0,851	1,679	0,101	30	1,780	236	1,907
040	1,331	1,136	2,467	0,148	42	2,615	236	2,792
065» [8]	0,085	0,363	0,448	0,040	12	0,488	236	0,538

В разделе приведена технология изготовления детали. Экономически обоснован выбор метода получения заготовки. Приведена последовательность обработки всех поверхностей, составляющих деталь. Определен состав технологической обрабатывающей системы, которая включает в себе обрабатывающее оборудование, используемое станочное, инструментальное и мерительное оснащение. Расширенная информация по разделу показана в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1, которая содержит графическую и текстовую информацию, определяющую состав изделия.

3 Средства технического и технологического оснащения

3.1 Станочное приспособление

В разделе для 020 операции «проведем расчет для выбранных параметров обработки клинового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 020 операции получено значение главной составляющей силы резания 116 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 4. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [20].

Проведем «расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется с помощью выражения:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (23)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

d_1 – диаметр обрабатываемой поверхности равный 325,3 мм;

d_2 – диаметр поверхности, по которой происходит зажим равный также 325,3 мм;

f – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,16» [16].

«Коэффициент запаса K определим согласно» [21] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 326 \cdot 325,3}{0,16 \cdot 325,3} = 5093 \text{ Н.}$$

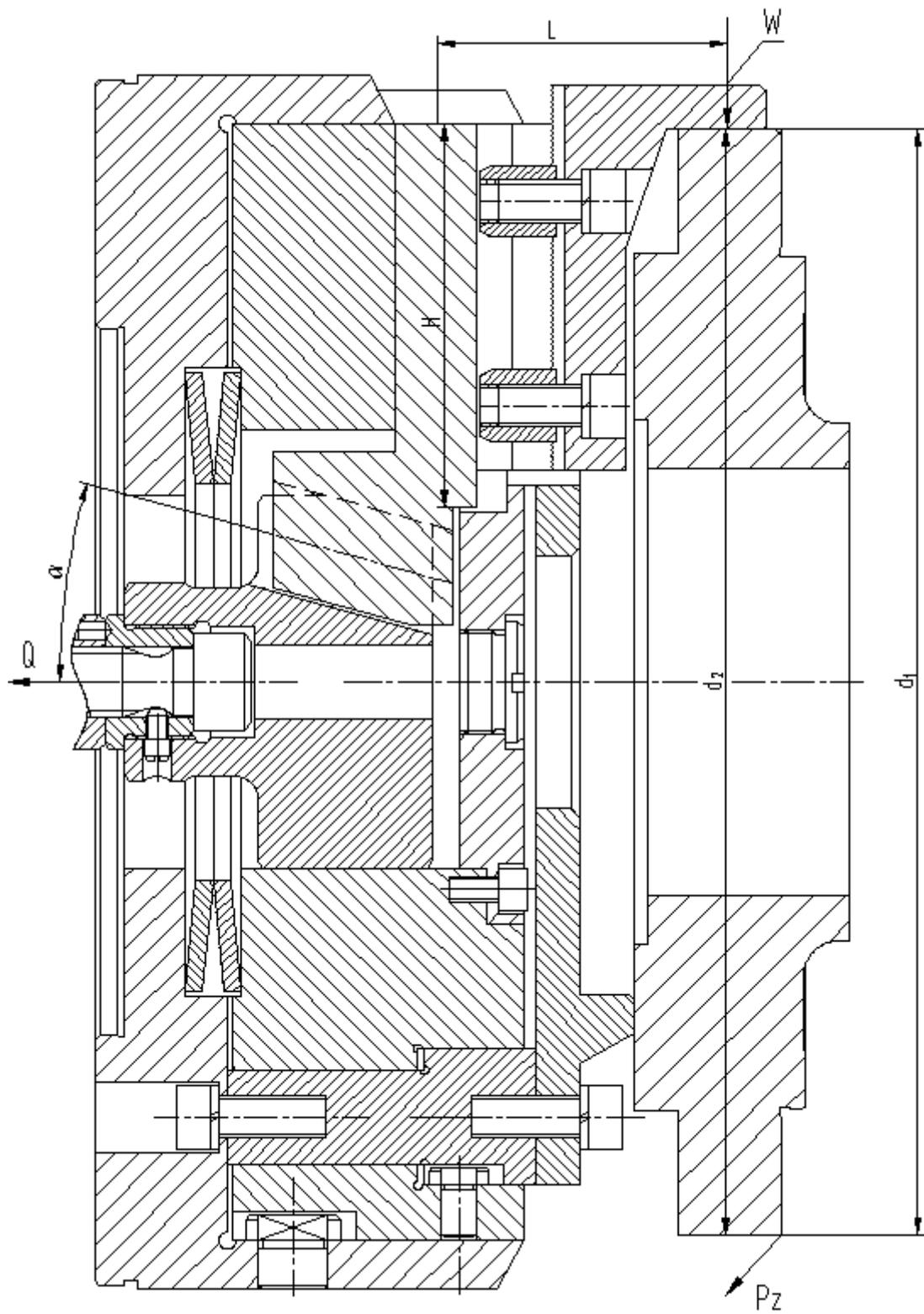


Рисунок 4 – Расчетная схема

Для определения «силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (24)$$

где f_1 – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [19];

L – вылет кулачка равен 84 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 112 мм» [10].

Тогда получим

$$W_1 = \frac{5093}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (84/112)} = 6571 \text{ Н.}$$

Далее «определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = (P + W_1) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (25)$$

где P – усилие тарельчатых пружин равно 2500 Н;

α – скашивающий угол направляющих;

ϕ – угол трения» [13].

Тогда получим:

$$Q = (2500 + 6571) \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 3430 \text{ Н.}$$

«Патроны данного типа имеют три радиальных паза, их особенность в том, что одновременно с закреплением заготовки происходит центрирование. Кулачки синхронно движутся по спиральным траекториям при действии усилия, приложенного точно торцевым рычагом или ключом (зависит от механизма передачи в конструкции)» [7].

Для обеспечения усилия в 3430 Н «можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа» [18].

«Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу, определяется согласно выражения:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (26)$$

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9» [21].

Тогда получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{3430}{0,4 \cdot 0,9}} = 114,2 \text{ мм.}$$

В заключении расчета станочного приспособления «согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значение для диаметра штока 200 мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 8 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь» [13].

3.2 Инструментальное оснащение

«В оптико-электронной измерительной системе НИИК-890 используются несколько моделей видеокамер в зависимости от параметров прибора, в котором она используется: – это VEC-245, VEC-535, SONY XCD-SX90CR. Наилучшие характеристики имеет камера VEC-535 [4]. Это наибольший размер матрицы и наименьший размер пикселя, а также самое наименьшее соотношение шумов к сигналу и более высокая светочувствительность. Оптическая система видеокамеры даёт десятикратное увеличение. Поле зрения объектива равно 30×30 мм. Линейные перемещения видеокамеры относительно измеряемого инструмента измеряются с помощью преобразователей линейных измерений модели Лир-7М и имеющих

дискретность 0,001 мм. На рисунке 5 представлена схема работы оптического энкодера закрытого типа» [23].

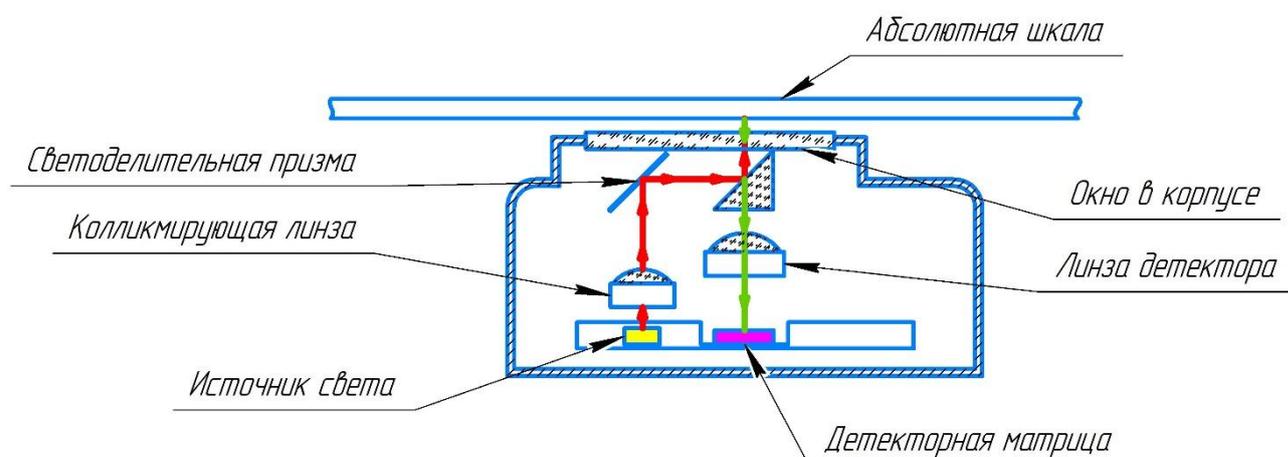


Рисунок 5 – Схема работы оптического энкодера закрытого типа

«Чтобы провести измерение выбранного инструмента, нужно предварительно закрепить его в шпинделе при необходимости применив соответствующее вспомогательное приспособление, запустить программу «стандартная оптическая схема», в окне программы нажать кнопку произвести измерение, навести камеру на измеряемый элемент с помощью маховиков каретки и траверсы, при этом вращая шпиндель для выявления крайнего положения, произвести захват кадра. В левом нижнем углу окна программы в соответствующих полях появятся значения по осям X и Z, что соответствует параметрам вылета и диаметра инструмента» [23].

В разделе проведено проектирование станочного и инструментального оснащения технологической обрабатывающей системы, которая реализует спроектированный технологический процесс изготовления детали. Станочное оснащение представлено в разделе в виде патрона клинового с торцовым поджимом, а инструментальное оснащение в виде контрольного приспособления.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

«В качестве технического объекта, которому необходимо обеспечить безопасность и экологичность в разделе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота. Для реализации изготовления детали в технологическом процессе предусмотрен комплекс технического и технологического оснащения. Он состоит из оборудования, приспособлений, режущего и мерительного инструмента. Рассматриваемый технический объект предусматривает использование следующего оборудования» [8]: «абразивно-отрезной станок СИ-30, токарно-винторезный станок с ЧПУ ТС16А20Ф3, бесцентрово-шлифовальный полуавтомат 3М182А, станок сверлильно-фрезерно-расточной вертикальный с ЧПУ» [15] и АСИ 2С150ПМФ4, горизонтальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ СТЦ 63-90 А (650Н5). Также приспособления: «УНП с призмами ГОСТ 12195-66, патрон токарный 3-х кулачковый самоцентрирующий, нож опорный (в комплекте станка), СНП с самоцентрирующими призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66. Инструменты: круг шлифовальный ГОСТ Р 52781-2007, сверло комбинированное Р6М5К ОСТ 2И21-1-76, машинный метчик ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, фреза концевая» [13] «ГОСТ 17025-71 Р6М5К5, метчик машинный ГОСТ 3266-81 Р6М5К5, резец токарный проходной. Для наглядности в разделе будут рассматриваться наиболее трудоемкие и потенциально опасные технологические операции: абразивно-отрезная, токарная, фрезерная, сверлильная и бесцентрово-шлифовальная. В процессе механической обработки используются в качестве материала для заготовки сталь 40Х, смазывающая охлаждающая жидкость, ветошь и другие вспомогательные материалы. При проведении работ по изготовлению детали в технологическом процессе предусмотрены профессиональные рабочие места. Для выбранных технологических операций – это оператор станков с ЧПУ. Технологический процесс реализуется организационно и технически на производственном участке, который оснащен необходимым оборудованием.

Для реализации годовой программы выпуска детали применяется двухсменного режима работы» [22].

Технологическая операция представляет собой выполнение определенной части технологического процесса на одном рабочем месте. Она может быть непрерывной и включать обработку или сборку одного или нескольких изделий одновременно, а также вовлекать одного или нескольких рабочих.

Условием непрерывности операции называется выполняемая операция, которая не может быть прекращена без перехода на обработку другого изделия. На основе операций: в зависимости от объёма и сложности изготовления изделий устанавливаются нормы рабочего времени и тарифы.; задаётся необходимое количество оборудования, инструментов и рабочих; устанавливается стоимость обработки в процентах; осуществляется календарная планировка производства; проводится контроль за качеством и сроками выполнения работы.

Проведение работы по выявлению недостатков применяемого предприятием технологического процесса Для сокращения потерь от бракованных деталей, связанных с нарушением технологической последовательности, необходимо внести изменения в должностные инструкции технологического мастера для обеспечения обязательной проверки первой детали подчиненными рабочими при их изготовлении.

При выполнении операции по производству одинаковых деталей, рабочий выполняет следующие задачи: подбирает необходимый инструмент. устанавливает станок на первую деталь. изготавливает изделие. предъявляет на контроль производственному мастеру.

После приемки и примерки детали производственным мастером на точность выполнения работы, соответствием технологической документации и чертежу, рабочий приступает к изготовлению остальных деталей. Такой подход позволяет предотвратить брак всех остальных деталей и сократить ущерб от его возникновения.

«Идентификация опасностей, а также экологических аспектов на производственном участке проводится по локальному нормативному документу, устанавливающему порядок идентификации экологических аспектов, промышленных опасностей и потенциальных рисков. Использование метода предполагает построение показателей с помощью математических моделей и репрезентативных статистических данных» [8].

«Идентификация и оценка рисков осуществляется путем сбора сведений о процессе деятельности. В процессе идентификации и оценки рисков учитывают: проблемы (источники как внешние, так и внутренние), связанные с качеством процессов деятельности/продукции; обычную и нерегулярную деятельность; оптимальный технологический режим, режимы останова и пуска, инциденты, аварии; инфраструктуру, сырье, материалы; деятельность соседних подразделений/предприятий, подрядчиков и потребителей; условия труда (шум, вибрация, вредные вещества в рабочей зоне); воздействие на окружающую среду (стоки, выбросы, отходы); происшествия (инциденты, несчастные случаи, аварии), как уже имевшие место на предприятии, так и реально прогнозируемые» [8].

«К причинам возможной реализации перечисленных рисков можно отнести: неисправность оборудования; чрезвычайная ситуация природного и техногенного характера; сон на рабочем месте/наркотическое или алкогольное опьянение, ошибки проектирования; внос, употребление запрещенных веществ (алкоголь, наркотики, психотропные, легковоспламеняющиеся жидкости и другие материалы, запрещенные к свободному обороту); психическое заболевание; пандемия. Это может привести к травме или заболеванию вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов» [8].

«Все потенциальные риски вносятся в реестр. С реестрами рисков знакомят всех рабочих, на которых он распространяется под роспись в листе (журнале) ознакомления. При необходимости реестры рисков вывешиваются на информационных досках, размещаются в электронной обменной папке.

Реестр рисков хранится у разработчика не менее трех лет. Для снижения рисков необходимо обеспечить: точное соблюдение норм технологического регламента и выполнение требований инструкций по рабочим местам и по охране труда; исправность оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов, систем аварийной сигнализации и защитных блокировок» [8]; «немедленное устранение любой утечки горючих и агрессивных газов и жидкостей. Для снижения рисков необходимо соблюдать нормы технологического регламента и выполнять требования инструкций по рабочим местам; регулярная проверка СИЗ на состояние работоспособности и комплектности. Назначить локальным нормативным актом ответственное лицо за учет выдачи СИЗ и их контроль за состоянием, комплектностью» [8]. «А также предлагается ряд мероприятий: обучение персонала по программе обучения работников в области ГО и защиты от ЧС природного и техногенного характера; инструктаж и проверка знаний, сбор и обработка статистики, принятие оперативных и других мер; соблюдение правил противопожарного режима; инструктаж и периодическая проверка знаний; работа в дистанционном формате; введение двухсменного режима работы; организация работы резервных смен; ограничение передвижения по территории предприятия; электронное согласование документов; использование защитных средств на предприятии (масок, перчаток, антисептических средств) » [8]. «Запрещается пользоваться неисправным ручным инструментом: молотками, зубилами и тому подобное, не отвечающим требованиям техники безопасности, гаечными ключами несоответствующих размеров, с разбитыми или разогнутыми губками, со сбитой рабочей гранью» [8]. «При обслуживании машин и механизмов с электрическим приводом необходимо соблюдать меры электробезопасности. Все токоведущие части должны быть закрыты, и исключен доступ к частям, находящимся под напряжением. Все движущиеся части машин и приводов должны иметь надежное и исправное ограждение. Не допускается эксплуатация машин без защитных ограждений. Также необходимо снабдить

производственный участок следующими инженерными системами: системой вентиляции; системой холодоснабжения; системой отопления; системой водоснабжения; системой канализации; системой энергоснабжения; системой контроля загазованности; системой пожарной сигнализации; системой охранной сигнализации» [8].

«Наиболее вероятным источником возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера является выделение токсических испарений, масляного тумана, металлической стружки. Для снижения рисков экологического характера на атмосферу необходимо создание и использование фильтрационных систем вентиляции производственного участка; на гидросферу необходимо создание и использование локальной многоступенчатой очистки сточных вод; на литосферу необходимо разделение, сортировка и утилизация на полигонах отходов» [8].

В разделе проведены мероприятия по увеличению безопасности технического объекта, а также предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены разработке технологического процесса изготовления корпуса. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих разработок.

Для этого, сначала, на рисунке 6, представим результат этой разработки, а точнее изменившиеся условия технологического процесса.

Проектируемый вариант Операция 020 - Токарная чистовая
<ul style="list-style-type: none">• Инструмент - резец токарный с повышенной стойкостью• Оснастка - патрон токарный, с более быстрым откликом на выполнение действий по закреплению детали

Рисунок 6 – Изменившиеся условия технологического процесса

Как видно из рисунка 6, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данной операции. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления корпуса на 30,1 %, основное время – на 63,9 % и вспомогательное – на 21,5 %. На снижение основного времени выполнения операции, непосредственное влияние, оказал применяемый инструмент с повышенной стойкостью. Что касается вспомогательного времени, то на его изменение повлиял применяемый токарный патрон с более быстрым откликом на выполнение действий.

На основе описанных изменений, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 7.

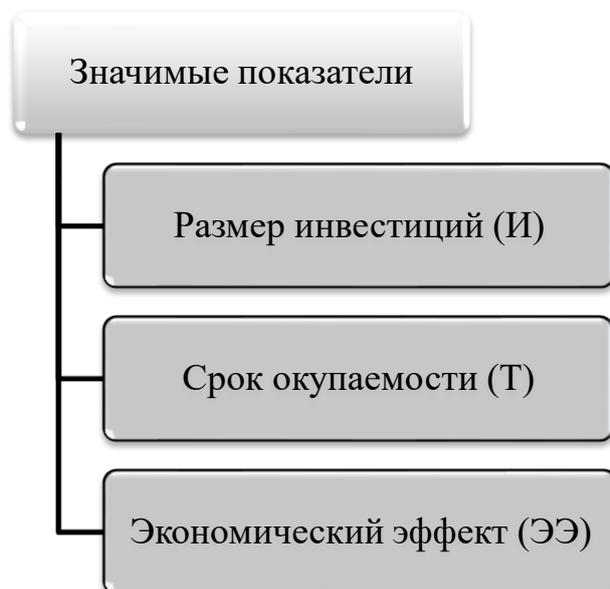


Рисунок 7 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 7, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенную разработку. Для его определения используют специальную методику [9], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 8.

Анализируя рисунок 8, можно сказать, что максимальную долю инвестиций занимают затраты на проектирование ($K_{ПР}$), которые учитывают весь спектр трудовых затрат при разработке технологического процесса. Их доля в общем размере инвестиций составит 88,87 %, что в денежном эквиваленте составляет 29218,9 руб. Следующей по весомости влияния на величину инвестиций, можно считать затраты на программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$), которые составляют 7,83 % или 2575,56 руб. Это обосновывается тем,

что при замене инструмента и оснастки на более стойкое и быстрое, соответственно, возникает необходимость скорректировать рабочую программу. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают. Доля остальных затрат незначительна и составляет 0,45 % и 2,85 %.



Рисунок 8 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значения срока окупаемости в сокращенном и развернутом формате можно рассчитать по формуле (27).

$$T = \frac{I}{P_{\text{чист}}}, \text{ год} \quad (27)$$

где « $P_{\text{чист}}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [9]

Размер чистой прибыли определялся по специальной методике [9] с применением программного обеспечения, которое упростило процесс получения значений.

$$T = \frac{32880,07}{39560} = 0,831 = 1 \text{ год}$$

Расчет величины экономического эффекта производится по формуле
(28)

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T \text{П}_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И \quad (28)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета» [9]

$$\text{ЭЭ} = \left(39560 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,1)^1} \right) \right) - 32880,07 = 4796,12 \text{ руб.}$$

В представленном разделе согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен в размере 4796,12 руб. Положительная величина этого показателя позволяет считать целесообразными и обоснованными предложенные изменения технологического процесса.

Заключение

В работе разработана технология изготовления сложно профильного корпуса механизма поворота. Спроектирован технологический процесс изготовления корпуса механизма поворота, который включил широкое использование автоматизированных систем, высокопроизводительных средств оснащения и инструмент. Применено программное управление процессом обработки, особенно для переходов по течению. На высокоточные операции предусмотрены системы контроля. В анализе исходных данных, касающихся производства детали, проводился технологический и конструктивный анализ. Рассмотрен базовый технологический процесс, используемое в нем оборудование и расходные материалы, а также существующие проблемы и недостатки базовой технологии. В описании процесса разработки усовершенствованной технологии подробно рассмотрен процесс ее разработки с изменениями отдельных операций изготовления детали. Результаты работы включают в себе выбор типа производства, заготовки, разработку последовательности операций, выбор необходимых станков, приспособлений и инструментов. Проектирование включило также назначение технологических режимов и определение штучного времени. В разделе по конструированию оснастки подробно описано проектирование специализированной оснастки для закрепления детали на токарной операции. Выбор приспособления определено с учетом условий обработки, который характеризуется малой жесткостью заготовки. Поэтому спроектирован ключевой элемент схемы установки детали – патрон клиновый с торцовым поджимом. Кроме этого, рассмотрена конструкция контрольного приспособления. В охране труда и обеспечении экологичности описаны все необходимые меры на производстве для минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду. Расчет экономической эффективности проведен для обоснования изменений относительно базового технологического процесса.

Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 02.04.2024).
2. Аверченков В.И. Технология машиностроения: сборник задач и упражнений: учебное пособие / В.И. Аверченков и др.; под общей редакцией В.И. Аверченкова и Е.А. Польского. – М. : Инфра-М, 2016. 288 с.
3. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
4. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения : учебник / О.М. Балла. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. –392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 10.05.2024).
5. Балашов В.М. Проектирование машиностроительных производств: учебное пособие / В.М. Балашов, В.В. Мешков. – Старый Оскол: ООО ТНТ, 2018. 200 с.
6. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
7. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
8. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учебно- методическое пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : изд-во ТГУ, 2018. 41 с.
9. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.

10. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
11. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
12. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
13. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.
14. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
15. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
16. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2 / А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. 944 с.
17. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
18. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
19. Торопов Ю.А. Припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Припуски и допуски отливок и поковок: справочник / Ю.А. Торопов. – СПб. : Издательство «Профессия», 2017. 598 с.
20. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X? (дата обращения: 02.03.2024).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
											3	3			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпз.	Тшт.
A01	XXXXXX	065	4131	Бесцентрово-шлифовальная		ИОТ И 37.101.7419-85									
B02	38132XXX			ЗМ182А		2	18873	411	1Р	1	1	236	1	12	0,488
03															
A04	XXXXXX	070	0130	Моечная											
B05	375698XXX			КММ											
06															
A07	XXXXXX	075	0200	Контрольная											
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
МК															

