

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 фланца выходного вала редуктора
буровой лебедки

Обучающийся	<u>А.С. Поминов</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>О.А. Головач</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2024

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы – разработка оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления фланца выходного вала редуктора буровой лебедки, обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей.

«Исходные данные, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства рассмотрены в первом разделе» [8].

Решение задач проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса приведены во втором разделе.

Специальные технические средства оснащения спроектированы в третьем разделе. В результате спроектировано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение координатно-расточной операции, путем сокращения вспомогательного времени и шлифовальной операции, путем применения более производительных режимов резания.

Оценка технологического процесса на безопасность и экологичность выполнена в четвертом разделе. При проведении данного анализа учитывались изменения от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию.

Экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса выполнена в пятом разделе. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Объем работы: 51 страниц пояснительной записки, графический материал на 7 листах формата А1.

Abstract

The purpose of the final qualification work is to develop an optimal technological process for manufacturing the drilling winch gearbox output shaft flange under specified production conditions, providing a high-quality parts annual production volume.

The initial data, which include the part purpose and working conditions, the part manufacturability assessment, the production type parameters analysis are considered in the first section.

The workpiece designing problems solution, a manufacturing plan developing, choosing technical equipment, choosing cutting modes and determining the time limits for performing technological process operations are given in the second section.

Special technical equipment is designed in the third section. As a result, a machine tool with a mechanized fastening drive and an improved cutting tool were designed. These measures made it possible to reduce the time for performing the coordinate boring operation, by reducing the auxiliary time and grinding operation, by applying more productive cutting modes.

The technological process assessment for safety and environmental friendliness is carried out in the fourth section. During this analysis, changes from the use of special technical equipment introduced into the basic technology were taken into account.

The proposed technological process option economic assessment is carried out in the fifth section. As a result, economic indicators positive values were obtained. The technological process is recognized as effective.

Scope of work: explanatory note 51 pages, graphic material on 7 sheets of A1 format.

Содержание

Введение.....	5
1 Исходные данные и их анализ	6
1.1 Назначение и условия работы детали	6
1.2 Оценка технологичности детали	7
1.3 Анализ параметров типа производства.....	8
1.4 Постановка задач работы	10
2 Технологическая часть	11
2.1 Проектирование заготовки.....	11
2.2 Разработка плана изготовления	19
2.3 Технические средства оснащения	20
2.4 Определение режимов резания и нормирование	23
3 Разработка специальных технических средств оснащения	28
3.1 Разработка цанговой оправки	28
3.2 Разработка шлифовального круга	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	38
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	40
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	52
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	62

Введение

Производство буровых работ в промышленных масштабах требует применения высокопроизводительного оборудования на всех этапах. Для этого, как правило, используются буровые установки. Основные требования к данным механизмам заключаются в обеспечении высокой скорости бурения при сохранении приемлемой себестоимости.

Буровая установка представляет собой сложный механизм, одним из основных элементов которого является буровая лебедка. Данный механизм обеспечивает перемещение и удержание бурового инструмента и труб в пределах буровой установки. К конструктивным особенностям лебедки относятся необходимость использования мощного электродвигателя и сложность конструкции привода. В связи с этим стоимость буровой лебедки достаточно высокая. Как следствие этого данные механизмы должны эксплуатироваться максимально эффективно с минимальным количеством простоев. Обеспечение этого требования возможно только путем обеспечения соответствующих показателей надежности, как всего механизма, так и его отдельных узлов, агрегатов и деталей.

Надежность обеспечивается на стадии проектирования, путем применения соответствующих конструкторских решений и на стадии изготовления, путем применения соответствующих технологических решений. Кроме надежности на стадии изготовления необходимо обеспечить требуемую производительность технологического процесса, а также учесть условия реального производства.

Из вышесказанного следует, что применительно к рассматриваемой детали, «цель выпускной квалификационной работы – разработка оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления фланца выходного вала редуктора буровой лебедки» [8], обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей.

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Служебное назначение рассматриваемого фланца можно охарактеризовать как типичное для деталей данного класса. «Оно заключается в передаче крутящего момента от выходного вала редуктора привода на входной вал исполнительного механизма» [27]. От выходного вала момент воспринимается через внутренние шлицы посредством их боковых поверхностей, а передается на входной вал боковыми поверхностями отверстий под соединительные пальцы. В результате изменяется величина передаваемого крутящего момента.

Сложность общей компоновки буровой лебедки, а также требование по компактности ее исполнения привели к необходимости применения в конструкции фланца относительно большого количества поверхностей и повышению их точности.

Фланец работает под влиянием значительных по величине знакопеременных нагрузок. Условия работы можно охарактеризовать как нормальные. При этом на деталь оказывает влияние внешние климатические факторы, так как механизм работает вне производственных помещений. Таким образом, на данные поверхности могут воздействовать атмосферные осадки, пыль и технологические жидкости. Это может привести к возникновению очаговой коррозии и повреждению поверхностей фланца. Воздействие пониженных и повышенных температур, также может оказать негативное влияние на работоспособность детали, что усугубляется большими величинами передаваемых моментов. Это может привести к повреждению рабочих поверхностей и их преждевременному износу. Однако в случае регулярного технического обслуживания этого можно избежать. Еще одним негативным фактором, оказывающим воздействие на работу фланца, являются вибрации, которые могут возникать как в процессе

бурения, так и под действием других машин и механизмов, которые эксплуатируются на буровой установке. Воздействие вибраций может привести к разбалансировке вращающихся деталей лебедки и как следствие этого повреждению контактирующих с ними поверхностей фланца. Наиболее опасно влияние вибраций на ответственные точные поверхности.

1.2 Оценка технологичности детали

«Технологичность – это комплексная характеристика детали, которая определяется целым рядом показателей» [1].

«Оценку технологичности начинаем с материала детали, которая определяется его химического состава и механических характеристик» [1].
«Химический состав стали 45Х ГОСТ 4543-71: углерод от 0,41% до 0,49%, хром от 0,8% до 1,1%, никель 0,3% до 3,65%, марганец от 0,5% до 0,8%, кремний от 0,17% до 0,37%, медь 0,03%, сера 0,035%, фосфор 0,035%» [21].
«Механические характеристики: предел прочности на растяжение 570 МПа, предел прочности 315 МПа, твердость от 229 единиц по шкале НВ» [21].
Исходя из представленных характеристик, данный материал следует признать технологичным, так как он обеспечивает приемлемые показатели обрабатываемости резанием и хорошо поддается различным видам термической обработки.

Далее произведем оценку конструкции детали на технологичность. В целом конструкция технологична, так как она сформирована стандартными элементами, такими как шлицы, цилиндрические шейки, фаски, канавки, галтели. При этом все эти элементы имеют стандартизированные размеры, а также шероховатость и точность, типичные для деталей данного класса. Единственным элементом конструкции детали, который следует признать не технологичным, являются внутренние шлицы эвольвентного профиля. Изменение конструкции в данном случае невозможно вследствие особенностей служебного назначения детали.

Оценка технологичности заготовки детали основана, прежде всего, на свойствах материала и объеме производства. В данном случае наилучшим вариантом будет применение методов пластического деформирования [9]. С точки зрения технологичности «получения заготовки наиболее приемлемыми методами будут штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе и ковка» [25]. Следовательно, заготовку детали можно признать технологичной, так как она обеспечивает требуемую точность и высокую производительность процесса.

Ключевым этапом оценки технологичности детали является оценка ее на технологичность механической обработки. Рассматриваемая деталь может быть признана технологичной по данному критерию. Это объясняется отсутствием необходимости применения специальных методов обработки для получения заданной формы, шероховатости и точности поверхностей. Все параметры точности и шероховатости поверхностей, а также их форма могут быть обеспечены стандартными режущими инструментами. Вся механическая обработка может быть осуществлена на универсальном технологическом оборудовании. Исключение составляют шлицы, для получения которых потребуется специализированное оборудование и средства технологического оснащения. Однако, это нельзя признать нетехнологичным, так как такое решение является типовым для таких поверхностей.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что деталь отвечает всем основным требованиям технологичности. Нетехнологичным элементом детали являются внутренние шлицы эвольвентного профиля.

1.3 Анализ параметров типа производства

Для проведения анализа параметров типа производства сначала необходимо его определить. «Исходя из имеющихся данных, применима упрощенная методика определения типа производства» [12]. «Согласно ей,

при массе детали 17 кг и годовой программе выпуска в 2000 штук в год тип производства среднесерийный» [12].

«Приведем основные характеристики данного типа производства» [15].

Форма организации не поточная периодически повторяющимися партиями на специализированных рабочих местах.

Оборудование размещается по группам, что облегчает организацию работы производственных участков. Передача заготовок производится в таре механизированным способом.

При проектировании технологии изготовления необходимо придерживаться последовательной стратегии с использованием типовых технологических процессов.

Заготовки по форме должны быть максимально приближены к форме готовой детали с минимальными напусками и припусками на обработку.

Технологические операции следует проектировать с максимальной концентрацией переходов и последовательной обработкой. В экономически обоснованных случаях допускается применение параллельной обработки.

Базирование деталей следует выполнять на основе типовых схем, что позволит применить для их реализации стандартную технологическую оснастку.

Определение припусков на обработку следует производить расчетно-аналитическим методом для поверхностей с точностью выше 8 качества и статистическим для остальных. Это позволит ускорить процесс проектирования при сохранении требуемой точности расчетов.

Точность обработки достигается путем применения методов статической настройки, настройки по пробным заготовкам с помощью рабочего калибра и настройки с помощью универсального мерительного инструмента по пробным заготовкам, в зависимости от типа оборудования и требуемой точности обработки.

Также следует учесть современные тенденции развития среднесерийного производства. Прежде всего, это применение станков с

числовым программным управлением. Применение данного оборудования позволяет создавать гибкие производственные ячейки с высоким уровнем автоматизации и гибкости производства.

1.4 Постановка задач работы

На основе полученных данных формулируем задачи работы:

- спроектировать заготовку, разработать план изготовления, выбрать технические средства оснащения, выбрать режимы резания и определить нормы времени на выполнение операций;
- спроектировать станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции;
- «оценить технологический процесс на безопасность и экологичность» [8];
- произвести экономическую оценку предлагаемого варианта технологического процесса.

В первом разделе рассмотрены исходные данные, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства. По результатам анализа исходных данных выполнена постановка задач работы.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

От правильности выбора заготовки зависит в конечном итоге стоимость готовой детали. Полное сравнение различных методов получения заготовки предполагает полную разработку технологии изготовления детали по сравниваемым вариантам. Такой подход требует больших временных затрат, что в среднесерийном типе производства недопустимо. Поэтому применяется предварительный эмпирический анализ возможных методов получения заготовки [24]. В соответствии с данным подходом часть заведомо неэффективных вариантов отбрасывается, и остаются только наиболее подходящие варианты. «В данном случае это методы штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе и метод ковки» [9]. «Суммарные затраты на изготовление детали по сравниваемым методам получения заготовок:

$$C_i = C_{zi} + C_{обрi}, \quad (1)$$

где C_{zi} – затраты на получение заготовки, руб.;

$C_{обрi}$ – затраты на механическую обработку, руб.;

i – индекс варианта получения заготовки» [9].

«Затраты на получение заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где C_{mi} – стоимость материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент способа получения заготовки;

K_T – коэффициент точности получения заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности получения заготовки» [9].

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_{zi} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [9].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной на кривошипном горячештамповочном прессе, 2 для заготовки, полученной методомковки» [9].

$$M_{з1} = 17 \cdot 1,35 = 23 \text{ кг.}$$

$$M_{з2} = 17 \cdot 1,47 = 25 \text{ кг.}$$

«Рассчитываем затраты на получение заготовки.

$$C_{з1} = \frac{21000 \cdot 23}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 396 \text{ р.}$$

$$C_{з2} = \frac{21000 \cdot 25}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 517 \text{ р.}» [9]$$

«Затраты на механическую обработку:

$$C_{обрi} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (4)$$

где $C_{уд}$ – удельная стоимость снятия стружки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала» [9].

«Коэффициент использования материала:

$$K_{имi} = \frac{M_d}{M_з}. \quad (5)» [9]$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{\text{им1}} = \frac{17}{23} = 0,74.$$

$$K_{\text{им2}} = \frac{17}{25} = 0,68» [9].$$

«Затраты на механическую обработку.

$$C_{\text{обр1}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,74} - 1\right) \cdot 23}{1,1} = 294 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,68} - 1\right) \cdot 25}{1,1} = 428 \text{ р.}» [9]$$

«Суммарные затраты на изготовление детали составят.

$$C_1 = 396 + 294 = 690 \text{ р.}$$

$$C_2 = 517 + 428 = 945 \text{ р.}» [9]$$

«Из расчетов следует, что метод получения заготовки на кривошипном горячештамповочном прессе. Следовательно, принимаем его для дальнейшего проектирования» [8].

«Методика проектирования заготовки предполагает определение маршрутов обработки поверхностей с целью использования их для определения припусков на обработку данных поверхностей» [26]. Маршрут обработки определяется характеристиками обрабатываемой поверхности и маркой материала, из которого изготавливается деталь. В большинстве случаев имеется несколько вариантов комбинаций различных методов обработки. Часть из них технически нереализуемы в конкретных производственных условиях в связи с отсутствием необходимого оборудования и средств технологического оснащения и поэтому не рассматриваются. Выбор из оставшихся вариантов маршрутов обработки поверхностей производится по методике [14], которая подразумевает выбор варианта маршрута, обеспечивающего минимальное значение суммарных удельных затрат. Для составления маршрутов обработки поверхностей каждой поверхности присвоим свой уникальный код (рисунок 1).

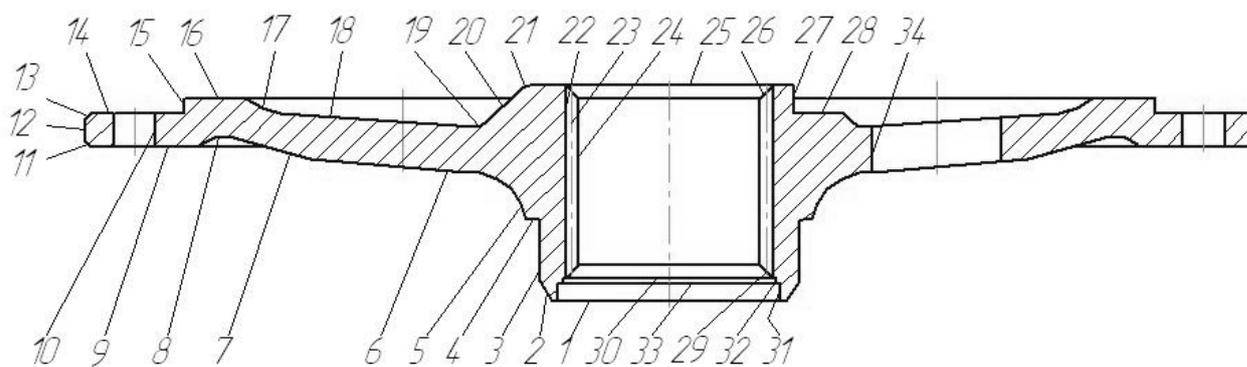


Рисунок 1 – Кодирование поверхностей

Результаты выбора маршрутов обработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки

Поверхности	Точность	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1, 14, 15, 25	11	6,3	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое» [14]
2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21	14	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
3	11	0,8	«точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое» [14]
4, 24	14	12,5	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка» [14]
10, 34	14	12,5	«сверление, термическая обработка» [14]
11, 13, 26, 29, 30, 31, 32, 33	14	12,5	«точение чистовое, термическая обработка» [14]
22, 23	14	12,5	«протягивание, термическая обработка» [14]
27, 28	12	6,3	«фрезерование, термическая обработка» [14]

«Расчет припусков расчетно-аналитическим методом необходимо произвести для подшипниковых шеек диаметром $374h10(-0,023)$ мм» [16].

«В ходе расчетов принимаем обозначение индекса i для текущего перехода, $i - 1$ для предыдущего перехода» [16].

«Определение минимального припуска выполняется по формуле:

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (6)$$

где a_{i-1} – величина дефектного слоя, мм;

Δ_{i-1} – величина пространственных отклонений поверхностей, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки, мм» [16].

«Определение максимального припуска выполняется по формуле:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (7)$$

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск размера на предыдущем переходе, мм» [16].

«Определение среднего припуска выполняется по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i\max} + z_{i\min}). \quad (8) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты припусков для каждого перехода.

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,55 + \sqrt{1,125^2 + 0,3^2} = 1,72 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,01 + \sqrt{0,143^2 + 0,08^2} = 0,18 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,05 + \sqrt{0,056^2 + 0,05^2} = 0,13 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} z_{1\max} &= z_{1\min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 1,72 + 0,5 \cdot (4,5 + 0,57) = \\ &= 4,26 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2\max} &= z_{2\min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,18 + 0,5 \cdot (0,57 + 0,23) = \\ &= 0,58 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3\max} &= z_{3\min} + 0,5 \cdot (Td_{\text{ТО}} + Td_3) = 0,13 + 0,5 \cdot (0,23 + 0,23) = \\ &= 0,46 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$z_{\text{ср}1} = 0,5 \cdot (z_{1\max} + z_{1\min}) = 0,5 \cdot (4,26 + 1,72) = 2,99 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5 \cdot (z_{2\max} + z_{2\min}) = 0,5 \cdot (0,58 + 0,18) = 0,38 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,36 + 0,13) = 0,245 \text{ мм.} \text{ [16]}$$

Операционные размеры рассчитываются исходя из определенных припусков на обработку и допусков на выполнение переходов

«Определение минимального диаметра выполняется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{imin} + 2 \cdot z_{imin}. \quad (9) \text{ [16]}$$

«Определение минимального диаметра на переходе предшествующем термической обработке выполняется по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (10) \text{ [16]}$$

«Определение максимального диаметра выполняется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11) \text{ [16]}$$

«Определение среднего диаметра выполняется по формуле:

$$d_{i\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{imax} + d_{imin}). \quad (12) \text{ [16]}$$

«Выполняем расчеты операционных размеров для каждого перехода.

$$d_{3min} = 374,00 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = 373,77 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (374,00 + 373,77) = 373,885 \text{ мм.}$$

$$d_{то\ min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 374,00 + 2 \cdot 0,13 = 374,26 \text{ мм.}$$

$$d_{то\ max} = d_{то\ min} + Td_{то} = 374,26 + 0,23 = 374,49 \text{ мм.}$$

$$d_{то\ cp} = 0,5 \cdot (d_{то\ max} + d_{то\ min}) = 0,5(374,49 + 374,26) = 374,345 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{то\ min} \cdot 0,999 = 374,49 \cdot 0,999 = 374,116 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 374,116 + 0,23 = 374,346 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (374,346 + 374,116) = 374,231 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 374,346 + 2 \cdot 0,18 = 374,706 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 374,706 + 0,57 = 375,276 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5(375,276 + 374,706) = 374,991 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 375,276 + 2 \cdot 1,72 = 378,716 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 378,716 + 4,5 = 383,216 \text{ мм.}$$

$$d_{cp} = 0,5(d_{max} + d_{min}) = 0,5(383,216 + 378,716) = 380,966 \text{ мм.} \gg [16]$$

«Определение общего минимального припуска выполняется по формуле:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{3max}. \quad (13) \gg [16]$$

«Определение общего максимального припуска выполняется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (14) \gg [16]$$

«Определение общего среднего припуска выполняется по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты общих припусков.

$$2z_{min} = 378,716 - 374 = 4,716 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 4,716 + 4,5 + 0,23 = 9,446 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,716 + 9,446) = 7,081 \text{ мм} \gg [16].$$

«Результаты определения припусков на остальные поверхности в соответствии со статистическим методом» [22] приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номера поверхностей	Номера переходов	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	1	1,9	3,475	2,69
	2	1,1	1,345	1,22
	3	0,4	0,54	0,47
3	1	2,3	4,075	3,19
	2	0,3	0,545	0,42
	3	0,2	0,314	0,26
	4	0,06	0,147	0,11
4	1	1,9	3,45	2,68
	2	1,1	1,31	1,2
14	1	2,6	3,95	3,275
	2	1,6	1,81	1,71
	3	0,5	0,583	0,54
24	1	1,2	2,75	1,98
	2	0,55	0,76	0,66
25	1	1,9	3,475	2,69
	2	1,1	1,345	1,22
	3	0,4	0,54	0,47

Определяем напуски, обеспечивающие формирование контура заготовки. Для этого необходимо определить характеристики заготовки [3]:

- «группа стали, в зависимости от содержания углерода и минеральных элементов М2,
- степень сложности заготовки С3,
- класс точности Т3,
- исходный индекс И14,
- штамповочные уклоны наружные 7°, внутренние 10°,
- радиус закругления 5,0 мм,
- допустимые значения остаточного облоя не более 1,2 мм,
- отклонение от concentричности 2,0 мм» [3].

Допуски на размеры заготовки определены по исходному индексу и представлены на чертеже графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления

План изготовления детали – это графический документ, отражающий основные особенности проектируемого технологического процесса.

«Основой для разработки плана изготовления является маршрут изготовления детали» [13]. В ходе анализа типа производства было установлено, что при проектировании маршрута изготовления с целью повышения качества проектирования необходимо использовать типовые технологические процессы [19]. Технологические операции следует проектировать с максимальной концентрацией переходов и последовательной обработкой. В экономически обоснованных случаях допускается применение параллельной обработки. Результаты разработки маршрута изготовления детали представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
010 Токарная	точение	12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25
015 Токарная	точение	1, 3, 4, 30, 31, 32, 33
020 Токарная	точение	14, 15, 24, 25
025 Фрезерная	фрезерование	27, 28
030 Координатно-расточная	сверление	10, 34
035 Протяжная	протягивание	22, 23
040 Термическая	закалка, отпуск	все
045 Внутришлифовальная	шлифование	1, 25
050 Шлифовальная	шлифование	15
055 Внутришлифовальная	шлифование	14
060 Шлифовальная	шлифование	3
065 Шлифовальная	шлифование	3
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

«Разработку схем базирования деталей следует выполнять на основе типовых схем базирования» [17], что позволит применить для их реализации стандартную технологическую оснастку. При разработке схем

базирования также следует учитывать метод простановки операционных размеров, который зависит от метода достижения точности. В ходе анализа характеристик типа производства установлено, что точность обработки достигается путем применения методов статической настройки, настройки по пробным заготовкам с помощью рабочего калибра и настройки с помощью универсального мерительного инструмента по пробным заготовкам, в зависимости от типа оборудования и требуемой точности обработки.

Технические требования на выполнение операций, такие как операционные допуски и отклонения, а также шероховатость обработанной поверхности принимаются согласно статистическим данным [17].

«Технологический процесс оформляется в виде маршрутной карты и для отдельных операций операционных карт с картами эскизов. Результаты приведены в приложении А «Технологическая документация»» [8].

2.3 Технические средства оснащения

Технические средства оснащения выбираются в зависимости от типа производства, формы и характеристик обрабатываемых поверхностей, габаритных размеров обрабатываемой заготовки, материала заготовки, требуемого метода обработки, а также экономических показателей. Выбор технических средств требует тщательного анализа конкретных производственных условий.

Из анализа типа производства следует, что предпочтительно применение универсальных средств технологического оснащения и оборудования. Допускается применение специализированных, а в исключительных случаях специальных, средств технологического оснащения и оборудования, но такое решение принимается только на основе

тщательного экономического анализа.

Также следует учесть современные тенденции развития среднесерийного производства. Прежде всего, это применение станков с числовым программным управлением. Применение данного оборудования приводит к необходимости применения технологической оснастки с высоким уровнем механизации и автоматизации всех процессов, а также режущего инструмента повышенной точности и стойкости. Кроме того, в состав технических средств необходимо включить вспомогательную оснастку, которая позволит производить замену режущего инструмента без остановки оборудования, а также настройку инструмента вне станка. Применение таких средств технического оснащения потребует значительных затрат на их приобретение и эксплуатацию, но при этом позволит увеличить гибкость и производительность производства, а также снизить количество высококвалифицированного персонала.

«Модели, марки и характеристики технических средств выбираем по данным литературы [6], [7], [11], [20]. Результаты выбора представлены в таблице 4» [8].

Таблица 4 – Средства технического оснащения

Операция	Оборудование	Режущие инструменты	Контрольные средства	Станочные приспособления
005 Токарная	«токарно-винторезный станок 1А512МФ3 с ЧПУ» [20]	«резец для контурного точения Т5К10 ГОСТ 18879-73» [6]	«штангенциркул и ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-І-150-0.1 ГОСТ 166-80» [11]	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [7]
010 Токарная	«токарно-винторезный станок 1А512МФ3 с ЧПУ» [20]	«резец для контурного точения Т5К10 ГОСТ 18879-73» [6]	«штангенциркул и ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-І-150-0.1 ГОСТ 166-80» [11]	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [7]
015 Токарная	«токарно-винторезный станок 1А512МФ3 с ЧПУ» [20]	«резец контурный Т30К4 ГОСТ 18879-73, резец расточной ГОСТ 18063-72» [6]	штангенциркули ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-І-150-0.1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [7]

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Режущие инструменты	Контрольные средства	Станочные приспособления
–	–	–	50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры	–
020 Токарная	«токарно-винторезный станок 1А512МФ3 с ЧПУ» [20]	«резец контурный Т30К4 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т30К4 ГОСТ 18063-72, резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73» [6]	«штангенциркуль и ШЦ-III-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры» [11]	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [7]
025 Фрезерная	«горизонтально-фрезерный 6Р83» [20]	«фреза дисковая трехсторонняя Ø80 ГОСТ3755-78 Р6М5» [6]	«штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80» [11]	«приспособление специальное» [7]
030 Координатно-расточная	«координатно-расточной 2Е450Ф2» [20]	«сверло Ø16 ГОСТ 10903-77 Р6М5, сверло Ø50 ГОСТ 10903-77 Р6М5» [6]	«нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80» [11]	«приспособление специальное» [7]
035 Протяжная	«протяжной 7Б65» [20]	«протяжка шлицевая ГОСТ25969-83 Р9» [6]	«шаблоны» [11]	«опора шаровая» [7]
040 Термическая	«печь» [20]	–	–	–
045 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный станок 3Т160» [20]	«шлифовальный круг 6-300х50х60 24А90К5V5 30м/с1А ГОСТ Р52781-2007» [6]	«микрометр МК-450 ГОСТ 6507-78» [11]	«оправка шлицевая, алмазная гребенка для правки круга» [7]
050 Шлифовальная	«шлифовальный станок 3М194» [20]	«шлифовальный круг 1-400х50х150 24А90К5V5 30м/с1А специальный» [6]	«микрометр МК-450 ГОСТ 6507-78» [11]	«оправка шлицевая, алмазная гребенка для правки круга» [7]
055 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный станок 3Т160» [20]	«шлифовальный круг 6-300х50х60 24А90К5V5 30м/с1А ГОСТ Р52781-2007» [6]	«микрометр МК-450 ГОСТ 6507-78» [11]	«оправка шлицевая, алмазная гребенка для правки круга» [7]
060 Шлифовальная	«шлифовальный станок 3М194» [20]	«шлифовальный круг 1-400х50х150 24А90К5V5 30» [6]	«микрометр МК-450 ГОСТ 6507-78» [11]	«оправка шлицевая» [7]

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Режущие инструменты	Контрольные средства	Станочные приспособления
065 Шлифовальная	«шлифовальный станок 3М194» [20]	«шлифовальный круг 1-400x50x150 24А60К7V30м/с1А специальный» [6]	«микрометр МК-450 ГОСТ 6507-78» [11]	«оправка шлицевая, алмазная гребенка для правки круга» [7]
070 Моечная	«моечная машина» [20]	–	–	–
075 Контрольная	«контрольный стол» [20]	–	–	«средства комплексного контроля» [7]

Технические средства, приведенные в таблице 4, позволяют реализовать спроектированный ранее технологический процесс и обеспечивают необходимые показатели его эффективности. Применение станков с числовым управлением позволит увеличить производительность производства, а также снизить количество высококвалифицированного персонала.

«Все технические средства заносятся в маршрутную карту и операционные карты с картами эскизов, приведенных в приложении А «Технологическая документация»» [8].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«Под режимами резания понимаются следующие параметры операции:

- подача инструмента,
- скорость резания,
- частота вращения шпинделя» [5].

Для их определения используем методику [5].

«В соответствии с принятой методикой для определения скорости резания используется формула:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (16)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [5].

«По известной скорости резания определяется частота вращения шпинделя с использованием формулы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – диаметр обработки, мм» [5].

«Исходя из технических возможностей применяемого оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)» [5]$$

«Под нормированием технологических операций понимается определение норм времени на выполнение операции» [8] с использованием следующей методики [23].

«Определение основного времени выполняется по формуле:

$$t_o = \sum t_{oi}, \quad (19)$$

где t_{oi} – основное время выполнения перехода обработки поверхности, мин» [23].

«Основное время выполнения перехода обработки поверхности

определяется по формуле:

$$t_o = \frac{(L+l) \cdot i}{s \cdot n}, \quad (20)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

l – длина перебега и врезания, мм.;

i – количество рабочих ходов» [23].

«Определение вспомогательного времени выполняется по формуле:

$$t_B = t_{c,y} + t_{m,B}, \quad (21)$$

где $t_{c,y}$ – время на установку и снятие заготовки, мин.;

$t_{m,B}$ – машинно-вспомогательное время, мин» [23].

«Определение времени на обслуживание, и личные потребности выполняется по формуле:

$$t_{обс} + t_{п} = 0,1 \cdot t_{оп}, \quad (22)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин» [23].

«Оперативное время определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_o + t_B. \quad (23)» [23]$$

«Определение штучного времени выполняется по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_B + t_{обс} + t_{п}. \quad (24)» [23]$$

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операций рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_3}, \quad (25)$$

где $T_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время выполнения операции, мин;

n_3 – размер партии деталей, шт» [23].

«Результаты расчетов представлены в таблице 5» [8].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	1	1,3	71	50	4,23	5,56
010	1	1,3	71	50	4,2	5,3
	2	1,3	71	50		
015	1	0,55	113	80	4,9	6,0
	2	0,55	113	80		
020	1	0,55	113	80	4,7	5,8
	2	0,55	113	80		
	3	0,1	116	80		
025	1	0,06	100	400	0,45	1,6
030	1	0,34	32	630	1,64	2,2
	2	0,5	16	100		
035	1	–	3,5	–	0,42	1,2
045	1	1,4	50	200	2,3	2,8
	2	1,4	50	200	–	–
050	1	0,35	25	22	1,4	2,1
055	1	0,43	113	80	1,8	2,5
060	1	1,5	25	80	1,5	2,2
065	1	0,4	25	80	1,7	2,4
070	–	–	–	–	0,8	1,5
075	–	–	–	–	0,7	1,4

«Результаты определения режимов резания и нормирования заносятся в приложение А «Технологическая документация»» [8].

Анализируя результаты проектирования и нормирования

технологических операций, приходим к следующим выводам. На 030 операции базовый технологический процесс предполагает использование станочного приспособления не способного реализовать оптимальную с точки зрения обеспечения точности обработки схему базирования. Также на данной операции наблюдаются большие затраты вспомогательного времени. Причина этого заключается в большом вспомогательном времени и низкой производительности обработки. На 065 операции используются заниженные режимы обработки, что связано с появлением прижогов на обработанных поверхностях при увеличении режимов резания. В дальнейшем следует устранить данные недостатки.

Во втором разделе приведены: решение задач проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цанговой оправки

В ходе анализа результатов нормирования технологических операций было установлено, что на 030 координатно-расточной операция, эскиз которой приведен на рисунке 2, базовый технологический процесс предполагает использование станочного приспособления не способного реализовать оптимальную с точки зрения обеспечения точности обработки схему базирования. Также на данной операции наблюдаются большие затраты вспомогательного времени. Причина этого заключается в большом вспомогательном времени и низкой производительности обработки.

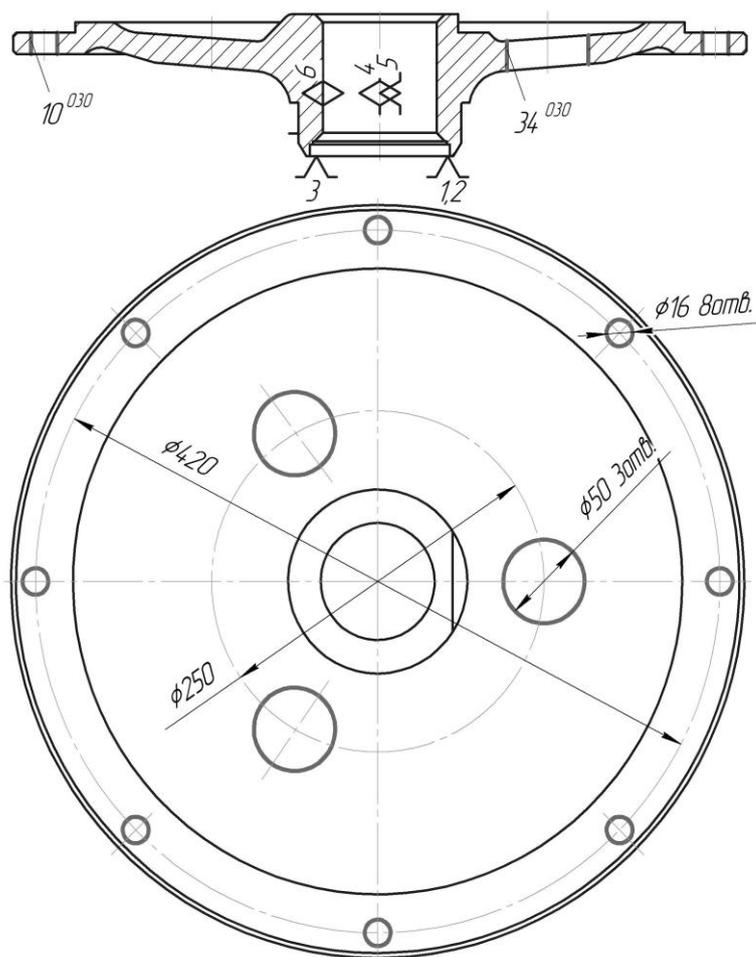


Рисунок 2 – Эскиз координатно-расточной операции

Реализация приведенной схемы базирования возможно путем применения самоцентрирующего механизма на основе цанги. Проектирование данного механизма произведем по методике и данным [18].

«Согласно принятой методике осевая сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (26)$$

где C_p , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают фактические условия операции;

D – диаметр сверления, мм;

S – продольная подача, мм/об» [18].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 50^0 \cdot 0,5^{0,7} \cdot 0,94 = 394 \text{ Н.}$$

«Крутящий момент от силы резания рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (27)$$

где C_m – поправочный коэффициент, который учитывает фактические условия операции» [18].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 50^{2,0} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,94 = 466 \text{ Н·м.}$$

«Момент закрепления, препятствующий повороту заготовки в приспособлении от воздействия крутящего момента при резании:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (28)$$

где d_3 – диаметр закрепления, мм» [18].

«Из условия равновесия следует:

$$W = \frac{M_p}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (29)$$

где K – коэффициент запаса» [18].

Выполняем расчет.

$$W = \frac{466}{2 \cdot 0,16 \cdot 75} \cdot 2,48 = 48 \text{ Н.}$$

«Сила трения, удерживающая заготовку в приспособление при воздействии осевой силы резания:

$$F_{\text{тр}} = 8 \cdot W \cdot f, \quad (30)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и призмы» [18].

«Из условия равновесия следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (31)$$

где K – коэффициент запаса» [18].

Выполняем расчет.

$$W = \frac{394}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 770 \text{ Н.}$$

«Данное усилие развивает пневматический цилиндр диаметр которого определяется уравнением:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (32)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [18].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{770}{0,4}} = 60 \text{ мм.}$$

«Расчет точности приспособления выполняем на основе схемы, приведенной на рисунке 3» [18].

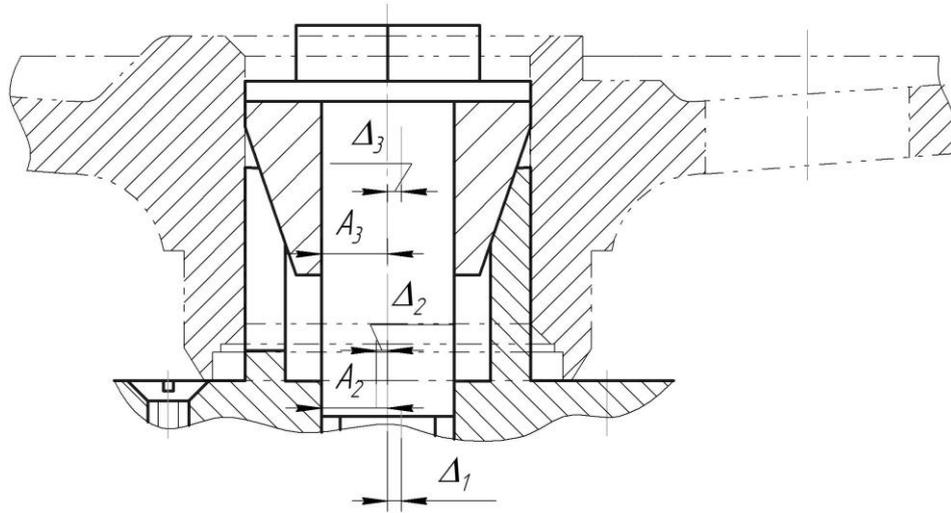


Рисунок 3 – Расчетная схема погрешностей

«Из схемы следует:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (33)$$

где Δ_1 – погрешность в сопряжении A_1 , мм;

Δ_2 – погрешности в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность в сопряжении A_3 , мм» [18].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

«Допустимая погрешность установки определяется по формуле:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot Td, \quad (34)$$

где Td – допуск на выполняемый размер детали, мм» [18].

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,43 = 0,129 \text{ мм.}$$

Делаем вывод о том, что точность приспособления соответствует требуемой.

Приспособление состоит из корпуса, в котором установлен пневматический привод, обеспечивающий работу зажимного механизма. Также в корпусе установлена опора, которая обеспечивает базирование в осевом направлении обрабатываемой заготовки. Зажимной механизм в свою очередь приводит в движение цангу, которая обеспечивают центрирование и закрепление заготовки в приспособлении.

«Более подробно конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [8].

3.2 Разработка шлифовального круга

В ходе анализа результатов нормирования технологических операций было установлено, что на 065 операции, эскиз которой приведен на рисунке 4, используются заниженные режимы обработки, что связано с появлением прижогов на обработанных поверхностях при увеличении режимов резания. Основная причина данного явления заключается в повышенной температуре в зоне резания. С целью ее решения применим конструкцию, кардинально отличающуюся от стандартного шлифовального круга наличием канавок, обеспечивающих дополнительное охлаждение зоны резания. «Проектирование производим по методике и справочным данным» [4].

«Основные параметры круга для заданных условий обработки:

- материал режущих зерен 24А электрокорунд белый,
- зернистость 60 мкм,
- твердость круга К средняя,
- структура 7 полуоткрытая,
- связка V керамическая» [4].

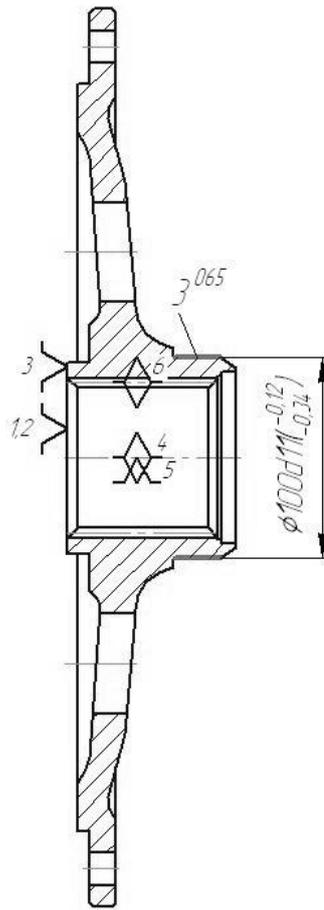


Рисунок 4 – Эскиз шлифовальной операции

Проверим шлифовальный круг на разрушение от действия центробежных сил. «Предел прочности в этом случае определяется по формуле:

$$\sigma_B = \gamma \cdot V_p^2 \cdot \frac{3+\mu}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} \cdot \frac{d^2}{D^2}\right), \quad (35)$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

V_p – разрывная скорость круга, м/с;

μ – коэффициент поперечного сжатия;

d – диаметр посадочного отверстия круга, мм;

D – наружный диаметр круга, мм» [4].

$$\sigma_B = 3950 \cdot 50^2 \cdot \frac{3+0,3}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-0,3}{3+0,3} \cdot \frac{150^2}{400^2}\right) = 5,0 \text{ МПа.}$$

Допустимое значение для данного круга составляет 15 МПа.

«С целью улучшения охлаждения зоны резания предлагается выполнить на рабочей поверхности специальные пазы, расположенные под углом» [4]. Такое конструктивное решение позволит улучшить температурный режим в зоне резания и избежать ударных нагрузок при врезании режущих сегментов.

«Более подробно конструкция сверла приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [8].

В третьем разделе спроектированы специальные технические средства оснащения. В результате спроектировано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение координатно-расточной операции, путем сокращения вспомогательного времени и шлифовальной операции, путем применения более производительных режимов резания.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В качестве объекта в данной выпускной квалификационной работе рассматривается технология изготовления фланца выходного вала редуктора буровой лебедки.

Подробно технология изготовления рассмотрена в предыдущих пунктах работы. Приведем ее основные характеристики. Основными операциями механической обработки являются: токарные, фрезерные, протяжные и шлифовальные. Используется следующее технологическое оборудование: токарно-винторезный станок 1А512МФ3 с ЧПУ, горизонтально-фрезерный станок 6Р83, координатно-расточной станок 2Е450Ф2, протяжной станок 7Б65, внутришлифовальный станок 3Т160, шлифовальный станок 3М194. Работа на данном оборудовании подразумевает применение следующей номенклатуры режущего инструмента: резцы токарные с твердосплавными режущими пластинами, фрезы, сверла, протяжки, шлифовальные круги. Так же необходимы следующие средства технологического оснащения: патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, опора шаровая, специальные приспособления, шлицевая оправка. Для осуществления контроля необходимы: штангенциркули ШЦ-III-400-0,1 и ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры, нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80, шаблоны.

На участке работают следующие работники: операторы станков с числовым программным управлением, протяжчик, сверловщик, фрезеровщик, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В ходе выполнения технологического процесса неизбежно возникают профессиональные риски. Наименование возникающих опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определяются согласно ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Идентификация профессиональных рисков производится по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
металлорежущее оборудование, режущий инструмент, средства технологического оснащения, средства контроля	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; струи и волны, включая цунами; ветер и вихри, включая смерчи и торнадо)» [2]	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [2]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [2]	«заболевания кожи (дерматиты)» [2]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
–	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [2]	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [2]	«воздействие общей вибрации на тело работника» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [2]	«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [2]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [2]	«психоэмоциональные перегрузки» [2]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [2]	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [2]

В таблице 6 приведены только те риски, которые имеют наибольшую вероятность появления исходя из особенностей спроектированного технологического процесса и средств оснащения, применяемого для его реализации.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Методы и средства снижения профессиональных рисков выбираются в соответствии с Приказу Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» и Приказом Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [2]. Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [2]	«устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [2]	«использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [2]
«заболевания кожи (дерматиты)» [2]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [2]	«использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [2],

Продолжение таблицы 7

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [2]	«проведение обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктажей по охране труда, стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверки знания требований охраны труда» [2]	«организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [2]
«воздействие общей вибрации на тело работника» [2]	«проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований)» [2]	«применение вибропоглощения и виброизоляции» [2]
«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [2]	«устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов» [2]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [2]
«психоэмоциональные перегрузки» [2]	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [2]	«проведение специальной оценки условий труда с разработкой и реализацией мероприятий по снижению напряженности трудового процесса» [2]
«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность» [2]	внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение» [2]

Продолжение таблицы 7

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [2]	электрическим током	«ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [2]

Приведенные в таблице 7 приведены организационно-технические методы и средства защиты выбраны с учетом действующих на данный момент времени требований нормативных документов, являются достаточными при осуществлении спроектированного технологического процесса.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность обеспечивается исходя из класса пожара. «В данном случае пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)» [2].

«Исходя из этого, определяем опасные факторы пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [2].

Далее определяем категорию пожароопасности помещения. «Помещение относится к категории В4 помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна),

вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б» [2].

Исходя из класса пожара и категории пожароопасности помещения принимаем средства пожаротушения и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Принимаем следующие средства пожаротушения, размещаемые непосредственно в производственном помещении: огнетушители, пожарные щиты, пожарные краны, ящики с песком, лопаты, покрывала для изоляции очага пожара, автоматические системы пожаротушения, датчики, пульт управления, оповещатели, системы пожаротушения, системы дымоудаления. Также должны проводиться следующие организационные мероприятия: инструкции по действиям персонала, инструктаж по пожарной безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Спроектированный технологический процесс оказывают влияние на окружающую среду, так как в ходе его осуществления используются горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, а также возникают отходы в виде частиц абразива, металлической стружки и лома, мусора и пыли. Антропогенное воздействие на атмосферный воздух, водные объекты, а также отходы приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Антропогенное воздействие

Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
незначительные выбросы металлической и абразивной пыли при шлифовании	горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, загрязнение частицами абразива, металлической стружкой, ломом и мусором	горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, металлическая стружка, лом и мусор

С целью обеспечения экологической безопасности объекта путем устранения и снижения антропогенного воздействия на атмосферный воздух, водные объекты и утилизации отходов разрабатываются мероприятия в соответствии с ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [2], а также ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [2].

В данном разделе выполнена оценка технологического процесса на безопасность и экологичность. Представлен анализ негативных ситуаций при проведении спроектированного технологического процесса с точки зрения охраны труда, производственной, пожарной и экологической безопасности. При проведении данного анализа учитывались изменения от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию.

5 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления заданной детали. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 5).



Рисунок 5 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 5, благодаря внесенным изменениям удалось достичь сокращения количества операций, и соответственно уменьшения трудоемкости их выполнения. В совокупности, все изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 2 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет

значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 6.

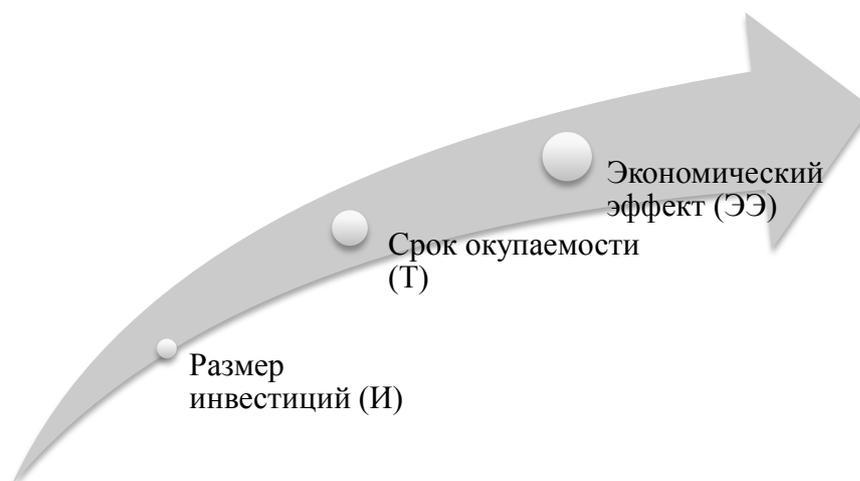


Рисунок 6 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 6, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [10], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 7.

Как видно из рисунка 7, весомую долю в инвестициях занимают затраты в основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), которые составляют 77,88 % от размера всех инвестиций. Это оправдано, так как стоимость оборудования, его доставка и монтаж всегда были и будут капиталоемкими. Кроме оборудования, предприятию необходимо будет осуществить существенные финансовые вложения в такую статью затрат, как «затраты на проектирование ($Z_{ПР}$)». Ее доля в общем размере инвестиций составит 8,19 %, а это обосновывается сложностью выполняемых при проектировании работ и их трудоемкостью. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают.

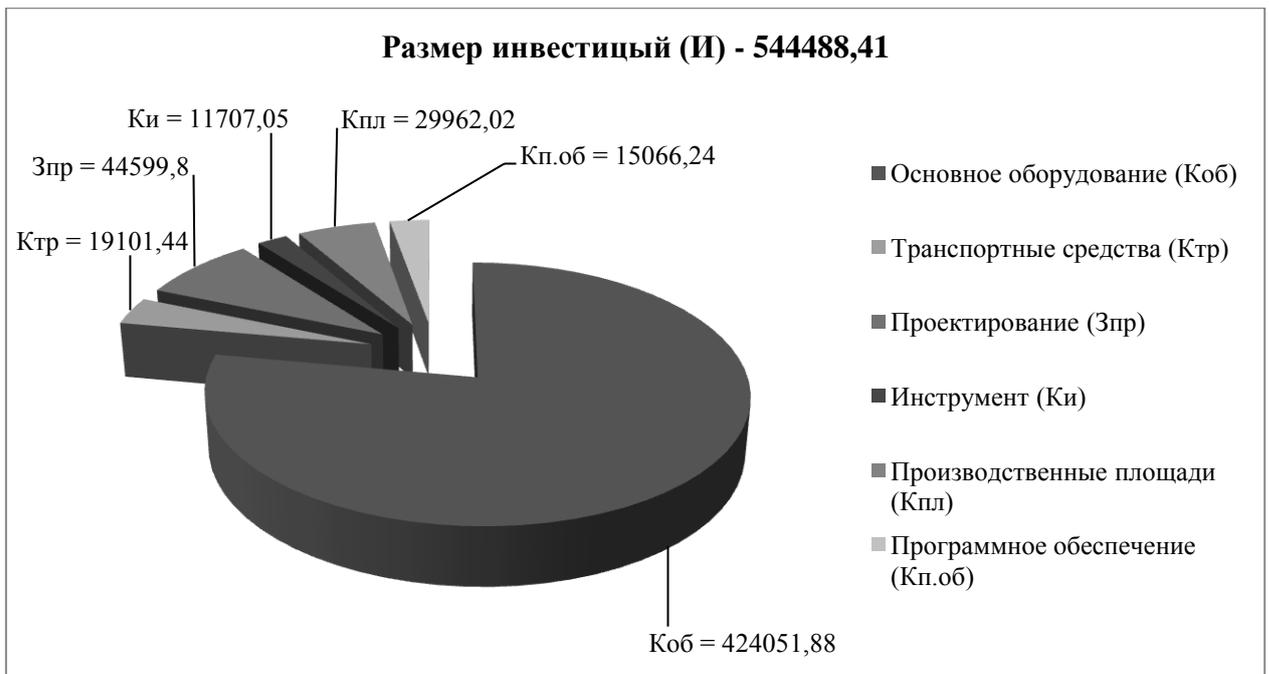


Рисунок 7 – Итоговый размер инвестиций и его детализация, руб.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле (36):

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1, \quad (36)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [10].

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 563,27$ руб. и $C_2 = 476,17$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 2000$ шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [10] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (36) можно представить в развернутом формате в формуле (37):

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot \Pi_{\Gamma} \cdot (1 - K_{НАЛ})} = \frac{И}{\Pi_{ЧИСТ}}, \quad (37)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2;

$\Pi_{ЧИСТ}$ – чистая прибыль, руб.» [10].

$$T = \frac{544488,41}{(563,27 - 476,17) \cdot 2000 \cdot (1 - 0,2)} = \frac{544488,41}{139360} = 3,907 = 4 \text{ года.}$$

Экономический эффект определяется по формуле (38), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\mathcal{ЭЭ} = \left(\sum_1^T \Pi_{ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И, \quad (38)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

t – годы получения прибыли для принятого горизонта расчета» [10].

$$\begin{aligned} \mathcal{ЭЭ} &= \left(139360 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} \right) \right) - 544488,41 = \\ &= 82910,31 \text{ р.} \end{aligned}$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 82910,31 рублей. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

В данном разделе выполнена экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Заключение

«Цель данной выпускной квалификационной работы заключалась в разработке оптимального в заданных производственных условиях технологического процесса изготовления фланца» [8] выходного вала редуктора буровой лебедки, обеспечивающего годовой объем выпуска качественных деталей. Для ее достижения был проведен ряд мероприятий.

«На первом этапе проведен анализ исходных данных, к которым относятся назначение и условия работы детали, оценка технологичности детали, анализ параметров типа производства. По результатам анализа исходных данных выполнена постановка задач работы» [8].

Далее решены задачи проектирования заготовки, разработки плана изготовления, выбора технических средств оснащения, выбора режимов резания и определения норм времени на выполнение операций технологического процесса.

Затем спроектированы специальные технические средства оснащения. В результате разработано станочное приспособление с механизированным приводом закрепления и режущий инструмент улучшенной конструкции. Данные мероприятия позволили сократить время на выполнение координатно-расточной операции, путем сокращения вспомогательного времени и шлифовальной операции, путем применения более производительных режимов резания.

Выполнена оценка технологического процесса на безопасность и экологичность. При проведении данного анализа учитывались изменения от применения специальных технических средств оснащения, вносимые в базовую технологию.

В заключение выполнена экономическая оценка предлагаемого варианта технологического процесса. В результате получены положительные значения экономических показателей. Технологический процесс признан эффективным.

Список используемых источников

1. Бурчаков Ш. А. Технология машиностроения : учебное пособие / Ш. А. Бурчаков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346982> (дата обращения: 11.04.2024).
2. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2024. – 22 с.
3. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
4. Григорьев С. Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента : учебник / С. Н. Григорьев. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 368 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307286> (дата обращения: 20.04.2024).
5. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 12.04.2024).
6. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 03.04.2024).
7. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 19.04.2024).
8. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва:

ИНФРА –М, 2020. – 229 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 16.04.2024).

9. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 30.03.2024).

10. 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: 28.04.2024).

11. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 198 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/316970> (дата обращения: 13.04.2024).

12. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 02.04.2024).

13. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 14.04.2024).

14. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 15.04.2024).

15.Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 03.04.2024).

16.Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 14.04.2024).

17.Сысоев С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 352 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/383858> (дата обращения: 11.04.2024).

18.Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – 2 –е изд., испр. и доп. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 304 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 19.04.2024).

19.Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для студентов / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. – 64 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 17.04.2024).

20.Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 17.04.2024).

21. Химический состав и физико-механические свойства стали 45Х [Электронный ресурс]. – URL: <http://tekhnar.ru/materialy/45h.html> (дата обращения: 29.03.2024).

22. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 16.04.2023).

23. Cica D. Predictive modeling of turning operations under different cooling/lubricating conditions for sustainable manufacturing with machine learning techniques. / Cica D., Sredanovic B., Tesic S., Kramar D. // Applied Computing and Informatics. 2020. P. 28 – 36

24. Integrated processing of ferriferous materials in blank production for mechanical engineering facilities. Predein V., Popov A., Komarov O., Zhilin S. // E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference “Problems of Complex Development of Georesources” (PCDG 2020). – 2020. С. 02009.

25. Oborskyi G. Study of dynamic impacts at combined operations of the thin turning and boring. / Oborskyi G., Orgiyan A., Tonkonogyi V., Aymen A., Balaniuk A. // Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2020. P. 226 – 235.

26. Sahib B.S., Nassrullah K.S. Experimental and numerical investigation of temperature distribution in the cutting zone with different coated tools in orthogonal turning operations. / Sahib B.S., Nassrullah K.S. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 3. Сер. "3rd International Conference on Engineering Sciences" 2020. P. 012 – 016.

27. Shao Yulu, Kang Yanzi. Analysis of the relationship between machining process and machining accuracy [J/OL]. / China Equipment Engineering: 1[2018-05-08]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4623.N.20170516.2224.010.html>.

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
Т 20	392152 Резец расточной ГОСТ18063-72 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-400 ГОСТ 166-80;															
Т 21	394253 Нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88.															
22																
А 23	XX XX XX 015 4113 Токарная															
Б 24	381151 Токарнокарусельный 1А512МФ3 3					18219	312	1Р	1	1	1	1500	1			6,0
О 25	Точить последовательно поверхности и торцы, 1, 3, 4, 31, 32, 33 в размер $\phi 76^{+0,12}$, $\phi 81^{+0,14}$, $\phi 102,42^{+0,14}$															
О 26	77,16 ^{+0,21} , 75,16 ^{+0,21} , 70,16 ^{+0,21} , 51,69 ^{+0,21} , 84,16 ^{+0,14}															
Т 27	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
Т 28	392152 Резец расточной ГОСТ18063-72 Т30К4; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-400 ГОСТ 166-80;															
Т 29	394253 Нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90.															
30																
А 31	XX XX XX 020 4113 Токарная															
Б 32	381151 Токарнокарусельный 1А512МФ3 3					18219	312	1Р	1	1	1	1500	1			5,8
О 33	Точить последовательно поверхности и торцы 14, 15, 25, 26 в размер $\phi 445^{+0,25}$, $\phi 374,231^{+0,23}$, $\phi 70^{+0,23}$															
О 34	73,01 ^{+0,12} , 82,94 ^{+0,14}															
Т 35	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
Т 36	392152 Резец расточной ГОСТ18063-72 Т30К4; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-400 ГОСТ 166-80;															
Т 37	394253 Нутромер НМ-100 ГОСТ 10-88; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90.															
38																
А 39	XX XX XX 025 4262 Фрезерная															
Б 40	381631 Горизонтально-фрезерный 6Р83 3					18632	312	1Р	1	1	1	1500	1			1,6
О 41	Фрезеровать поверхности 27, 28 в размер $72,47^{+0,12}$, $46^{+0,1}$															
МК																

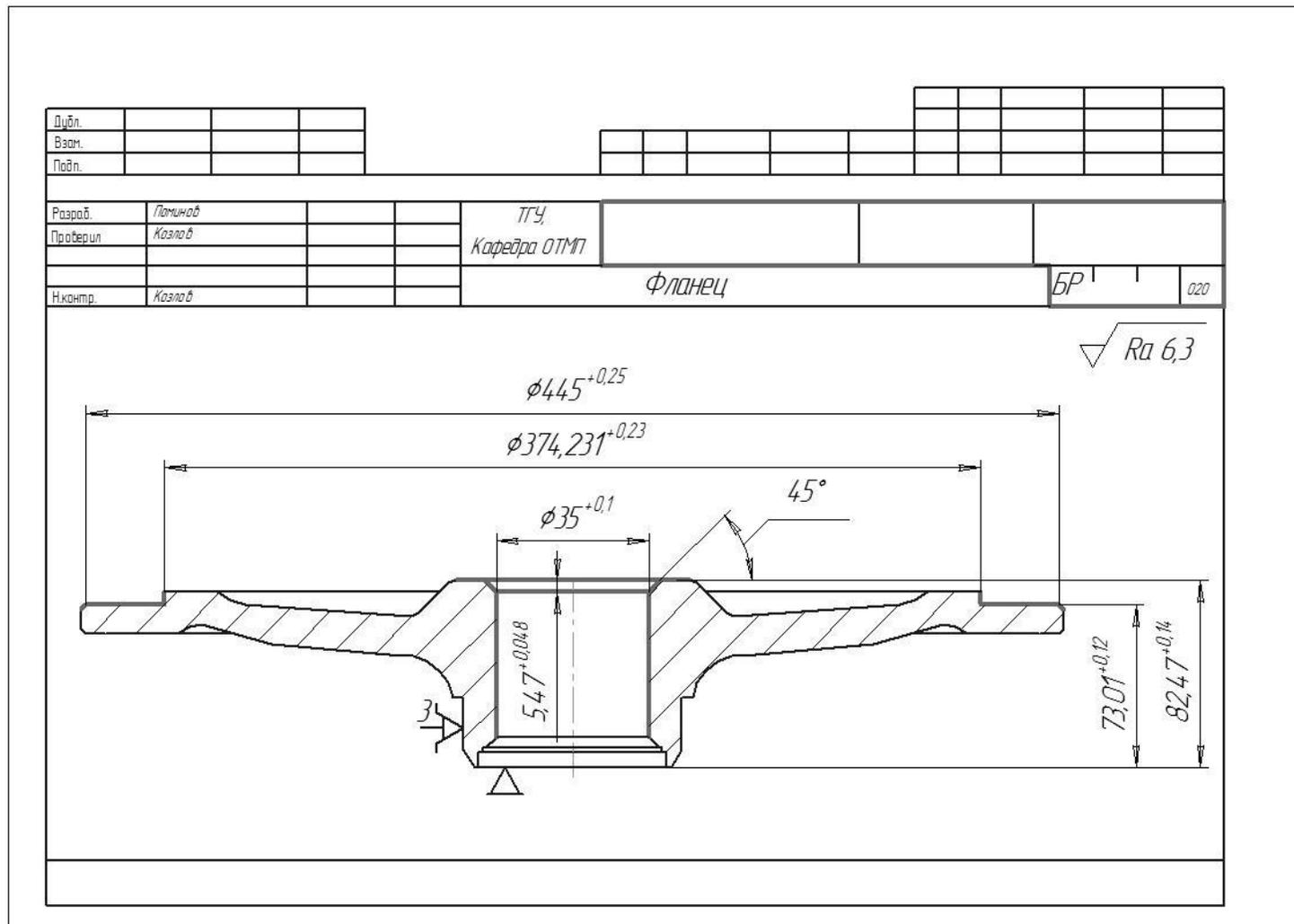
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
0 94	<i>Шлифовать пов. 15 в размер $\phi 374_{-0,23}$.</i>															
Т 95	<i>396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>															
96																
A 97	<i>XX XX XX 055 4132 Внутршлифовальная</i>															
Б 98	<i>381312 Внутршлифовальный ЗК228В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,5</i>															
0 99	<i>Шлифовать поверхности 14 в размер $72_{+0,040}$.</i>															
Т 100	<i>396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>															
101																
A 102	<i>XX XX XX 060 4131 Шлифовальная</i>															
Б 103	<i>381311 Круглошлифовальный ЗМ194 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,2</i>															
0 104	<i>Шлифовать поверхность 3 в размер $\phi 100,22_{-0,087}$.</i>															
Т 105	<i>396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>															
106																
A 107	<i>XX XX XX 065 4131 Шлифовальная</i>															
Б 108	<i>381311 Круглошлифовальный ЗМ194 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,4</i>															
0 109	<i>Шлифовать поверхность 3 в размер $\phi 100_{-0,12}$.</i>															
Т 110	<i>396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>															
111																
A 112	<i>XX XX XX 070 Моечная.</i>															
113																
A 114	<i>XX XX XX 075 Контрольная.</i>															
115																
116																
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Литвинов			ТГУ,									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов			Фланец						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71		HB 200	166	17	#455x90,8			23	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
1A512MФ3				4,7			5,8	Универс-1					
		пи	о или в	L	t	i	s	п	v				
О _{ст}	1. Установить заготовку												
Т _{за}	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4;												
Т _{за}	392152 Резец расточной ГОСТ 18063-72 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10.												
О _{за}	2. Точить последовательно поверхности и торцы: 14, 15, 25, 26 выдерживая размеры согласно												
О _{за}	эскиза.												
Р _{за}		1			1,22		0,55	80	113				
Р _{ст}		2			0,66		0,55	80	113				
Р _{за}		3			1,23		0,1	80	116				
О _{за}	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
12													

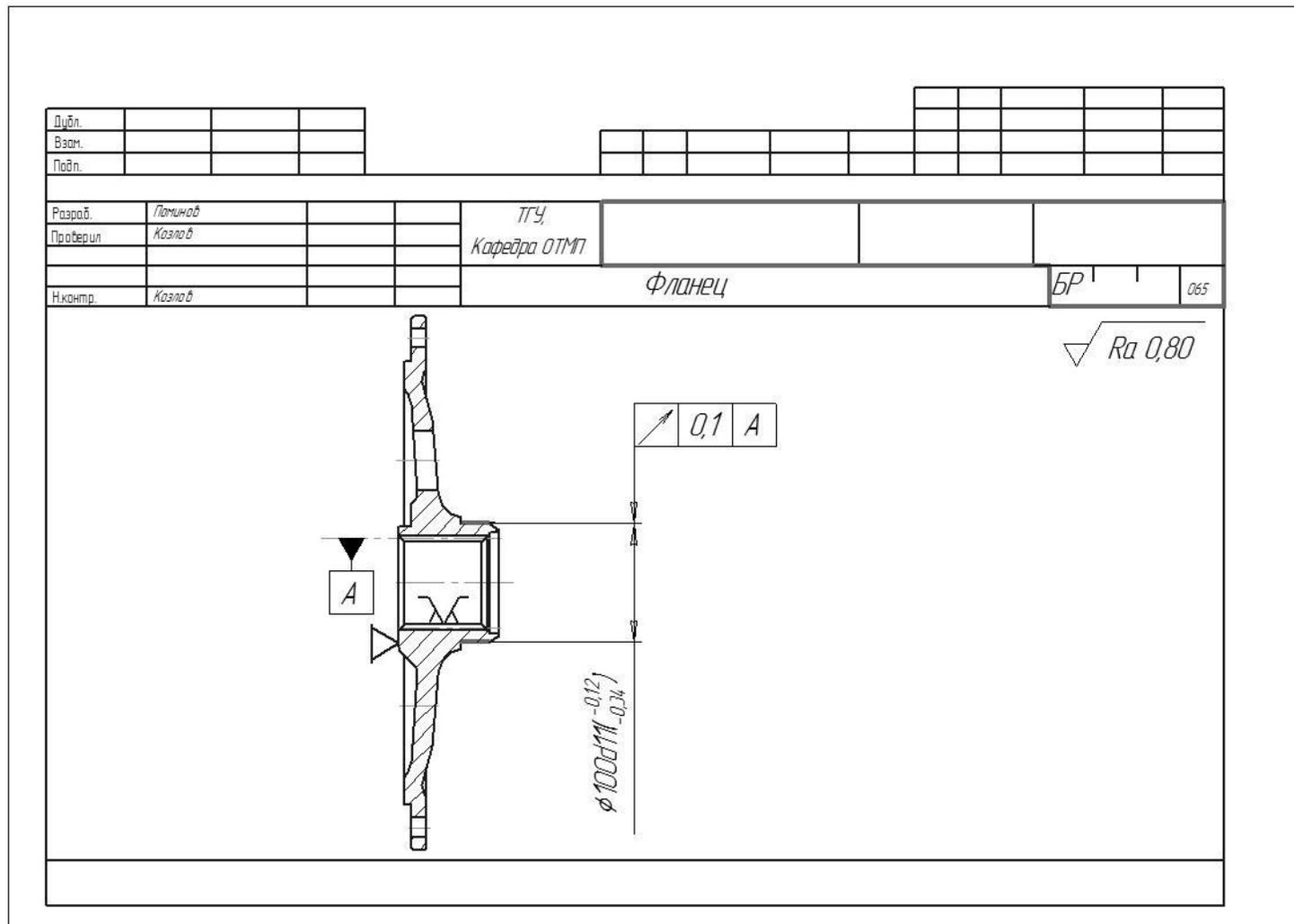
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Латышев			ТГУ,									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Исполн.	Козлов			Фланец						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Фрезерная		Сталь 45X ГОСТ 4543-71		HВ 200	166	17	#455x90,8			23	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сок					
6P83				0,45			16	Уконтал-1					
			пи	о или в	L	t	i	s	п	v			
0 _{ст}	1. Установить заготовку												
T _ф	396171 Приспособление специальное; 391831 Фреза дисковая трехсторонняя Ø80 ГОСТ 3755-78 P6M5;												
T _{об}	393311 Штангенциркуль ШЦ-I-150 ГОСТ 166-80.												
0 _{за}	2. Фрезеровать поверхности: 27, 28 выдерживая размеры согласно эскиза.												
P _ф			1			10		0,06	400	100			
0 _{за}	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
0 _т													
0 _в													
0 _с													
0 _т													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Латышев			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Исполн.	Козлов			Фланец						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МВ	КОИД		
Шлифовальная		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71		НВ 200	166	17	#455x90,8			23	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
ЗМ194				17			24	Универс-1					
			пи	о или в	L	t	i	s	п	v			
0 _{ст}	1. Установить заготовку												
Т _{за}	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная												
Т _{об}	СР ГОСТ11098-75.												
0 _{за}	2. Шлифовать поверхность: 3 выдерживая размеры согласно эскиза												
Р _{за}	1				0,26		0,4		80		25		
0 _{об}	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
0 _т													
0 _в													
0 _г													
0 _д													
0 _ж													
0 _з													
0 _и													
0 _л													
0 _м													
0 _н													
0 _о													
0 _п													
0 _р													
0 _с													
0 _т													
0 _у													
0 _ф													
0 _х													
0 _ц													
0 _ч													
0 _ш													
0 _щ													
0 _ш													
0 _ы													
0 _ь													
0 _э													
0 _ю													
0 _я													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		24.БР.ОТМП.111.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>					
A3	1	24.БР.ОТМП.111.65.00.001	Втулка	1	
A4	2	24.БР.ОТМП.111.65.00.002	Корпус	1	
A4	3	24.БР.ОТМП.111.65.00.003	Крышка	1	
A4	4	24.БР.ОТМП.111.65.00.004	Крышка пневмоцилиндра	1	
A4	5	24.БР.ОТМП.111.65.00.005	Пневмоцилиндр	1	
A3	6	24.БР.ОТМП.111.65.00.006	Поршень	1	
A3	7	24.БР.ОТМП.111.65.00.007	Тяга	1	
A4	8	24.БР.ОТМП.111.65.00.008	Цанга	1	
A4	9	24.БР.ОТМП.111.65.00.009	Шпонка	1	
A4	10	24.БР.ОТМП.111.65.00.010	Шток	1	
<u>Стандартные изделия</u>					
	11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
	12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
	13		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
	14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
	15		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
	16		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	
	17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
	18		Демпфер ГОСТ 8758-79	1	
	19		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
24.БР.ОТМП.111.65.00.000					
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	
Разраб. Ломинов					
Проб. Козлов					
Н.контр. Козлов					
Утв. Логинов					
Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов
				1	2
			ТГУ, ИМ гр. ТМБ-2001а		
Копировал			Формат А4		

