



## Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления фланца муфты «Gebo». Цель работы заключается в разработке технологического процесса, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в среднесерийном типе производства.

Работа состоит из пояснительной записки, которая включает введение, основные разделы, заключение и приложения, а также графической части, отражающей результаты проектирования в графическом виде. Введение содержит анализ актуальности темы работы и формулировку ее цели. Первый раздел содержит комплексный анализ исходных данных, на основе которого поставлены задачи работы. Второй раздел содержит решение технологических задач. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку, разработан технологический маршрут и план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование. Третий раздел содержит технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса. Для этого спроектирована цанговая механизированная оправка и сверло усовершенствованной конструкции для сверлильной операции, что позволило сократить время выполнения данной операции. Четвертый раздел содержит анализ безопасности выполнения спроектированного технологического процесса и оценке его влияния на экологию. Пятый раздел содержит расчет экономических показателей спроектированного технологического процесса, подтверждающих правильность принятых технических решений.

Пояснительная записка состоит из 58 страниц, включая приложения. Графическая часть состоит из 7,5 листов формата А1.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали .....	6
1.3 Анализ типа производства.....	8
1.4 Задачи работы .....	9
2 Разработка технологии изготовления .....	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	20
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	22
2.4 Проектирование операций технологического процесса .....	24
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	28
3.1 Разработка цанговой оправки .....	28
3.2 Разработка сверла.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта .....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	38
5 Экономическая эффективность работы .....	41
Заключение .....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	57

## Введение

Муфты разнообразных конструкций применяются в технике для соединения валов машин и механизмов и передачи крутящего момента между ними.

Существует большое количество конструкций муфт. Область применения каждой из них зависит от служебного назначения механизма, в котором они используются, величины передаваемого крутящего момента и условий эксплуатации. При этом муфты являются ответственными деталями. Выход из строя муфты неизбежно приводит к остановке механизма.

Ряд муфт играют роль предохранительного звена, частично компенсируя излишние нагрузки или размыкая соединяемые механизмы, тем самым предохраняя их от повреждения. Наиболее универсальными являются фланцевые муфты, что объясняется простотой их конструкции, большими величинами передаваемых крутящих моментов и возможностью их использования в условиях влияния различных внешних факторов. Такая универсальность предъявляет к конструкции муфты ряд специфических требований, по надежности, ремонтпригодности и ряду других характеристик. Большинство из перечисленных требований обеспечивается на стадии изготовления деталей муфты и ее финишной сборки. Из этого следует, что технология изготовления деталей муфты играет ключевую роль. При этом технология изготовления должна обеспечивать как можно более низкую цену их изготовления. Это возможно если учитывать все особенности типа производства, в условиях которого происходит изготовление муфты. Данные требования в полной мере относятся и к рассматриваемому в данной работе фланцу муфты «Gebo».

Из сказанного следует, что цель работы заключается в разработке технологического процесса, который обеспечит изготовление необходимого количества фланцев заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в среднесерийном типе производства.

## **1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных**

### **1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации**

Основным функциональным назначением фланца является соединение выходного вала привода с входным валом исполнительного механизма и передачи крутящего момента между данными валами. Фланец устанавливается в полумуфту по наружной поверхности и торцу. Внутренний зубчатый венец фланца входит в зацепление с наружным венцом выходного вала. В отверстия, выполненные на фланце, вставляются штифты, при помощи которых обеспечивается соединение фланца со второй полумуфтой, тем самым обеспечивая передачу крутящего момента.

Условия эксплуатации фланца могут существенно отличаться в зависимости от интенсивности использования механизма, величины передаваемого крутящего момента и внешних производственных факторов. Эксплуатация фланца может происходить как в производственных корпусах, где поддерживается строго регламентируемый микроклимат, так и вне помещений. Поэтому влияние климатических факторов, а также наличие в производстве различных технических жидкостей, таких как, смазочно-охлаждающие жидкости и разнообразные индустриальные масла, а также стружки может привести к возникновению коррозии на фланце и ее интенсивному износу.

Существенное влияние на износ рабочих поверхностей также оказывает величина передаваемых крутящих моментов и другие эксплуатационные показатели исполнительного механизма. Нагрузки, действующие в процессе работы на фланец, имеют знакопеременное направление и могут быть значительными по величине. Возможно возникновение ударных нагрузок в процессе остановки механизма.

Как видно из проведенного анализа деталь в полной мере отвечает

своему функциональному назначению, а условия ее эксплуатации характерны для деталей данного класса.

## **1.2 Анализ технологических показателей детали**

Проведение анализа технологических показателей детали позволит выявить основные особенности ее конструкции, которые необходимо учесть при проектировании технологии ее изготовления. Анализ выполним по рекомендациям [4].

Анализ материала детали на технологичность основан на оценке его химического состава и физико-механических характеристик. Материал фланца сталь 45Л ГОСТ 977–88. «Химический состав стали: углерод 0,42–0,5%, хром 0,4%, марганец 0,45–0,9%, кремний 0,2–0,52%, никель 0,45%, сера 0,04%, фосфор 0,025%, медь 0,3%» [21]. «Основные механические свойства: предел прочности при растяжении 470 МПа, предел текучести 360 МПа, твердость 174–23 единиц по шкале Бринелля» [21]. Буква Л в конце маркировки говорит об улучшенных литейных свойствах рассматриваемой стали.

Исходя из предполагаемых эксплуатационных нагрузок, данные характеристики являются достаточными для данной детали. При этом такие физико-механические свойства обеспечат хорошую обрабатываемость различными методами механической обработки. Исходя из представленных характеристик, данный материал обладает хорошими литейными свойствами и плохими пластическими, что предопределяет выбор метода получения заготовки в пользу методов литья. Данные методы отличаются низкой себестоимостью, но имеют более высокие показатели металлоемкости по сравнению с методами пластического деформирования. Из данного анализа следует, что материал детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Анализ конфигурации детали на технологичность позволяет сделать

следующие выводы. Поверхность детали образована простыми поверхностями с применением стандартных конструктивных элементов, таких как фаски и канавки, но при этом образуемый контур достаточно сложный, что связано с назначением детали. Размеры элементов детали соответствуют нормальному ряду чисел. Важной характеристикой технологичности конструкции детали является наличие ответственных поверхностей. С целью выявления данных поверхностей необходимо классифицировать все поверхности детали по их назначению. Для этого выполним эскиз детали (рисунок 1) и каждой поверхности присвоим номер.

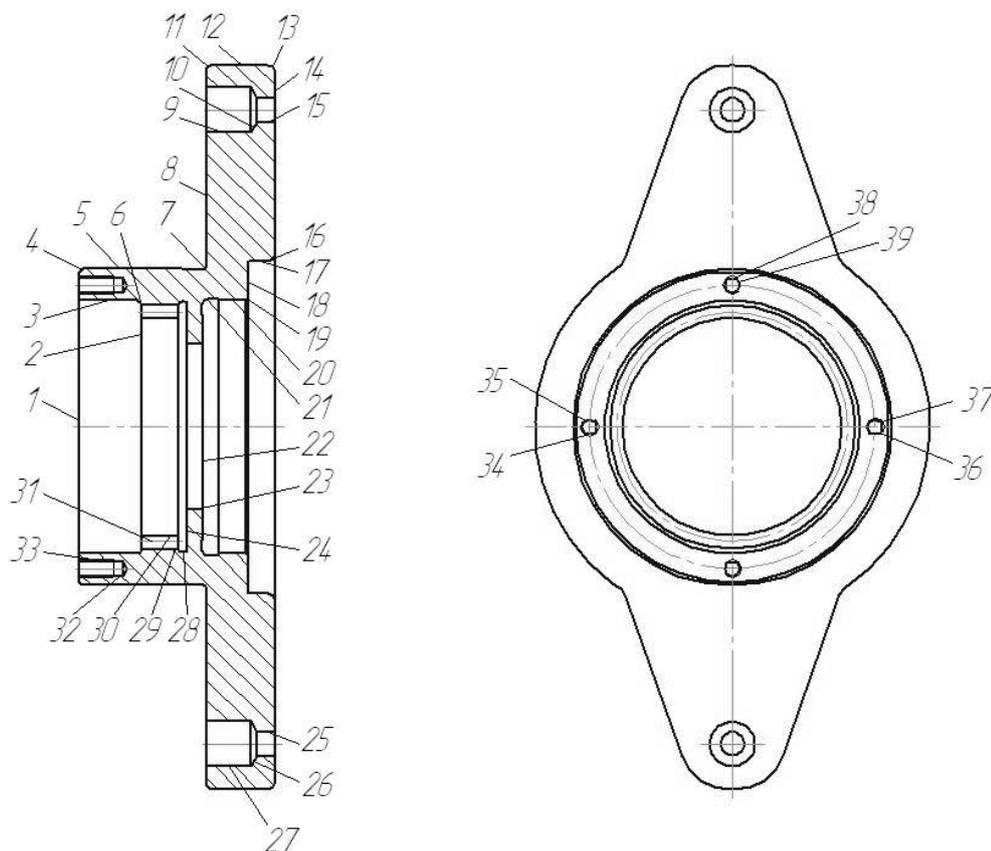


Рисунок 1 – Эскиз детали

Классифицируем поверхности по их назначению с использованием методики [20]. «Основные конструкторские базы 5, 22, вспомогательные конструкторские базы 1, 9, 20, 27, исполнительные поверхности 9, 31, все

оставшиеся поверхности относятся к свободным» [20]. Как видно из представленной классификации количество ответственных поверхностей соответствует служебному назначению детали. Из данного анализа следует, что конфигурации детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Из анализа на технологичность механической обработки детали можно сделать следующие выводы. Исходя из того, что конфигурация детали является характерной для деталей данного класса, механическая обработка может быть выполнена с использованием типовых методов обработки, реализуемых при помощи стандартного оборудования и средств технологического оснащения. Точность размеров и характеристики поверхностей не позволяют их получить с применением только заготовительной операции, поэтому механическая обработка необходима для всех поверхностей детали. Базирование на операциях может быть осуществлено по типовым схемам базирования с использованием для этого любых наружных и внутренних поверхностей. При этом соблюдение принципов единства и постоянства баз не вызывает затруднений. Из данного анализа следует, что механическая обработка детали отвечает всем основным требованиям по технологичности.

Анализ детали на технологичность показал, что она отвечает всем основным требованиям и может быть признана технологичной. При этом выявлены ряд особенностей, которые необходимо учесть при проектировании технологии изготовления.

### **1.3 Анализ типа производства**

Для проведения анализа типа производства необходимо провести его определение. Исходя из имеющихся данных, оптимальным будет решение этой задачи с использованием упрощенной методики [8]. Согласно ей производство с годовой программой выпуска детали одной номенклатуры в

количестве 5000 штук в год и массой 3,21 кг соответствует среднесерийному типу.

Проведем анализ данного типа производства с применением литературы [8] с целью выявления основных направлений дальнейшего проектирования технологического процесса.

Ключевыми особенностями среднесерийного типа производства являются следующие. Не поточная форма организации технологического процесса с использованием гибкого быстроперенастраиваемого серийно выпускаемого оборудования. Использование стандартных и универсальных средств технологического оснащения и контроля. Использование при проектировании технологии изготовления типовых технологических процессов, которые позволяют применение упрощенных методик определения припусков на обработку и режимов резания на технологических операциях и применение расчетно-аналитического метода нормирования технологических операций. Оформление технологического процесса в виде маршрутно-операционной технологии и ряд других, которые можно найти в литературе [16]. Учтем все данные особенности в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологического процесса изготовления.

#### **1.4 Задачи работы**

Анализ исходных данных позволяет сформулировать задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Решить задачи технологического характера. В частности выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование, определить припуски на обработку, разработать технологический маршрут и план изготовления детали, выбрать оборудование и технологическую оснастку, определить режимы резания на операции механической обработки и провести их нормирование.

Выявить операции имеющие недостатки и создать технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса, путем проектирования станочного приспособления и режущего инструмента.

Провести анализ безопасности и экологичности выполнения спроектированного технологического процесса. Выявить возможные опасности и разработать мероприятия по снижению и устранению их влияния на работников производства и окружающую среду

Рассчитать экономические показатели спроектированного технологического процесса с учетом предлагаемых технических мероприятий по совершенствованию базовой технологии для подтверждения правильности принятых технических решений.

В данном разделе проведен комплексный анализ исходных данных, которые необходимо учесть в ходе дальнейшего проектирования и совершенствования технологи, а также поставлены задачи работы, решение которых позволит достичь цели данной работы.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

В ходе анализа марки материала на технологичность было выяснено, что для данной детали в условиях среднесерийного типа производства применимы методы литья. Проанализировав рекомендации [4] приходим к выводу, что в данном случае целесообразно применить метод литья в землю или метод литья в кокиль, как наиболее подходящие исходя из типа производства и характеристик материала детали. «Выбор оптимального из этих двух вариантов получения заготовок производится сравнением технологических себестоимостей изготовления деталей по формуле:

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} \cdot (Q - q) - C_{ОТХ} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где  $C_{ЗАГ}$  – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$C_{МЕХ}$  – стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой, руб.;

$q$  – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$  – стоимость одного кг стружки, руб.» [4]

«Стоимость получения одного кг заготовок рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАГ i} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2)$$

где  $i$  – индекс метода получения отливки;

$C_{ОТ}$  – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

$h_T$  – коэффициент точности отливки;

$h_C$  – коэффициент группы сложности отливки;

$h_B$  – коэффициент массы отливки;

$h_M$  – коэффициент марки материала отливки;

$h_{\Pi}$  – коэффициент программы выпуска» [4].

Для проведения расчетов индекс метода получения отливки 1 принимаем для заготовки полученной литьем в землю, 2 для заготовки полученной литьем в кокиль. Выполняем расчеты.

$$C_{ЗАГ\ 1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ р.}$$

$$C_{ЗАГ\ 2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ р.}$$

«Определение массы заготовки на стадии предварительного проектирования с достаточной точностью можно выполнить по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (3)$$

где  $K_p$  – коэффициент метода получения и формы заготовки» [4].

«Масса детали рассчитывается по формуле:

$$q = V \cdot \rho, \quad (4)$$

где  $V$  – коэффициент, учитывающий особенности метода получения и формы заготовки, см<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность материала детали, кг/см<sup>3</sup>» [4].

$$q = \frac{\pi}{4} \left( (0,105^2 \cdot 0,064 - 0,084^2 \cdot 0,021 - 0,072^2 \cdot 0,015 - 0,055^2 \times \right. \\ \left. \times 0,05 + 0,084^2 \cdot 0,015 - 0,11^2 \cdot 0,08) + (0,065 + 0,026) \cdot 0,055 \times \right. \\ \left. \times 0,022 \right) \cdot 0,78 = 3,21 \text{ кг.}$$

Определяем массу заготовки, полученной различными методами.

$$Q_1 = 3,21 \cdot 1,6 = 5,14 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 3,21 \cdot 1,5 = 4,82 \text{ кг.}$$

«Стоимость снятия одного кг стружки механической определяется по

формуле:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где  $C_{\text{С}}$  – приведенные затраты, руб.;

$C_{\text{К}}$  – приведенные капитальные вложения, руб.;

$E_{\text{Н}}$  – коэффициент эффективности капитальных вложений» [4].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ р.}$$

Выполняем расчеты технологических себестоимостей изготовления деталей по формуле (1).

$$\begin{aligned} C_{\text{T1}} &= 33,04 \cdot 5,14 + 4,6 \cdot (5,14 - 3,21) - 1,4 \cdot (5,14 - 3,21) = \\ &= 169,99 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{T2}} &= 31,46 \cdot 4,82 + 4,6 \cdot (4,82 - 3,21) - 1,4 \cdot (4,82 - 3,21) = \\ &= 156,80 \text{ р.} \end{aligned}$$

Расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль в данных условиях выгоднее.

«Сравнительный экономический эффект от принятия данного метода получения заготовки может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{T1}} - C_{\text{T2}}) \cdot N, \quad (6)$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.» [4]

$$\mathcal{E} = (169,99 - 156,80) \cdot 5000 = 65950 \text{ р.}$$

Дальнейшее проектирование заготовки включает в себя определение припусков на обработку, параметров заготовки, допусков на размеры и технологических напусков.

Определение припусков подразумевает наличие маршрута обработки для каждой поверхности. Составление данного маршрута это комплексная задача, решение которой подразумевает подбор такой последовательности методов обработки, которые обеспечат необходимое качество обработки

поверхностей при условии обеспечения минимальных затрат на их выполнение. Количество комбинаций методов обработки, при помощи которых можно достичь необходимых параметров поверхностей достаточно велико. Ряд комбинаций отпадают при выборе вида поверхности, однако окончательный выбор все равно требует проведения большого количества экономических расчетов. С целью упрощения процедуры выбора маршрутов применим методику расчета по минимуму суммарного коэффициента удельных затрат [9]. Результаты определения маршрутов обработки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	12,5	точение, закалка, отпуск
2	плоская внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
3	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
4	коническая	12	12,5	точение чистовое, закалка, отпуск
5	цилиндрическая	7	0,8	точение черновое и чистовое, закалка, отпуск, шлифование черновое и чистовое
6	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
7	цилиндрическая	12	12,5	точение чистовое, закалка, отпуск
9	цилиндрическая внутренняя	7	0,8	сверление, зенкерование, развертывание, закалка, отпуск
10	коническая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск
11	плоская	14	40	отливка, закалка, отпуск
12	цилиндрическая	14	40	отливка, закалка, отпуск
13	плоская	14	40	отливка, закалка, отпуск
14	плоская	12	3,2	точение черновое и чистовое, закалка, отпуск, шлифование
15	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Последовательность обработки
16	цилиндрическая	12	12,5	точение, закалка, отпуск
17	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
18	плоская внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
19	коническая внутренняя	10	12,5	точение чистовое, закалка, отпуск
20	цилиндрическая внутренняя	9	0,32	точение черновое и чистовое, закалка, отпуск, шлифование черновое и чистовое, хонингование
21	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение чистовое, закалка, отпуск
22	плоская внутренняя	12	1,6	точение черновое и чистовое, закалка, отпуск, шлифование черновое и чистовое
23	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
24	плоская внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
25	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск
26	коническая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск
27	цилиндрическая внутренняя	7	0,8	сверление, зенкерование, развертывание, закалка, отпуск
28	цилиндрическая	12	12,5	точение чистовое, закалка, отпуск
29	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	долбление, закалка, отпуск
30	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	точение, закалка, отпуск
31	эвольвента	8	12,5	долбление черновое и чистовое, закалка, отпуск
32	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск
33	винтовая	10	6,3	нарезание резьбы, закалка, отпуск
34	винтовая	10	6,3	нарезание резьбы, закалка, отпуск
35	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск
36	цилиндрическая	12	12,5	сверление, закалка,

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Форма поверхности	Точность размера	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Последовательность обработки
	внутренняя			отпуск
37	винтовая	10	6,3	нарезание резьбы, закалка, отпуск
38	винтовая	10	6,3	нарезание резьбы, закалка, отпуск
39	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	сверление, закалка, отпуск

С использованием полученных данных производим расчет припусков на обработку по имеющимся последовательностям обработки поверхностей. Согласно рекомендациям выявленным расчет припусков точных поверхностей производим расчетно-аналитическим методом [18]. В данном случае это поверхность с номинальным диаметральным размером  $105f7(-0,036_{-0,071})$

«Минимальный припуск определяется по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

$\varepsilon$  – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [18].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,275^2 + 0,025^2} = 0,577 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,088^2 + 0,025^2} = 0,291 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,045^2 + 0,012^2} = 0,296 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,014^2 + 0,012^2} = 0,168 \text{ мм.} \gg [18]$$

«Максимальный припуск определяется по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (8)$$

где  $TD_{i-1}$  – операционный допуск на предыдущем переходе, мм;

$TD_i$  – операционный допуск на текущем переходе, мм» [18].

$$\begin{aligned} z_{1 \max} &= z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,577 + 0,5 \cdot (1,1 + 0,35) = \\ &= 1,302 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} &= z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,291 + 0,5 \cdot (0,35 + 0,14) = \\ &= 0,711 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} &= z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,296 + 0,5 \cdot (0,180 + 0,054) = \\ &= 0,413 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} &= z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,168 + 0,5 \cdot (0,054 + 0,035) = \\ &= 0,213 \text{ мм.} \end{aligned} \quad [18]$$

«Средний припуск определяется по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \gg [18]$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,302 + 0,577) = 0,940 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,711 + 0,291) = 0,501 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,413 + 0,296) = 0,355 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,213 + 0,168) = 0,190 \text{ мм.} \gg [18]$$

«Минимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10) \gg [18]$$

«Максимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + TD_{i-1}. \quad (11) \gg [18]$$

«Средний операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \text{ max}} + d_{i \text{ min}}). \quad (12)» [18]$$

«В маршрут обработки включены закалка и отпуск, в результате которых изменяется объем материала вследствие фазовых превращений, поэтому для перехода ему предшествующему минимальный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1) \text{ min}} = d_{i \text{ min}} \cdot 0,999. \quad (13)» [18]$$

Выполняем расчеты операционных диаметров.

$$d_{4 \text{ min}} = 104,929 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ max}} = 104,964 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{4 \text{ max}} + d_{4 \text{ min}}) = 0,5(104,964 + 104,929) = 104,947 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ min}} = d_{4 \text{ min}} + 2 \cdot z_{4 \text{ min}} = 104,929 + 2 \cdot 0,168 = 105,265 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ max}} = d_{3 \text{ min}} + Td_3 = 105,265 + 0,054 = 105,433 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3 \text{ max}} + d_{3 \text{ min}}) = 0,5(105,433 + 105,265) = 105,349 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО min}} = d_{3 \text{ min}} + 2 \cdot z_{3 \text{ min}} = 105,265 + 2 \cdot 0,296 = 105,857 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО max}} = d_{\text{ТО min}} + Td_{\text{ТО}} = 105,857 + 0,180 = 106,037 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{ТО ср}} = 0,5 \cdot (d_{\text{ТО max}} + d_{\text{ТО min}}) = 0,5 \cdot (106,037 + 105,857) = \\ = 105,947 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ min}} = d_{\text{ТО min}} \cdot 0,999 = 105,857 \cdot 0,999 = 105,751 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ max}} = d_{2 \text{ min}} + Td_2 = 105,751 + 0,140 = 105,891 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \text{ max}} + d_{2 \text{ min}}) = 0,5(105,891 + 105,751) = 105,821 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ min}} = d_{2 \text{ min}} + 2 \cdot z_{2 \text{ min}} = 105,751 + 2 \cdot 0,291 = 106,333 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ max}} = d_{1 \text{ min}} + Td_1 = 106,333 + 0,350 = 106,683 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{1 \text{ max}} + d_{1 \text{ min}}) = 0,5(106,683 + 106,333) = 106,508 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ min}} = d_{1 \text{ min}} + 2 \cdot z_{1 \text{ min}} = 106,333 + 2 \cdot 0,577 = 107,487 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 107,487 + 1,100 = 108,587 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (108,587 + 106,508) = 108,037$$

мм.» [18]

«Общие припуски на обработку минимальный, максимальный и средний рассчитываются по формулам:

$$2z_{min} = d_{0min} - d_{0max}. \quad (14)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (15)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (16)» [18]$$

«Выполняем расчеты соответствующих полных припусков.

$$2z_{min} = 107,487 - 104,964 = 2,523 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,523 + 1,1 + 0,035 = 3,658 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,523 + 3,658) = 3,091 \text{ мм}» [18].$$

В ходе анализа типа производства было установлено, что для определения припусков необходимо применить метод расчета основанный на статистических данных [22]. Данная методика заключается в определении минимальных значений припусков для каждого технологического перехода с использованием статистических таблиц данных [22], максимальных и средних значений припусков для каждого технологического перехода аналогично предыдущей методике. Результаты определения припусков для упрощения их дальнейшего использования представим в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номера поверхностей	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
9, 27	1	0,5	0,625
	2	0,1	0,14

## Продолжение таблицы 2

Номера поверхностей	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
14	1	2,2	2,9
	2	1,0	1,21
	3	0,5	0,583
20	1	0,9	1,625
	2	0,7	0,945
	3	0,5	0,597
	4	0,3	0,354
	5	0,06	0,114
22	1	1,8	2,375
	2	0,8	0,975
	3	0,4	0,47
	4	0,1	0,139
31	1	0,5	0,72

Следующим этапом определяем характеристики заготовки с использованием данных [6]. По данным параметрам на все размеры заготовки назначаются технологические напуски и определяются допуски на их выполнение. Полученные данные отражаются на чертеже заготовки.

Далее проектируется рабочий чертеж заготовки. Контур заготовки формируется путем прибавления операционных припусков и технологических напусков. Затем проставляются размеры заготовки с допусками и назначаются технические требования. Чертеж заготовки представлен в графической части.

### **2.2 Разработка плана изготовления детали**

План изготовления детали представляет собой графический документ, отражающий основную суть проектируемой технологии изготовления. В нем указываются все операции технологического процесса в порядке их выполнения. Для каждой операции разрабатывается операционный эскиз, на котором приводятся обрабатываемые поверхности, операционные размеры и схемы базирования. Определяются операционные технические требования по

методике и справочным данным [16]. Правила оформления и основные рекомендации по проектированию плана изготовления приведены в литературе [16].

В ходе анализа типа производства было выяснено, что для разработки маршрута изготовления детали рекомендуется использовать типовые технологические маршруты для деталей данного класса [12, 17]. Маршрут изготовления фланца приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления фланца

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	13, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 23
010 Токарная	точение	1, 2, 3, 5, 6, 8, 11
015 Токарная	точение	14, 19, 20, 21, 22
020 Токарная	точение	1, 4, 5, 7, 24, 28
025 Долбежная	долбление	29, 31
030 Сверлильная	сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы	9, 10, 15, 25, 26, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
035 Термическая	закалка, отпуск	все
040 Плоскошлифовальная	шлифование	1, 14
045 Внутришлифовальная	шлифование	20, 22
050 Круглошлифовальная	шлифование	5
055 Внутришлифовальная	шлифование	20, 22
060 Круглошлифовальная	шлифование	5
065 Хонинговальная	хонингование	20
070 Моечная	мойка, сушка	все
075 Контрольная	контроль	согласно карте контроля

При проектировании плана изготовления особое внимание следует уделить разработке схем базирования. В ходе разработки схем базирования необходимо обеспечить принципы единства баз и их постоянства, что позволит минимизировать погрешности и снизить припуски при обработке. Обеспечение данных требований возможно путем использования типовых схем базирования [16], что упростит их реализацию.

Спроектированный план изготовления приведен в графической части данной работы. Полученные данные также используются при

проектировании технологической документации, приведенной в приложении А пояснительной записки.

### **2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки**

При выборе оборудования и технологической оснастки основным критерием является тип производства. Согласно данным [4] следует придерживаться следующих требований.

Оборудование должно обеспечивать возможность обработки широкой номенклатуры изделий, обладать большим диапазоном регулирования скоростей и подач, иметь возможность быстрой переналадки на выпуск нового изделия, обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, желательно оснащаться CNC-системами управления.

Режущий инструмент должен иметь необходимую стойкость, оптимальную геометрию, обеспечивать обработку всей номенклатуры, реализовывать весь потенциал оборудования по скорости резания и подачам, обеспечивать заданную точность обработки.

Оснастка должна обеспечивать принятые на операциях схемы базирования, быть механизированной, обладать возможностью быстрой переналадки на выпуск новых деталей, отвечать требованиям по быстродействию, развивать необходимые усилия закрепления.

Средства контроля должны обеспечивать необходимую точность контроля, обладать возможностью производить измерения в широком диапазоне, предпочтительно выдавать результаты контроля в абсолютных величинах.

Выбранные с использованием данных [3, 14, 11, 19] и приведенных выше рекомендаций оборудование и средства технологического оснащения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оборудование и средства технологического оснащения

Наименование	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73	штангенциркуль ГОСТ160-80
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73	штангенциркуль ГОСТ 160-80, нутромер ГОСТ 160-80
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73	штангенциркуль ГОСТ 160-80, нутромер ГОСТ 160-80
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец ГОСТ 18872-73, резец ГОСТ 18872-73	штангенциркуль ГОСТ 160-80, нутромер ГОСТ 160-80
025 Долбежная	долбежный 7Д430	оправка цанговая	долбяк хвостовой ГОСТ 9323-78 Р6М5	калибр
030 Сверлильная	вертикально- сверлильный 2С125Ф2	оправка цанговая	сверло спиральное специальное Ø5,8 Р6М5К5, сверло, ступенчатое специальное Р6М5, метчик М6 ГОСТ 326-81 Р6М5, зенкер Ø 15 ГОСТ 12489- 71 Р6М5, разверткаØ15 ГОСТ 1672–80 Р6М5	калибры
035 Термическая	печь	–	–	–
040 Плоскошлифов альная	плоскошлифо вальный 3Е711В1	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг 1 25А80К6V	скоба рычажная ГОСТ 160-80
045 Внутришлифов альная	внутришлифо вальный 3К227В	патрон мембранный ГОСТ 16157-70	круг 6 25А80К6V, круг 1 24А60К7V	нутромер ГОСТ 160-80
050 Круглошлифов альная	круглошлифо вальный 3М174Е	оправка цанговая	круг 1 25А80К6V	скоба рычажная ГОСТ 160-80
055	внутришлифо вальный	патрон мембранный	круг 6 24А80М7V, круг	нутромер ГОСТ 160-80

#### Продолжение таблицы 4

Наименование	Оборудование	Оснастка	Инструмент	Средства контроля
Внутришлифовальная	3К227В	ГОСТ 16157-70	1 24А90М7V	
060 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М174Е	оправка цанговая	круг 1 23А80N7V8	скоба рычажная ГОСТ 160-80
065 Хонинговальная	хонинговальный 3К833	патрон мембранный ГОСТ16157-70	хон 63С5С2К	нутромер ГОСТ 160-80
070 Моечная	моечная машина	–	–	–
075 Контрольная	стол контрольный	–	–	комплект приборов для комплексного контроля

Данные по выбору оборудования и средств технологического оснащения используются при заполнении плана изготовления и указываются в технологических наладках, которые представлены в графической части данной работы, а также заносятся в технологическую документацию, представленную в приложении А.

#### 2.4 Проектирование операций технологического процесса

Проектирование операций технологического процесса включает в себя определение режимов резания, выполнение нормирования, проектирование технологических переходов и разработку технологической документации с использованием данных [17].

Режимы резания в соответствии с рекомендациями, выявленными в ходе анализа типа производства, определяются с использованием методики и данных [11, 13].

«Расчетная скорость резания определяется по формуле:

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

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» [13].

«Далее определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (18)$$

где  $d$  – диаметр обработки, мм» [13].

С учетом технических возможностей оборудования фактическая скорость резания пересчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (19)$$

Нормирование технологических операций в соответствии с серийностью производства производится расчетно-аналитическим методом [4]. Порядок нормирования в соответствии с данным методом следующий. «Определяется длина рабочего хода по формуле:

$$L_{р.х.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (20)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$  – длина резания, мм.;

$l_2$  – длина перебега, мм» [4].

«Определяется основное время по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (21)$$

где  $S$  – подача, мм/об» [4].

«Определяется штучное время по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обс} + T_{п} \quad (22)$$

где  $T_o$  – основное время выполнения операции, мин;

$T_B$  – вспомогательное время выполнения операции, мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание, мин;

$T_{п}$  – время на личные потребности, мин» [4].

Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Длина обработки, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	1	0,6	241	320	67	0,35	1,45
	2	0,3	218	630	52	0,28	
010	1	0,6	241	320	112	0,58	1,72
	2	0,3	215	630	57	0,3	
015	1	0,3	241	320	67	0,7	1,75
	2	0,15	330	1250	32	0,17	
	3	0,1	85	320	1,5	0,05	
020	1	0,3	213	630	55	0,29	1,34
	2	0,1	84	320	8	0,25	
025	1	0,4	24	225	17	0,89	1,72
030	1	0,12	15	800	64	0,68	3,34
	2	0,15	21	630	52	0,56	
	3	1,5	5	250	52	0,16	
	4	0,25	17	360	32	0,36	
	5	0,3	12	250	32	0,43	
040 А	1	0,035	15	–	242	3,29	4,09
040 Б	1	0,035	15	–	107	1,08	1,88

Продолжение таблицы 5

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Длина обработки, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
045	1	0,011	30	250	16	1,12	2,42
	2	0,022	30	250	10	0,48	
050	1	0,015	35	320	43	1,72	2,52
055	1	0,005	35	250	16	1,94	3,36
	2	0,011	35	250	10	0,59	
060	1	0,007	40	320	43	2,36	3,2
065	1	–	40	–	16	0,8	1,4

Результаты проектирования технологических операций использованы при проектировании технологических наладок, представленных в графической части работы, а также содержатся в технологической документации, представленной в приложении А.

Выполнение данного раздела позволило решить технологические задачи. В частности выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку, разработан технологический маршрут и план изготовления детали, выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Разработка цанговой оправки

Анализ базового варианта технологического процесса позволяет сделать вывод о том, лимитирующей операцией является сверлильная операция 030 (рисунок 2). Проанализировав структуру времени данной операции, приходим к выводу, что одна из основных причин этого заключается в отсутствии механизации процесса закрепления. Решение данной проблемы путем применения стандартных приспособлений не обеспечивает реализацию теоретической схемы базирования или существенно усложняет процесс закрепления. Проведем проектирование приспособления отвечающего всем требованиям данной операции.

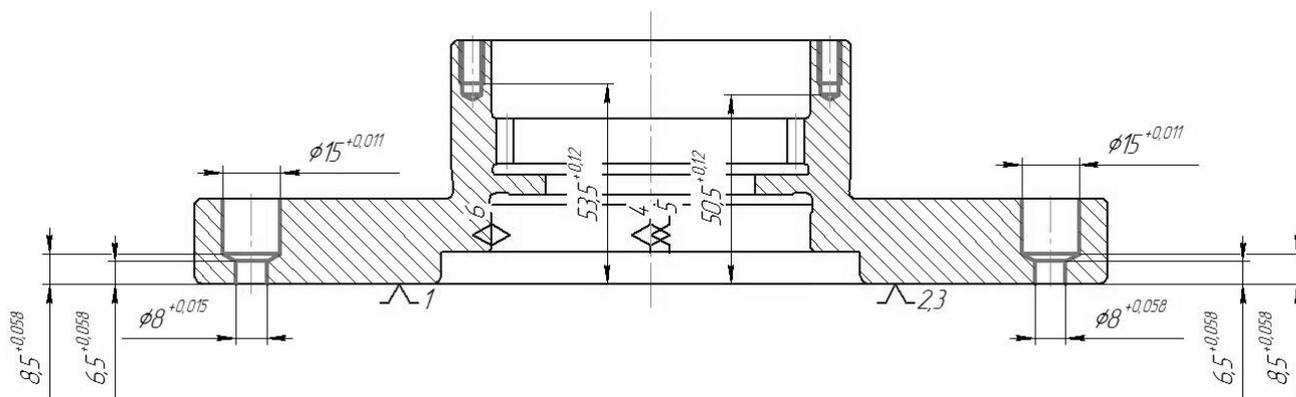


Рисунок 2 – Эскиз сверлильной операции

Из анализа литературы [2] следует, что в данном случае необходимо использовать оправку с цанговым механизмом закрепления. Расчет данного приспособления проведем по методике [7].

По данным [18] определяем действующие на заготовку при сверлении крутящий момент  $M_{кр}$  и осевую силу  $P_0$ .

«Крутящий момент рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (23)$$

где  $C_m$ ,  $q$ ,  $y$ ,  $K_p$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$S$  – продольная подача, мм/об» [18].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,345 \cdot 15,0^{2,0} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,94 = 160 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

«Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где  $C_p$  – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [18].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 15,0^0 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,94 = 170 \text{ Н}.$$

Данные силы уравниваются в тангенциальном направлении моментом от силы закрепления, а в осевом силой трения лепестков цанги.

«Момент от силы закрепления рассчитывается по формуле:

$$M_3 = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (25)$$

где  $W$  – сила закрепления, Н;

$f$  – коэффициент трения поверхностей закрепления;

$d_3$  – диаметр закрепления, мм» [7].

«Из равенства моментов сила закрепления определяется по формуле:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (26)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [7].

$$W = \frac{160}{2 \cdot 0,16 \cdot 84} \cdot 2,48 = 15 \text{ Н}.$$

«Уравновешивающая осевую силу сила трения определяется по формуле:

$$F_{\text{тр}} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (27)$$

Из условия равновесия системы следует:

$$W = \frac{P_0}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (28)$$

где  $K$  – коэффициент запаса» [7].

$$W = \frac{170}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 335 \text{ Н.}$$

Для создания силы закрепления, предполагается использовать механизированный привод на основе пневматического цилиндра. Расчет привода производим по наибольшему из требуемых значений силы закрепления. Основной характеристикой привода, которую необходимо рассчитать является диаметр поршня, рассчитываемый по формуле:

$$\langle D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где  $P$  – давление в пневматической системе, МПа» [2].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 335}{0,4} + 25^2} = 76 \text{ мм.}$$

С целью обеспечения удешевления производства привода принимаем ближайшее большее значение из стандартного ряда номинальных значений диаметров равное 120 мм.

Определим точность приспособления. Для этого составим расчетную размерную схему проектируемого приспособления (рисунок 3).

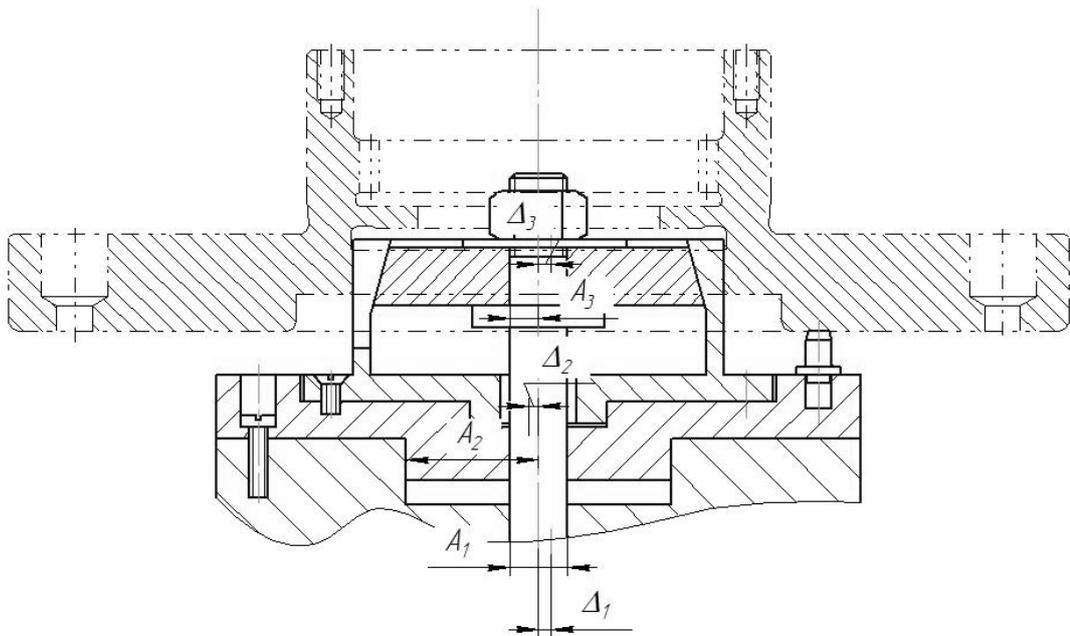


Рисунок 3 – Расчетная схема

Из схемы определяем:

$$\ll \varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (30)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность неперпендикулярности штока, мм;

$\Delta_2$  – колебание зазора в сопряжении тяги и цанги, мм;

$\Delta_3$  – погрешность изготовления цанги, мм» [2].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,028^2 + 0,106^2} = 0,038 \text{ мм.}$$

Расчетное значение погрешности установки в приспособлении не должно превышать допустимой, которая по данным [2] составляет 30% от допуска на изготавливаемый размер, что составляет в данном случае 0,033 мм, то есть условие выполнено и приспособление обеспечивает необходимую точность установки.

Конструкция приспособления состоит из корпуса, в который устанавливаются опоры-штыри, цанговый зажимной механизм и пневматический привод. Плунжер и установленный на нем конус,

соединяются с пневматическим приводом посредством штока.

Установка заготовки происходит следующим образом. Воздух подается в пневмоцилиндр в нижнюю полость, поршень движется вверх и толкает шток с плунжером, который деформирует лепестки цанги, тем самым обеспечивая базирование и закрепление заготовки на оправке. Раскрепление заготовки происходит при подаче воздуха в верхнюю полость пневмоцилиндра. При этом поршень движется в вниз, и вся система возвращается в исходное положение, тем самым освобождая цангу, которая под действием сил упругости возвращается в исходное положение.

Более подробно конструкция приспособления представлена на чертеже графической части работы и в приложении Б.

### 3.2 Разработка сверла

Дальнейший анализ лимитирующей сверлильной операции 030 показал, что основным техническим недостатком данной операции является применение при сверлении отверстий стандартных сверл, что приводит к снижению производительности процесса, неравномерному распределению усилия при обработке и снижению качества обработанной поверхности. С целью устранения перечисленных недостатков проведем проектирование сверла прогрессивной конструкции по методике и справочным данным [15].

«Расчетный диаметр сверла определяется по формуле:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (31)$$

где  $D_{min}$  – минимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$TD$  – допуск на диаметр, мм» [15].

$$D = 5,0 + \frac{0,048}{2} = 5,024 \text{ мм.}$$

Для отверстия под нарезание резьбы требуется получить его точность соответствующую 10 качеству. Для получения данных параметров диаметра сверла должен иметь точность соответствующую 8 качеству. Тогда рабочий диаметр сверла должен иметь размер  $5,024_{-0,018}$  мм.

Сверло выполняется из быстрорежущей стали Р6М5К5, поэтому для обеспечения требуемых параметров обработки и режимов резания стали 45Л в соответствии с данными [15] оно должно иметь следующие геометрические параметры:

- «общая длина сверла 70 мм,
- длина рабочей части хвостовика 38 мм,
- угол наклона винтовой канавки  $\omega$  равен  $30^\circ$ ,
- угол заострения  $2\varphi$  равен  $130^\circ$ ,
- задний угол  $\alpha$  равен  $12^\circ$ ,
- обратная конусность диаметра сверла по направлению к хвостовику на 100 мм длины рабочей части 0,08 мм;
- ширина ленточки вспомогательной задней поверхности лезвия  $f_0$  равна 0,7 мм» [15].

«Величина шага винтовой канавки определяется по формуле:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\operatorname{tg} \omega}, \quad (32)$$

где  $D$  – номинальный диаметр сверла, мм;

$\omega$  – угол наклона винтовой канавки, град» [15].

$$H = \frac{\pi \cdot 5,0}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 29,5 \text{ мм.}$$

«Толщина сердцевины сверла определяется по формуле:

$$d_c = 0,3 \cdot D. \quad (33) \gg [15]$$

$$d_c = 0,3 \cdot 5,0 = 1,5 \text{ мм.}$$

«Ширина пера сверла определяется по формуле:

$$B = 0,58 \cdot D. \quad (34)» [15]$$

$$B = 0,58 \cdot 5,0 = 2,9 \text{ мм.}$$

«С целью получения требуемого эффекта, в виде увеличения производительности проектируемого сверла его режущая часть выполнена из трех перьев. Это позволит получить равномерное распределение усилия в процессе резания» [15]. Следовательно, для выполнения операции можно использовать более интенсивные режимы резания. При этом данная конструкция позволяет обеспечивает лучшие параметры обработанной поверхности по сравнению со стандартным инструментом. Конструкция сверла подробно представлена на листе графической части работы и в приложении Б.

Результатом выполнения третьего раздела стали технические решения, направленные на совершенствование технологического процесса. Для этого спроектирована цанговая механизированная оправка и сверло усовершенствованной конструкции для сверлильной операции, что позволило сократить время выполнения данной операции.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задачу оценки безопасности и экологичности выполнения технологического процесса изготовления фланца муфты «Gebo» будем решать при помощи методики [5].

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Характеристики спроектированного технологического процесса представим в виде технологического паспорта (таблица 6). В данном паспорте указываем подробные сведения о технологических операциях, то есть, какие оборудование и средства технологического оснащения используются, какие материалы и вещества необходимы, работники каких профессий необходимы для осуществления технологического процесса.

Таблица 6 – «Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
технологический процесс изготовления фланца муфты «Gebo»	«сверлильная операция	оператор станков с числовым управлением	вертикально-сверлильный 2С125Ф2, оправка цанговая, сверло, метчик, развертка,	сталь 45Л, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [5]
	«шлифовальная операция	шлифовщик	круглошлифовальный 3М174Е, оправка цанговая, круг шлифовальный	сталь 45Л, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [5]

Сведения, представленные в данной таблице, используем для выявления профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на производстве и анализа влияния используемых для выполнения технологического процесса материалов, технических веществ и механизмов на экологию.

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

При выполнении любого технологического процесса для осуществляющих его работников возникают профессиональные риски, характеризующиеся опасными и вредными производственными факторами, а также источниками их возникновения. В данном случае наибольшую вероятность возникновения имеют риски приведенные в таблице 7.

Таблица 7 – «Идентификация профессиональных рисков»

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
сверлильная операция, шлифовальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	заготовка в процессе обработки, инструмент
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [5]

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
—	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	оборудование
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики, смазочно-охлаждающая жидкость на синтетической основе
	физическая динамическая нагрузка	оборудование, техоснастка» [5]

Из данной таблицы следует, что в рассматриваемом технологическом процессе выявлено семь основных опасных и вредных производственных факторов. Источниками их возникновения являются в основном оборудование и средства технологического оснащения. При этом некоторые из них являются источником сразу нескольких опасных и вредных производственных факторов. Устранение или замена выявленных источников невозможно, так как они обеспечивают выполнение технологического процесса.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Влияние опасных и вредных производственных факторов на работников, осуществляющих технологический процесс, необходимо снизить до допустимых значений или устранить. Решение данной задачи достигается путем разработки организационно-технических методов и применения средств индивидуальной защиты. Оптимальные для данного технологического решения представлены в таблице 8.

Таблица 8 – «Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов»

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника» [5]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства	фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и вредного производственного фактора ограничивающие устройства	костюм для защиты от производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные» [5]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или	Средства индивидуальной защиты работника
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, массивные фундаменты оборудования, виброгасящие коврики, виброгасящие опоры	ботинки кожаные с защитным подноском
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума, дистанционное управление оборудованием	наушники противозумные или вкладыши противозумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения	–
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от механических воздействий с нагрудником» [5]

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
физическая динамическая нагрузка	инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [5]	–

Из приведенной таблицы следует, что для устранения и снижения влияния на работников выполняющих рассматриваемый технологический процесс опасных и вредных факторов необходимо применить комплекс мер. Однако, данные меры являются типовыми для механической обработки деталей и не являются затратными.

Выполнение данного раздела позволило выявить опасные и вредные производственные факторы и разработать технические и организационные мероприятия по их устранению. По результатам разработки мероприятий можно сделать заключение о том, что спроектированный технологический процесс отвечает всем необходимым требованиям и нормам по безопасности и экологичности его выполнения.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на операции 015 токарной режимы резанья и на операции 030 сверлильной оснастку и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 015 и 030, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам»;

- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [10, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 4, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 40058,89 рублей.

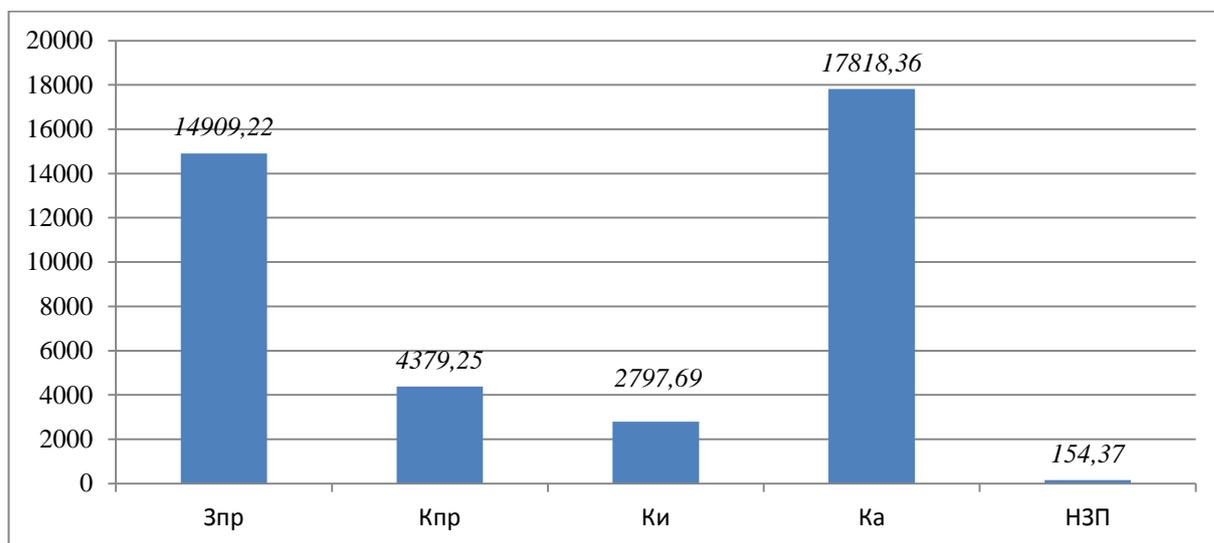


Рисунок 4 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 4, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются затраты на перепрограммирование управляющей программы из-за изменений режимов резания ( $K_A$ ), их величина составляет 44,48 % от всей величины капитальных вложений. Следующими по величине являются затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ) с величиной 37,22 %. Далее – затраты на приобретение приспособления ( $K_{ПР}$ ), их доля составляет 10,93 %. На четвертом месте – затраты на

инструмент ( $K_{II}$ ), со значением 6,98%. В конце списка находится величина оборотных средств (НЗП) – данная доля составляет 0,39 %.

На рисунке 5 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Фланец муфты», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

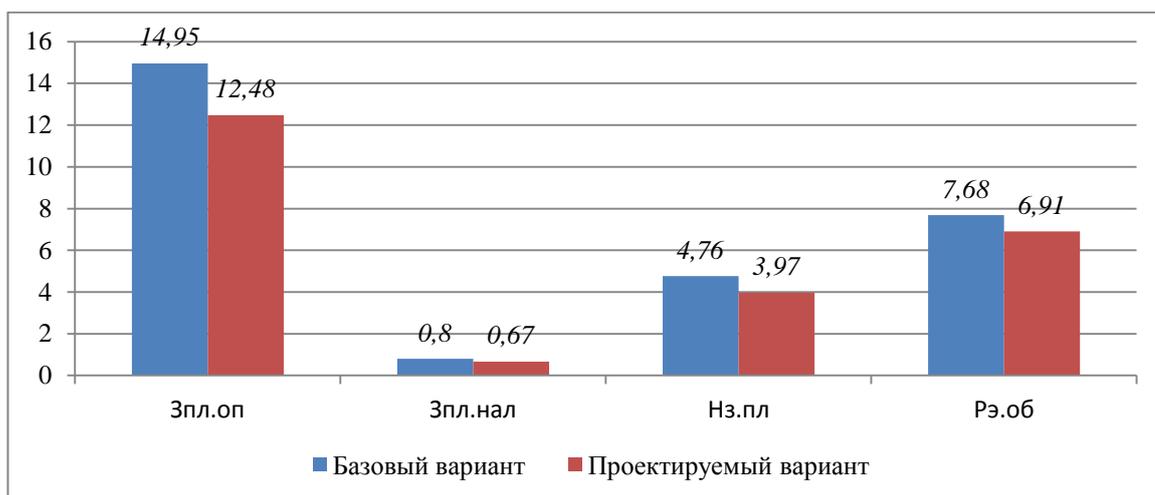


Рисунок 5 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Фланец муфты», по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а на определение разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния.

Анализируя диаграмму на рисунке 5, видно, что только одна величина имеет максимальную долю в общей величине технологической себестоимости, это заработная плата рабочего оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), с объемом величины 53,05 % для базового варианта и 51,94 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали

«Фланец муфты» по операциям 015 и 030 технологического процесса, представлены на рисунке 6. Согласно этому рисунку, полная себестоимость в базовом варианте составит 85,78 рублей, а в проектном – 72,08 рублей.

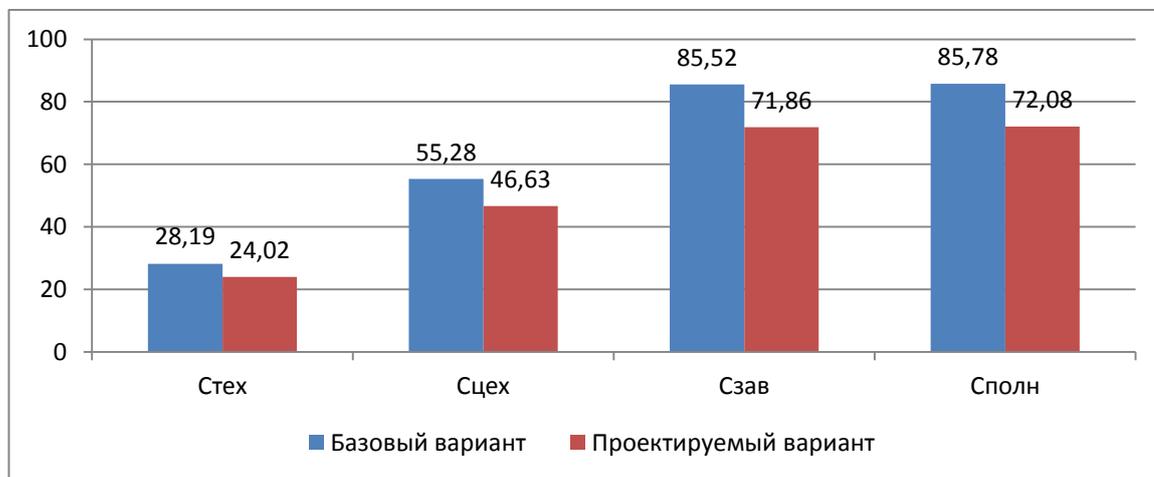


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 40058,89 рублей, окупятся в течение одного года. Такой срок является более чем допустимым для совершенствования технологического процесса. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 7593,29 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,19 рублей.

## Заключение

В результате выполнения данной выпускной квалификационной работы разработан технологический процесс изготовления фланца муфты «Gebo». Спроектированный технологический процесс обеспечит выпуск необходимого количества деталей заданного качества при условии обеспечения минимальных экономических затрат в условиях среднесерийного производства.

Данные результаты были достигнуты путем решения следующих задач. Проведен анализ актуальности темы работы и сформулирована ее цель. В результате выполнения комплексного анализа исходных данных поставлены задачи работы и выполнено их дальнейшее решение.

Решены технологические задачи. В частности решена задача выбора метода получения заготовки на основе экономического сравнения различных вариантов и проведено ее проектирование. Определены припуски на обработку поверхностей с учетом особенностей типа производства. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического маршрута. Выбрано оборудование и технологическая оснастка, определены режимы резания на операции механической обработки и проведено их нормирование.

Решена задача технического совершенствования наиболее проблемной в данном технологическом процессе сверлильной операции. Для этого спроектирована цанговая оправка, которая позволила механизировать процесс закрепления и сверло, обеспечивающее более высокие режимы резания.

Решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса, путем его анализа на соответствие нормам и разработки обеспечивающих их мероприятий.

Рассчитаны экономические показатели техпроцесса, которые подтвердили правильность принятых технических решений.

## Список используемых источников

1. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 20.08.2021).
2. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 16.09.2021).
3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
4. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 12.10.2021).
6. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с.
7. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.09.2021).
8. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с.

[Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 02.09.2021).

9. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 14.08.2021).

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: 18.10.2021).

11.Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок : учебное пособие / В.Ф. Макаров. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 231 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160502> (дата обращения: 12.09.2021).

12. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 29.08.2021).

13.Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 08.09.2021).

14.Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 15.08.2021).

15. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 21.09.2021).

16. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

17. Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 19.08.2021).

18. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

19. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

20. Трофимов А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических операций обработки резанием : учебное пособие / А.В. Трофимов, Т.И. Горбачева. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Назначение режимов резания. Разработка технических норм времени – 2016. – 100 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76969> (дата обращения: 16.08.2021).

21. Химический состав и физико-механические свойства стали 45Л [Электронный ресурс]. – URL: [https://metallichekiy-portal.ru/marki\\_metallov/sto/45L](https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/sto/45L) (дата обращения: 10.08.2021).

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: 18.08.2021).



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа															
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
Т 19					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т5К10;																
Т 20					392190 Резец контурный ГОСТ 18872-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.																
21																					
А 22					XX XX XX 015 4110 Токарная																
Б 23					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	900	1						1,75	
О 24					Точить поверхности 14, 19, 20, 21, 22 в размер $\phi 82,28^{+0,14}$ , $\phi 85^{+0,14}$ , $66^{+0,12}$ , $56^{+0,12}$ , $42,5^{+0,1}$ , $5^{+0,04}$ .																
Т 25					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т5К6;																
Т 26					392190 Резец контурный ГОСТ 18872-73 Т5К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18872-73 Т5К6;																
Т 27					393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.																
28																					
А 29					XX XX XX 020 4110 Токарная																
Б 30					381101 Токарный 16К20Ф3	3	18217	422	1Р	1	1	1	900	1							1,34
О 31					Точить поверхности 1, 4, 5, 7, 24 в размер $\phi 105,751^{+0,14}$ , $\phi 84^{+0,14}$ , $65^{+0,12}$ , $5^{+0,04}$ .																
Т 32					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18872-73 Т5К6;																
Т 33					392190 Резец контурный ГОСТ 18872-73 Т5К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18872-73 Т5К6;																
Т 34					393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.																
35																					
А 36					XX XX XX 025 4152 Долбежная																
Б 37					381517 Долбежный 7Д430	3	12287	422	1Р	1	1	1	900	1							1,72
О 38					Нарезать зубья поверхности 29, 31 в размер $\phi 76$ , $m=2$ 7 степени точности.																
Т 39					396190 Оправка цанговая; 392413 Долбяк хвостовой ГОСТ 9323-78 Р6М5; 393110 Калибр.																
40																					
А 41					XX XX XX 030 4120 Сверлильная																
МК																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа							
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б 42					381210 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2 3 17335 312 1Р 1 1 1 900 1 3,34								
О 43					Сверлить поверхности 9, 10, 15, 25, 26, 27, 32, 33 в размер $\phi 8^{+0,15}$ , $\phi 15^{+0,11}$ М6.								
Т 44					396190 Оправка цанговая; 391213 Сверло спиральное специальное $\phi 5,8$ Р6М5К5; 391213 Сверло								
Т 45					ступенчатое специальное Р6М5; 39013 Метчик М6 ГОСТ326-81 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15$								
Т 46					ГОСТ12489-71 Р6М5; 391703 Развертка $\phi 15$ ГОСТ1672-80 Р6М5; 393110 Калибр.								
47													
А 48					XX XX XX 035 Термическая								
49													
А 50					XX XX XX 040 4130 Плоскошлифовальная								
Б 51					381310 Плоскошлифовальный 3Е711В1 3 18873 312 1Р 1 1 1 900 1 5,97								
О 52					Шлифовать установ А поверхность 14 в размер $64,1^{+0,046}$ ; установ Б пов. 1 в размер $64^{+0,046}$								
Т 53					396190 Плита магнитная ГОСТ17519-81; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скода СР-80 ГОСТ11098-75.								
54													
А 55					XX XX XX 045 4132 Внутришлифовальная								
Б 56					381312 Внутришлифовальный 3К227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 900 1 2,42								
О 57					Шлифовать поверхность 20, 22 в размер $\phi 83,28_{-0,054}$ , $4,11^{+0,039}$								
Т 58					396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скода СР-80 ГОСТ11098-75.								
59													
А 60					XX XX XX 050 4130 Круглошлифовальная								
Б 61					381311 Круглошлифовальный 3М174Е 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,52								
О 62					Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 105,265^{+0,054}$								
Т 63					396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скода рычажная СР-80 ГОСТ11098-75.								
64													
МК													

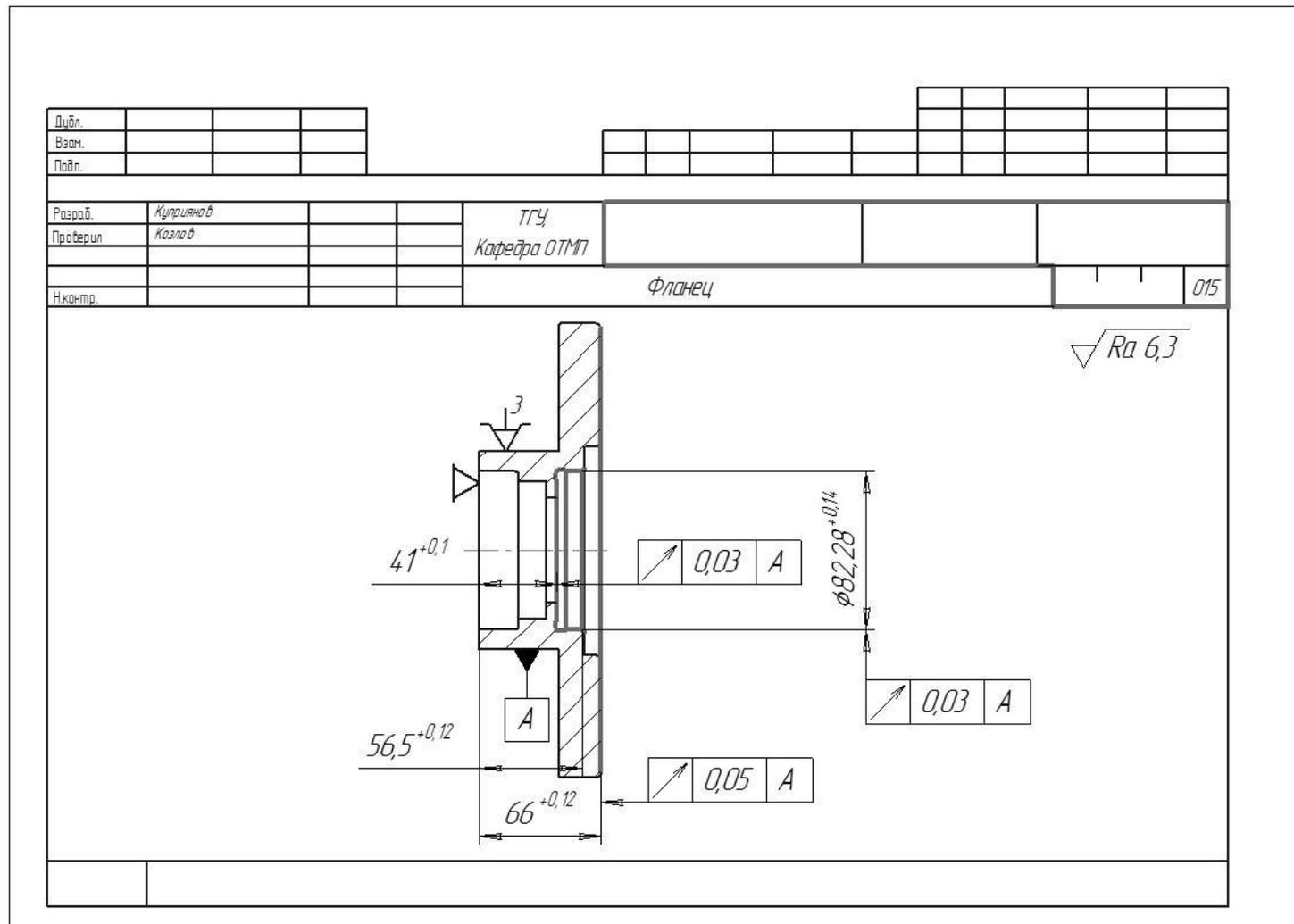
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
А 65	XX	XX	XX	055	4132	Внутришлифовальная												
Б 66	381312	Внутришлифовальный	ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	900	1						3,36
О 67	Шлифовать поверхность 20, 22 в размер $\phi 83,988_{-0,054}^{+0,039}$ 41																	
Т 68	396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скоба СР-80 ГОСТ11098-75.																	
69																		
А 70	XX	XX	XX	060	4130	Круглошлифовальная												
Б 71	381311	Круглошлифовальный	ЗМ174Е	3	18873	312	1Р	1	1	1	900	1						3,2
О 72	Шлифовать поверхность 5 в размер $\phi 104,929_{-0,035}^{+0,035}$																	
Т 73	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР-80 ГОСТ11098-75.																	
74																		
А 75	XX	XX	XX	065	4192	Хонинговальная												
Б 76	381836	Хонинговальный	ЗК833	3	18873	312	1Р	1	1	1	900	1						14
О 77	Шлифовать поверхность 20, 22 в размер $\phi 83,988_{-0,054}^{+0,039}$ 41																	
Т 78	396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скоба СР-80 ГОСТ11098-75.																	
79																		
А 80	XX	XX	XX	070	Мечная.													
81																		
А 82	XX	XX	XX	075	Контрольная.													
83																		
А 84																		
Б 85																		
О 86																		
Т 87																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



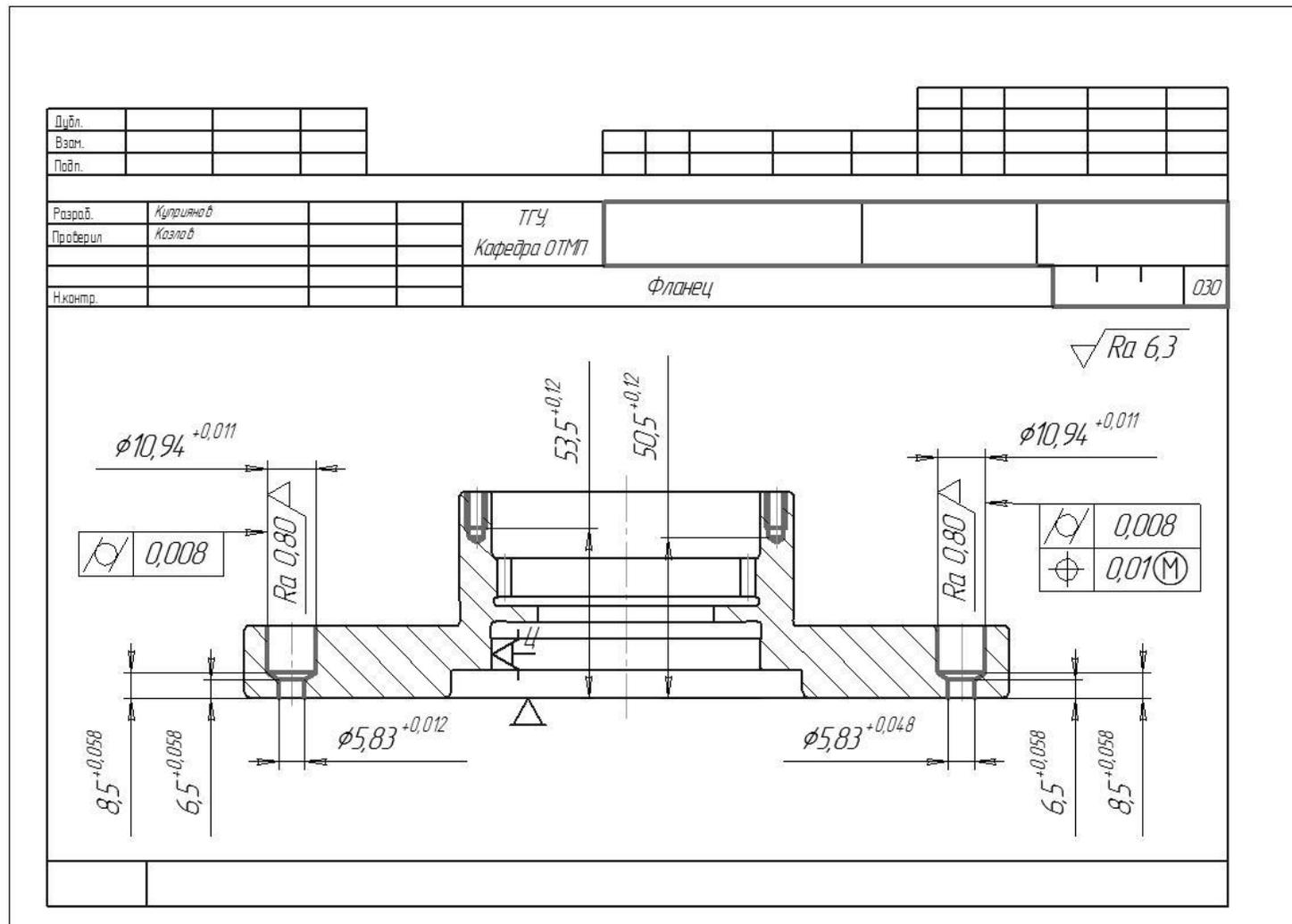
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Кузнецова			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Нконтр.				Фланец			Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	015	
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Токарная		Сталь 45/ГОСТ 977-75			166	3,21	240x67,8			4,82	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Ть	Тгв	Тшт	Сок				
16К20ФЗ				0,92			1,75	Укринал-1				
		пи	о или в	Л	т	и	с	п	у			
01	1. Установить заготовку											
Т <sub>02</sub>	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточный ГОСТ 18872-73 Т15К6;											
Т <sub>03</sub>	392190 Резец контурный ГОСТ 18872-73 Т15К6; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18872-73 Т15К6;											
Т <sub>04</sub>	393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.											
05	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р <sub>06</sub>		1				1,21	0,3	320	241			
Р <sub>07</sub>		2				0,975	0,15	1250	330			
Р <sub>08</sub>		3				5,0	0,1	320	85			
09	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.											
10												
11												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.118-82		Форм 1		
Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Кузнецова			ТГУ										
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП										
Нконтр.				Фланец						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	030
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Сверильная		Сталь 45/ГОСТ 977-75			166	3,21	240x67,8			4,82	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Т <sub>а</sub>	Т <sub>б</sub>	Т <sub>в</sub>	Т <sub>шт</sub>	Сок						
2С125Ф2				2,19			3,34	Укринал-1						
			пи	о или в	Л	т	и	с	п	v				
01	1. Установить заготовку													
Т <sub>02</sub>	3961900 правка цанговая; 391213 Сверло спиральное специальное $\phi 5,8$ Р6М5К5; 391213 Сверло													
Т <sub>03</sub>	ступенчатое специальное Р6М5; 39013 Метчик М6 ГОСТ326-81 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15$													
Т <sub>04</sub>	ГОСТ12489-71Р6М5; 391703 Развертка $\phi 15$ ГОСТ1672-80 Р6М5; 393110 Калибр.													
05	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.													
Р <sub>06</sub>		1				2,9		0,12	800	15				
Р <sub>07</sub>		2				6,8		0,15	630	21				
Р <sub>08</sub>		3				0,4		15	250	5				
Р <sub>09</sub>		4				0,625		0,25	360	17				
Р <sub>10</sub>		5				0,14		0,3	250	12				
11	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.													



