

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 устройства захвата

Обучающийся

У.Н. Абдукадыров

(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)

Аннотация

В выпускной квалификационной работе предлагается новая технология изготовления устройства захвата в объеме годового выпуска 10000 штук в год. В работе определяется служебное назначение рассматриваемой детали. Доказывается количественно и качественно технологичность детали. Показывается реальная возможность изготовления детали. Определяется материал – сталь 19ХГН ГОСТ-4543. Проектируются операции. На основе табличных данных определяются режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Проектируются необходимые при механической обработке заготовки приспособления. В работе используются методики определения типа производства и его стратегии; используется методика для проектирования заготовки; методика проектирования техпроцесса; методика проектирования операции и определения необходимой оснастки. Используется методика проектирования оснастки и режущего инструмента. Все поставленные задачи выполнены в предлагаемой последовательности. Качество проработки данных задач определило в итоге качество проектирования техпроцесса в целом, что и способствовало достижению поставленной цели. Используется также методика для решения основных задач обеспечения безопасности техпроцесса. Выявляются опасные и вредные производственные факторы. Предлагаются мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Решается задача по определению показателей экономической эффективности по самой современной методике. Полученная экономическая эффективность применения вводимых изменений в технологический процесс оправдывает и доказывает правомерное использование самых современных средств инженерных расчетов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ объекта проектирования.....	6
1.1 Анализ технологичности объекта проектирования.....	6
1.2 Формулировка задач проектирования.....	10
2 Технология изготовления детали.....	12
2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения	12
2.2 Проектирование технологической операции	26
3 Проектирование специальных средств оснащения	30
3.1 Станочное приспособление.....	30
3.2 Захватное устройство.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А. Технологическая документация.....	50

Введение

В предлагаемой выпускной квалификационной работе «используется высокопроизводительное оборудование и оснастка. Станки играют важную роль в промышленной металлообработке» [4]. Компактный и многофункциональный, станок 16к20 представляет собой популярное решение в мире токарно-винторезных станков. Он выделяется своей способностью выполнять шлифовку запчастей и резку различных видов резьбы. Одной из особенностей этого станка является его способность обеспечивать высокую точность обработки, оцениваемую как уровень Н (нормальный уровень). Благодаря этой характеристике, токарно-винторезный станок с ЧПУ 16А20Ф3 прекрасно справляется с чистовой шлифовкой деталей, изготавливаемых из определенных сталей, обеспечивая высокую гладкость поверхности. Его надежная сборка и отличные амортизационные свойства делают его долгосрочным и надежным оборудованием с высоким сроком службы.

Токарно-винторезная модель 16А20Ф3 широко используется для внутренней обработки деталей разных типов, включая диски, валы и втулки, а также для внешней шлифовки разнообразных поверхностей, включая цилиндры, конусы и торцы. Станок отличается повышенной жесткостью и устанавливается на неподвижном основании. Он также оборудован визирующими линейками с масштабами, что упрощает вычисление смещений резцов и поперечных салазок. Резцедержатель на станке 16к20 эффективно фиксирует инструмент, обеспечивая точную обработку на прочной опоре. Кроме того, благодаря качественной системе ограждения и блокировки, работа на станке безопасна для операторов. Этот станок находит широкое применение в инструментальных организациях и сервисных службах, особенно при выпуске мелкосерийной или единичной продукции [2].

Также используется в технологическом процессе оснастка для станков. Современные производственные процессы поточно-массового характера

значительно зависят от качества и эффективности используемой технологической оснастки. До 20% себестоимости продукции может составлять затраты на изготовление и эксплуатацию такой оснастки. Станочные приспособления занимают наибольшую долю в общем парке технологической оснастки. С постоянным развитием методов обработки материалов требуется создание более рациональных конструкций станочных приспособлений, а также экономическое обоснование выбора различных видов приспособлений. Важно учитывать металлоемкость и жесткость приспособлений, чтобы обеспечить оптимальные условия для обработки.

Классификация станочных приспособлений происходит по нескольким основным параметрам [10]:

Тип станка: приспособления могут быть специализированными для определенного типа станков, такими как токарные, фрезерные, расточные, шлифовальные, сверлильные и другие.

Степень специализации: могут быть спроектированы для обработки определенных деталей (специальные приспособления), либо для обработки разнообразных деталей с возможностью перенастройки (универсально-наладочные).

Уровень механизации: Приспособления могут быть механическими, пневматическими, гидравлическими или электромеханическими в зависимости от вида привода, используемого для их функционирования.

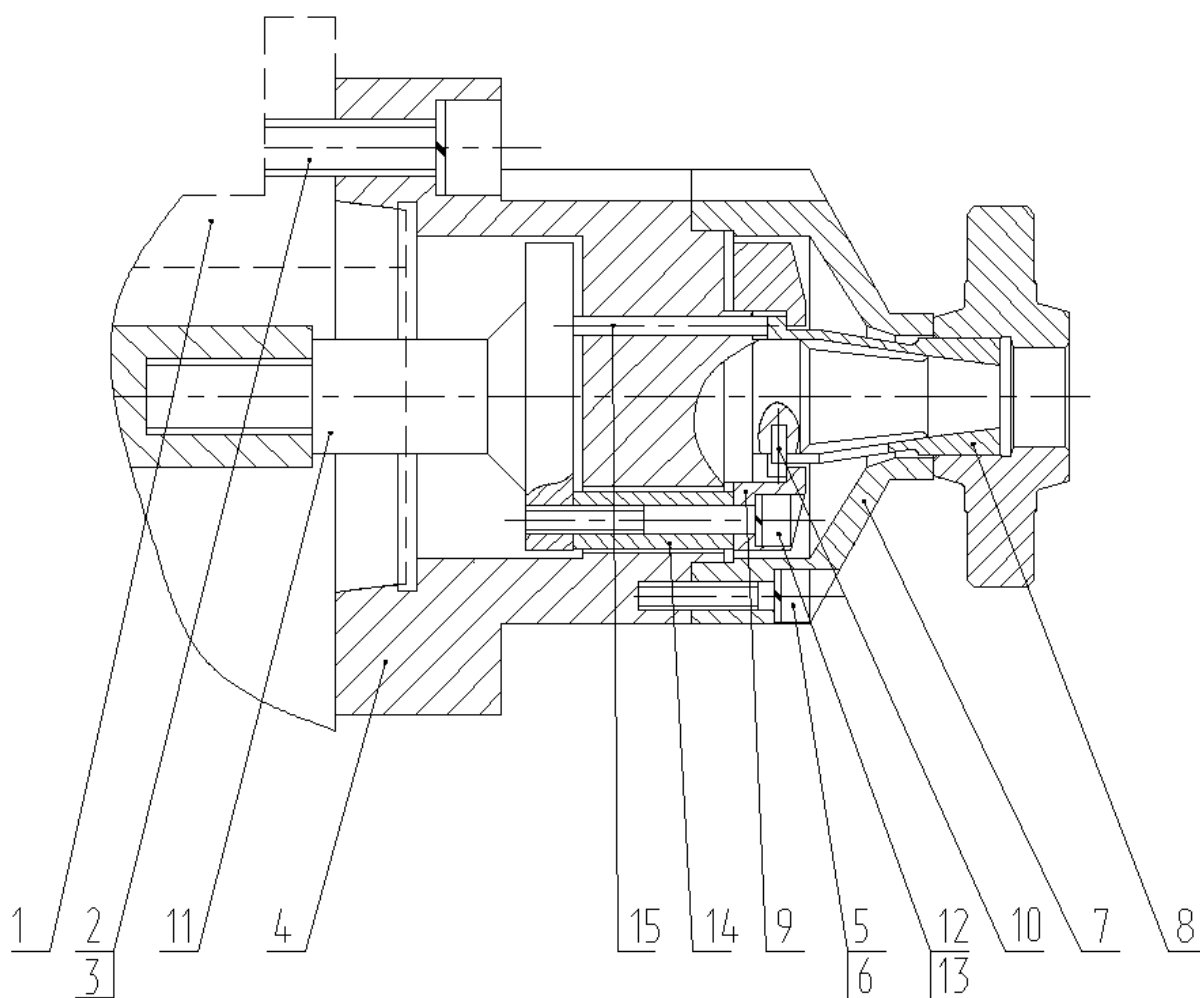
Классификация станочных приспособлений позволяет более эффективно выбирать и применять необходимые инструменты и оборудование в производственных процессах в зависимости от их целей и задач.

Разделение станочных приспособлений по степени специализации позволяет определить их предназначение и область применения в производственных процессах.

1 Анализ объекта проектирования

1.1 Анализ технологичности объекта проектирования

Предлагаемая к рассмотрению деталь является как «корпусом», так и, благодаря своему служебному назначению, основной направляющей при функционировании специального приспособления в виде устройства захвата, часть которого представлена на рисунке 1 для осуществления поступательного движения рабочего органа при захвате и закреплении заготовки.



1 – шпиндель; 2, 5 и 12 – винты; 3, 6 и 13 – шайбы; 4 – корпус; 7 – направляющая; 8 – цапга; 9 – кольца; 10 – штифт; 11 – шток; 14 – втулки; 15 – плунжеры.

Рисунок 1 – Часть устройства захвата

«Корпусная деталь механизма захвата является одним из главных компонентов привода станка, обеспечивающих надежное и точное закрепление обрабатываемых заготовок. Основное назначение детали – защита внутренних элементов зажимного механизма от повреждений и воздействия внешних факторов. Также к задачам использования корпуса относится передача усилий и задание траекторий рабочего органа» [15].

Для «изготовления детали, исходя из ее служебного назначения, подходит сталь 19ХГН ГОСТ-4543, так как ее физические и механические свойства полностью удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются для поддержания соответствующего напряженно-деформированного состояния детали при ее эксплуатации» [13].

В химическом составе выбранного материала доля содержания никеля колеблется в пределах от 0,8 процента до 1,1 процента; доля содержания хрома колеблется в пределах от 0,8 процента до 1,1 процента; доля содержания магния колеблется в пределах от 0,7 процента до 1,0 процента; доля содержания кремния колеблется в пределах от 0,17 процента до 0,37 процента; доля содержания фосфора 0,035 процента; доля содержания углерода колеблется в пределах от 0,16 процента до 0,21 процента и остальное железо.

«Для определения технических требований на чертеже разделяем поверхности корпуса (рисунок 2) на четыре группы, для чего проведем систематизацию всех поверхностей, исходя из служебного назначения детали: осуществления поступательного движения рабочего органа» [18] при захвате и закреплении заготовки. Необходимо обеспечить минимизацию материальных затрат при производстве каждой из деталей. При разработке конструкции детали и подготовке технических требований к процессу изготовления внимание акцентируется, прежде всего, на трудоемкости производства детали.

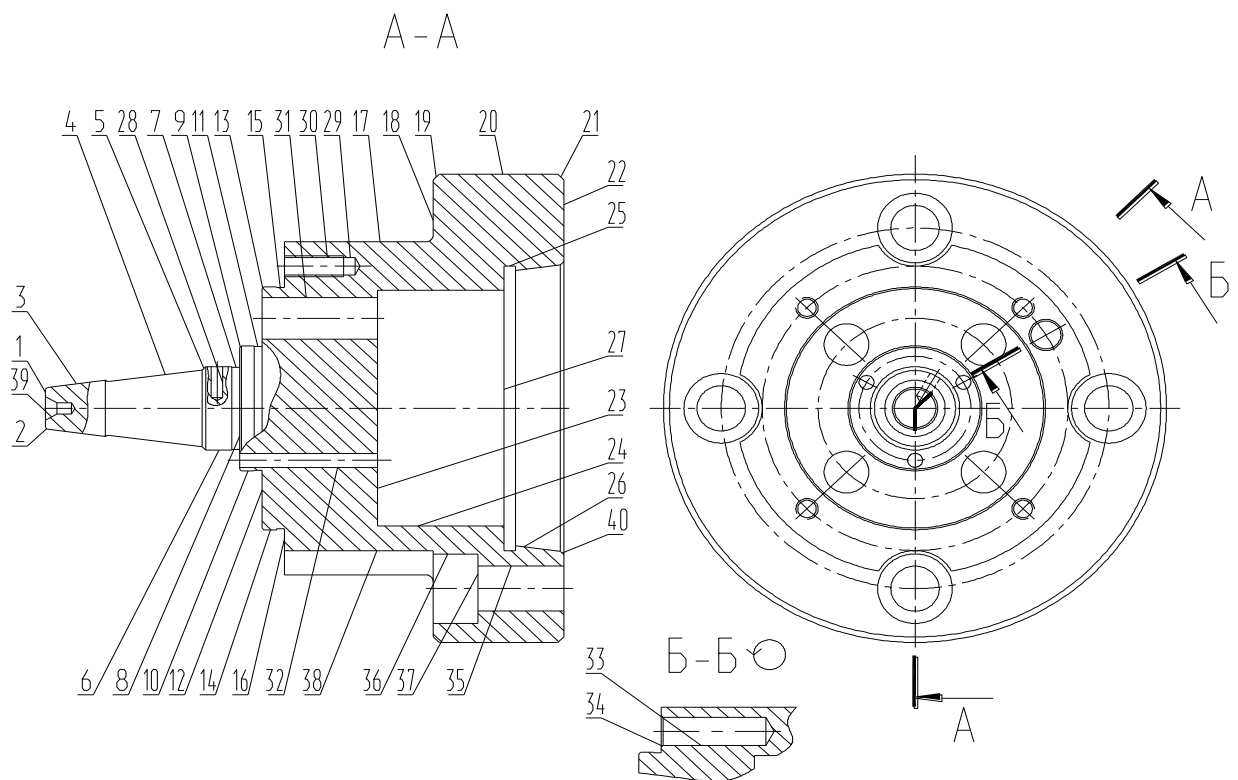


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

В соответствии с ГОСТ 14.204-73, к технологическим характеристикам конструкции предъявляются следующие требования:

- конструкция должна либо быть стандартной, либо включать стандартные (унифицированные) детали;
- детали производятся из полученных рациональным методом стандартных заготовок, в том числе и унифицированных;
- получаемые размеры и обрабатываемые поверхности детали как правило должны характеризоваться показателями оптимальных точности и достигнутой шероховатости;
- согласно установленным технологическим требованиям, по которым определяются текущие механические и имеющиеся физико-химические характеристики обрабатываемого материала, форма получаемой детали и ее параметры, в том числе и уровень ее жесткости;

- показатели точности установки и обработки, а так же контроля как правило обеспечиваются, в том числе исходя из таких установленных показателей, как базовая поверхность детали, ее точность и желаемая шероховатость;
- конструкция предусматривает возможность использования при производстве детали стандартных (типовых) технологий.

Рассматриваемая деталь относится к категории тел вращения; поверхность детали состоит из плоских и торцевых поверхностей вращения простых геометрических форм. Как правило для обработки получаемой детали потребуются обычный набор инструментов и оборудования, какие либо специальные их виды не требуются.

«Основными конструкторскими базами определяем поверхности 22 и 26, вспомогательными конструкторскими базами определяем поверхности 10, 12, 14, 16, 23, 28, 30-33, 35 и 37. Исполнительными поверхностями являются поверхности, направляющие движение рабочего органа устройства захвата, то есть поверхности 3 и 6. Остальные поверхности определяем как свободные» [18].

При технологическом проектировании механической обработки детали применим определенные принципы и правила, которые способствуют эффективному выполнению процесса. Принципы проектирования:

- одним из ключевых принципов является принцип совмещения баз. Это означает, что при разработке технологической схемы необходимо объединить базы, то есть поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве опорных для последующих операций;
- важным принципом является также принцип постоянства баз. Это означает, что базы должны иметь постоянное положение и не подвергаться изменениям в процессе обработки деталей;
- для оптимизации процесса обработки деталей используем принцип разделения маршрута обработки. Это означает, что весь процесс

разбивается на отдельные операции, которые выполняются последовательно;

- для достижения требуемой точности обработки поверхностей детали применим принцип поэтапного достижения. То есть, точность обработки поверхностей улучшается постепенно, с учетом высоких требований к качеству;
- принцип дифференциации операций подразумевает, что каждая операция должна быть четко определена и иметь свои конкретные особенности;
- применение принципа концентрации операций позволит объединить несколько операций в одну, что сэкономит время и ресурсы;
- принцип принятия решения предполагает, что каждая операция должна быть осуществима и эффективна для достижения желаемого результата.

Также существуют правила проектирования, которые необходимо соблюдать. Согласно этим правилам, вначале обрабатываются поверхности деталей, которые могут быть использованы в качестве баз для последующих операций. Затем производится обработка поверхностей, относительно которых имеется определенное отношение. Например, размеры или допуски расположения. Конструкция детали технологична, поэтому механическая обработка для ее получения не должна вызвать серьезные затруднения.

1.2 Формулировка задач проектирования

В выпускной квалификационной работе на основе определенного служебного назначения рассматриваемой детали и доказанной количественно и качественно технологичности детали необходимо в последующих разделах показать реальную возможность изготовления детали. Для реализации служебного назначения детали выбран материал для заготовки. Далее необходимо спроектировать операции. На основе табличных данных

определить режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента [13], [15]. Спроектировать необходимые при механической обработке заготовки приспособления. Доказать экономическую целесообразность предлагаемых изменений технологического процесса в сравнении с базовой технологией. Выявить опасные и вредные производственные факторы. Предложить мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. По методике [12] определить тип производства и его стратегию по методике [20]; используя методику [4], спроектировать заготовку; используя методику [9] и [16], спроектировать техпроцесс; используя методику [1], [17], [18] и [21], спроектировать операции и определить необходимую оснастку. На следующем этапе, используя методику [16], [14] и [19] спроектировать оснастку и режущий инструмент. Используя методику, представленную в [5] решить основные задачи обеспечения безопасности техпроцесса. Задача по определению показателей экономической эффективности решается по методике, представленной в [6]. Выполнять поставленные задачи необходимо именно в предлагаемой последовательности.

В разделе показана технологичность конструкции детали для чего определено служебное назначение. Доказана технологичность как количественно, так и качественно. Предложены мероприятия для изготовления рассматриваемой детали.

2 Технология изготовления детали

2.1 Расчет заготовки, выбор методов и средств оснащения

По заданию масса готовой детали равна 4,55 килограмма и годовая программа выпуска 10000 деталей в год. При выборе метода получения заготовки необходимо учесть, что металлы обладают пластической деформацией как в холодном, так и в горячем состоянии. Для изменения формы тела применяется давление на металл инструментом. Такой процесс обработки металла называется пластической обработкой или обработкой металлов давлением. Это важный технологический момент, который позволяет придать заготовке необходимую форму и размеры, а также улучшить механические свойства. Обработка металлов давлением включает себя несколько видов: прокатка, волочение, прессование, ковка и штамповка. Эти процессы обладают высокой производительностью, низкой энергоемкостью и минимальными затратами металла при производстве деталей. Одним из основных преимуществ пластической деформацией считается улучшение свойств металла. Это происходит благодаря изменению структуры металла. К примеру, при прокатке металла, его зерна вытягиваются вдоль направления деформации, что непременно улучшает его механические свойства. Также при пластической обработке металла происходит упрочнение металла, улучшение текучести и улучшение поверхностных свойств. «В нашем случае можно применить либо горячекатаный прокат на ГКМ, либо калиброванный на КГШП» [13].

«Масса заготовки M при штамповке:

$$M = M_D \cdot K_P, \quad (1)$$

где M_D – масса детали, кг;

K_P равен 1,5.

Получим:

$$M = 4,55 \cdot 1,5 = 6,82 \text{ кг.}$$

Габариты:

$$D = 135 \cdot 1,05 = 142 \text{ мм.}$$

$$H = 139 \cdot 1,05 = 146 \text{ мм.}$$

Расчетная масса:

$$m = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

γ – плотность материала заготовки, кг/мм^3 » [15].

«Объем всех цилиндрических частей детали будет:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot l_{\text{ПР}} = \frac{3,14}{4} \cdot (142^2 \cdot 146) = 2310996 \text{ мм}^3.$$

Масса заготовки:

$$m = 2310996 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,10 \text{ кг.}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{6,82}{18,10} = 0,37 \text{» [15].}$$

«Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}. \quad (3)$$

Выбор в пользу того или иного способа получения заготовки будем определять по его себестоимости:

$$C_{\text{Д}} = C_{\text{З}} + C_{\text{МО}} - C_{\text{ОТХ}}, \quad (4)$$

где стоимость $C_{\text{З}}$ – заготовки;

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

$C_{\text{ОТХ}}$ – стружки» [15].

«Стоимость штамповки:

$$C_3 = C_B \cdot M_{Ш} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{П}, \quad (5)$$

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

$M_{Ш}$ – масса заготовки, кг;

Учитывающие коэффициенты по:

K_T – точности;

$K_{СЛ}$ – сложности;

K_B – массе;

K_M – материалу;

$K_{П}$ – серийности.

C_B равна 0,315 руб./кг, K_T равен 1,05, $K_{СЛ}$ равен 1,00, K_B равен 0,89, K_M равен 1,21 и $K_{П}$ равен 1,0» [15].

«Тогда

$$C_{31} = 0,315 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,339 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,315 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,21 \cdot 1,0 = 0,356 \text{ руб.}$$

Стоимость обработки:

$$C_{МО} = (M_{Ш} - M_{Д}) \cdot C_{УД}, \quad (6)$$

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

Затраты:

$$C_{УД} = C_C + E_H \cdot C_K. \quad (7)$$

Себестоимость на ГКМ» [15]:

$$C_{Т1} = 3,609 \text{ руб.}$$

«На КГШП:

$$C_{Т2} = 0,356 \cdot 6,5 + 0,273 \cdot (6,5 - 4,55) - 0,0298 \cdot (6,5 - 4,55) = 2,788 \text{ руб.}$$

$$\text{ГКМ: } K_{ИМ} = \frac{4,55}{8,1} = 0,56.$$

$$\text{КГШП: } K_{ИМ} = \frac{4,55}{6,5} = 0,70.$$

Штамповка на КГШП выгоднее чем на ГКМ.

Экономический эффект, достигаемый за год:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{Г1} - C_{Г2}) \cdot N_Г \quad (8)$$

где $C_{Г1}$ – стоимость детали, если используется ГКМ;

$C_{Г2}$ – стоимость детали, если используется КГШП» [6].

«Получим

$$\mathcal{E}_Г = (3,609 - 2,788) \cdot 10000 \cdot 60 = 492600 \text{ руб}» [6].$$

При термомеханической обработке металла, используя КГШП, происходит пластическое деформирование и термическая обработка металлов – это операции, которые могут изменять свойства металлов. Но, если объединить эти операции и сделать единый процесс термомеханической обработки, можно получить значительное повышение механических свойств металла.

В таблицу 1 сведем результаты расчета припусков для заготовки. На рисунке 3 показана схема припусков.

Таблица 1 – Припуски на размер $82,563^{+0,004}_{-0,006}$

«Переходы	Элементы, мкм			2Z min	IT	Размеры		Припуск	
	Rz ⁱ⁻¹	ε _{уст} ⁱ⁻¹	ρ ⁱ⁻¹			d ⁱ min	d ⁱ max	2Z min	2Z max
первый	360	-	944	-	16	75,696	79,296	-	-
второй	90	120	56	-	13	81,379	81,919	6,223	2,083
третий	50	60	38	2,254	10	82,123	82,263	0,884	0,204
четвертый	30	30	19	0,397	7	82,424	82,459	0,336	0,161
пятый» [16]	15	15	9	0,197	4	82,557	82,567	0,143	0,098

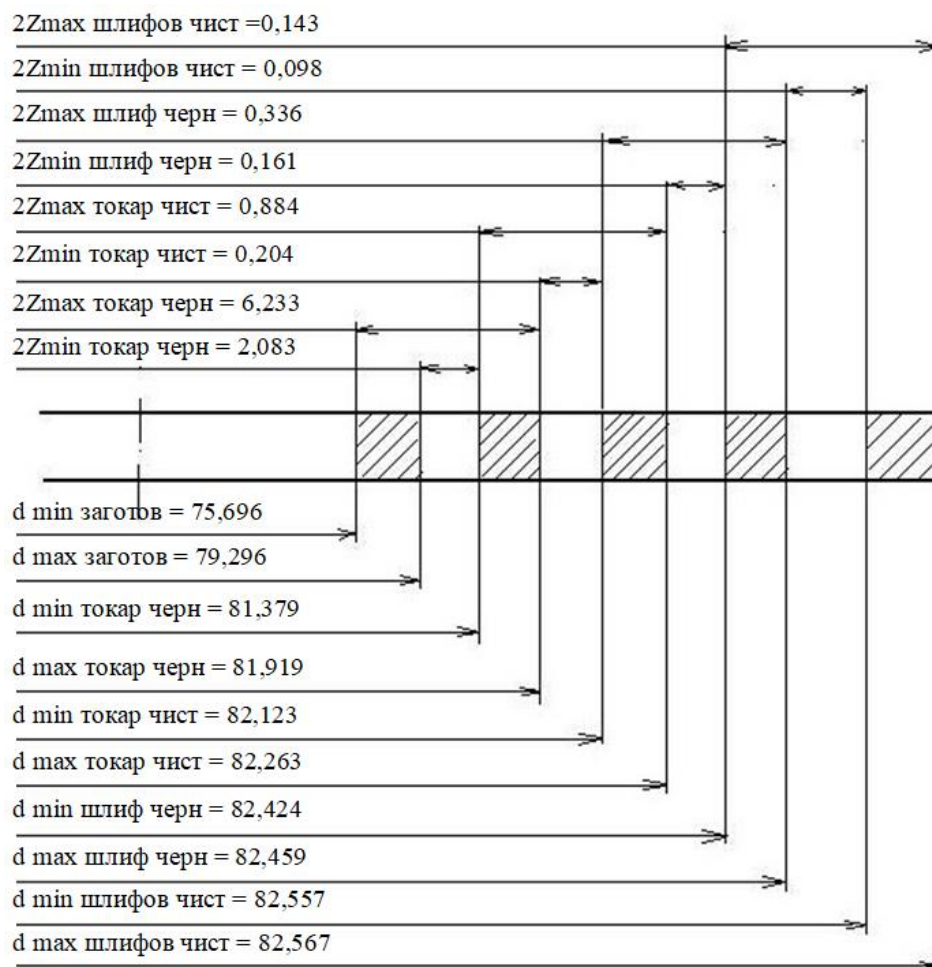


Рисунок 3 – Припуски на размер $82,563^{+0,004}_{-0,006}$

Далее показан выбор методов обработки и технические требования для каждой поверхности детали.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 1 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 2 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается

осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 3 (шероховатость R_a равная 0,63 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 4 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 5 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 6 (шероховатость R_a равная 0,63 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 7 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических

переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 8 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 9 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 10 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, девятый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 11 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 12 (шероховатость R_a равная 2,5 микрометров, девятый квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок технологических переходов: точение

начерно, точение начисто, провести термическую обработку и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 13 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 14 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, восьмой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 15 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 16 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, восьмой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 17 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических

переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 18 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 19 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 20 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 21 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: точить начерно, точить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 22 (шероховатость R_a равная 0,63 микрометров, шестой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов:

точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке плоской поверхности 23 (шероховатость R_a равная 2,5 микрометров, двенадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 24 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 25 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: расточить начерно, расточить начисто и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 26 (шероховатость R_a равная 0,63 микрометров, пятый квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующий порядок проведения технологических переходов: точение начерно, точение начисто, шлифование начерно, проведение термической обработки и шлифование начисто.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 28 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических

переходов: сверлить, зенкеровать, развертывать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 29 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, развертывать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 30 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, развертывать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 31 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 32 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, девятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, зенкеровать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 33 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить, зенкеровать, развертывать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 34 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый

квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 35 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 36 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 37 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, десятый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: сверлить и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке цилиндрической поверхности 38 (шероховатость R_a равная 12,5 микрометров, четырнадцатый квалитет IT и показатель K_T равный 1,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: фрезеровать и провести термическую обработку.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 39 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 3,4) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: центровать, провести термическую обработку и шлифовать начисто.

Для получения требуемого качества при обработке конусной поверхности 40 (шероховатость R_a равная 1,25 микрометров, седьмой квалитет IT и показатель K_T равный 2,2) в технологическом процессе предлагается осуществить следующую последовательность технологических переходов: расточить начисто, провести термическую обработку и шлифовать начисто.

Для производства детали используется универсальное оборудование, включающее в себя несколько станков. Для черновой и чистовой обработки детали нам понадобятся токарно-винторезный станок с ЧПУ 16A20Ф3 и специализированный станок марки 6906ВМФ2 с ЧПУ. Для шлифования применим шлифовальные станки 3Б153Т и 3К227В. Шлифовальные станки используются для обработки цилиндрических, а также торцевых поверхностей. Далее покажем технологический маршрут обработки детали.

Этот маршрут состоит из нескольких этапов: подготовка детали, наружная обработка, затем нарезание шлицев, внутренняя обработка отверстий и окончательная обработка. На каждом этапе внесены операции, которые соответствуют данным станкам. Технологический процесс зависит от требований к детали и ее назначения. К примеру, для изготовления деталей с более сложной конфигурацией могут использоваться дополнительные станки и операции обработки. Механическая обработка деталей является важным процессом в производстве изделий, от автомобилей до бытовой техники. Механическая обработка позволяет создавать детали с высокой точностью, что в первую очередь обеспечивает надежность и долговечность.

Технологический маршрут обработки детали включает в себя следующие операции: подготовительную, токарную, фрезерную и контрольно-измерительную. Подготовительная операция включает в себя выбор материала и заготовки, ее метод обработки, и установку на станок. «Токарная операция выполняется на токарном станке с ЧПУ, которая включает в себя обработку цилиндрической поверхности детали. Фрезерная операция обрабатывается на фрезерном станке с ЧПУ» [18] для обработки

отверстий. Контрольно-измерительная операция выполняется с помощью измерительных инструментов, чтобы проверить размеры детали заданным требованиям. Использование станков с числовым программным управлением позволяет повысить точность и скорость изготовления деталей, а также уменьшить затраты на производство деталей. Обрабатывающие центры с ЧПУ оснащены специальными программами, которые позволяют ускорить процесс обработки деталей и уменьшить возможность ошибок. А также выбор оборудования зависит от производства и от операций, что позволяет оптимизировать процесс изготовления деталей и повысить эффективность производства. Использование усовершенствованного технологического процесса и оборудования с ЧПУ позволяет повышать качество и эффективность производства деталей, что является важным фактором для любого машиностроительного предприятия.

Станок отлично уменьшает вибрации и обеспечивает надежную обработку даже при сильных нагрузках, а также обеспечивает высокую точность и высокую производительность. Одним из главных преимуществ станка является технология ВМТ. Револьверная головка при изготовлении снижает вибрации в три раза, а также уменьшает нагрев узла в несколько раз в сравнении с другими (обычными) револьверными головками.

На станке смена инструмента составляет всего 0,25 секунды. Операторы легко могут работать на станке, так как он оснащен стойкой ЧПУ FANUC, которая является наиболее распространенной. Это облегчает поиск и обучение операторов. В целом, токарный станок обладает несколькими преимуществами, которые делают его эффективным для использования в промышленности. Он обеспечивает высокую точность и производительность деталей.

В таблице 2 «показаны выбранные средства технологического оснащения: к каждой технологической операции определено необходимое оборудование, приспособление, инструмент с его характеристиками и средства контроля» [14].

Таблица 2 – Выбор СТО

«Операция	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Контроль
005 010 015 020	16А20Ф3 с ЧПУ	патрон токарный ГОСТ 2675-80.	проходной резец. пластина Т5К10 ОСТ. расточной резец. канавочный резец. центровочное сверло	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. калибр-пробка ГОСТ 14807-69. шаблон ГОСТ 2534-79.
025	3Б153Т	патрон поводковый ГОСТ 18259-72.	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	калибр-скоба ГОСТ 18355-73. шаблон ГОСТ 2534-79.
030	3К227В	патрон цанговый	шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	мерительное приспособление с индикатором ГОСТ 5584-61.
035	6906ВМФ2 с ЧПУ	СНП ГОСТ 12195-66	Концевая фреза. Центровочной сверло. Спиральные сверла. Машинный метчик. Зенкер. Развертка.	Калибр-пробка ГОСТ 18355-73. Шаблон ГОСТ 2534-79. Пробка резьбовая ГОСТ 17756-72.
060	3925	СНП ГОСТ 12195-66.	Шлифовальный круг ГОСТ 8027-86.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73.
065 070	3Б153Т	Поводковый патрон ГОСТ 18259-72.	Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007.	Шаблон ГОСТ 2534-79. Микроинтерферометр МИИ-6. Приспособление мерительное с индикатором ГОСТ 5584-61» [3].

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки и в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

2.2 Проектирование технологической операции

На 015 токарной операции «применяется оборудование – станок модели

16A20Ф3 токарно-винторезный с ЧПУ. Инструмент выбираем из таблицы 2 – проходной резец с механическим креплением ОСТ 2.И.10.1-83, пластина Т5К10. Припуск – 0,4 мм. Перемещение инструмента – 0,25 мм/об. Тогда скорость резания:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (9)$$

где выберем базовую величину C_U равную 420;

время работы одной пластины T равное 60 мин;

табличные величины степеней: m равно 0,2, x равно 0,15, y равно 0,20;

коэффициент, обеспечивающий условия обработки K_U примем равным 0,77» [16].

«Для точения:

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,77 = 215,9 \text{ м/мин.}$$

Для расточки:

$$V_P = V_T \cdot 0,9 = 194 \text{ м/мин.}$$

Частота:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (10)» [8]$$

Диаметр 135 мм «на первом переходе:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 215,9}{3,14 \cdot 135} = 509 \text{ мин}^{-1}.$$

Диаметр 82,1 мм на втором переходе:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 194}{3,14 \cdot 82,1} = 752 \text{ мин}^{-1}.$$

Диаметр 68 мм на третьем переходе:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 194}{3,14 \cdot 68} = 908 \text{ мин}^{-1}» [11].$$

«Составляющие силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (11)$$

где C_P – коэффициент обработки равный 300;

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

K_P – коэффициент коррекции.

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (12)$$

где $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$ и K_{rP} равны 1,4, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [16].

«Тогда

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 211,9^{-0,15} \cdot 1,4 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 236 \text{ Н.}$$

Мощность:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (13)$$

Тогда

$$N = \frac{236 \cdot 211,9}{1020 \cdot 60} = 0,82 \text{ кВт.}$$

У станка 16К20Ф3 мощность намного выше и равна 6 кВт, то есть использование выбранного оборудование оправдано» [16].

Нормы времени сведем в таблице 3.

Таблица 3 – Нормы времени

«Операция	T_0	T_B	$T_{ОП}$	$T_{ОБ,О.Т}$	$T_{П-3}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-К}$
005	0,517	0,362	0,879	0,053	17	0,932	236	1,004
010	0,809	0,318	1,127	0,068	20	1,195	236	1,279
015	0,750	0,481	1,231	0,074	20	1,305	236	1,390
020	1,210	0,425	1,635	0,098	23	1,733	236	1,830
025	0,278	0,388	0,666	0,076	14	0,742	236	0,801
030» [7]	0,223	0,329	0,552	0,062	10	0,614	236	0,656

Продолжение таблица 3

«Операция	T_0	T_B	T_{OP}	$T_{OB,O-T}$	$T_{П-3}$	$T_{ШТ}$	n	$T_{ШТ-К}$
035	6,456	0,684	7,14	0,428	49	7,568	236	7,775
060	0,24	0,407	0,647	0,071	7	0,718	236	0,747
065	0,310	0,573	0,883	0,152	14	1,035	236	1,094
070	0,265	0,407	0,672	0,075	7	0,747	236	0,777
075» [7]	0,451	0,490	0,941	0,112	10	1,053	236	1,095

В разделе на основе типового технологического процесса для среднесерийного производства проведено проектирование технологии изготовления детали» [11]. Основное внимание было уделено решению задач, связанных с оптимизацией процесса обработки, достижением высокой точности и устранением возможных проблем, связанных с управлением станком. Были рассмотрены различные подходы к управлению процессом обработки, в том числе использование специальных программных продуктов и алгоритмов, а также механизмов для контроля за процессом обработки. Были получены результаты, позволяющие оптимизировать процесс обработки и достигнуть высокую точность обработки заготовок с использованием данного станка с ЧПУ. «Выявлена лимитирующая технологическая операция. Для нее проведен расчет режимов резания и нормирование. Подробная информация по результатам показана» [11] в Приложении А «Технологическая документация» в таблице А.1.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Станочное приспособление

«Механические зажимные патроны включают в себя винтовые, рычажные, клиновые, комбинированные механизмы. Зависимость силы зажима от составляющей силы резания:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (14)$$

где K – запас;

P_z – составляющая силы резания;

R_0 – радиус зажимаемой поверхности;

R – радиус обрабатываемой поверхности [21];

f – параметр подвижности для кулачков с гладкой поверхностью, который равен 0,16» [7].

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

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 99 \cdot 119}{0,16 \cdot 119} = 1547 \text{ Н.}$$

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

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (15)$$

где f_1 – коэффициент трения равен 0,1 [7];

L – вылет кулачка равен 45 мм;

H – длина направляющей кулачка равна 92 мм» [14].

«Получим

$$W_1 = \frac{1547}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (45/92)} = 1994 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки, схема которой приведена на рисунке 4:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (16)$$

где l_1 и l – плечи рычага соответственно равны 22 мм и 55 мм» [16].

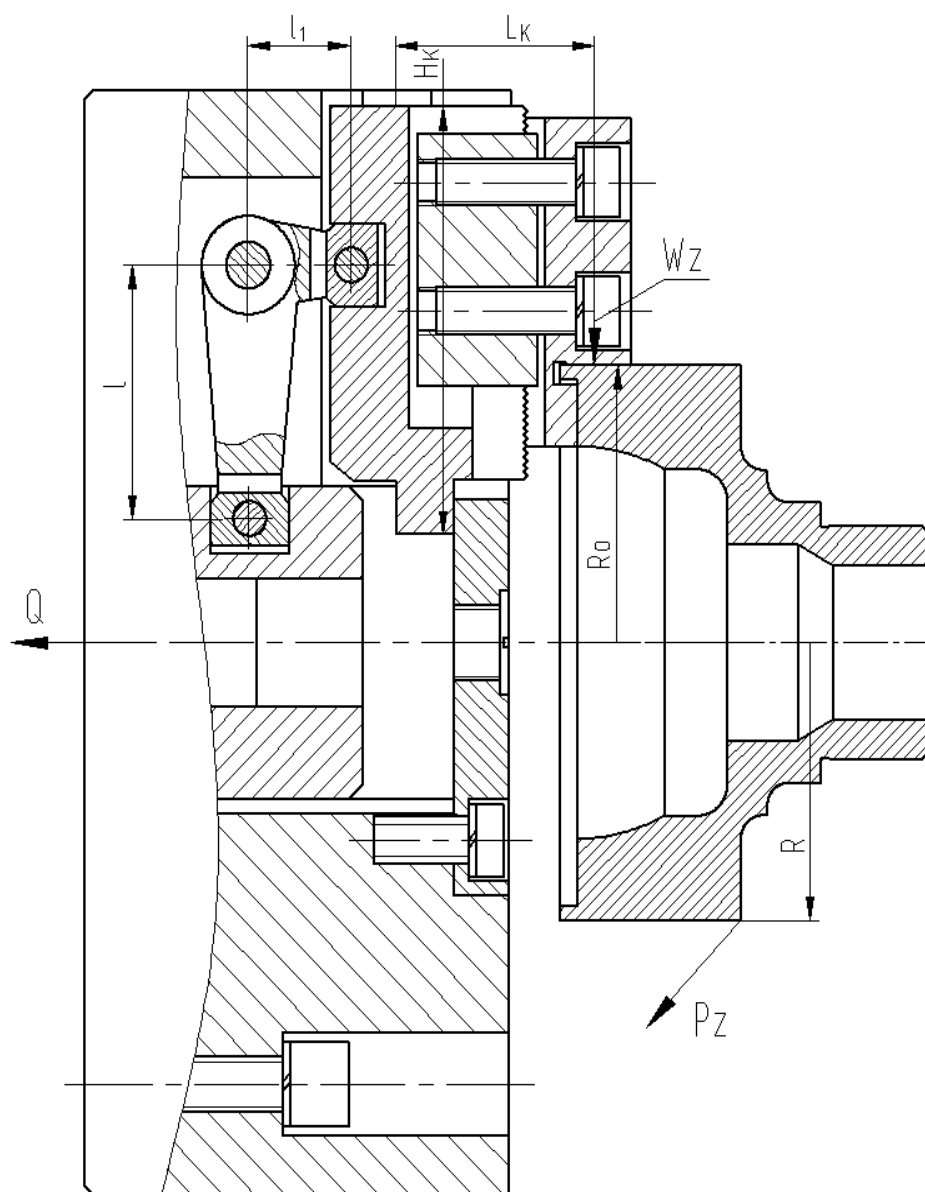


Рисунок 4 – Расчетная схема

«Получим:

$$Q = 1994 \cdot \frac{22}{55} = 798 \text{ Н.}$$

Для обеспечения усилия в 798 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод [8]. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа» [8].

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

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

где p – необходимое давление;

η – КПД привода равное 0,9.

Получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{798}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,1 \text{ мм} \text{ [21].}$$

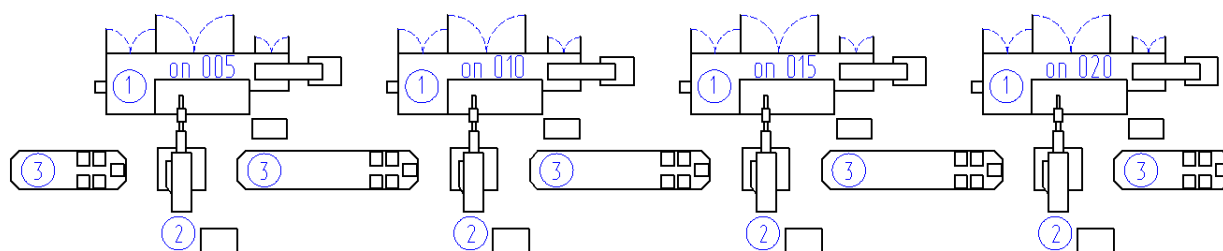
«Патрон работает следующим образом. Перед обработкой заготовки на заданный диаметр выставляются сменные кулачки 5 путем вращения регулировочных винтов 7. При достижении определенного расстояния происходит защелкивание фиксатора 9 в соответствующей сферической выемке на цилиндрической поверхности регулировочных винтов 7. После этого происходит обработка заготовки. При подаче давления в привод зажима и перемещении клинового привода 2 влево происходит смещение кулачков 4 и 5 к осевой линии и происходит закрепления заготовки. При подаче давления в противоположную полость рабочего цилиндра и перемещение клинового привода 2 происходит подъем кулачков 5 от заготовки ее раскрепление» [3].

3.2 Захватное устройство

Для «токарных операций при загрузке и выгрузке деталей принимаем робототехнический комплекс (РТК) М20П.40.01., технические характеристики которого показаны в таблице 4, а эскиз на рисунке 5» [7].

Таблица 4 – Характеристики РТК М20П.40.01

«Грузоподъемность, кг		Число степеней подвижности		Число манипуляторов		Наибольший вылет R, мм	
20		5		1		1100	
Линейные перемещения, мм				Угловые перемещения, град			
по оси Z		по оси R		по α		по β	
500		1100		-90...180		±3,5	
Скорость перемещения, м/с				Скорость угловых перемещений, град/с			
по оси Z		по оси R		по α		по β	
0,008...0,5		0,008...1,0		60		30	
				по θ		0,001...0,06	



1 – токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3; 2 – промышленный робот М20П.40.01; 3 – тактовый стол СТ-220.

Рисунок 5 – Эскиз автоматизированного технического комплекса» [7]

«Проведем разработку нового захватного устройства, которое от базового отличается малыми габаритами, надежностью и простотой конструкции» [18].

«В процессе перемещения заготовки требуются определенные силы захвата, которые будем определять по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (18)$$

где K_1 – страховочный коэффициент равен 3;

K_2 – передаточный коэффициент» [7].

В «формуле (18) $m = 0,13$ кг масса заготовки, рассчитанная ранее. g – ускорение свободного падения ($9,8 \text{ м/с}^2$). Передаточный коэффициент K_2 рассчитаем по формуле:

$$K_2 = \frac{\sin\alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (19)$$

где μ – коэффициент трения губок в месте контакта равен 0,16;

α – максимальный угол смыкания губок манипулятора 45° » [7].

«Получим:

$$K_2 = \frac{\sin 45^\circ}{2 \cdot 0,16} = 2,2.$$

Окончательно сила захвата:

$$W = 3 \cdot 2,2 \cdot 2,71 \cdot 9,8 = 190 \text{ Н.}$$

Расчетная схема захватного устройства представлена на рисунке 6.

Определим необходимое усилие привода Q из условия статического равновесия:

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (20)$$

где η – КПД реечной передачи;

M – максимальный момент сил;

m_c – модуль зубчатой передачи сектора равен 2;

r_c – число зубьев сектора равно 11» [7].

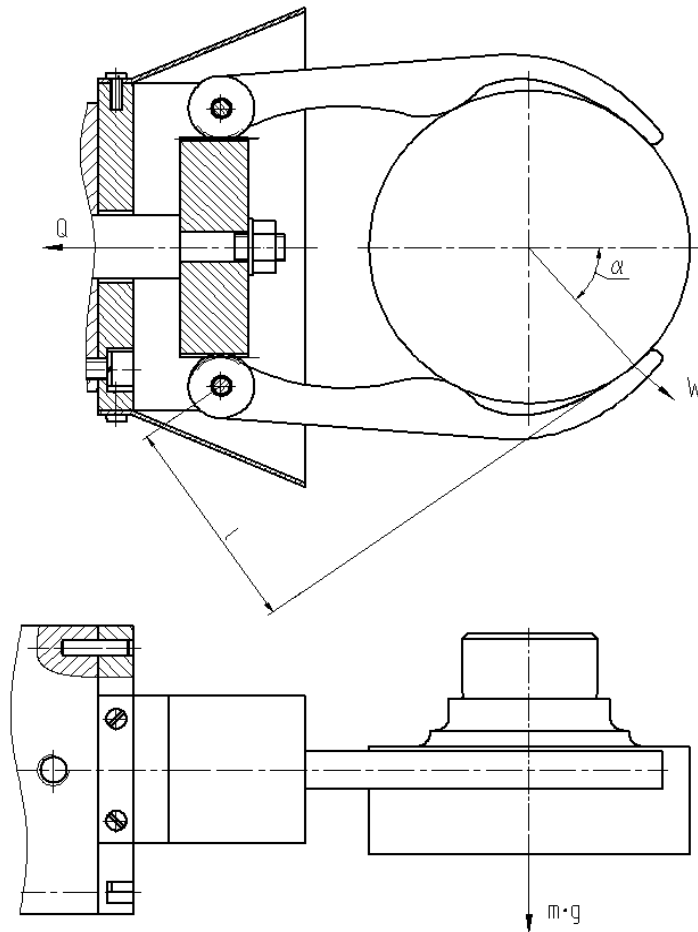


Рисунок 6 – Схема захватного устройства

«Максимальный момент:

$$M = W \cdot l, \quad (21)$$

где l – плечо (на рисунке 6) равно 82 мм» [14].

«Получим:

$$Q = \frac{2 \cdot 190 \cdot 82}{0,75 \cdot 20 \cdot 0,9} = 2308 \text{ Н.}$$

Значением рабочего давления привода будем считать 0,63 МПа. Тогда диаметр поршня пневматического цилиндра определим по формуле:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (22)$$

Получим:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2308}{0,63 \cdot 0,9}} = 74,6 \text{ мм.}$$

По ГОСТу 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 75 мм, ход губок 22 мм и ход штока цилиндра 4 мм» [14].

«Расчет режимов резания проведен с помощью эмпирических зависимостей (рассчитаны припуски на цилиндрическую поверхность) для обработки самой точной поверхности. Для рассматриваемой операции было определено оборудование. Захватное устройство используется при обработке на станке токарном с ЧПУ 16А20Ф3, который полностью обеспечивает необходимые режимы резания для получения требуемого качества» [18].

«Устройство работает следующим образом. При подаче сжатого воздуха в штоковую полость заготовка зажимается губками 2 посредством их поворота зацеплением с зубьями рейки 10. Рейка 10 двигается за штоком 12, который тянется поршнем. При подаче сжатого воздуха в поршневую полость шток с рейкой двигаются в обратном направлении, и заготовка разжимается» [11].

В разделе «проведен соответствующий расчет и необходимые мероприятия по проектированию станочного и хватного приспособления для реализации лимитирующей технологической операции с минимальными затратами времени и мощностей выбранного оборудования» [17].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Техническим объектом является технологический процесс изготовления корпуса устройства захвата.

Рассматриваемые операции: заготовительная, токарная, сверлильная, внутришлифовальная.

«Рабочие места: оператор станков с ЧПУ, шлифовщик, оператор моечной установки.

Оборудование: горизонтально-ковочная машина, токарный станок 16А20Ф3, внутришлифовальный станок 3К227В, сверлильный станок 6906ВМФ2 с ЧПУ.

Материалы: сталь 19ХГН, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества, электролит» [1].

Анализ безопасности при эксплуатации токарного станка – важная задача для обеспечения безопасности операторов и предотвращения возможных аварий. Работая на токарном станке, человек подвергает свою жизнь повышенной опасности. Таким образом, исследование данного процесса позволит улучшить технологию обработки металла на токарных станках, повысить производительность и безопасность операций, а также экономическую эффективность процесса.

Целью данного исследования является анализ безопасности эксплуатации металлообрабатывающего оборудования, в частности токарных станков. «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» [13].

«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» [5].

«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» [5].

«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» [5].

«Для снижения уровня профессиональных рисков разрабатываются инструкции по охране труда для каждой профессии, занятой на техническом объекте [12].

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» [5].

Анализ безопасности при эксплуатации токарного станка – важная задача для обеспечения безопасности операторов и предотвращения возможных аварий. Вот несколько основных аспектов, которые следует учесть при проведении такого анализа:

- проверить, насколько легко и комфортно оператор может управлять станком, убедиться, что все ручки, кнопки и лебедки легко доступны, функциональны и корректно работают;
- проверить, есть ли необходимые защитные устройства на станке, такие как прозрачные экраны, защитные кожухи и автоматическое отключение электричества в случае аварии, убедиться, что эти меры находятся в исправном состоянии;

- оценить возможные риски, связанные с работой на станке, разработать процедуры для управления этими рисками. Основные риски могут включать травмы от лезвий и стружки, возможные аварии, несоответствие электрических параметров и взрывоопасность;
- убедиться, что все операторы прошли необходимое обучение по безопасной эксплуатации станка, проводить регулярное обучение по вопросам безопасности и обеспечения выполнения правил безопасности;
- проверить, что все станки регулярно проверяются на наличие повреждений или неисправностей, проводить регулярное обслуживание и замену изношенных деталей и приспособлений;
- обучить операторов грамотному использованию инструментов и приспособлений для обеспечения безопасности работы с токарным станком;
- проводить регулярные проверки безопасности на предмет обнаружения потенциальных проблем и исправления их ранней стадии;
- убедиться, что вся эксплуатация станка соответствует всем применимым стандартам безопасности и указаниям производителя.

Все эти меры помогут снизить риски и обеспечить безопасность операторов при эксплуатации токарного станка. Однако важно помнить, что безопасность является непрерывным процессом, и ее следует регулярно пересматривать, и улучшать.

«Работая на токарном станке, человек подвергает свою жизнь повышенной опасности. Заготовки и различные элементы агрегата вращаются с большой скоростью. Электрическое напряжение составляет 380 Вольт. Стружка отлетает во все стороны. В связи с этим необходимо особое внимание к соблюдению требований безопасности на токарном станке» [5].

Исследование процесса извлечения стружки из накопителя токарного станка представляет интерес, так как этот процесс является важной частью технологии обработки металла на токарных станках. Правильное извлечение стружки из накопителя позволяет улучшить производительность и эффективность работы станка, а также обеспечить безопасность оператора и поддерживать чистоту рабочей зоны.

Объект исследования в данном случае представляет собой процесс извлечения стружки, который включает в себя следующие этапы:

- накопление стружки, так как на токарных станках стружка образуется при обработке металла осью вращения режущего инструмента. Она накапливается в специальном накопителе, который может быть различной конструкции и иметь разные характеристики;
- извлечение стружки из накопителя, так как после накопления стружки в накопителе необходимо ее извлечь для дальнейшей обработки или утилизации. Этот процесс может осуществляться различными способами, например, с помощью специального устройства, которое механически удаляет стружку из накопителя.

Исследование процесса извлечения стружки из накопителя токарного станка может включать следующие аспекты:

- различные типы токарных станков могут иметь разные накопители стружки с разными характеристиками. Важно изучить и сравнить эти конструкции и определить их эффективность, прочность и надежность;
- существует несколько способов извлечения стружки из накопителя, включая механические, пневматические и гидравлические устройства. Необходимо исследовать различные способы и определить наиболее эффективный и безопасный для применения;
- для оценки эффективности процесса извлечения стружки можно использовать различные параметры, такие как время, затрачиваемое на извлечение стружки, количество извлекаемой стружки, степень

утилизации материала и др. Важно провести анализ этих параметров и определить оптимальные значения для наилучшей производительности и экономии ресурсов;

- различные параметры процесса, такие как скорость извлечения стружки, глубина воздействия, угол наклона накопителя и др., могут иметь влияние на эффективность и результативность процесса извлечения стружки. Важно исследовать влияние этих параметров и определить оптимальные значения для наилучшего результата.

Таким образом, исследование данного процесса позволит улучшить технологию обработки металла на токарных станках, повысить производительность и безопасность операций, а также экономическую эффективность процесса.

«Негативное экологическое воздействие, влияющие на атмосферу на операции 020 токарной – это испарение технических жидкостей, металлическая пылевая и водно-аэрозольная взвесь.

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 окалины на поверхность полов» [5].

«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» [5].

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 7.

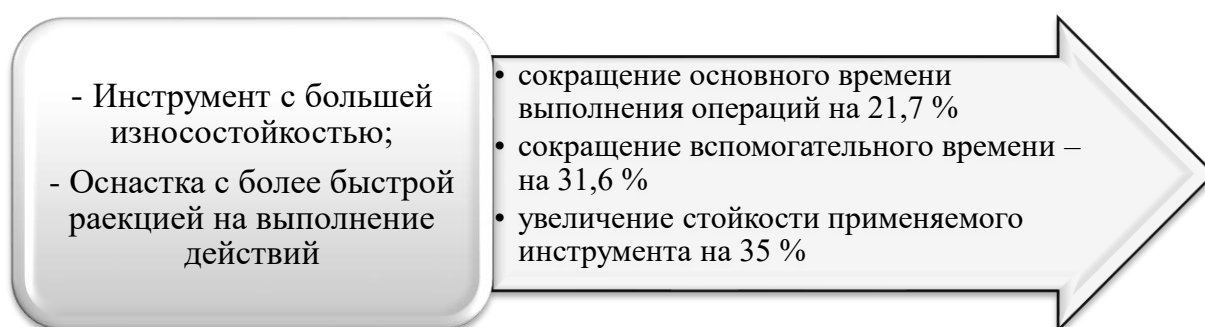


Рисунок 7 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 7, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 8 расчеты и методики для их проведения [6] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления корпуса двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 9.

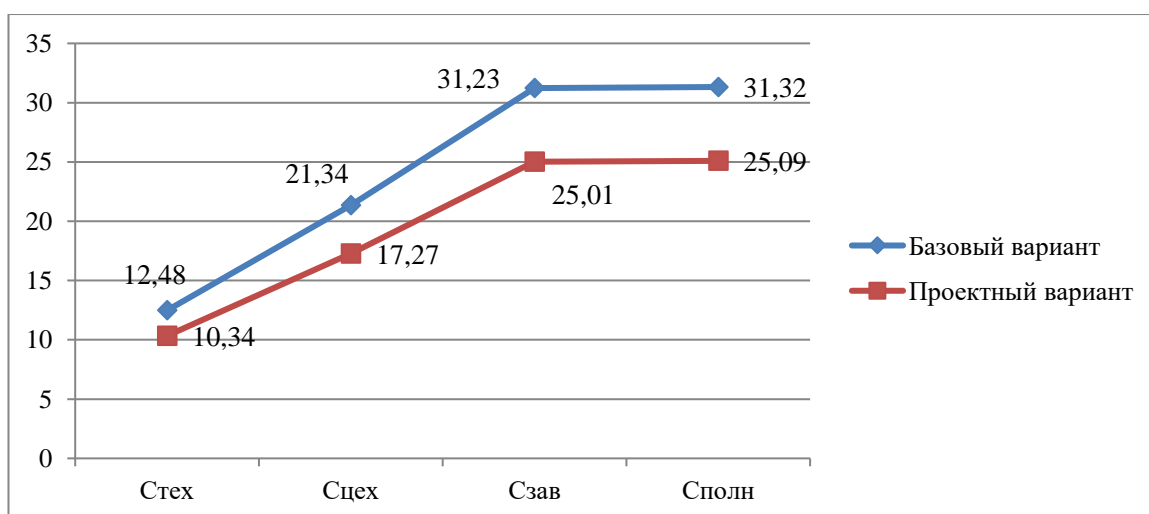


Рисунок 9 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 9 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство корпуса после предложенных совершенствований на 19,9 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 10 видно, что совершенствование технологического процесса не предполагает затраты в основное оборудование ($K_{ОБ}$), так как оно не меняется. Основные затраты приходятся на сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$), которые учитывают такие затраты как:

- затраты на проектирование – $Z_{ПР}$ равны 44274,9 рублей;
- затраты на оснастку – $K_{ПР}$ равны 2614,78 рублей;
- затраты на инструмент – $K_{И}$ равны 3938,78 рублей;
- оборотные средства в производстве – $НЗП$ равны 42,88 рублей.

Поэтому в предложенном варианте общие капитальные вложения или

капитальные вложения в технологию ($K_{ВВ.ПР}$) совпадают с величиной сопутствующих капитальных вложений.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности предлагаемой технологии представлены на рисунке 11.



Рисунок 11 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

В разделе в итоге экономического анализа, как видно из рисунка 11, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 10457,84 рублей.

Заключение

В выпускной квалификационной работе была разработана новая технология изготовления устройства захвата. В работе определено служебное назначение рассматриваемой детали. Доказана количественно и качественно технологичность детали. Показана реальная возможность изготовления детали. Определен материал. Спроектированы операции. На основе табличных данных определены режимы резания с учетом материала и характеристик режущего инструмента. Спроектированы необходимые при механической обработке заготовки приспособления. В работе использованы методики определения типа производства и его стратегии; использована методика для проектирования заготовки; методика проектирования техпроцесса; методика проектирования операции и определения необходимой оснастки. Использована методика проектирования оснастки и режущего инструмента. Все поставленные задачи выполнены в предлагаемой последовательности. Качество проработки данных задач определило в итоге качество проектирования техпроцесса в целом, что и способствовало достижению поставленной цели. Использована также методика для решения основных задач обеспечения безопасности техпроцесса. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Предложены мероприятия по защите, охране труда и окружающей среды. Решена задача по определению показателей экономической эффективности по самой современной методике. Полученная экономическая эффективность применения вводимых изменений в технологический процесс доказала правомерное использование самых современных средств инженерных расчетов.

Список используемых источников

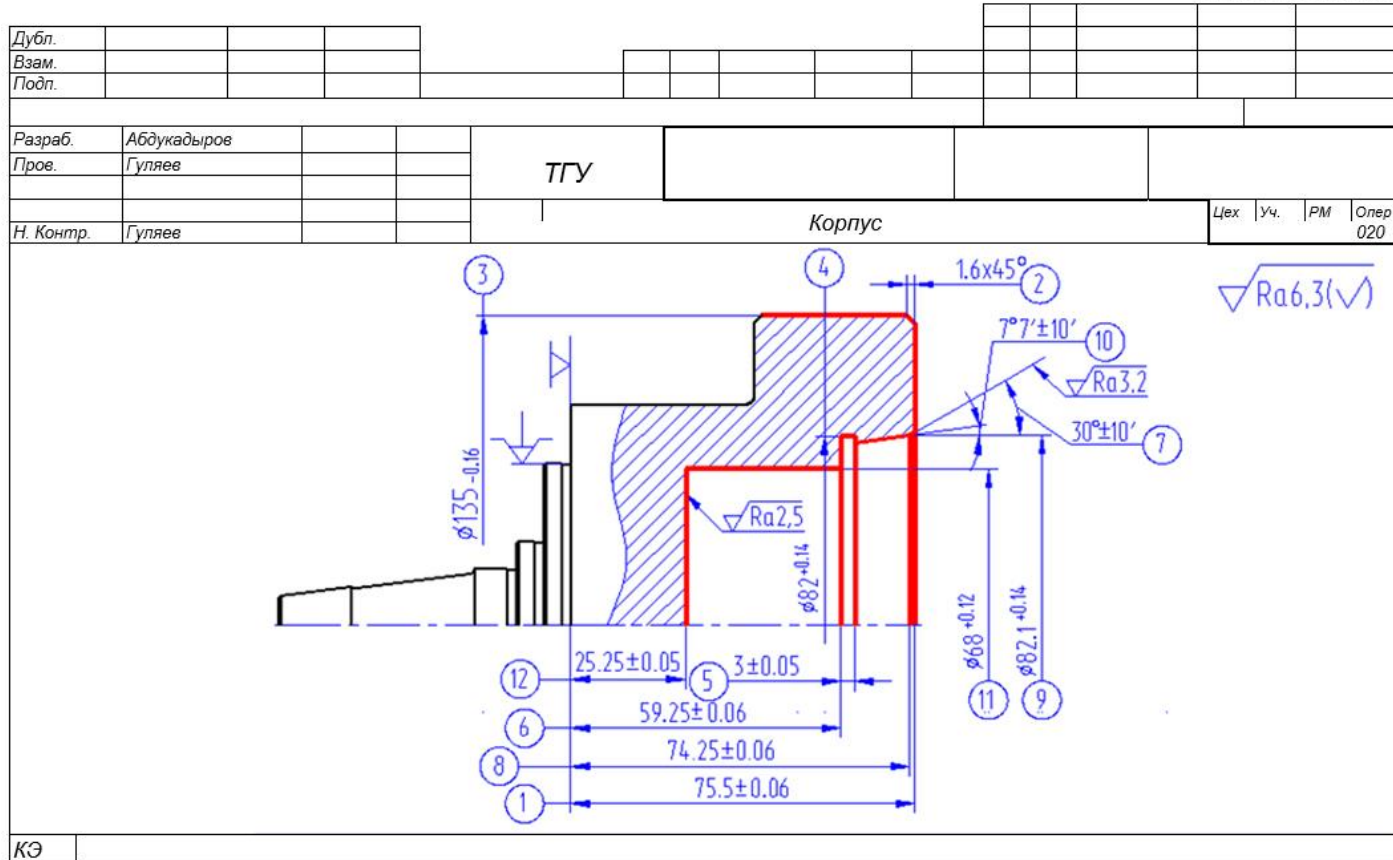
1. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. – М. : Машиностроение, 2005. 736 с.
2. Байкалова В.Н. Основы технического нормирования труда в машиностроении: учебное пособие / В.Н. Байкалова, И.Л. Приходько, А.М. Колокатов. – М. : ФГОУ ВПО МГАУ, 2005. 105 с.
3. Безъязычный В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник. – М. : Инновационное машиностроение, 2016. 568 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. – М. : Альянс, 2015. 256 с.
5. 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.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ / Н.В. Зубкова. – Тольятти : ТГУ, 2015. 46 с.
7. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
9. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.
10. Клепиков В.В. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ, ИНФРА-М, 2004. 860 с.
11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.

12. Косов Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: учебное пособие / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. – М. : Машиностроение, 2005. 304 с.
13. Приходько И.Л. Проектирование заготовок: учебное пособие / И.Л. Приходько, В.Н. Байкалова. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2016. 171 с.
14. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2016. 330 с.
15. 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.
16. Суслов А.Г. Технология машиностроения: учебник. – М. : КНОРУС, 2013. 336 с.
17. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб. : Издательство «Лань», 2016. 352 с.
18. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения: учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. – Минск : Вышэйшая школа, 2009. 110 с.
19. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering: Determination of Component and System Reliability / B. Bertsche, A. Schanz, K. Pickard. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. 502 p.
20. Nee A. Y. C. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee. – London : Springer Reference, 2015. 3491 p.
21. Rösler J. Mechanical Behaviour of Engineering Materials: Metals, Ceramics, Polymers, and Composites / J. Rösler, H. Harders, M. Bäker. – Berlin Heidelberg New York : Springer, 2007. 540 p.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 7



КЭ

