

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 опоры поворотного механизма

Обучающийся

И.Н. Волков

(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. Сярдова

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

М.А. Кривова

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

## Аннотация

В представленной работе рассматриваются вопросы разработки технологического процесса изготовления технического объекта и представляется технология изготовления детали корпуса. Работа проводилась в рамках учебного процесса в Тольяттинском государственном университете. Для проведения анализа технического объекта были заданы исходные данные, которые показаны в первом и втором разделах работы. В работе определена цель и задачи для ее достижения. В качестве решаемых задач в работе представлено проведение исследование базового технологического процесса изготовления заготовки для детали корпуса; проведение анализа преимуществ и недостатков применяемого на производстве технологического процесса; выбор оборудования и средств технологического оснащения в виде станочного и инструментального приспособлений; проведена подготовка технической и технологической документации в виде чертежей, технологических маршрутных карт, технологических операционных карт и спецификаций на составляющие элементы разработанных приспособлений; использована аддитивная технология для изготовления детали; рассмотрена возможность применения лазерной наплавки для восстановления изношенных в процессе выполнения служебного назначения поверхностей детали; применена термическая обработка для повышения прочности и износостойкости детали; проведен анализ известных методов, способов и подходов для решения поставленных задач; показана разработка мероприятий для повышения уровня безопасности и экологичности всего процесса в целом; проведены соответствующие экономические расчеты для доказательства эффективности предлагаемых технических и технологических изменений процесса изготовления детали. В работе предложено пять разделов, связанных между собой необходимой логикой, которые в целом представляют единую технологию изготовления технического объекта.

## Содержание

Введение.....	4
1 Проведение анализа технического объекта.....	6
1.1 Предпосылки для разработки технологического процесса .....	6
1.2 Постановка цели и задач работы .....	10
2 Моделирование технологии изготовления технического объекта .....	11
2.1 Разработка конструкторско-технологических мероприятий.....	11
2.2 Расчет технологической операции .....	36
3 Разработка средств технического оснащения .....	39
3.1 Станочное средство технического оснащения.....	39
3.2 Инструментальное средство технического оснащения.....	42
4 Безопасность технического объекта и его экологичность.....	48
5 Экономическая эффективность работы .....	52
Заключение .....	56
Список используемых источников.....	57
Приложение А. Технологическая документация.....	59

## Введение

В производственных процессах широко используются унифицированные режущие устройства для повышения скорости выполнения обрабатываемых операций и сокращения их экономических издержек. Параметры резания задаются на оптимальном уровне. Механическая обработка материалов осуществляется с применением смазочно-охлаждающих технических жидкостей, что позволяет достигать высоких скоростей резания, продлевая эффективный срок службы режущего инструмента и гарантируя заданную точность обработки [17].

В изучаемом процессе производства применяются уникальные вспомогательные устройства. Срок службы инструмента сравнительно невелик, и его установка и интеграция выполняются легко. Вспомогательные системы настроены для соответствия специфике данной производственной линии.

В индустриальном производстве критично важна тщательная селекция режущего инструмента и оснастки, так как их адекватный выбор напрямую влияет на сокращение временных затрат, необходимых для обработки материалов [3].

На основании информации, отраженной в справочных источниках, в производственном цикле используются универсальные машины и аппараты. Это явление характерно как для серийного, так и для единичного изготовления.

В сфере производства активно используются композитные материалы на основе твердых сплавов и интегрированные инструментальные системы. Такая методика предполагает изначально высокие капитальные вложения в приобретение оборудования, однако, в последующем это позволяет сократить расходы благодаря уменьшению необходимости в регулярной заточке инструментария, а также за счет повышения его сопротивляемости износу, что в свою очередь увеличивает время службы измерительной техники [6].

Изучение характеристик параметров резания осуществляется для определения закономерностей в их изменениях. Параметры процесса резания, указываются в процедурных документах.

На основании этой информации можно сделать вывод, что улучшение точности обработки материала сокращает размеры припусков на обработку, что приводит к уменьшению нагрузки при резании. Такое снижение нагрузки минимизирует деформации детали, что значительно увеличивает точность ее изготовления [8].

Метод подачи оказывает влияние на шероховатость поверхностного слоя изделия, следовательно, для обеспечения высокой степени точности обработанной поверхности крайне важно минимизировать величину подачи.

Анализ данных показывает прямую зависимость между повышением точности обработки и увеличением скорости резания [5]. Достижение оптимального уровня скорости резки приводит к стабилизации процесса, элиминируя риск формирования лишних материальных выступов на границах обработанной области, и способствует удержанию необходимого уровня тепловой энергии [4]. Это обеспечивает улучшение качества обрабатываемой поверхности за счет однородного распределения тепла и минимизации риска деформации или иных повреждений материала.

В индустриальном секторе на сегодняшний день широко применяются компьютерные системы для осуществления многих задач. В ходе создания производственных конвейеров компьютерная техника задействуется для автоматизации многофункциональных расчётов, охватывающих:

- определение характеристик сечения и нормативов на время проведения;
- расчет операционных размеров;
- расчет приспособлений.

Применение вычислительной технологии способствует автоматизации создания документов, в том числе инженерных проектов и производственных процессов.

## **1 Проведение анализа технического объекта**

### **1.1 Предпосылки для разработки технологического процесса**

«Основным элементом опоры поворотного механизма является корпус, так как он служит платформой, где располагаются все составляющие сопрягаемые элементы узла механизма. Фрагмент узла опоры поворотного механизма представлен на рисунке 1. Анализ конструктивных характеристик корпуса проведем исходя из требований к нагрузке, условиям эксплуатации и предполагаемому режиму эксплуатации поворотного механизма» [1].

«По поверхности 8 в узле опоры шпинделя устанавливается корпус. Сопрягаемый фланец упирается в торец 6. Вал установлен с помощью подшипников в центральном отверстии 1. По отверстиям 78 сам корпус крепится к опоре шпинделя. Для смазки устанавливается штуцер по отверстию 13. Сливной патрубок установлен по отверстию 26. Силовые кабели проводятся через отверстие 90. По резьбе 59 винтами закреплен счетчик оборотов в пазе 57. Прижимные планки для трубок закрепляются по резьбе 46 и 49 винтами к корпусу с торца. Для слива масла закреплен штуцер по резьбе 80 винтами к корпусу с нижнего торца. Статор крепится винтами по отверстиям 73. Уплотнительная крышка крепится винтами по отверстиям 82. Прижимные планки крепятся винтами по отверстиям 74. Шпильки устанавливаются по отверстиям 61 и 62. Еще одна крышка под уплотнение крепится винтами по отверстиям 85» [11].

«Корпус в соответствие со своим служебным назначением имеет высокие требования материалу и точности обработки» [18]. «Выбираем в качестве материала для заготовки сталь 40ХГНМ по ГОСТ 1414-75» [11]. «Этот материал обладает всеми необходимыми для выполнения деталию своего служебного назначения параметрами» [13]. «С точки зрения удешевления продукта целесообразнее использование стали 40Х, так как она имеет высокие прочностные показатели при низкой стоимости, легко

обрабатывается резанием. В таблице 1 показаны справочные данные по химическому составу и физико-механическим свойствам выбранного материала» [1].

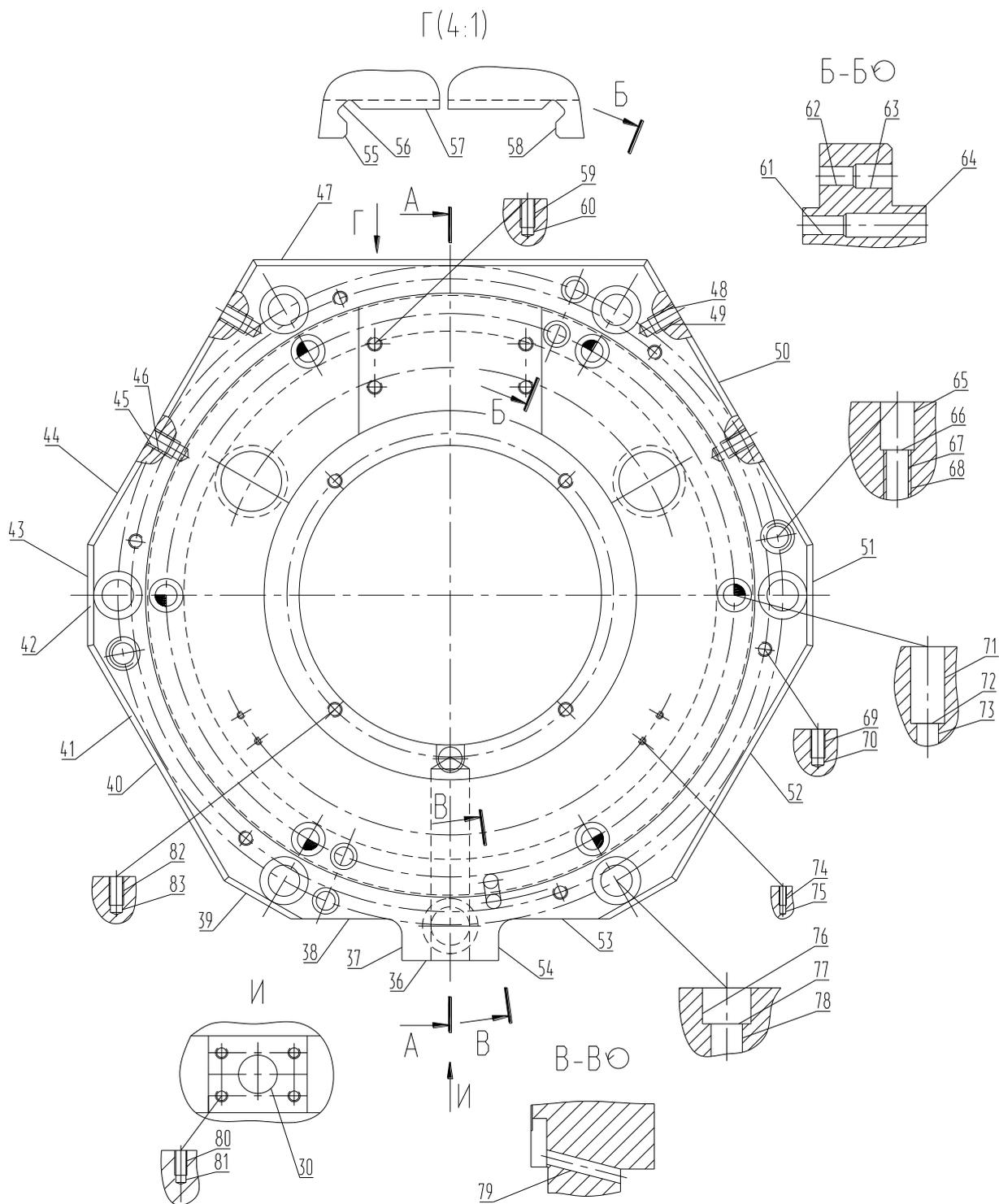


Рисунок 1 – Часть механизма

Параметры корпуса поворотного механизма можно разделить на несколько ключевых аспектов. Корпус обеспечивает жесткость конструкции, что является критически важным для стабильной работы поворотного механизма. Без жесткого корпуса поворотный механизм может деформироваться под нагрузкой, что приведет к увеличению износа и сокращению срока службы. Также корпус защищает внутренние компоненты поворотного механизма от пыли, влаги и других загрязнений, которые могут негативно повлиять на работу механизма. Для этого корпус служит объемом для хранения масла, который необходим для снижения трения и нагрева во время работы поворотного механизма. Геометрическая форма корпуса и наличие специальных каналов для циркуляции масла способствует лучшему его распределению. Как показал анализ технических условий эксплуатации поворотного механизма важным аспектом его работы является тепловой баланс. Конструкция корпуса должна обеспечивать естественную конвекцию и активное охлаждение, если это требуется условиями работы. Изготовленный корпус без учета данных параметров может привести к перегреву поворотного механизма и ускоренному износу деталей, возникновению заклиниваний в процессе эксплуатации. Материал корпуса сталь 40Х является нержавеющей сталью, относящимся к хромоникелевым сталям. Хром в составе стали образует защитную плёнку, устойчивую к воздействию агрессивных сред. Относится к легко поддающимся механической обработке. Обладает достаточной прочностью для применения в различных конструкциях.

Таблица 1 – Состав и свойства материала заготовки

«Химический состав, %»								
Элемент	C	S	P	Cr	Mn	Ni	Mo	Si
Содержание	0.40	0.035	0.035	0,6-0,9	0,5-0,8	0,7-1,1	0,20	0.17-0.37
Физико-механические свойства								
Параметр	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>		НВ	
Значение	835	980	12	40	88		180» [4]	

«Далее необходимо провести классификацию поверхностей детали (рисунок 2). Данные классификации сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Классификация поверхностей

Вид поверхностей	Номера (на рисунке 3)
Исполнительные (ИП)	1
Основные конструкторские базы (ОКБ)	8, 10
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	3, 6, 13, 19, 23, 28, 27, 26, 85, 90, 58, 57, 44, 50, 46, 48, 52, 61, 66, 67, 72, 73, 69, 74, 77, 78, 80, 30, 82, 59, 30
Свободные (СП)	Все остальные» [20]

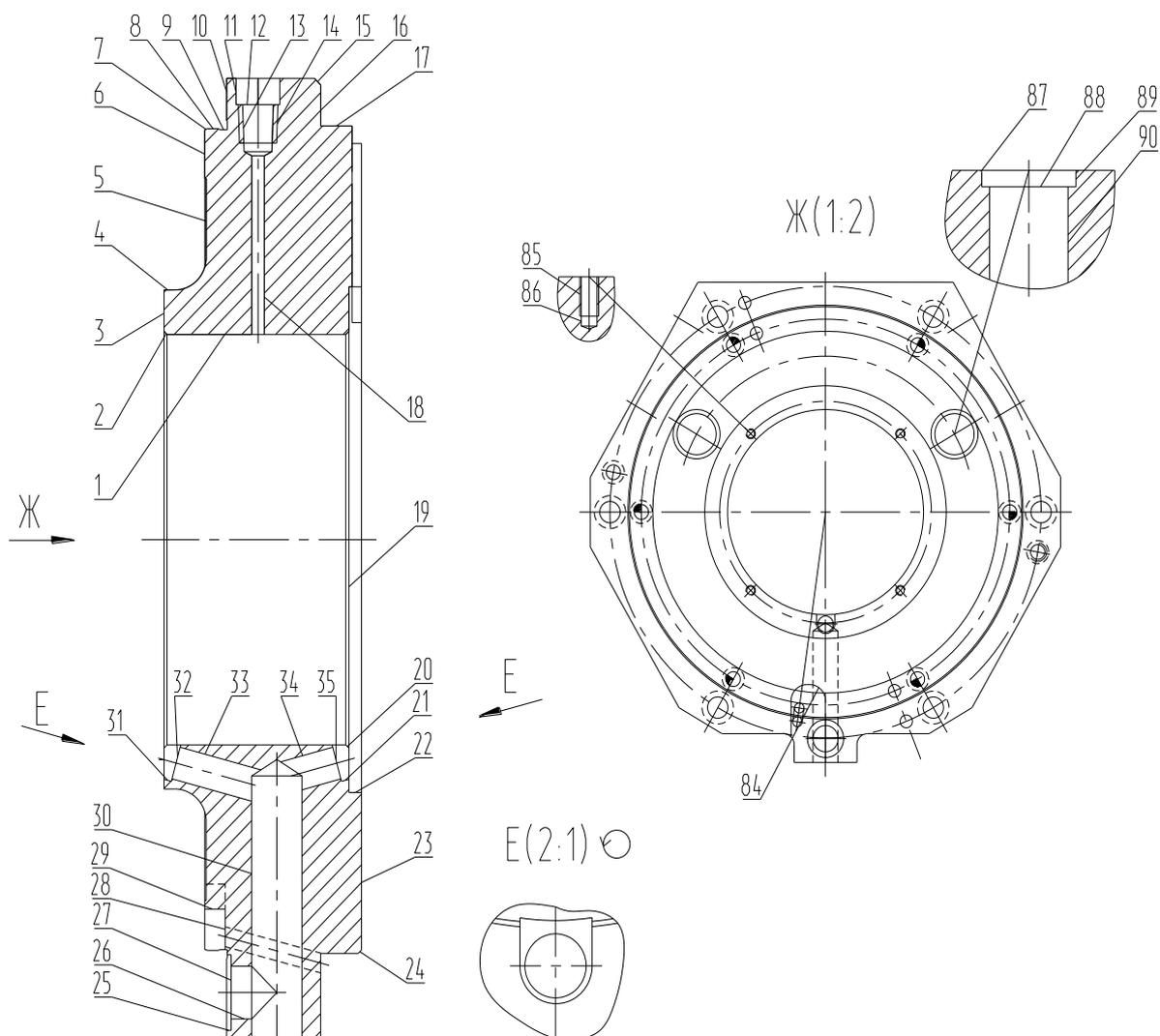


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

«Корпус с точки зрения общей конфигурации также можно считать технологичным. После качественного анализа технологичности корпуса предлагается получать заготовку методом горячей объемной штамповки» [2].

## **1.2 Постановка цели и задач работы**

В работе необходимо рассмотреть вопросы разработки технологического процесса изготовления технического объекта и представить технологию изготовления детали корпуса. Для проведения анализа технического объекта задать исходные данные, которые будут показаны во втором разделе работы. В работе определить цель и задачи для ее достижения. В качестве решаемых задач в работе провести исследование базового технологического процесса изготовления заготовки для детали корпуса; провести анализ преимуществ и недостатков применяемого на производстве технологического процесса; выбрать оборудование и средства технологического оснащения в виде станочного и инструментального приспособлений; провести подготовку технической и технологической документации в виде чертежей, технологических маршрутных карт, технологических операционных карт и спецификаций на составляющие элементы разработанных приспособлений; использовать аддитивную технологию для изготовления детали; рассмотреть возможность применения лазерной наплавки для восстановления изношенных в процессе выполнения служебного назначения поверхностей детали; применить термическую обработку для повышения прочности и износостойкости детали; провести анализ известных методов, способов и подходов для решения поставленных задач; показать разработку мероприятий для повышения уровня безопасности и экологичности всего процесса в целом; провести соответствующие экономические расчеты для доказательства эффективности предлагаемых технических и технологических изменений процесса изготовления детали.

## 2 Моделирование технологии изготовления технического объекта

### 2.1 Разработка конструкторско-технологических мероприятий

«Исходя из физико-механических свойств выбранного материала для детали сталь 40ХГНМ, а также пространственно-геометрическую форму корпуса поворотного механизма, массы детали 21 килограмм и программы выпуска 20000 деталей в год» [15], для начала работы по изготовлению заготовки для детали необходимо выбрать метод её изготовления, таким образом, чтобы заготовка отвечала стандартам качества, при этом стоимость материала и метода изготовления, без потерь уровня прочности и долговечности, была минимальной. Наиболее подходящими являются прокат горячекатаный либо штамповка. Техничко-экономические подсчёты горячекатанного проката в целом выгоднее в плане использования материала, но горячая объёмная штамповка на горизонтально-ковочных машинах является более экономичным методом изготовления данной заготовки, даже с учётом большего расхода выбранного материала. Заготовками для горячей объёмной штамповки металла служат бруски, имеющие различное сечение: квадратное, прямоугольное, круглое или периодическое. Эскиз полученной заготовки показан на рисунке 3.

«Массу заготовки при штамповке  $M_{Ш}$  определять будем, рассчитывая объем. Объем заготовки из штамповки определим по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{ЭЛ}^2 \cdot l_{ЭЛ} \text{ мм}^3 \quad (1)$$

где  $d_{ЭЛ}$  – диаметр элемента;

$l_{ЭЛ}$  – длина элемента (рисунок 3)» [4].

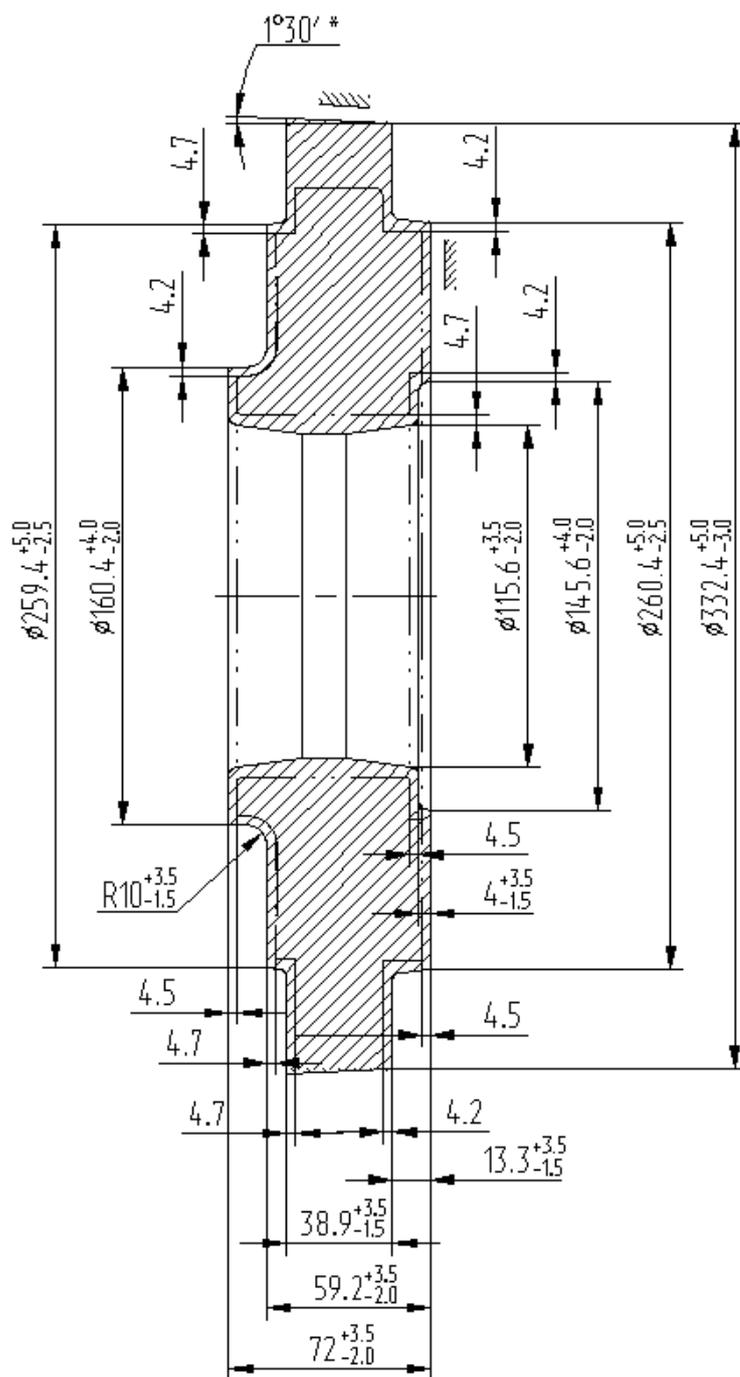


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (160,4^2 \cdot 12,8 + 259,4^2 \cdot 7 + 332,4^2 \cdot 38,9 + 260,4^2 \cdot 13,3 - 115,6^2 \cdot 68 - 145,6^2 \cdot 4) = 3930285 \text{ мм}^3.$$

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_3 = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $M_3$  – масса заготовки, кг;

$V$  – объем, мм<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>» [20].

Тогда получим:

$$M_3 = 3930285 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 30,8 \text{ кг.}$$

«Коэффициент использования материала на литую заготовки определим по формуле:

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_3} \quad (3)» [20]$$

Получим:

$$K_{ИМ} = \frac{21}{30,8} = 0,68.$$

Приведем последовательность обработки поверхностей детали.

Цилиндрическая поверхность 1 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 025 торце-внутришлифовальной технологической черновой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 105 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,8 микрометра с шестым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 140 внутришлифовальной технологической тонкой

операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,2 микрометра с четвертым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 2 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 3 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 030 плоскошлифовальной технологической операции с использованием поверхности 23 в качестве конструкторской базы – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя.

Сложная поверхность 4 обрабатывается на «005 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23» [4] в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 5 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель

шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 6 обрабатывается на «005 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23» [4] в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 040 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 120 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,8 микрометра с шестым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 150 торце-внутришлифовальной технологической тонкой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,4 микрометра с третьим качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 7 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 8 обрабатывается на «005 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 43 и 23

в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23» [4] в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 035 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 115 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,8 микрометра с шестым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 145 торце-внутришлифовальной технологической тонкой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,4 микрометра с третьим качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 9 обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 10 обрабатывается на «005 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 43 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 015 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей» [4] 43 и

23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 035 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 115 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,8 микрометра с шестым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 145 торце-внутришлифовальной технологической тонкой операции с использованием поверхностей 1 и 23 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 0,4 микрометра с третьим качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 11 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 12 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 13 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 14 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 15 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 16 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 3,2 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 17 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 3,2 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 18 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве

конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 19 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 105 торце-внутришлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 3,2 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 20 обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 21 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 22 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством

точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 23 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 025 торце-внутришлифовальной технологической черновой операции с использованием поверхностей 8 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 24 обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 25 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 26 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве

конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 27 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 2,5 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 28 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 29 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 30 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 31 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 32 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве

конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 33 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 34 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 35 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

«Плоская поверхность 36 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3» [4] микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Сложная поверхность 37 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 38 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве

конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 39 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 40 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 41 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 42 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 43 обрабатывается на «010 токарной технологической черновой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 12,5 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 020 токарной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз» [4] – при этом необходимо выдержать

показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с одиннадцатым качеством точности IT поверхностного слоя; «обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3» [4] микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 44 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 45 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 46 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 47 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 48 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель

шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 49 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 50 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 51 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 52 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 53 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Сложная поверхность 54 обрабатывается на 055 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель

шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 55 обрабатывается на 060 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 56 обрабатывается на 060 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 57 обрабатывается на 060 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 110 плоскошлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с восьмым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 58 обрабатывается на 060 фрезерной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя; обрабатывается на 110 плоскошлифовальной технологической чистовой операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 1,6 микрометра с шестым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 59 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 60 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 61 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 62 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 63 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 64 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 65 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 66 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 67 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 68 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 69 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 70 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 71 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 72 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 73 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 74 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 75 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 76 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 77 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 78 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 79 обрабатывается на 070 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

«Цилиндрическая поверхность 80 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3» [4] микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 81 обрабатывается на 065 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 82 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 83 обрабатывается на 075 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

«Сложная поверхность 84 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3» [4] микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 85 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с десятым качеством точности IT поверхностного слоя.

Конусная поверхность 86 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Плоская поверхность 87 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

«Плоская поверхность 88 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3» [4] микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 89 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Цилиндрическая поверхность 90 обрабатывается на 080 сверлильной технологической операции с использованием поверхностей 1 и 3 в качестве конструкторских баз – при этом необходимо выдержать показатель шероховатости поверхности Ra 6,3 микрометра с тринадцатым качеством точности IT поверхностного слоя.

Для осуществления этой последовательности обработки предлагается выбор средств технологического оснащения, который показан в таблице 3.

Предлагается заменить действующие станки в базовом технологическом процессе на расточных операциях на более современный и новый станок марки ROMI G50 с числовым программным управлением (рисунок 4).

При применении данного предложенного станка, уменьшится трудоемкость процесса изготовления детали «Корпус», исключится необходимость использования для данного процесса нескольких станков (как это происходит на сегодняшний день), при этом уменьшится себестоимость изделия.

Использование станка в технологическом процессе изготовления детали позволит достигнуть следующие преимущества:

- данный станок в своей работе гарантирует надежный захват изделия при обработке с сохранением ее жесткости в процессе обработки;
- вне зависимости от уровня квалификации оператора гарантировать высочайшее качество обрабатываемой детали;
- освободить дополнительное место в цеху, так как три станка заменятся одним новым;

- при использовании данного рода станка повысится производительность труда, так как упростятся действия при автоматизации процессов обработки.



Рисунок 4 – Токарный станок с числовым программным управлением марки ROMY G50

Таблица 3 – Выбор СТО

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент
«005, 010	с ЧПУ ROMY G50	патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, T5K10 $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, T5K10 $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140
015, 020			резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина T15K6, $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина T15K6, $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ , $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140» [4]

Продолжение таблицы 3

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент
030	с ЧПУ 3E711BФ3-1	стол магнитный	круг шлифовальный 1 450x80x203 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
035, 040	п/а 3M227BФ2S	Патрон цанговый	
055, 060	с ЧПУ EXTRON LH-75R	приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом	фреза торцовая насадная Ø160 z=16 ГОСТ 9473-80, со вставными ножами T5K10. фреза торцовая насадная Ø100 z=12 ГОСТ 9304-69, P6M5K5 фреза одноугловая 45° Ø 63 Z=22, ТУ2-035-526-76, P6M5K5
065	с ЧПУ 500VS		сверло Ø 16 ГОСТ 10902-77 P6M5K5. Свела спиральные комбинированные Ø 7; Ø 4; Ø 14 P6M5K5. метчик машинный М8 ГОСТ 3266-81, P6M5K5 метчик конический К1/8'' ГОСТ 3266-81, P6M5K5
070, 075, 080	с ЧПУ 500VS		сверла спиральные комбинированные P6M5K5. Ø11/Ø14; Ø13/Ø20; Ø9/Ø14; Ø7,8/Ø10; Ø10/Ø12; Ø6 сверла спиральные комбинированные Ø5; Ø2,5; Ø14 P6M5K5. метчик машинный М3, М6, М12 ГОСТ 3266-81, P6M5K5
105	п/а 3M227BФ2S	патрон мембранный	круг шлифовальный 5 80x15x18 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
110	с ЧПУ 3E711BФ3-1	приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом	
115	п/а 3Т153F1	патрон цанговый	
120	п/а 3M227BФ2S		
140		патрон мембранный	
145	п/а 3Т153F1	патрон цанговый	
150	п/а 3M227BФ2S		

«Проведем табличный расчет припусков на самую точную цилиндрическую поверхность  $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$  – шейка. Для получения данной

поверхности необходимо черновое растачивание, чистовое растачивание и шлифование» [10]. Используемое оборудование – токарный станок с ЧПУ ROMI G50 со специальным приспособлением. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Припуски на  $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$  (в миллиметрах)

«Переход	Элементы припуска				2Z min	Td/IT	Размеры		Припуски	
	Rz <sup>i-1</sup>	h <sup>i-1</sup>	Δ <sup>i-1</sup>	ε <sub>уст</sub> <sup>i-1</sup>			D <sup>i</sup> max	D <sup>i</sup> min	2Z max	2Z min
штамповать	320	300	2140	-	-	7500/16	256,764	264,264	-	-
точить	50	50	128	580	5674	720/13	251,090	251,810	13,174	4,954
точить	25	25	85	120	551	290/11	250,539	250,829	1,271	0,261
шлифовать	10	20	43	40	288	72/8	250,251	250,323	0,578	0,216
шлифовать	5	15	21	20	155	29/6	250,096	250,125	0,227	0,126
шлифовать	2	10	11	10	86	10/3» [4]	250,010	250,020	0,115	0,076

На основании полученных результатов в таблице 6 можно их показать в графическом виде (рисунок 5).

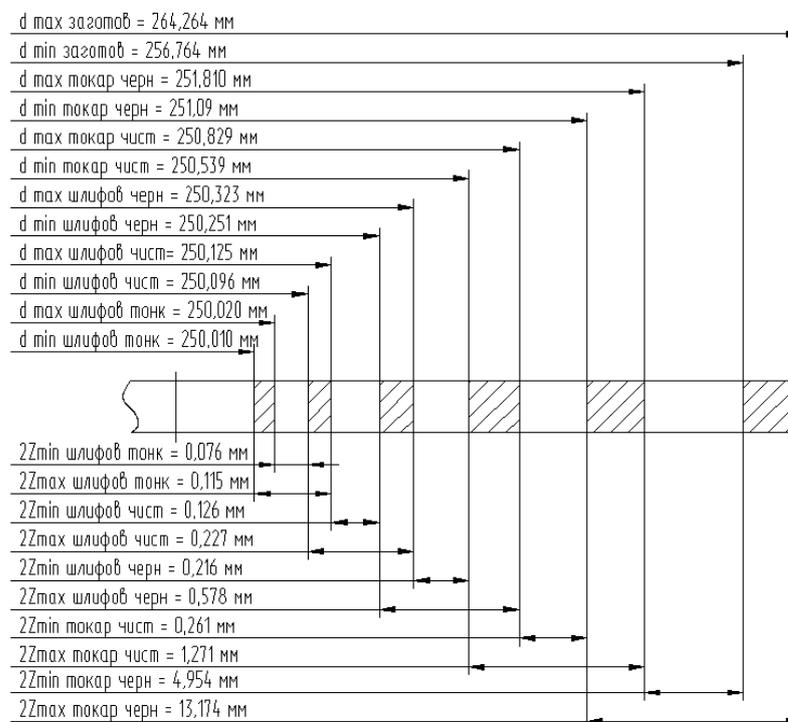


Рисунок 5 – Схема припусков, допусков и операционных размеров на  $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$

«В качестве исходных данных для дальнейшего расчета принимаем рассматриваемую деталь, материал из которого она изготавливается, способ получения заготовки и средства технического и технологического оснащения для ее изготовления» [4].

## 2.2 Расчет технологической операции

С помощью «аналитического подхода проведем расчет режимов резания на 015 операцию (токарную).

Расчетная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_U, \quad (4)$$

где  $C_U$  равен 420;

$T$  – стойкость равна 60 мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$m$  равно 0,2,  $x$  равно 0,15,  $y$  равно 0,20;

$K_U$  примем равным 0,91» [14].

«При точении:

$$V_1 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,91 = 237,2 \text{ м/мин.}$$

При растачивании:

$$V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,91 \cdot 0,9 = 213,5 \text{ м/мин} \gg [14].$$

«Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (5)$$

где  $V$  – расчетная скорость, м/мин.

На первом переходе при точении  $\varnothing 152$  получим:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 152} = 497 \text{ мин}^{-1}.$$

На втором переходе при точении  $\varnothing 250,9$  получим:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 250,9} = 301 \text{ мин}^{-1}.$$

На третьем переходе при подрезке торца  $\varnothing 325,3$  получим:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 325,3} = 232 \text{ мин}^{-1}.$$

На четвертом переходе при растачивании  $\varnothing 124,1$  получим:

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 213,5}{3,14 \cdot 124,1} = 547 \text{ мин}^{-1} \text{ [14].}$$

«Фактическая частота вращения может быть:

$$n_1 = 500 \text{ мин}^{-1}. n_2 = 315 \text{ мин}^{-1}. n_3 = 250 \text{ мин}^{-1}. n_4 = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Тогда фактическую скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (6)$$

На первом переходе при точении  $\varnothing 152$  получим:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 152 \cdot 500}{1000} = 238,6 \text{ м/мин.}$$

На втором переходе при точении  $\varnothing 250,9$  получим:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250,9 \cdot 315}{1000} = 248,1 \text{ м/мин.}$$

На третьем переходе при подрезке торца  $\varnothing 325,3$  получим:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_3}{1000} = \frac{3,14 \cdot 325,3 \cdot 250}{1000} = 255,3 \text{ м/мин.}$$

На четвертом переходе при растачивании  $\varnothing 124,1$  получим:

$$V_4 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_4}{1000} = \frac{3,14 \cdot 124,1 \cdot 500}{1000} = 194,8 \text{ м/мин} \text{ [14].}$$

«Силовую составляющую силы резания определим по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (7)$$

где  $C_p$  – равен 300;

$x, y, n$  – равны 1,0, 0,75, - 0,15;

$K_p$  – коррекция» [12].

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (8)$$

«где  $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$  и  $K_{rP}$  равны 1,22, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [16].

Получим

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,65^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 255,3^{-0,15} \cdot 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 326 \text{ Н.}$$

Тогда мощность будет:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{326 \cdot 255,3}{1020 \cdot 60} = 1,35 \text{ кВт.}$$

«Станок ROMI G50 имеет номинальную мощность 8,8 кВт, что намного больше требуемой (1,35 кВт). Соответственно, можно сделать вывод, что обработка на 015 токарной операции с использованием предлагаемых СТО возможна» [14].

В разделе спроектирована заготовка, показана последовательность обработки, средства технологического оснащения, расчет режимов резания и обоснование выбора обрабатывающего станка на лимитирующей технологической операции. В Приложении А Технологическая документация в таблице А.1 показана более подробная информация.

### 3 Разработка средств технического оснащения

#### 3.1 Станочное средство технического оснащения

В разделе «для 010 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 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 326 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил» [14].

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

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (9)$$

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 [7].

Коэффициент запаса  $K$  определим согласно [9] равным 2,5. Тогда сила зажима:

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

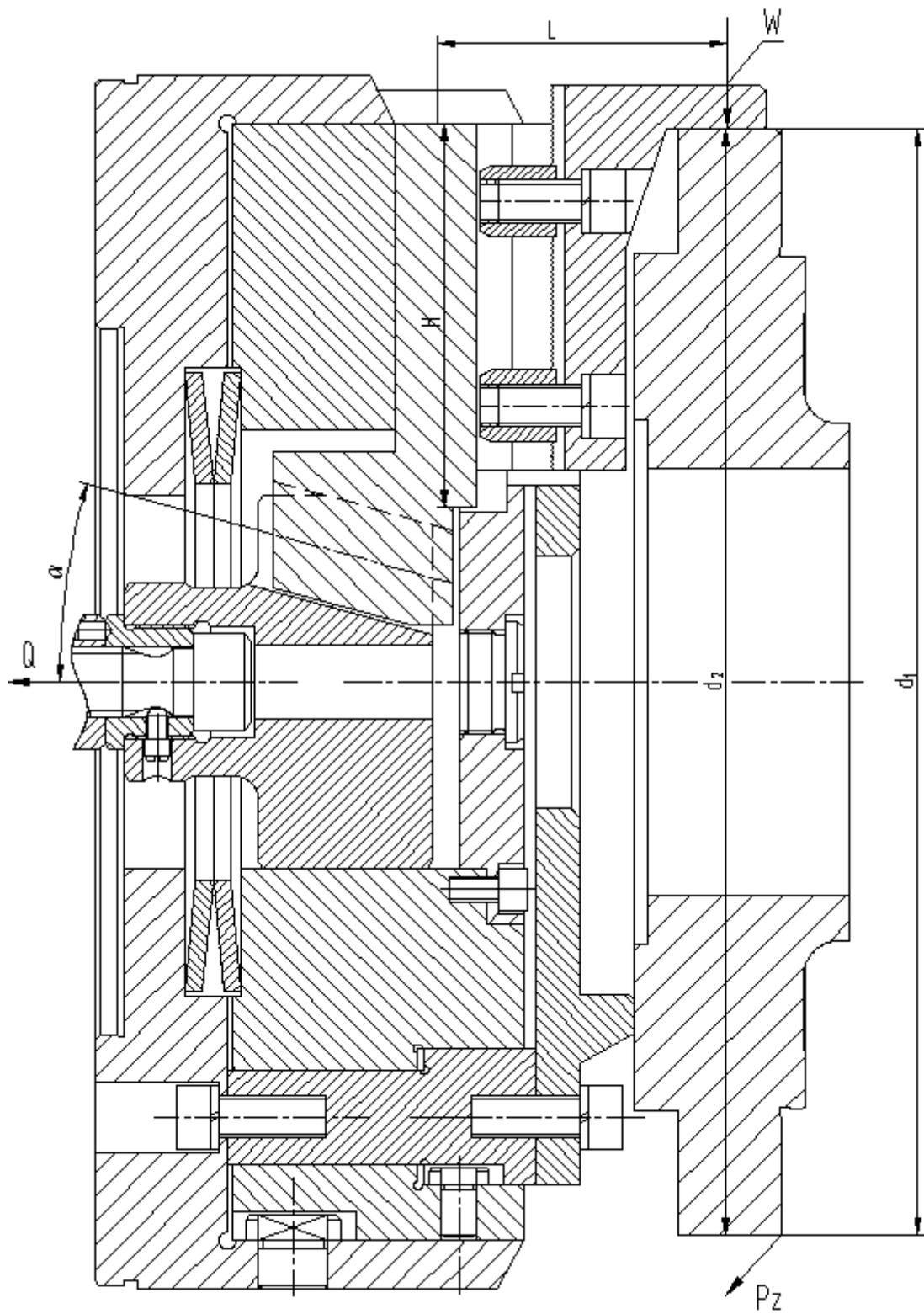


Рисунок 6 – Схема действия сил

«Силы зажима:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (10)$$

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

$L$  – вылет кулачка равен 84 мм;

$H$  – длина направляющей кулачка равна 112 мм.

$$W_1 = \frac{5093}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (84/112)} = 6571 \text{ Н} \gg [14].$$

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

$$Q = (P + W_1) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (11)$$

где  $P$  – усилие тарельчатых пружин равно 2500 Н;

$\alpha$  – скашивающий угол направляющих;

$\phi$  – угол трения.

$$Q = (2500 + 6571) \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 3430 \text{ Н} \gg [14].$$

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (12)$$

где  $p$  – необходимое давление;

$\eta$  – КПД привода равно 0,9 [5].

Тогда получим:

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

Разработанный «патрон работает следующим образом: по кулачкам 12 с упором в торец устанавливается заготовка. Сменные кулачки 12,

закрепленные на подкулачниках 14, отходят вниз и зажимают заготовку после подачи воздуха в полость цилиндра, поршень 13 которого через шток 23 и тягу 21 тянет клин влево. Для разжима заготовки цикл происходит в обратном порядке» [14].

### **3.2 Инструментальное средство технического оснащения**

Для улучшения процесса акцентируем внимание на токарных операциях, поскольку они занимают значительную часть в разработанном технологическом процессе.

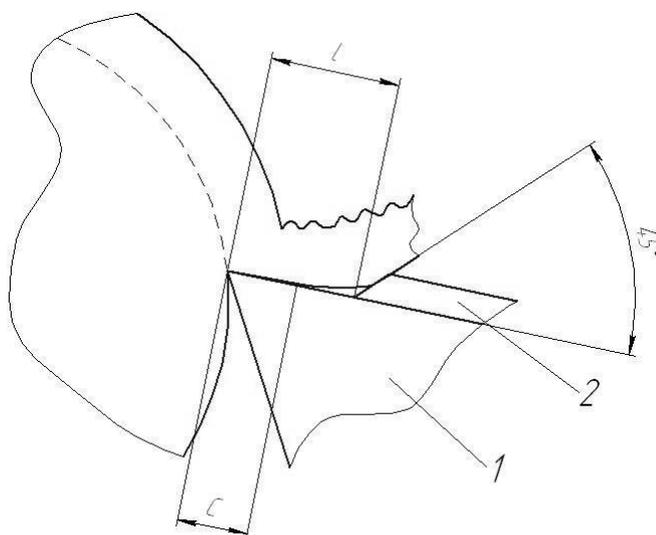
При точении возникает проблема формирования сливной стружки, способствующей ускоренному износу режущего инструмента и деградации различных производственных параметров. Дополнительно, этот вид стружки несет риск травмирования для обслуживающего персонала.

Применение стружколомов, монтируемых поверх твердосплавных многогранных сменных пластин (СМП) с ровной передней частью, представляет собой один из широко используемых подходов к управлению процессом дробления стружки в процедуре точения. Этот тип оборудования находит своё применение в широком ассортименте производственных масштабов, включая как малые, так и средние предприятия.

Потенциал инструментов с применением стружколомов, интегрированных в конструкцию, ещё недостаточно раскрыт. Распространённая точка зрения, согласно которой применение добавочных стружколомов неизбежно приводит к повышению сил, действующих в процессе резания, может быть оспорена. Например, у стандартных выпускаемых по ГОСТ 19085-80 стружколомов, контактная с образующейся стружкой поверхность образует угол в 45 градусов относительно базовой поверхности инструмента, как показано на схеме на рисунке 7. Это угловое расположение способствует отделению формирующейся стружки с передней части инструмента, в итоге сокращая размер её контактной поверхности по

сравнению с тем, который был бы при отсутствии стружколома. Учитывая, что величина силы резания уменьшается при снижении площади контакта, можно предполагать, что при наличии определённого расстояния  $l$  между режущим краем и стружколомом, возможно достижение снижения силы резания при одновременном обеспечении процесса дробления стружки.

Данное утверждение нашло свое подтверждение в ряде экспериментальных работ, направленных на исследование процесса продольного точения, стали марки 40Х с твердостью 200 НВ. Использовались резцы, укомплектованные твердосплавными многогранными пластинами из сплава Т5К10 и дополнительными устройствами для отвода стружки с размером  $l$  2,7 мм. Экспериментальные параметры процесса резания включали скорость резания  $V$  118 м/мин, глубину резания  $t$  2 мм и диапазон подачи  $S$  от 0,11 до 0,39 мм на оборот. Основное внимание уделялось измерению общей ширины зоны контакта  $S$ , определению коэффициента  $K$  усадки стружки и анализу составляющих сил резания  $P_x$ ,  $P_y$  и  $P_z$ .



1 – инструмент для обработки материалов; 2 – элемент для разрушения стружки;  $C$  – зона взаимодействия;  $l$  – длина от режущего элемента до механизма разделения стружки

Рисунок 7 – Схема резания

Применение стружколома не только обеспечивает получение стружки с предпочтительными характеристиками формы, но также ведет к значительному сокращению ширины контактной зоны  $C$ , а также к умеренному уменьшению коэффициента трения  $K$ . Влияние на величину сил резания при этом оказалось незначительным. Следует добавить, что с увеличением подачи скорость роста значения  $C$  при использовании стружколома замедляется. На рисунке 8 показана корреляция между размером контактной поверхности и величиной подачи. На рисунке 9 показана корреляция между коэффициентом сжатия стружки и величиной подачи. На рисунке 10 показана взаимосвязь между силами резания и величиной подачи. На рисунке 11 показана зависимость температуры через термоэлектрическую разность потенциалов, возникающую в результате нагрева.

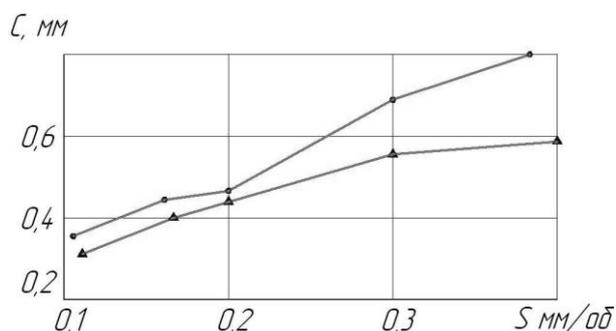


Рисунок 8 – Корреляция между размером контактной поверхности и величиной подачи

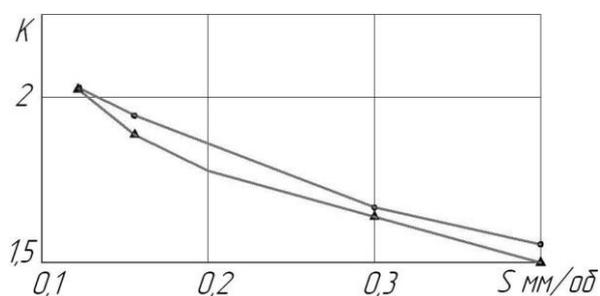


Рисунок 9 – Корреляция между коэффициентом сжатия стружки и величиной подачи

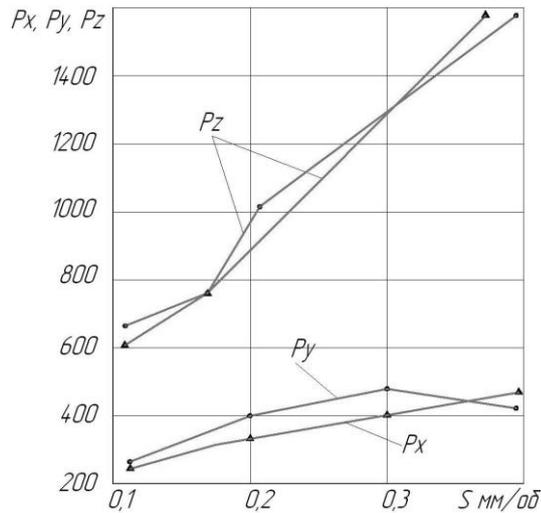


Рисунок 10 – Взаимосвязь между силами резания и величиной подачи

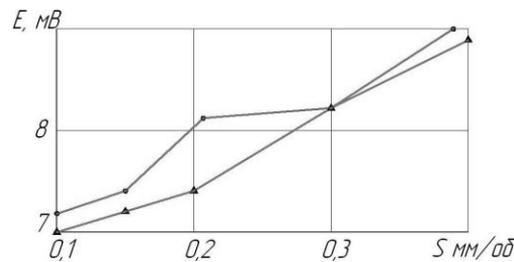


Рисунок 11 – Определение температуры через термоэлектрическую разность потенциалов, возникающую в результате нагрева

Снижение коэффициента усадки стружки и величины режущей силы должны положительно сказаться на уровне температуры в зоне обработки, верификация чего представлена через измерения термо-ЭДС, демонстрируемые на рисунке 11. Из данных следует, что при использовании низких скоростей подачи применение приспособления для дробления стружки ведет к снижению пиковых температур в процессе резания. Однако, по мере увеличения скорости подачи, возрастает и действующая на устройство стружколома нагрузка от стружки, спускаемой с обрабатываемой поверхности, что становится причиной образования дополнительного источника выделения тепла. Следствие этого – повышение средней

температуры резания при выполнении операций с использованием стружколома.

Экспериментальные данные позволяют заключить, что оптимизация дистанции  $l$  от точки дробления стружки до режущего элемента значительно уменьшает термическую и механическую нагрузку на инструмент, увеличивая тем самым его износостойкость. В испытаниях по токарной обработке стали 40Х при одинаковых условиях обработки, рекомендуемое значение  $l$  в диапазоне 2,8 – 4,0 мм при подаче  $S$  0,57 мм на оборот не привело к эффективному измельчению стружки.

Следует, что адекватнее определять величину  $l$ , ориентируясь не на толщину слоя, а на общую ширину  $C$  зоны контакта. Этот подход позволяет учесть пластичность обрабатываемой среды, ввиду чего при одной и той же толщине среза показатель  $C$  может варьироваться в зависимости от материала.

На основе проведенных научных исследований было установлено, что оптимальное соотношение геометрических параметров  $l$  и  $C$  лежит в диапазоне от 1,5 до 2,0 миллиметров. Однако для достижения максимальной эффективности в каждом уникальном случае требуется индивидуальный подход к выбору размера стружколома или корректировки скорости подачи материала. Такие выводы подтверждаются путем анализа данных, из которых следует, что использование стружколома повышает износостойкость инструмента. Это особенно заметно при сравнении результатов использования резцов с конструктивно аналогичными стружколомающими элементами. Примером могут служить экспериментальные данные, полученные при обработке стали 40Х. Использование резца с углом захода равного 90 градусов и СМП из сплава Т5К10 при определенных параметрах обработки (скорость резания  $V$  равна 117 м/мин; глубина реза  $t$  равна 1,0 мм; подача  $S$  равна 0,11 мм/об) показало, что в отсутствие стружколома средний износ задней поверхности составлял 0,5 мм, при этом на лицевой стороне инструмента формировалась значительная лунка износа. Внедрение же стружколома с параметром  $l$  равным 1,7 мм способствовало снижению износа задней

поверхности до 0,4 мм и уменьшению размеров лунки износа на передней поверхности, что свидетельствует о защитном воздействии стружколома на процесс изнашивания.

В разделе был спроектирован клиновый патрон, который применяется в качестве средства технологического оснащения при обработке на токарных операциях для чего проведен расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков.

А также представлено инструментальное приспособление для резца, которое оказывает защитное воздействие на процесс изнашивания режущего инструмента, то есть для достижения максимальной эффективности в каждом уникальном случае требуется индивидуальный подход к выбору размера стружколома или корректировки скорости подачи материала.

#### 4 Безопасность технического объекта и его экологичность

В «предлагаемом разделе техническим объектом, в отношении которого будут решаться вопросы безопасности, экологичности и охраны труда и в работе в целом является технологический процесс изготовления» [7] корпуса опоры поворотного механизма.

«Технологические операции: заготовительная, токарная, термообработка, шлифовальная, фрезерная.

Рабочие места: оператор станков с ЧПУ, термист, контролёр ОТК, шлифовщик, оператор моечной установки.

Оборудование: литейная машина, токарный станок с ЧПУ ROMI G50, шлифовальный станок с ЧПУ 3T153F1, фрезерный станок EXTRON LH-75R.

Материалы: сталь 40ХГНМ, вода, смазывающая охлаждающая жидкость, масло, керосин, поверхностно активные вещества» [15].

Выбранные «средства технологического оснащения технологического процесса и 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» [15].

«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» [7].

«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» [7].

«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» [7].

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

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

Так при защите от повышенной или пониженной температуры поверхностей оборудования, материалов применяется специальная одежда, защитные щитки, очки, перчатки и рукавицы, специальная обувь и ограждение опасной зоны» [7].

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

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

При защите от повышенного уровня шума на рабочем месте и повышенного уровня вибрации на объекте применяется спец одежда, спец обувь, перчатки, наушники, беруши, наладка оборудования, увеличение жёсткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [7].

«Для обеспечения пожарной безопасности технического объекта применяются технические средства: первичные (огнетушители, ящики с песком, пожарные краны, асбестовая ткань), мобильные (пожарные автомобили), стационарные установки и системы пожаротушения (пожарный резервуар, система пожаротушения), средства пожарной автоматики (приборы приёмно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией при пожаре), пожарное оборудование (пожарные шланги, наконечники пожарных рукавов, запорная аппаратура, насосное оборудование, разметка эвакуационная напольная), средства индивидуальной

защиты и спасения людей при пожаре (самоспасатель изолирующий противопожарный СИП-1М), пожарный инструмент (ломы, вёдра, багры, топоры, лестницы), пожарная сигнализация, связь и оповещение (система пожарной сигнализации, аварийное автономное освещение)» [7].

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

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

Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу – проливы технических жидкостей (масла, СОЖ) при проведении профилактики и ремонта, а также в аварийных ситуациях, внесение частиц металлической стружки частиц окалина на поверхность полов» [7].

«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» [7].

В разделе «представлен анализ потенциально опасных и вредных производственных факторов с большой долей вероятности возможных при функционировании рассматриваемого технического объекта. Все выбранные в работе средства технологического оснащения технологического процесса и 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» [15]. «Все эти процедуры соответствуют предлагаемым в разделе мерам по осуществлению безопасности технического объекта» [7].

## 5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического» [12] эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Корпус опоры поворотного механизма». Результат принципиальной переделки технологии и ее итог, представлены на рисунке 12.

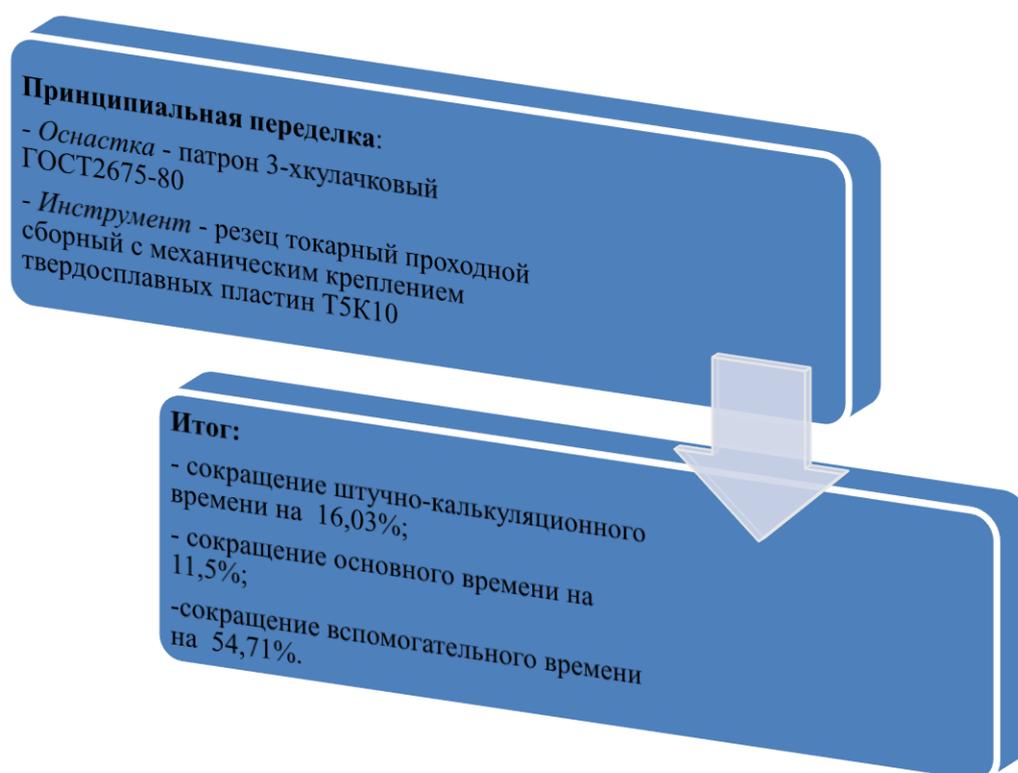


Рисунок 12 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Сверху, на рисунке 12, представлены измененные оснастка и инструмент. Их предложено использовать патрона 3-хкулачкового не по ГОСТ и резца токарного проходного по ГОСТ, соответственно. Снизу, итог по

трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Корпус опоры поворотного механизма».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [12]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка. В этом случае сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ( $K_{ПР}$ ), оснастку ( $K_O$ ), инструмент ( $K_I$ ) и корректировку управляющей программы ( $K_{У.ПР}$ )» [12]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Общая сумма инвестиций и входящих в нее затрат, руб.

Детализация рисунка 13, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является корректировка управляющей программы, их доля

в общей сумме инвестиций составляет 41,82 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 8,54 %.

Вслед за проведенными расчетами возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость. Она определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [12]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 14.

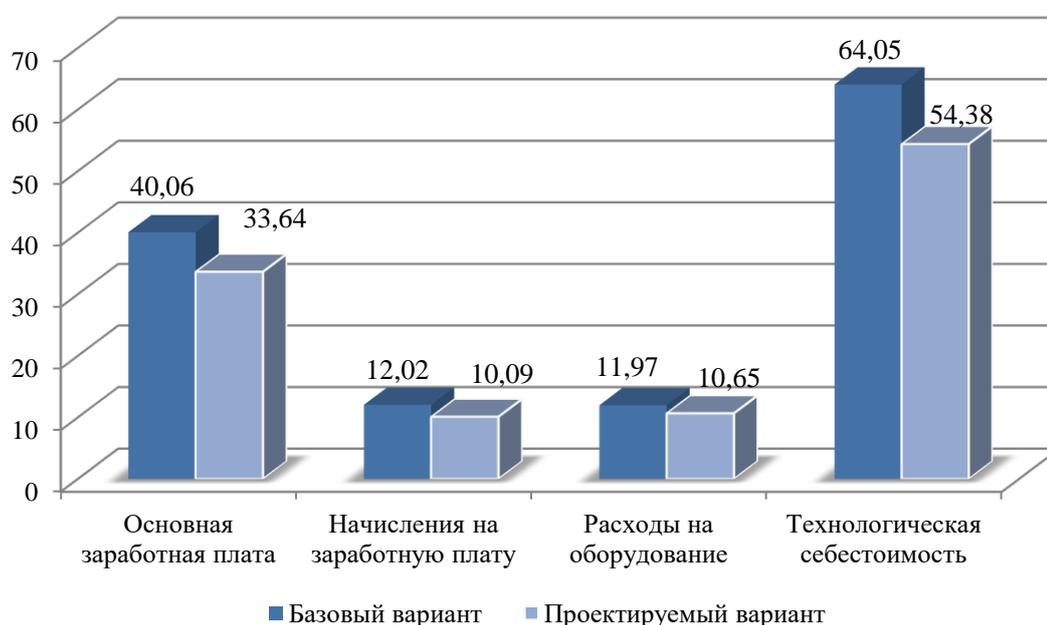


Рисунок 14 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 14), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 62 % в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения таких показателей как: «чистая прибыль, срок окупаемости, индекс доходности и интегральный экономический эффект»

[12]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [12]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 15.

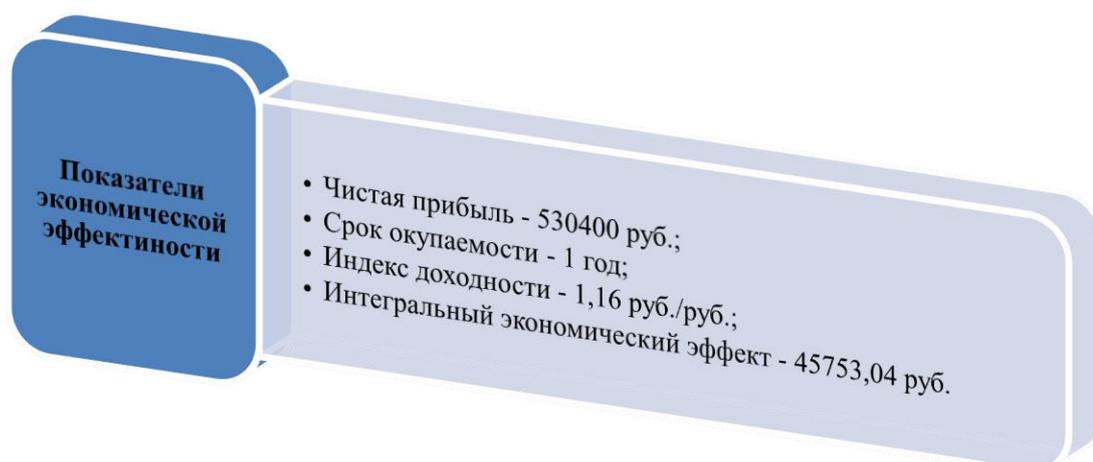


Рисунок 15 – Значения показателей экономической эффективности

В разделе, вследствие экономических расчетов, была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Корпус опоры поворотного механизма». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате его внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 45753,04 рублей.

## Заключение

В предлагаемой выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы разработки технологического процесса изготовления технического объекта и представлена технология изготовления детали корпуса. Работа проводилась в рамках учебного процесса в Тольяттинском государственном университете. Для проведения анализа технического объекта были заданы исходные данные. В работе была определена цель и задачи для ее достижения. В качестве решаемых задач в работе проводилось исследование базового технологического процесса изготовления заготовки для детали корпуса; проводился анализ преимуществ и недостатков применяемого на производстве технологического процесса; выбрано оборудование и средства технологического оснащения в виде станочного и инструментального приспособлений; подготовлена техническая и технологическая документация в виде чертежей, технологических маршрутных карт, технологических операционных карт и спецификаций на составляющие элементы разработанных приспособлений; использовалась аддитивная технология для изготовления детали; использовалась специальная обработка для восстановления изношенных в процессе выполнения служебного назначения поверхностей детали; применялась термическая обработка для повышения прочности и износостойкости детали; проводился анализ известных методов, способов и подходов для решения поставленных задач; разработаны мероприятия для повышения уровня безопасности и экологичности всего процесса в целом; реализованы экономические расчеты и доказана эффективность предлагаемых технических и технологических изменений процесса изготовления детали. Результаты работы способствуют развитию выбранной области машиностроения и повышению эффективности и надежности в работе корпуса опоры поворотного механизма.

## 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: 18.08.2024).
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: 12.09.2024).
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. 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.
8. Иванов И.С. Расчёт и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2015. 198 с.
9. Иванов И.С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие. – М. : ИНФРА-М, 2014. 223 с.
10. Клепиков В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Бодров, В.Ф. Солдатов. – М. : ИНФРА-М, 2017. 229 с.

11. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2012. 400 с.
12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 11.11.2024).
13. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 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. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – [https://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/40X?](https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X?) (дата обращения: 16.09.2024).
20. Bryant M.D. Entropy and dissipative processes of friction and wear – FME Transactions, 2009. № 37(2) – pp.55–60.















## Продолжение Приложения А

### Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01		мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
P02	XX	124,1	63	0,65	1	0,25	500	194,8
03								
04								
05								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
11								
19								
ОКП								









