

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 вала привода балансировочного станка ES-600

Обучающийся

Т.А. Вагизова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

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

Консультанты

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

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

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

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

Тольятти 2024

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления вала привода балансировочного станка ES-600.

Цель работы заключается в проектировании технологии изготовления вала на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях.

Работа состоит из пяти разделов, выполненных на 67 страницах пояснительной записки и графической части, выполненной на 7 листах формата А1.

В первом разделе приведены исходные данные для проектирования и проведен их анализ для определения задач работы, которые необходимо выполнить для достижения ее цели.

Во втором разделе решены стандартные технологические задачи, такие как проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций.

В третьем разделе разработаны специальные технические средства оснащения, что позволило снизить время проведения лимитирующих операций за счет механизации процесса закрепления заготовки и внесения изменений в конструкцию режущего инструмента.

В четвертом разделе спроектированная технология изготовления вала оценена на безопасность и экологичность ее выполнения с учетом применения предлагаемых специальных технических средств.

В пятом разделе произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления вала и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

## Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные и их анализ .....	5
1.1 Назначение и условия работы детали .....	5
1.2 Оценка технологичности детали .....	6
1.3 Анализ параметров типа производства.....	8
1.4 Постановка задач работы .....	10
2 Технологическая часть .....	12
2.1 Проектирование заготовки.....	12
2.2 Разработка плана изготовления .....	20
2.3 Технические средства оснащения .....	22
2.4 Определение режимов резания и нормирование .....	25
3 Разработка специальных технических средств оснащения .....	28
3.1 Разработка мембранного патрона.....	28
3.2 Разработка ступенчатого сверла.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта .....	44
5 Экономическая эффективность работы .....	46
Заключение .....	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	55
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам .....	65

## Введение

Современные автомобильные предприятия имеют высокую степень механизации и автоматизации зон технического обслуживания. Это позволяет существенно увеличить производительность и качество процесса обслуживания автомобилей без увеличения производственных площадей и привлечения дополнительного персонала.

Одним из технических средств, используемых на автотранспортных предприятиях, является балансировочный станок ES-600. Данный механизм выполняет балансировку колес в сборе различных диаметров до 610 мм. В состав станка входит шпиндель, на который устанавливается балансируемое колесо. Шпиндель приводится в движение приводом, вал которого рассматривается в данной работе. Отсюда можно сделать вывод о важности данной детали для работоспособности всего балансировочного станка. Следовательно, данная деталь должна отвечать всем техническим требованиям, заложенным конструктором.

Выполнение технических требований обеспечивается на стадии разработки технологии изготовления детали, путем применения соответствующих методов обработки и разработки оптимальных маршрутов. Другим немаловажным фактором, отражающим эффективность спроектированной технологии изготовления детали, являются ее экономические показатели. Наилучшие экономические показатели обеспечиваются путем правильной организации производственного процесса, правильным подбором и эффективным использованием технологических средств оснащения с учетом особенностей предприятия, на котором технологический процесс будет реализован.

Таким образом, цель работы заключается в проектировании технологии изготовления вала на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях.

## **1 Исходные данные и их анализ**

### **1.1 Назначение и условия работы детали**

Вал предназначен для установки на нем шестерни, а также передачи крутящего момента от электродвигателя на шестерню привода посредством эвольвентных поверхностей шестерни, выполненной на валу и боковых поверхностей шпоночного паза, выполненного на шейке под посадку зубчатого колеса. В корпусе редуктора привода вал базируется по шейкам под подшипники и торец.

Вал находится в закрытом корпусе редуктора, что обеспечивает данным поверхностям хорошие эксплуатационные условия со смазкой масляным туманом и полной изоляцией от воздействия внешних атмосферных факторов. Это исключает возникновение коррозии и повреждение поверхностей вала.

Балансировочный станок работает в производственных помещениях, поэтому следует рассмотреть влияние разнообразных производственных фактора на рассматриваемую деталь. Влияние данных факторов, также минимально, так как деталь работает в закрытом корпусе в условиях хорошей смазки. Следовательно, попадание на деталь пыли, технологических жидкостей пыли и тому подобных веществ исключено. Из негативных факторов оказывающих воздействие на вал следует отметить повышенную температуру и вибрации. Температура возникает в процессе работы балансировочного станка и может привести к изменению геометрии детали и ее разрушению под действием рабочих нагрузок. Вибрации могут возникать как в процессе работы, так и под действием других машин и механизмов, которые эксплуатируются в цеху. Воздействие вибраций может привести к разбалансировке вращающихся деталей и как следствие этого повреждению контактирующих с ними поверхностей вала. Наиболее опасно влияние вибраций на ответственные точные поверхности.

В целом следует отметить, что функциональное назначение вала является типовым для деталей данного класса, а условия его эксплуатации можно охарактеризовать как приемлемые.

## **1.2 Оценка технологичности детали**

Технологичность один из важнейших показателей детали, который характеризует эффективность ее производства в конкретных производственных условиях. Оценка технологичности производится исходя из характеристик материала детали, особенностей ее конструкции, формы и характеристик заготовки, особенностей технологии обработки [2].

Рассмотрим основные характеристики используемого для изготовления детали материала. В данном случае используется сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71, что обусловлено конструкцией детали и ее служебным назначением. «Химический состав стали: углерод от 0,09% до 0,16 %, хром от 0,6% до 0,9%, марганец от 0,3% до 0,6%, кремний от 0,17% до 0,37%, никель от 2,75% до 3,15%, сера не более 0,025%, фосфор не более 0,025%, медь не более 0,3%. Механические характеристики данной стали: предел прочности при растяжении 690 МПа, предел текучести 590 МПа, относительное удлинение после разрыва 11%, относительное сужение 55%, твердость по Бринеллю от 200 до 220 единиц» [24]. Данные характеристики стали позволяют получить удовлетворительные показатели резания на операциях механической обработки. Исходя из химического состава стали, наиболее рационально для получения ее заготовки применять методы обработки давлением.

К конструктивным особенностям детали можно отнести большую разницу шеек в диаметрах и наличие центрального глухого отверстия, а также радиальных отверстий. Это потребует внесения изменений в типовой технологический процесс обработки, но при этом применения специальных методов обработки не потребуется. Немаловажным при оценке конструкции детали является определение служебного назначения ее поверхностей. Для

этого приведем эскиз детали (рисунок 1) и классифицируем поверхности (таблица 1).

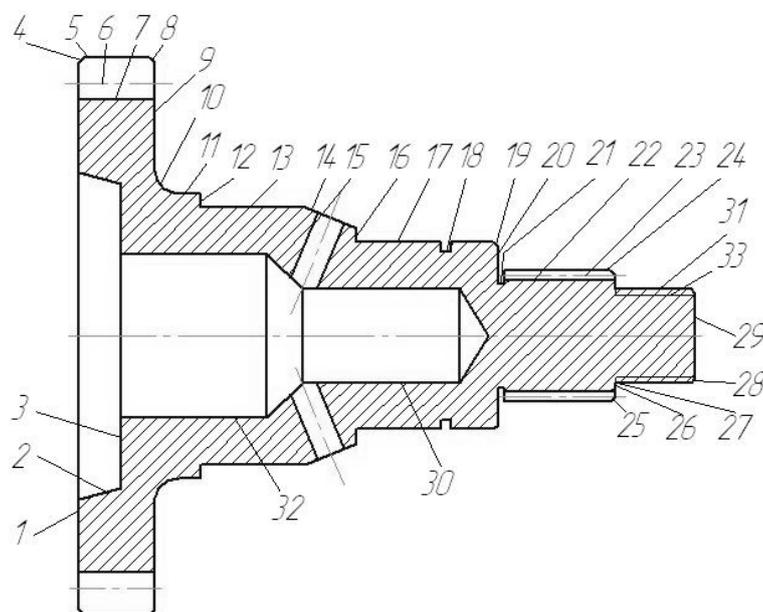


Рисунок 1 – Эскиз детали

Таблица 1 – Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основные конструкторские базы	6, 23, 33
Вспомогательные конструкторские базы	12, 13, 17
Исполнительные поверхности	16, 23
Свободные поверхности	все оставшиеся

Количество ответственных поверхностей достаточно значительное, что приведет к необходимости применения точной обработки.

Форма заготовки обусловлена особенностями конструкции детали, которые делают заведомо нерентабельным применение для получения заготовки проката. В данном случае возможно исключительно применение методов обработки давлением. Исходя из анализа всего приведенного комплекса ограничений и данных источника [12], «приходим к выводу, что

для получения заготовки рассматриваемой детали наиболее рационально применение методов штамповки на горизонтально-ковочной машине и на кривошипном горячештамповочном прессе» [5].

Технологичность механической обработки оценивается возможностью достижения требуемых характеристик детали. Достижение требуемых характеристик поверхностей детали в данном случае возможно путем применения стандартных методов обработки. Заметим, что имеется большое количество точных поверхностей, что потребует применения дорогостоящих финишных методов обработки. Базирование заготовок, исходя из формы детали, можно производить по различным поверхностям, с применением естественных технологических баз.

Проведенный анализ детали позволяет сделать вывод о высокой степени ее технологичности. К недостаткам можно отнести большое количество точных поверхностей и большой перепад диаметров шеек, что вызовет ряд трудностей при проектировании технологии изготовления. В частности это потребует применения дорогостоящих методов обработки и разработки схем базирования, а также средств технологического оснащения реализующих их, с учетом особенностей конструкции детали.

### **1.3 Анализ параметров типа производства**

Параметры типа производства определяют не только его организационные особенности, но и стратегию проектирования технологии изготовления детали.

«На первом этапе проводимого анализа необходимо определить тип производства с применением упрощенной методики» [9]. «В соответствии с ней годовая программа выпуска деталей 6000 штук при массе 2,6 кг соответствует среднесерийному типу производства» [9].

Основные организационные параметры данного типа производства:

- «непоточная групповая форма организации технологического

процесса» [9],

- передача заготовок от одной операции к другой партиями с различной продолжительностью пролеживания между ними,
- формирование участков по технологическому признаку оборудования,
- использование универсального и специализированного оборудования,
- использование стандартизированной технологической оснастки,
- использование стандартного и широкоуниверсального режущего инструмента,
- высокая квалификация персонала.

Основные особенности проектирования технологии изготовления в условиях среднесерийного типа производства:

- использование типовых технологических процессов в качестве аналогов,
- применение последовательной стратегии проектирования,
- соблюдение принципа концентрации переходов при проектировании технологических операций,
- применение аналитического и опытно-статистического методов определения припусков на обработку,
- применение заготовок максимально приближенных по форме к готовой детали,
- определение режимов резания и нормирование расчетно-аналитическим или статистическим методами в зависимости от требуемой точности,
- достижение точности обработки путем предварительной настройки на размер,
- соблюдение основных положений теории базирования при проектировании технологических операций,

- «применение в качестве технологической документации маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов» [9] для наиболее сложных операций.

При проектировании технологического процесса будем придерживаться данных рекомендаций. Заметим, что в ряде случаев допускается отклонение от них. Например, допускается применение специальных средств технологического оснащения, в случае если стандартные средства технологического оснащения отсутствуют или применение специальных средств технологического оснащения позволяет сократить производственные затраты.

Следует учесть, что в соответствии с современными тенденциями развития в условиях среднесерийного типа производства широко применяются станки с числовым программным управлением. Их применение приводит к необходимости более тщательной проработки технологической документации, повышению уровня автоматизации всех производственных процессов, использованию современных средств диагностики оборудования и процесса обработки, например, адаптивных систем. Также повышаются требования к средствам технологического оснащения.

#### **1.4 Постановка задач работы**

«По результатам анализа назначения и условий работы детали, оценки технологичности детали и анализа параметров типа производства сформулируем основные задачи данной работы» [15].

«В первую очередь необходимо спроектировать технологию изготовления детали. Данная задача решается путем выбора и проектирования заготовки, разработки плана изготовления, определения требуемых технических средств оснащения, определения режимов выполнения операций и их нормирования» [15].

Далее необходимо решить задачи по совершенствованию технологии. Для решения данной задачи необходимо произвести проектирование специального станочного приспособления и режущего инструмента для лимитирующих операций.

Затем принятые проектные решения необходимо проверить на соответствие требованиям по безопасности и экологичности их выполнения с учетом предлагаемых технических изменений.

В заключении необходимо оценить экономические показатели технологии и результатов ее совершенствования.

В данном разделе рассмотрены имеющиеся исходные данные и проведен их анализ. Были оценены условия работы, служебное назначение, технологичность детали, определен тип производства и его основные характеристики. На основе полученных результатов определены основные задачи работы, выполнение которых позволит достичь сформулированной во введении цели.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки начинается с этапа выбора метода ее получения. Вопрос выбора метода получения заготовки подразумевает наличие вариантов. В ходе проведения анализа технологичности часть методов получения была отброшена как заведомо невыгодные или технически не реализуемые. В результате для выбора остались «метод штамповки на горизонтально-ковочной машине иковки» [5]. Выбор из этих двух методов можно сделать путем сравнения себестоимости получения заготовок. Однако, дешевая заготовка может привести к удорожанию готовой детали, так как увеличиваются напуски на обработку и, как следствие этого, стоимость механической обработки. В идеальном случае необходимо оценивать не стоимость заготовки, а стоимость изготовления детали из данной заготовки. В этом случае требуется полная разработка всех технологических процессов для сравниваемых вариантов. В условиях среднесерийного типа производства проектирование таким методом нецелесообразно, поэтому применяется упрощенная методика [5].

«Сравнение выполним по суммарным затратам на изготовление детали:

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

где  $C_{zi}$  – стоимость получения заготовки, выбранным методом, руб.;

$C_{обри}$  – стоимость механической обработки, руб.;

$i$  – номер варианта получения заготовки» [5].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной на кривошипном горячештамповочном прессе, 2 для заготовки, полученной ковкой» [5].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

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

где  $C_M$  – цена материала заготовки за тонну, руб.;

$M_{zi}$  – масса заготовки, полученной выбранным методом, кг;

$K_{сп}$  – коэффициент, зависящий от способа получения заготовки;

$K_T$  – коэффициент, зависящий от точности метода получения заготовки;

$K_{сл}$  – коэффициент, зависящий от сложности получения заготовки выбранным методом» [5].

«Масса заготовки рассчитывается по формуле:

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

где  $M_d$  – масса детали, кг;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от формы и способа получения заготовки» [5].

$$M_{z1} = 2,6 \cdot 1,35 = 3,5 \text{ кг.}$$

$$M_{z2} = 2,6 \cdot 1,5 = 3,9 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{z1} = \frac{27000 \cdot 3,5}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 77,49 \text{ р.}$$

$$C_{z2} = \frac{27000 \cdot 3,9}{1000} \cdot 0,82 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 103,61 \text{ р.} \text{» [5]}$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{обрi} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имi}} - 1\right) \cdot M_d}{K_0}, \quad (4)$$

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

$K_{имi}$  – коэффициент использования материала;

$K_0$  – коэффициент обрабатываемости материала» [5].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{им}i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}i}}. \quad (5)» [5]$$

$$K_{\text{им}1} = \frac{2,6}{3,5} = 0,74.$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{2,6}{3,9} = 0,67.$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{\text{обр}1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,74} - 1\right) \cdot 3,5}{1,1} = 44,72 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр}2} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 3,9}{1,1} = 69,85 \text{ р.}» [5]$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 77,49 + 44,72 = 122,21 \text{ р.}$$

$$C_2 = 103,61 + 69,85 = 173,46 \text{ р.}» [5]$$

Метод получения методом штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе, в соответствии с принятой методикой, имеет лучшие показатели. Дальнейшее проектирование заготовки будем производить для данного метода по методике [15].

Следующим этапом проектирования заготовки является определение припусков на обработку поверхностей. Для этого сначала необходимо решить задачу выбора маршрутов обработки поверхностей.

Достижение одних и тех же параметров обработанной поверхности возможно путем применения различных маршрутов обработки. Отличие в применении того или иного маршрута заключается в его стоимости. На практике применяется методика определения маршрутов обработки поверхностей по суммарному коэффициенту относительных затрат [7]. «Результаты проектирования маршрутов обработки приведены в таблице 2» [15].

Таблица 2 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхности	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	14	12,5	Т-Тч-ТО-Ш
2	14	12,5	Тч-ТО
3	14	12,5	Тч-ТО
4	14	12,5	Тч-ТО
5	14	12,5	Т-ТО
6	8	1,6	ЗФ-Шв-ТО
7	14	12,5	ЗФ-ТО
8	14	12,5	Т-ТО
9	14	12,5	Т-ТО
10	14	12,5	Т-ТО
11	14	12,5	Т-ТО
12	10	2,5	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
13	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
14	14	12,5	Т-ТО
15	14	12,5	С-ТО
16	10	2,5	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
17	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
18	14	12,5	Тч-ТО
19	14	12,5	Т-ТО
20	14	12,5	Т-ТО
21	14	12,5	Тч-ТО
22	14	12,5	Д-ТО
23	9	2,0	Д-ТО
24	12	6,3	Т-Тч-ТО
25	14	12,5	Тч-ТО
26	14	12,5	Т-ТО
27	14	12,5	Т-ТО
28	14	12,5	Тч-ТО
29	14	12,5	Т-Тч-ТО
30	14	12,5	С-ТО
31	14	12,5	Т-Тч-ТО
32	14	12,5	С-ТО
33	6	3,2	РФ-ТО

«Обозначения в таблице: П – плоская поверхность; ПВ – плоская внутренняя поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; КВ – коническая внутренняя; З – зубчатая поверхность; Ш – шлицевая поверхность; Р – резьбовая поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ш – шлифование; Шч – шлифование чистовое; С – сверление; ЗФ – зубофрезерование; Шв – шевингование; РФ – резьбофрезерование» [15].

«Определяем припуски для поверхности диаметром 40js6( $\pm 0,008$ ) мм расчетно-аналитическим методом» [18].

«Минимальный припуск определяется из выражения:

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

где  $a$  – глубина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – суммарные пространственные отклонения, мм;

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

$i$  – текущий переход;

$i - 1$  – предыдущий переход» [18].

«Максимальный припуск определяется из выражения:

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

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

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

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5(z_{imax} + z_{imin}). \quad (8) \gg [18]$$

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,801 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,063^2 + 0,025^2} = 0,268 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,040^2 + 0,012^2} = 0,292 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,050 + \sqrt{0,010^2 + 0,012^2} = 0,066 \text{ мм.}$$

$$z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5 \cdot (1,6 + 0,25) = 1,714 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,268 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) =$$

$$= 0,443 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{\text{ТО}} + Td_3) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,16 + 0,10) = 0,422 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,066 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,094 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{cp}1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,714 + 0,801) = 1,258 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{cp}2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,443 + 0,268) = 0,356 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{cp}3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,422 + 0,292) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{cp}4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,094 + 0,066) = 0,080 \text{ мм} \gg [18].$$

«Минимальный диаметр:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [18]$$

«Минимальный диаметр на переходе предшествующем термическому:

$$d_{(\text{ТО}-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (10) \gg [18]$$

«Максимальный диаметр:

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

«Средний диаметр:

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

«Производим расчеты.

$$d_{4\min} = 39,992 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = 40,008 \text{ мм.}$$

$$d_{4\text{cp}} = 0,5 \cdot (d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5 \cdot (40,008 + 39,992) = 40,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 40,008 + 2 \cdot 0,066 = 40,140 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 40,140 + 0,039 = 40,179 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (40,179 + 40,140) = 40,160 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 40,179 + 2 \cdot 0,292 = 41,219 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 41,219 + 0,160 = 41,379 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5 \cdot (41,379 + 41,219) = \\ = 41,299 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 41,219 \cdot 0,999 = 41,168 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 41,168 + 0,100 = 41,268 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (41,268 + 41,168) = 41,218 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 41,268 + 2 \cdot 0,268 = 41,804 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 41,804 + 0,250 = 42,054 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (42,054 + 41,804) = 41,929 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 42,054 + 2 \cdot 0,801 = 43,656 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 43,656 + 1,600 = 45,256 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5(d_{0max} + d_{0min}) = 0,5(45,256 + 43,656) = 44,456 \text{ мм.} \gg [18]$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

$$2z_{min} = d_{0 min} - d_{4 max}. \quad (13)$$

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (14)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15) \gg [18]$$

$$\ll 2z_{min} = 43,656 - 40,008 = 3,648 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 3,648 + 1,600 + 0,016 = 5,264 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,648 + 5,264) = 4,456 \text{ мм.} \gg [18]$$

Припуски на оставшиеся поверхности определены по методике [22] и приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	1,0	2,475
	2	0,6	0,845
	3	0,4	0,497
6	1	0,12	0,19
12	1	2,2	3,4
	2	1,2	1,347
	3	0,5	0,559
13	1	0,3	0,323
	2	1,3	2,675
	3	0,15	0,325
	4	0,2	0,27
	5	0,03	0,058
16	1	1,0	2,35
	2	0,8	1,01
	3	0,4	0,483
	4	0,3	0,333
20	1	1,0	2,425
	2	0,8	1,045
24	1	0,9	2,105
	2	0,125	0,272
26	1	1,0	2,425
	2	0,8	1,045
29	1	1,2	2,275
	2	0,8	1,045
31	1	0,9	2,105
	2	0,125	0,272

«Далее необходимо определить характеристики заготовки» [4].

«В данном случае заготовка имеет следующие параметры: класс точности Т4, группа стали М2, степень сложности заготовки С3, исходный индекс И 13, штамповочные уклоны 7°, радиус закругления 3,0 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 1,0 мм» [4].

«Чертеж заготовки, содержащий все необходимые данные, приведен в графической части работы» [15].

## 2.2 Разработка плана изготовления

«План изготовления детали отражает последовательность операций технологического процесса» [20], а также его основные параметры.

Задача выбора последовательности операций заключается в формировании оптимального маршрута изготовления детали, основанного на маршрутах обработки отдельных ее поверхностей, выбранных ранее при определении припусков на обработку. Маршрут изготовления формируется путем объединения одинаковых методов обработки в операции. При этом следует учесть особенности среднесерийного типа производства, а также основные принципы формирования маршрута изготовления. Во-первых, это принцип предшествования, то есть состояние заготовки на выходе одной операции должно является входным состоянием для другой операции. Во-вторых, это принцип «наложения, то есть одна поверхность расположена на другой и не может быть обработана раньше» [21]. «В-третьих, это принцип точности расположения поверхностей, то есть в первую очередь необходимо обработать базовые поверхности, а затем поверхности, точность расположения которых зависит от базовых поверхностей» [21]. «Сформированный согласно данным требованиям и рекомендациям [16] маршрут изготовления детали приведен в таблице 4, а также отражен в приложении А «Технологическая документация»» [15].

Таблица 4 – Технологический маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 24, 26, 29, 31
010 Сверлильная	сверление	30, 32
015 Сверлильная	сверление	15
020 Токарная	точение	1, 2, 3, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 31
025 Зубофрезерная	фрезерования	6, 7
030 Долбежная	долбление	22, 23
035 Шевинговальная	шевингование	6

Продолжение таблицы 4

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
040 Зубофасочная	фрезерование	кромки зубьев
045 Термическая	закалка, отпуск	все
050 Внутришлифовальная	шлифование	1
055 Торцекруглошлифовальная	шлифование	12, 13, 16, 17
060 Торцекруглошлифовальная	шлифование	12, 13, 16, 17
065 Резьбошлифовальная	шлифование	33
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

Следующая задача при проектировании плана изготовления заключается в разработке схем базирования заготовок на операциях технологического процесса. «Решение этой задачи основано на соблюдении основных принципов базирования, а также рекомендаций» [16]. «Разработанные схемы базирования приведены на соответствующем листе графической части работы» [16].

«Также необходимо решить задачу определения технических требований на выполнение операций, таких как операционные допуски на выполняемые размеры, шероховатость, отклонения формы и расположения поверхностей» [16]. Задача решается на основе рекомендаций и данных [16].

Формирование плана изготовления заключается в графическом отображении структуры операций с детализацией до установа. В обоснованных случаях допускается детализация по переходам. Исходя из особенностей среднесерийного типа производства, при формировании операций технологического процесса предпочтение следует отдавать операциям, реализация которых не требует применения специального оборудования и средств технологического оснащения, а также обеспечивает максимальную концентрацию переходов с последовательной обработкой поверхностей.

«Рекомендации по выполнению плана изготовления детали приведены в литературе» [16].

## 2.3 Технические средства оснащения

Под техническими средствами понимают технологическое оборудование, станочные приспособления, режущие инструменты и контрольные средства. Принятые на данном этапе влияют абсолютно на все показатели проектируемой технологии и, в конечном счете, определяют ее эффективность.

«В качестве технологического оборудования необходимо использовать универсальное и специализированное оборудование, а также станки, оснащенные системами числового программного управления» [15]. Технологическое оборудование должно обеспечивать соблюдение принципа концентрации переходов и достижение точности обработки путем предварительной настройки на размер.

В качестве станочных приспособлений «необходимо использовать стандартизированную технологическую оснастку, которая может реализовать принятые на технологических операциях схемы базирования» [15]. Станочные приспособления должны обеспечивать необходимую точность установки, иметь необходимое быстродействие и другие эксплуатационные показатели.

В качестве режущего инструмента необходимо использовать стандартный и широкоуниверсальный режущий инструмент. Режущий инструмент должен обеспечивать необходимую точность обработки, выполнение режимов резания, обладать необходимой стойкостью.

В качестве контрольных средств необходимо использовать универсальные и стандартизированные средства контроля, обеспечивающие получение информации по результатам контроля в виде качественных характеристик.

«Выбор технических средств оснащения осуществляется с использованием источников [8], [11], [13], [17], [19], [23]. Результаты выбора приведены в таблице 5» [15].

Таблица 5 – Технические средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	«токарно-винторезный станок JET KDCK-25AS CNC» [23]	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [8]	«резец для контурного точения Т5К10 ГОСТ 18879-73» [17]	«штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80» [11]
010 Сверлильная	«вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA» [23]	«приспособление специальное» [8]	«сверло ступенчатое пушечное ВК6М специальное» [17]	«нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80» [13]
015 Сверлильная	«вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA» [23]	«приспособление специальное» [8]	«сверло ГОСТ 10903-77 Р6М5» [17]	«нутромер НМ-50 ГОСТ 166-80» [13]
020 Токарная	«токарно-винторезный станок JET KDCK-25AS CNC» [23]	«патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80» [8]	«резец контурный Т30К4 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т30К4 ГОСТ 18063-72, резец канавочный Т5К10 ГОСТ 18879-73» [17]	«штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0.1, ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скоба рычажная, калибры» [11]
025 Зубофрезерная	«зубофрезерный станок LC 200» [23]	«патрон цанговый ГОСТ 2877-80, опора плоская ГОСТ 13440-68» [8]	«фреза червячная Р9К10 ГОСТ 9324-80» [17]	«прибор комплексного контроля» [13]
030 Долбежная	«долбежный станок YK5150» [23]	«приспособление специальное» [8]	«долбяк Р9К10 ГОСТ 9323-79» [17]	«шаблоны для комплексного контроля шлиц» [11]
035 Шевинговальная	«шевинговальный станок HURTH ZS 240 CNC» [23]	«патрон цанговый ГОСТ 2877-80» [8]	«шевер дисковый Р18 ГОСТ8570-80» [17]	«прибор комплексного контроля» [13]
040 Зубофасочная	«зубофасочный станок Genesis 210HiC» [23]	«патрон цанговый ГОСТ 2877-80» [8]	«фреза специальная Р18» [17]	«шаблоны» [13]
045 Термическая	печь шахтная	–	–	–

Продолжение таблицы 5

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
050 Внутришлифовальная	«внутришлифовальный станок RIG-150» [23]	«патрон мембранный специальный» [8]	«шлифовальный круг 11-300x50x60 24A90K5V5 35м/с1А» [17]	«шаблон» [13]
055 Торцекруглошлифовальная	«торцекруглошлифовальный станок GA-3570» [23]	«патрон мембранный специальный» [8]	«алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x50x305 24A90K5V5 35м/с1А» [17]	«микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы» [11]
060 Торцекруглошлифовальная	«торцекруглошлифовальный станок GA-3570» [23]	«патрон мембранный» [8]	«специальный алмазная гребенка для правки круга, шлифовальный круг 3-750x32x350 24A60K7V35м/с1А» [17]	«микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, скобы» [11]
065 Резьбошлифовальная	«резьбошлифовальный станок MB20» [23]	«патрон мембранный специальный» [8]	«алмазная гребенка для правки круга, круг шлифовальный 4 150x10x60 53C90N3V3 30м/с» [17]	«калибр комплексного контроля резьбы» [13]
070 Моечная	«моечная машина» [19]	—	—	—
075 Контрольная	«стол контрольный» [19]	—	—	«комплексные средства контроля» [13]

Выбранные технические средства оснащения технологического процесса отвечают всем требованиям среднесерийного типа производства. Следует отметить широкое применение станков оснащенных числовым программным управлением, а также стандартных станочных приспособлений и режущего инструмента. Это позволит увеличить гибкость производства и расширить его номенклатуру.

«Данные представленные в таблице 5 заносятся в соответствующую технологическую документацию, представленную в приложении А «Технологическая документация»» [15].

## 2.4 Определение режимов резания и нормирование

«Определение режимов резания и нормирование выполняется расчетно-аналитическим или статистическим методами в зависимости от требуемой точности» [14]. Приведем основные их положения.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (16)$$

где  $V_T$  – скорость резания по нормативам, м/мин;

$K_1$  – коэффициент материала детали;

$K_2$  – коэффициент материала инструмента;

$K_3$  – коэффициент вида обработки» [14].

«Определение частоты вращения производится по формуле:

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

где  $d$  – размер поверхности обработки, мм.» [14]

«Определение действительной скорости резания производится по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (18)$$

где  $n_d$  – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [14].

«Нормирование технологических операций заключается в определении

штучного времени на их выполнение по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (19)$$

где  $T_{оп}$  – оперативное время, мин;

$T_{об}$  – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$  – время перерывов в работе, мин» [14].

«Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_о + T_в, \quad (20)$$

где  $T_о$  – основное время обработки, мин;

$T_в$  – вспомогательное время обработки, мин» [14].

«Время обслуживания рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (21)$$

где  $T_{тех}$  – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$  – время на организационное обслуживание, мин» [14].

«Штучно-калькуляционное время принимается за норму времени в условиях серийного производства и рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (22)$$

где  $T_{шт}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – размер производственной партии запуска» [14].

«Результаты расчета представлены в таблице 6» [14].

Таблица 6 – Определение режимов резания и нормирование

Номер операции	Установ, номер перехода	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	Установ А	0,5	119	630	1,67	2,59
	Установ Б	0,5	119	630		
010	1	0,2	25	400	1,25	2,17
015	1	0,1	8	400	0,8	1,72
020	Установ А 1	0,32	138	800	2,46	3,38
		0,19	138	800		
	Установ Б 1	0,32	173	1000		
		0,08	126	1000		
		0,08	151	1200		
		0,08	106	1200		
0,08	67	1000				
025	1	2,0	68	200	1,35	2,27
030	1	0,2	22	630	1,49	2,41
035	1	105	0,04	290	1,95	2,87
040	1			600	0,54	1,46
050	1	1,2	60	160	0,48	1,4
055	1	0,43	25	200	1,32	2,24
060	1	0,23	25	200	0,56	1,48
	2	0,23	35	200		
065	1	1,5	25	400	0,25	1,17
070	–	–	–	–	0,67	1,59

Результаты проведенных расчетов позволяют сделать следующие выводы. Следует усовершенствовать фрезерную операцию, так как при небольшом объеме механической обработки она является одной из самых продолжительных. Ряд операций имеют небольшую продолжительность выполнения, что дает возможность значительной догрузки используемого на них оборудования производством других деталей.

В данном разделе успешно решены стандартные технологические задачи, такие как проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций.

### 3 Разработка специальных технических средств оснащения

#### 3.1 Разработка мембранного патрона

В ходе анализа результатов нормирования было выявлено, что необходимо усовершенствовать шлифовальную операцию, так как при небольшом объеме механической обработки она является одной из самых продолжительных. Анализируя причины этого, приходим к выводу, что значительную часть времени выполнения операции занимает время на снятие и установку заготовки в приспособлении. Устранение данного недостатка возможно путем механизации процесса закрепления. Эскиз данной операции приведен на рисунке 2.

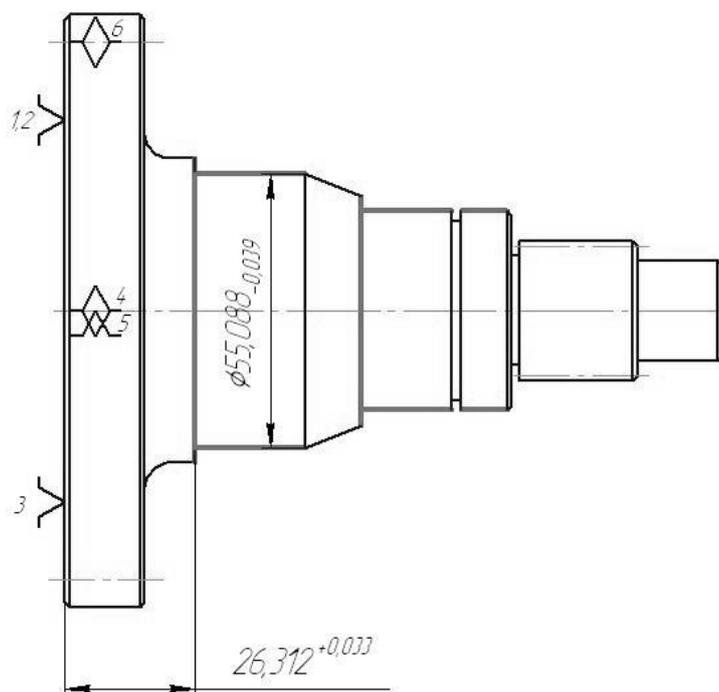


Рисунок 2 – Эскиз шлифовальной операции

«Проектирование будем проводить на основе рекомендаций» [6].

«Расчет сил резания при шлифовании основан на определении мощности резания по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (23)$$

где  $C_N$ ,  $r$ ,  $q$ ,  $z$  – поправочные коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия операции;

$v_3$  – скорость заготовки в процессе обработки, м/мин;

$s$  – продольная подача, мм/об;

$d$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$b$  – ширина шлифования, мм» [6].

$$N = 0,36 \cdot 21^{0,35} \cdot 0,01^{0,4} \cdot 1,8^{0,4} \cdot 55^{0,3} = 0,6 \text{ кВт.}$$

«Составляющая силы резания  $P_Z$  рассчитывается по формуле:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (24)$$

где  $K_{PZ}$  – коэффициент условий операции» [6].

«Составляющая силы резания  $P_Y$  рассчитывается по формуле:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (25)$$

где  $K_{PY}$  – коэффициент условий операции» [6].

$$P_Z = \frac{0,6 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 219 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 219 \cdot 1,25 = 329 \text{ Н.}$$

Реализация схемы базирования на данной операции предполагает использование в качестве установочных элементов роликов, что позволит выполнить закрепление по эвольвентной поверхности.

«Диаметр ролика определяется из выражения:

$$d = 2 \cdot [r_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \alpha_2) - r_2 \cdot \sin \alpha_2], \quad (26)$$

где  $r_0$  – радиус основной окружности, мм;

$\gamma$  – угол контакта ролика с поверхностью, рад;

$\alpha_2$  – угол смещения, рад;

$r_2$  – расстояние от оси патрона до точки контакта, мм» [6].

«Радиус основной окружности определяется из выражения:

$$r_0 = r_d \cdot \cos \alpha_1, \quad (27)$$

где  $r_d$  – радиус делительной окружности зубчатого венца, мм;

$\alpha_1$  – угол зацепления, град» [6].

$$r_0 = 54 \cdot \cos 20^\circ = 50,743 \text{ мм.}$$

«Расстояние от оси патрона до точки контакта определяется из выражения:

$$r_2 = r_B - 0,3 \cdot m, \quad (28)$$

где  $r_B$  – радиус выступов, мм;

$m$  – модуль, мм» [6].

$$r_2 = 59,38 - 0,3 \cdot 4 = 58,18 \text{ мм.}$$

«Угол смещения определяется из выражения:

$$\cos \alpha_2 = \frac{r_0}{r_2}. \quad (29) \gg [6]$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{50,743}{58,180} = 0,872, \text{ тогда } \alpha_2 = 30^\circ 12' 45''.$$

«Угол контакта ролика с поверхностью определяется из выражения:

$$\gamma = \frac{\pi}{z} - \left( \frac{s}{2r_d} + \theta_1 \right) + \theta_2, \quad (30)$$

где  $z$  – число зубьев;

$s$  – толщина зуба по дуге делительной окружности, мм;

$\theta_1, \theta_2$  – углы эвольвенты, рад» [6].

«Определение углов эвольвенты производится с использованием следующих выражений:

$$\theta_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 - \alpha_1, \quad (31)$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} \alpha_2 - \alpha_2. \quad (32)» [6]$$

«Проводим расчеты.

$$\theta_1 = \operatorname{tg} 0,349 - 0,349 = 0,0149 \text{ рад.}$$

$$\theta_2 = \operatorname{tg} 0,475 - 0,475 = 0,039196 \text{ рад.}$$

$$\gamma = \frac{\pi}{27} - \left( \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 \right) + 0,039196 = 0,09259 \text{ рад}» [6].$$

«Данному углу соответствует диаметр ролика 15,98 мм. Из стандартного ряда принимаем значение диаметра ролика 16 мм» [6].

«Далее проводим проверку на отсутствие кромочного контакта.

Расстояние между осями ролика и патрона определяется из выражения:

$$L^I = \frac{r_0}{\cos \alpha_3}, \quad (33)$$

где  $\alpha_3$  – угол между осью ролика и точкой контакта, рад.

Угол между осью ролика и точкой контакта определяется из выражения:

$$\alpha_3 = \frac{s}{2 \cdot r_d} + \theta_1 + \frac{d^I}{2 \cdot r_0} - \frac{\pi}{z}. \quad (34)» [6]$$

«Выполняем расчеты.

$$\alpha_3 = \frac{\pi \cdot 27}{2 \cdot 54} + 0,0149 + \frac{16}{2 \cdot 50,743} - \frac{\pi}{27} = 0,069987.$$

$$L^l = \frac{50,743}{\cos 30^\circ 31'} = 60,052 \text{ [6].}$$

«Радиус расположения точки контакта с зубом определяется из выражения:

$$r_2^l = \sqrt{\left(L^l \cdot \sin \alpha_3 - \frac{d^l}{2}\right)^2 + r_0^2}. \quad (35) \text{ [6]}$$

$$r_2^l = \sqrt{\left(60,052 \cdot \sin 32^\circ 31' - \frac{16}{2}\right)^2 + 50,743^2} = 56,17 \text{ мм.}$$

«Необходимую силу закрепления, прикладываемую в радиальном направлении к одному кулачку, определяем по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot M_p}{n \cdot f \cdot b'}, \quad (36)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий условия выполнения операции;

$M_p$  – момент резания, Н;

$n$  – количество роликов, шт.;

$f$  – коэффициент трения по поверхностям контакта детали и ролика;

$b$  – половина диаметра базовой поверхности детали, мм» [6].

$$Q = \frac{1,5 \cdot 6355}{3 \cdot 0,15 \cdot 3,6} = 5884 \text{ Н.}$$

«Необходимый для деформации мембраны изгибающий момент определяем по формуле:

$$M_{\text{изг}} = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b'}, \quad (37)$$

где  $l$  – расстояние между средней плоскостью мембраны и серединой роликов, мм» [6].

$$M_{\text{изг}} = \frac{5884 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

«Момент закрепления определяется по формуле:

$$M_3 = 0,58 \cdot M_{\text{изг}}. \quad (38) \gg [6]$$

$$M_3 = 0,58 \cdot 156 = 90,5 \text{ Н.}$$

«Жесткость мембраны определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 - (1 - \mu^2)}, \quad (39)$$

где  $E$  – модуль упругости мембраны, МПа;

$h$  – толщина мембраны, см.

$\mu$  – коэффициент Пуассона» [6].

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{12 - (1 - 0,3^2)} = 13462 \text{ Н} \cdot \text{см.}$$

«Необходимый угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (1 + \mu)}. \quad (40) \gg [6]$$

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (1 + 0,3)} = 0,0186.$$

«Наибольший угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}. \quad (41)$$

где  $\delta$  – допуск на диаметр, мм;

$\Delta$  – зазор для закладывания заготовки в кулачки, мм» [6].

$$\varphi' = 0,0186 + \frac{0,025}{2 \cdot 5} + \frac{0,35}{2 \cdot 5} = 0,0561.$$

«Сила для обеспечения деформации мембраны, которая должна

прикладываться штокам определяется по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}}, \quad (42)$$

где  $a$  – половина диаметра мембраны, мм» [6].

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 13462 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 8506 \text{ Н.}$$

«Возникающее при таком давлении напряжение в мембране определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1 + \mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left( \ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right), \quad (43)$$

где  $r_0$  – радиус окружности контакта штока и мембраны, мм» [6].

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 8506 \cdot (1 + 0,3)}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left( \ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 10778 \text{ МПа.}$$

«Усилие на штоке создается при помощи гидроцилиндра, основным расчетным параметром которого является диаметр поршня определяемого по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (44)$$

где  $P$  – давление рабочей жидкости, МПа» [6].

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5884}{1,0}} = 88 \text{ мм.}$$

«Расчетная погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (45)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования от несовпадения измерительной и технологической баз, мм;

$\varepsilon_3$  – погрешность возникающая при закреплении вследствие смещения измерительных баз, мм;

$\varepsilon_{пр}$  – погрешность точности изготовления базирующих элементов приспособления, мм» [6].

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,003^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

«Расчетное значение погрешности установки в проектируемом приспособлении меньше, чем допустимая погрешность, то есть точность приспособления соответствует предъявляемым требованиям» [6].

Конструктивно приспособление состоит из установочных роликов, размещенных в кулачках, крепящихся к мембране, упоров, базирующего заготовку в осевом направлении и механизированного привода, обеспечивающего закрепление заготовки. Привод состоит из штока с закрепленным на нем поршне, размещенном в корпусе. В качестве рабочей среды, обеспечивающей необходимое давление в приводе, используется масло.

Конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

### **3.2 Разработка ступенчатого сверла**

По результатам определения режимов резания и нормирования операций технологического процесса выявлено, что 010 операция является лимитирующей. Детальный анализ данной операции показал, что снижение времени выполнения операции в данном случае ужесточением режимов резания с применением имеющегося инструмента невозможно. Проведя анализ структуры операции, приходим к выводу, что сокращение времени обработки возможно путем замены последовательной обработки двух

отверстий их одновременным сверлением комбинированным инструментом.

Еще одной проблемой данной операции является глубина отверстия, что приводит к необходимости вывода сверла из зоны резания. Для ее решения применим сверло с одной режущей кромкой без канавок для вывода стружки [1].

«Для определения рабочих диаметров сверла используется выражение:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (46)$$

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

$TD$  – допуск на выполняемый размер, мм» [1].

«Диаметр первой ступени будет равен.

$$D = 35 + \frac{0,25}{2} = 35,125 \text{ мм}» [1].$$

«Диаметр второй ступени будет равен.

$$D = 20 + \frac{0,21}{2} = 20,105 \text{ мм}» [1].$$

Допуск на расчетный диаметр сверла назначается из условия обеспечения требуемой точности обработки, которая в данном случае соответствует десятому качеству. В соответствии с принятыми нормами проектирования допуск должен соответствовать десятому качеству, что составляет 0,1 мм и 0,084 мм соответственно.

Проблему увеличения стойкости сверла решим путем применения в его конструкции режущих пластин из сплава ВК6М.

«Расчет хвостовика для определения номера конуса Морзе выполняется по формуле:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{cp} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}, \quad (47)$$

где  $\mu_{cp}$  – момент сопротивления силам резания, Н·м;

$\theta$  – угол конуса, град;

$\mu$  – коэффициент трения на поверхности контакта;

$P_0$  – осевая сила, Н;

$\Delta\theta$  – допуск угла конуса, град» [1].

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 34,1 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 20,79 \text{ мм.}$$

«Исходя из полученного значения расчетного диаметра принимаем конус Морзе №2» [1].

«Геометрические характеристики сверла принимаем исходя из требований к точности обработки, качеству обработанной поверхности и свойств обрабатываемого материала: задний угол  $\alpha$  равен  $8^\circ$ ; передний угол  $\gamma$  равен  $90^\circ$ » [1].

«Обеспечение отсутствия заедания сверла при обработке передней поверхность выполняется выше центра сверла на величину 0,5 мм. Уменьшение трения направляющей о стенки отверстия обеспечивается наличием лыски под углом  $30^\circ$ » [1].

«Спроектированное сверло представлено на чертеже графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [1].

В данном разделе разработаны специальные технические средства оснащения, что позволило снизить время проведения шлифовальной и сверлильной операций за счет механизации процесса закрепления заготовки и внесения изменений в конструкцию сверла. Первое решение позволило сократить вспомогательное время на снятие и установку заготовки, а второе интенсифицировать на 30% режимы обработки, сохранив при этом требуемое качество обработки.

## **4 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта**

Подробно технология изготовления вала привода балансировочного станка рассмотрена в предыдущих пунктах работы. Основными операциями механической обработки являются: токарные, сверлильные, зуборезные и шлифовальные. Используется следующее технологическое оборудование: токарно-винторезный станок JET KDCK-25AS CNC, вертикально-сверлильный станок JET GHD-55PFA, зубофрезерный станок LC 200, долбежный станок YK5150, шевинговальный станок HURTH ZS 240 CNC, внутришлифовальный станок RIG-150, торцекруглошлифовальный станок GA-3570, резьбошлифовальный станок MB20. Режущие инструменты: резцы токарные, фрезы, сверла, долбяки, шеверы, шлифовальные круги. Технологическая оснастка: патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80, специальные приспособления, патрон цанговый ГОСТ 2877-80, патроны мембранные. Состав работающих: операторы станков с числовым программным управлением, сверловщики, долбежчики, зуборезчики, шлифовщики.

### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Определим профессиональные риски в соответствии с Приказом Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» и ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Результаты идентификации профессиональных рисков приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

Источники возникновения рисков	Риски	Опасные и вредные производственные факторы
технологическое оборудование и средства технологического оснащения, погрузчики	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [3]	«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)» [3]
	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [3]	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [3]
	«заболевания кожи (дерматиты)» [3]	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [3]
	«психоэмоциональные перегрузки» [3]	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [3]	«воздействие общей вибрации на тело работника» [3]

## Продолжение таблицы 7

Источники возникновения рисков	Риски	Опасные и вредные производственные факторы
	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [3]	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [3]
	«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [3]	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]

Анализируя количество и состав приведенных в таблице 7 рисков, а также опасных и вредных производственных факторов приходим к выводу, они являются типичными для участков механической обработки.

### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

На основании Приказа 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 Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [3] производим выбор методов и средств

снижения профессиональных рисков. Полученные данные приведены в таблице 8.

Таблица 8 – 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» [3]	«устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [3]	«использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [3]
«заболевания кожи (дерматиты)» [3]	«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» [3]	«использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [3]
«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [3]	«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» [3]	«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» [3]

Продолжение таблицы 8

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«воздействие общей вибрации на тело работника» [3]	«проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований)» [3]	«применение вибропоглощения и виброизоляции» [3]
«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [3]	«устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов» [3]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [3]
«психоэмоциональные перегрузки» [3]	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [3]	«проведение специальной оценки условий труда с разработкой и реализацией мероприятий по снижению напряженности трудового процесса» [3]
«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность» [3]	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» [3]
«электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [3]	электрическим током	«ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [3]

Приведенные в таблице 8 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 технического объекта определяется соответствующими характеристиками производственного здания, а также характеристиками используемых в ходе технологического процесса материалов. Проведем определение данных характеристик.

«Характеристика производственного корпуса по пожароопасности: категория по взрыво и пожаробезопасности – пожароопасное; степень огнестойкости зданий и сооружений – из негорючих материалов; класс помещения в зависимости от окружающей среды – сухое; класс помещения по степени опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью» [3]. «Исходя из характеристик, используемых в ходе технологического процесса материалов возможно возникновение пожаров, связанных с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов, то есть класс пожара» [3].

«По приведенным выше характеристикам определяем основные 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)» [3].

Далее определяем основные организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

«Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по пожарной безопасности» [3].

Так же необходимо определить технические средства по обеспечению пожарной безопасности (таблица 9).

Таблица 9 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
«огнетушители: – ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [3]	«мотопомпа пожарная» [3]	«пожарный извещатель» [3]	«пожарный щит класса ЦП-А» [3]	«оповещатель охранно-пожарный звуковой, программно-аппаратный комплекс» [3]

Все предлагаемые организационные мероприятия и технические средства по обеспечению пожарной безопасности являются типовыми и стандартными, что существенно упростит организацию обеспечения пожарной безопасности на производственном участке.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Спроектированный технологический процесс оказывают влияние на окружающую среду, так как в ходе его осуществления используются 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 10.

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» [3], а также

ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»» [3].

Таблица 10 – 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

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 3).



Рисунок 3 – Краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений

Как видно из рисунка 3, благодаря внесенным изменениям удалось достичь уменьшения трудоемкости выполнения данных операций. Эти изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 1,62 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 4.

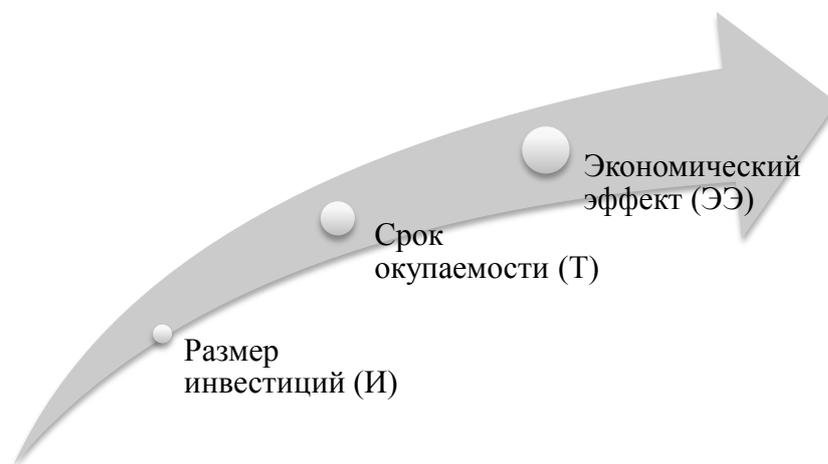


Рисунок 4 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 4, 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 5.

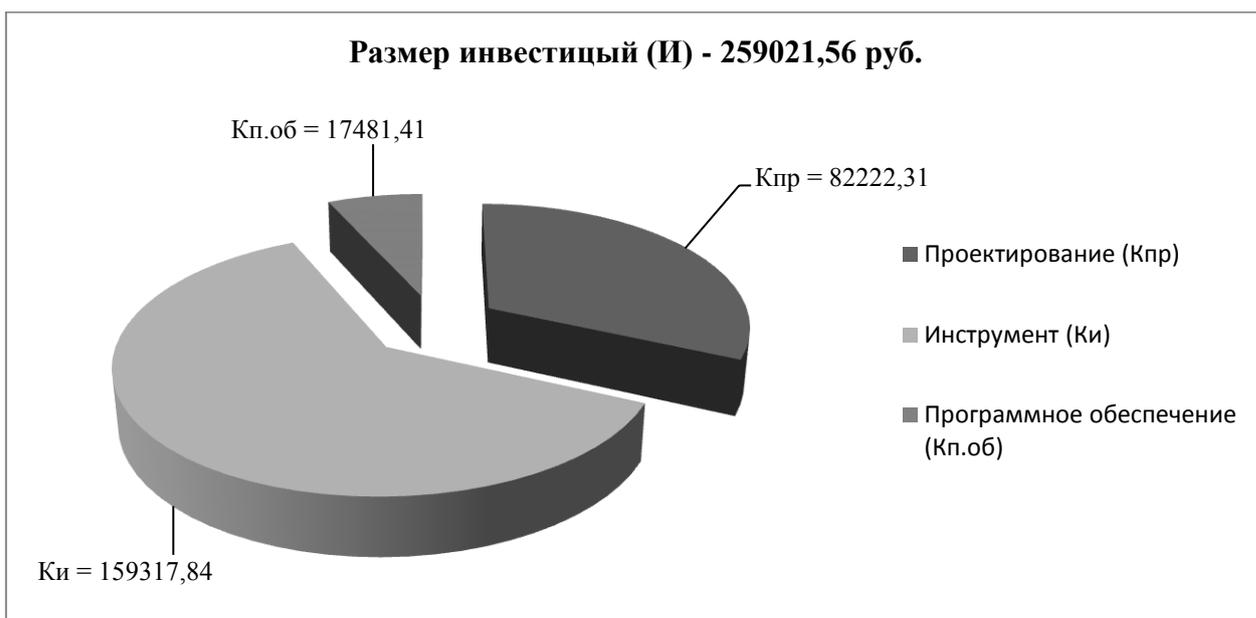


Рисунок 5 – Итоговый размер инвестиций и его детализация, руб.

Как видно из рисунка 5, самую весомую долю в инвестициях занимают затраты на инструмент, их доля составляет 61,51 %. Обоснованием этому служит трудоемкость изготовления применяемого инструмента, и соответственно высокая его стоимость. Следующая по величине идет такая статья затрат, как «затраты на проектирование ( $K_{ПР}$ )». Ее доля в общем размере инвестиций составит 30,96 %, это вызвано сложностью выполняемых при проектировании работ и их трудоемкостью. Завершает список влияния на размер инвестиций затраты на программное обеспечение ( $K_{П.ОБ}$ ), которые составляют 6,75 % от размера всех инвестиций. Это связано с тем, что любое изменение в технологическом процессе требует адаптации программного обеспечения на оборудовании с ЧПУ.

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле (48)

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1, \quad (48)$$

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

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ( $C_1 = 335,98$  руб. и  $C_2 = 279,37$  руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ( $П_{Г} = 6000$  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 (18) можно представить в развернутом формате в формуле (49)

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1, \quad (49)$$

где « $K_{НАЛ}$  – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [10].

$$T = \frac{259021,56}{(335,98 - 279,37) \cdot 6000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = \frac{259021,56}{271728} + 1 = 1,953 = 2 \text{ года.}$$

Экономический эффект определяется по формуле (50), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left( \sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I, \quad (50)$$

где « $E$  – процентная ставка на капитал;

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

$$\text{ЭЭ} = \left( 271728 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} \right) \right) - 259021,56 = 31455,67 \text{ р.}$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 31455,67 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

В ходе выполнения данного раздела произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления вала и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

## Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является технология изготовления вала, спроектированная на основе типовой технологии изготовления деталей данного класса и ее совершенствовании для максимального снижения затрат на изготовление в заданных производственных условиях. Для этого были решены следующие задачи.

Рассмотрены исходные данные для проектирования и проведен их анализ для определения задач работы, которые необходимо выполнить для достижения ее цели.

Решены стандартные технологические задачи, такие как «проектирование заготовки, разработка плана изготовления, определение технических средств оснащения технологического процесса, определение режимов резания и нормирование технологических операций» [15].

«Разработаны специальные технические средства оснащения» [15], что позволило снизить время проведения шлифовальной и сверлильной операций за счет механизации процесса закрепления заготовки и внесения изменений в конструкцию сверла. Первое решение позволило сократить вспомогательное время на снятие и установку заготовки, а второе интенсифицировать на 30% режимы обработки, сохранив при этом требуемое качество обработки.

Спроектированная технология изготовления вала оценена на безопасность и экологичность ее выполнения с учетом применения предлагаемых специальных технических средств.

Произведена экономическая оценка предлагаемой технологии изготовления вала и изменений, внесенных в нее. Установлено, что экономический эффект имеет положительное значение. Все предлагаемые решения признаны эффективными.

## Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. М.: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
3. 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.
4. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
5. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-507-44101-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/215714> (дата обращения: 18.03.2024).
6. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: Учебное пособие / Иванов И.С. – М.: НИЦ ИНФРА –М, 2018. – 198 с.: – URL: <https://znanium.com/catalog/product/959399> (дата обращения: 29.03.2024).
7. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 05.09.2023).

8. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 04.04.2024).

9. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 21.04.2024).

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: 25.04.2024).

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. – ISBN 978-5-507-46693-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/316970> (дата обращения: 25.03.2024).

12. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – ISBN 978-5-507-47642-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 18.03.2024).

13. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум / В. Н. Кайнова, Т. Н. Гребнева, Е. В. Зимина, Е. А. Куликова ; Под ред.: Кайнова В. Н.. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 348 с. – ISBN 978-5-8114-9913-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/238841> (дата обращения: 26.03.2024).

14. 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, 2022. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-4521-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206789> (дата обращения: 03.04.2024).

15. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 14.03.2024).

16. 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: 06.04.2024).

17. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

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. 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. – ISBN 978-5-507-47502-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/383858> (дата обращения: 27.03.2024).

21. 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. – ISBN 978-5-9239-1313-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 11.03.2024).

22. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

23. 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. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 28.04.2024).

24. Химический состав и физико-механические свойства стали 12ХН3А [Электронный ресурс]. – URL: <http://tekhnar.ru/materialy/12hn3a.html> (дата обращения: 10.03.2024).

Приложение А  
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дробь															
Взам.															
Подп.															
Разработал	Сорокин														
Проверил	Козлов														
Утвердил															
Н. контр.															
ТГУ Кафедра ОТМП															
Вал промежуточный															
МД1	Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ					
М02		166	2,6кг	1		0,74	4121Х	φ122,4х135	1	3,5кг					
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А03	XX XX XX			000	Заготовительная										
Б04	КГШП														
О5															
А06	XX XX XX			005	4110 Токарная										
Б07	381101 Токарный КОСК-25АС CNC				3	18217	312	1Р	1	1	1	1200	1	2,59	
О 08	Точить последовательно поверхности и торцы: Установ А пов. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 24, 26,														
О 09	29, 31 в размер φ61 <sup>+0,3</sup> , φ56,06 <sup>+0,25</sup> , φ46 <sup>+0,25</sup> , φ41,93 <sup>+0,25</sup> , φ28,4 <sup>+0,21</sup> , φ20,4 <sup>+0,21</sup> , 19,65 <sup>+0,10</sup> , 29,57 <sup>+0,21</sup> ,														
О 10	50,65 <sup>+0,25</sup> , 63,31 <sup>+0,3</sup> , 117,15 <sup>+0,35</sup> , 134,55 <sup>+0,4</sup>														
О 11	Установ Б пов. 1, 5 в размер φ118,76 <sup>+0,35</sup> , 91,05 <sup>+0,35</sup>														
Т 12	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;														
Т13	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.														
14															
А 15	XX XX XX			010	4121 Сверлильная										
Б 16	381213 Вертикально-сверлильный GHD-55PFA 3				15292	312	1Р	1	1	1	1200	1	2,17		
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	граф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
0 19					Сверлить поверхности 30, 32 в размер $\phi 20^{+0,21}$ ; $\phi 35^{+0,25}$ ; $42^{+0,42}$															
T 20					396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло ступенчатое специальное ВК6М; 393311															
T 21					Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
22																				
A 23					XX XX XX 015 4121 Сверлильная															
Б 24					381213 Вертикально-сверлильный GND-55PFA 3 15292 312 1P 1 1 1 1200 1 1,72															
0 25					Сверлить поверхность 15 в размер $\phi 6^{+0,1}$ ; $54,15^{+0,3}$															
T 26					396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло $\phi 6$ ГОСТ 10903-77 Р6М5; 393311 Штангенциркуль															
T 27					ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
28																				
A 29					XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 30					381101 Токарный KDCS-25AS CNC 3 18217 312 1P 1 1 1 1200 1 3,38															
0 31					Точить последовательно поверхности: Установ А пов. 1, 2, 3, в размер $\phi 65^{+0,3}$ ; $\phi 70^{+0,3}$ ; $89,45^{+0,14}$															
0 32					Установ Б пов. 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 28, 29, 31, в размер $\phi 55,294^{+0,1}$ ; $\phi 4,218^{+0,1}$ ; $\phi 28^{+0,081}$ ;															
0 33					$\phi 20^{+0,081}$ ; $17,95^{+0,10}$ ; $28,87^{+0,064}$ ; $49,95^{+0,12}$ ; $62,61^{+0,12}$ ; $116,45^{+0,14}$ ; $133,85^{+0,10}$															
T 34					396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
T 35					392135 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
T 36					392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
T 37					392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90; 394253															
T 38					Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
39																				
A 40					XX XX XX 025 4153 Зубофрезерная															
Б 41					381572 Зубофрезерный LC 200 3 12287 312 1P 1 1 1 1200 1 2,27															
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
0 69					Фрезеровать пов. 6, 7 в размер 10-й степени точности															
Т 70					396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная $\phi$ 100 ГОСТ9324-80 Р9К10; 394590															
Т 71					Прибор измерительный универсальный.															
72																				
А 73					XX XX XX 030 4152 Долбежная															
Б 74					381571 Долбежный УК5150 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 241															
0 75					Долбить пов. 22, 23 в размер $\phi$ 26 <sup>+0,032</sup> ; $\phi$ 24 <sup>+0,1</sup>															
Т 76					396171 Приспособление специальное; 392410 Долбяк чашечный ГОСТ 9323-79 Р18; 393400 Калибры.															
77																				
А 78					XX XX XX 035 4157 Шевинговальная															
Б 79					381574 Зубошевинговальный ZS240СНС 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,87															
0 80					Шевинговать пов. 6 в размер 6-й степени точности															
Т 81					396171 Приспособление специальное; 391810 Шейвер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75 394300 Прибор															
Т 82					измерительный универсальный.															
83																				
А 84					XX XX XX 040 4162 Зубофасочная.															
Б 85					381574 Зубофасочный 210Н1С 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,46															
0 86					Выполнить фаски на торцовых поверхностях зубьев.															
Т 87					396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.															
88																				
А 89					XX XX XX 045 Термическая															
90																				
А 91					XX XX XX 050 4132 Внутришлифовальная															
МК																				

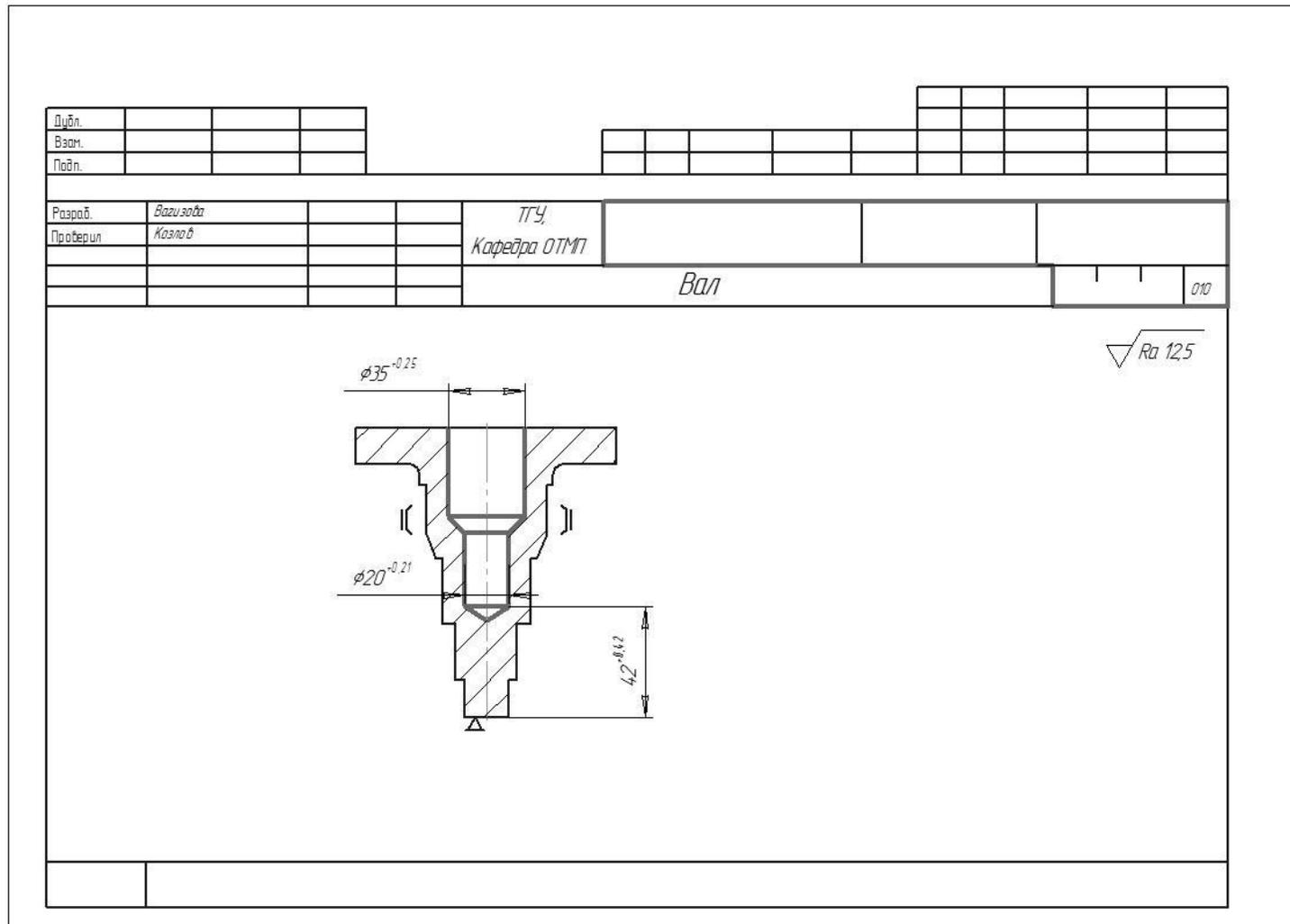
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 94	381312	Внутришлифовальный	RIG-150	3	18873 312 1P	1	1	1	1200	1			1,4	
О 95	Шлифовать поверхность 1 в размер 89 <sup>+0,054</sup>													
Т 96	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.													
97														
А 98	XX XX XX	055	4132	Торцевкруглошлифовальная										
Б 99	381312	Торцевкруглошлифовальный	GA3570	3	18873 312 1P	1	1	1	1200	1			2,24	
О 100	Шлифовать пов. 12, 13, 16, 17 размер $\phi 55,088_{-0,039}$ ; $\phi 40,16_{-0,039}$ ; 26,31 <sup>+0,033</sup> ; 59,32 <sup>+0,46</sup>													
Т 101	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.													
102														
А 103	XX XX XX	060	4132	Торцевкруглошлифовальная										
Б 104	381312	Торцевкруглошлифовальный	GA3570	3	18873 312 1P	1	1	1	1200	1			1,48	
О 105	Шлифовать пов. 12, 13, 16, 17 размер $\phi 55 \pm 0,0095$ ; $\phi 40 \pm 0,008$ ; 26 <sup>+0,013</sup> ; 59 <sup>+0,019</sup>													
Т 106	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.													
107														
А 108	XX XX XX	065	4135	Резьдошлифовальная										
Б 109	381316	Резьдошлифовальный	MB20	3	18873 312 1P	1	1	1	1200	1			1,17	
О 110	Шлифовать пов. 33 размер M20x1,5 6д.													
Т 111	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 393400 Калибры.													
112														
А 113	XX XX XX	070	Моечная.											
114														
А 115	XX XX XX	075	Контрольная.											
116														
МК														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



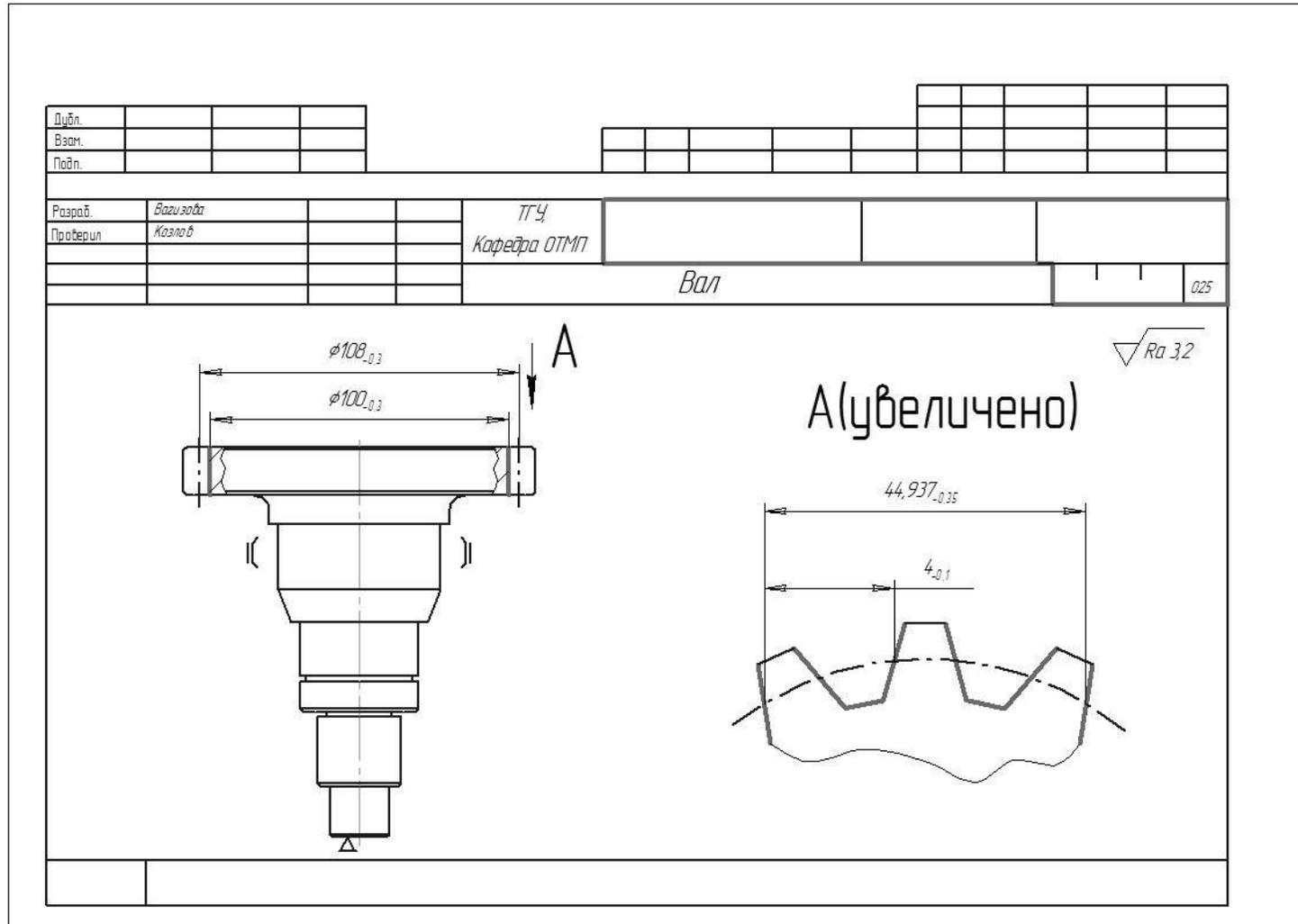
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Вагулова			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
<i>Вал</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
													010
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
<i>Сверлильная</i>		<i>Сталь 12ХНЗА ГОСТ4543-71</i>		<i>HВ 220</i>	<i>166</i>	<i>2,6кз</i>	<i>#122,4x135</i>			<i>3,5кз</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тне	тип	сок					
<i>JET GHD-55PFA</i>				<i>1,25</i>			<i>2,17</i>	<i>Укринол-1</i>					
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v				
01	<i>1. Установить заготовку</i>												
Т. 02	<i>396171 Приспособление специальное; 391810 Сверло ступенчатое специальное ВК6М.</i>												
0. 03	<i>2. Сверлить пов. 30, 32 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>												
Р. 04		<i>1</i>				<i>17,5</i>	<i>0,2</i>	<i>400</i>	<i>25</i>				
05	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>												
06													
07													
08													
09													
10													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



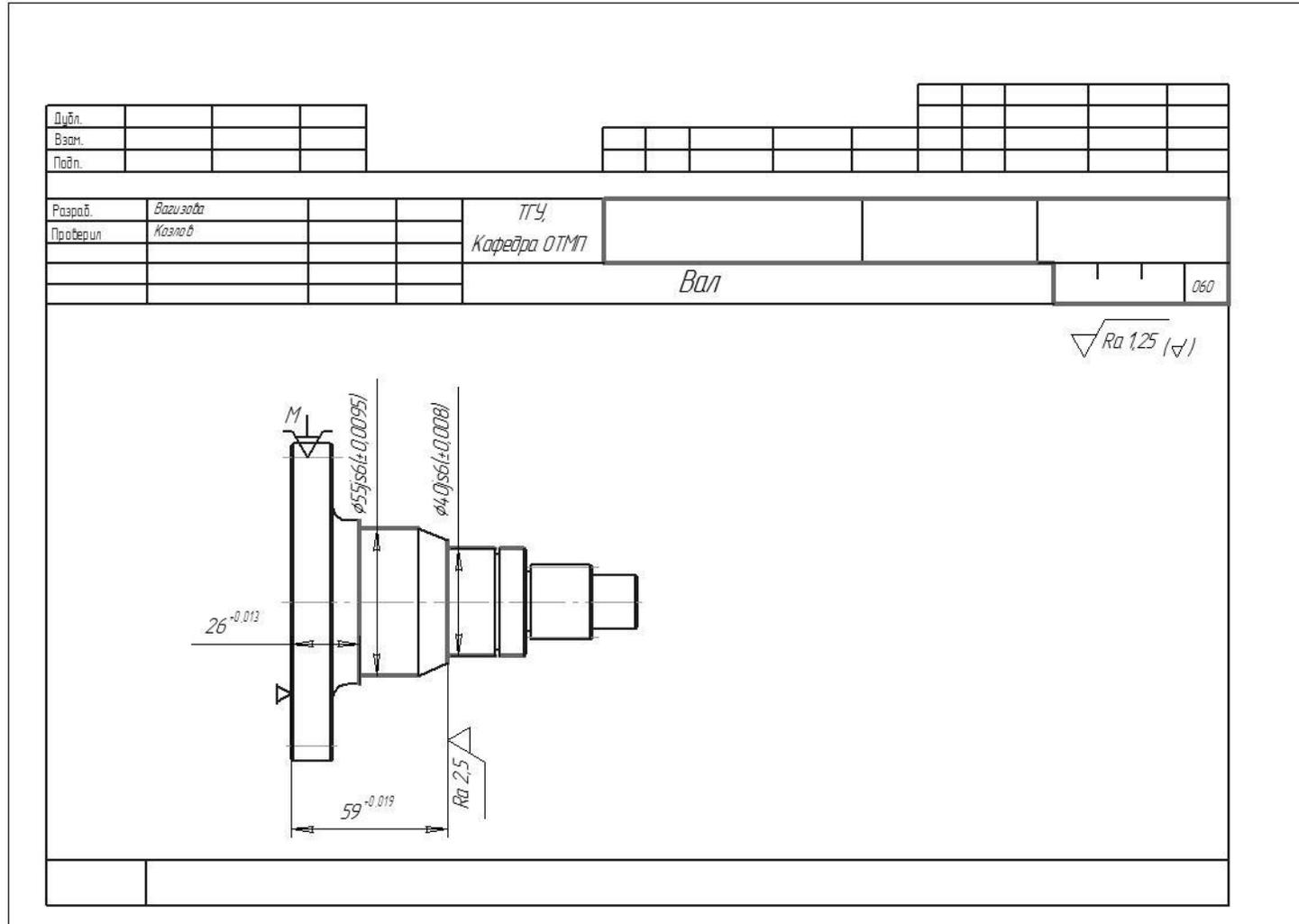
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Вагизова			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
<i>Вал</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
													025
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
<i>Зубофрезерная</i>		<i>Сталь 12ХНЗА ГОСТ4543-71</i>		<i>HВ 220</i>	<i>166</i>	<i>2,6кз</i>	<i>φ122,4x135</i>			<i>3,5кз</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	сок					
<i>LC 200</i>				<i>135</i>			<i>227</i>	<i>Украина-1</i>					
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v				
01	<i>1. Установить заготовку</i>												
Т. 02	<i>396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная φ100 ГОСТ9324-80 Р9К10.</i>												
0. 03	<i>2. Фрезеровать пов. 6, 7 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>												
Р. 04		<i>1</i>			<i>11</i>		<i>2,0</i>	<i>200</i>	<i>68</i>				
05	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>												
06													
07													
08													
09													
10													

# Продолжение Приложения А

## Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Вагулова			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
<i>Вал</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
													060
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
<i>Шлифовальная</i>		<i>Сталь 12ХНЗА ГОСТ4543-71</i>		<i>HВ 220</i>	<i>166</i>	<i>2,6кз</i>	<i>#122,4x135</i>			<i>3,5кз</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	тне	тип	сож					
<i>GA-3570</i>				<i>0,56</i>			<i>1,48</i>	<i>Ужиднал-1</i>					
		пи	о или в	L	t	i	s	p	v				
01	<i>1. Установить заготовку</i>												
Т.02	<i>396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный.</i>												
0.03	<i>2. Фрезеровать пов. 6, 7 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>												
P.04		<i>1</i>				<i>0,16</i>	<i>0,23</i>	<i>200</i>	<i>35</i>				
P.05		<i>2</i>				<i>0,088</i>	<i>0,23</i>	<i>200</i>	<i>35</i>				
06	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>												
07													
08													
09													
10													

## Приложение Б

### Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

		Формат	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Зона					
Перв. примен.					<u>Документация</u>		
		A1		24.БР.ОТМП.152.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
					<u>Детали</u>		
	Склад №	A3	1	24.БР.ОТМП.152.65.00.001	Корпус патрона	1	
		A4	2	24.БР.ОТМП.152.65.00.002	Сухарь	1	
		A4	3	24.БР.ОТМП.152.65.00.003	Гильза	1	
		A3	4	24.БР.ОТМП.152.65.00.004	Мембрана	1	
		A3	5	24.БР.ОТМП.152.65.00.005	Крышка гидроцилиндра	1	
		A3	6	24.БР.ОТМП.152.65.00.006	Корпус гидроцилиндра	1	
		A3	7	24.БР.ОТМП.152.65.00.007	Поршень	1	
		A4	8	24.БР.ОТМП.152.65.00.008	Упор	3	
A3		9	24.БР.ОТМП.152.65.00.009	Толкатель	1		
A4		10	24.БР.ОТМП.152.65.00.010	Кулачок	1		
A3		11	24.БР.ОТМП.152.65.00.011	Шток	1		
Посл. и дата					<u>Стандартные изделия</u>		
			12		Винт М6х25 ГОСТ	3	
			13		Пробка М8 ГОСТ 12202-66	2	
			14		Пробка М10 ГОСТ 12202-66	1	
			15		Кольцо стопорное ГОСТ 9060-69	1	
Посл. и дата			16		Уплотнение ГОСТ 8752-79	2	
			17		Уплотнение ГОСТ 8752-79	2	
				<b>24.БР.ОТМП.152.65.00.000</b>			
Изм. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Вагизова				Лит.	Лист
	Проб.	Козлов					1
	Н.контр.	Козлов				Листов	
	Утв.	Логинов				2	
<b>Приспособление станочное</b>						ТГУ, ИМ зр. ТМдп-1901ас	
Копировал						Формат А4	



