

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 ушка переднего карданного вала

Студент	<u>Р.Р. Пятаев</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультант	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

## Аннотация

Технологический процесс изготовления ушка переднего карданного вала. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления ушка переднего карданного вала для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- подобран метод и спроектирована заготовка;
- проработаны отдельные операции технологического процесса, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;
- разработана высокопрогрессивная оснастка и инструмент, для реализации технологического процесса;
- в графической части выполнен рабочий чертеж детали, чертежи заготовки, плана обработки, наладок, приспособления и инструмента;
- проведен анализ экономической эффективности и безопасности технологического процесса.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 48 страниц, содержащую 17 таблиц, 9 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии .....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.4 Разработка технологических операций .....	20
3 Расчет и проектирование оснастки .....	22
3.1 Расчет и проектирование приспособления .....	22
3.2. Совершенствование инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	28
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	28
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	28
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	29
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	30
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	32
4.6 Основные меры по реализации безопасности объекта .....	33
5 Экономическая эффективность работы .....	34
Заключение. ....	38
Список используемых источников.....	39
Приложение А Маршрутная карта.....	42
Приложение Б Операционные карты.....	46
Приложение В Спецификация.....	48

## Введение

В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств, предприятия существовать не могут.

В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами.

В условиях нынешней экономической ситуации необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.

В этой связи не является исключением и процесс производства транспортных средств. В данном производстве наиболее ярко проявляется суть процессов, о которых было сказано выше.

В процессе производства транспортного средства определяющее значение имеет качество его сборки и качество изготовления отдельных деталей и узлов.

Основываясь на вышеизложенном, можно сказать, что тема данной бакалаврской работы способствует решению актуальной задачи современного машиностроительного производства.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления ушка переднего карданного вала с минимальной себестоимостью.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение детали**

Деталь "Ушко переднего карданного вала", рисунок 1, является стационарной деталью карданного вала и предназначена для обеспечения соединения 2-х частей карданного вала, через крестовину и аналогичное ушко заднего карданного вала. Деталь в узле базируется по 6-ти шлицам, а по двум соосным отверстиям ушка базируется крестовина, соединенная аналогичным образом с задней частью карданного вала, служебное назначение которого, есть передача крутящего момента на заднюю ось автомобиля.

Ушко переднего карданного вала необходимо для конструктивного размещения других деталей на своих рабочих поверхностях, и для обеспечения высокой точности взаимного расположения данных деталей. Точность таких рабочих поверхностей тяги достигает седьмого качества, а шероховатость значения 0,8 микрометра. При этом твердость детали достигает не менее 200 НВ.

Для достижения данных требований, с наименьшими затратами, необходимо проектирование высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства.

Материалом детали – «Ушко переднего карданного вала» является сталь 40. Данная сталь обладает хорошими литейными свойствами, позволяющими существенно снизить брак в процессе литья и существенно повысить качество отливок.

В таблицах 1 и 2, расположенных ниже, указаны основные свойства и состав стали 40. Основными свойствами, влияющими на работоспособность материала в процессе изготовления и эксплуатации, являются: вид поставки, предел прочности, твердость, удлинение при разрыве. Остальные свойства для деталей данного типа не являются критически важными. С точки зрения



состава материала критически важными нужно считать количество углерода, железа, хрома, никеля, марганца и других элементов.

Таблица 1 – Характеристики стали 40.

Твердость, НВ	Предел прочности, МПа	Вид поставки	Относительное удлинение, %
179-220	185	Отливка	1-1,15

Таблица 2 – Состав стали 40.

Элемент	C	Fe	S	Si	Ni	Mn	Cr	Cu
Содержание в %	0,35-0,45	остальное	не более 0,15	не более 0,3	не более 0,3	0,2-0,5	0,9-1,1	не более 0,3

## 1.2 Классификация поверхностей детали

Дальнейшее проектирование технологического процесса (ТП) детали требует всестороннего анализа конструктивных особенностей каждой из ее поверхностей. Для удобства проведения такого анализа, каждой из поверхностей присваивается определенный номер, а результатом анализа является отнесение каждой конкретной поверхности к определенной классификационной группе по служебному назначению.

На рисунке 1 показан общий вид детали, с обозначенной определенным номером каждой поверхности. Всего деталь имеет двадцать семь поверхностей разного назначения. Ориентируясь на рисунок 1, отнесем каждую из поверхностей к определенной классификационной группе по служебному назначению:

- поверхности 1,7 – основные базы;

- поверхности 9,10 – исполнительные поверхности;
- поверхности 3,14,16,16 – вспомогательные базы;
- остальные поверхности – свободные поверхности.

Опираясь на данную классификацию можно перейти к последующим этапам проектирования ТП.

### 1.3 Технологичность детали

Количественная оценка критериев технологичности детали, представлена ниже в форме таблицы 3.

Таблица 3 – Критерии технологичности детали

Критерий технологичности	Расчетная зависимость	Значение критерия
Критерий по шероховатости	$K_{ш}=1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/9,5=0,11$
Критерий по материалу	$K_{м}=М_{д}/М_{з}$	$K_{м} = 0,47/0,564 = 0,83$
Критерий по унификации	$K_{у}=Q_{у.}/Q_{э}$	$K_{у}=15/27=0,56$
Критерий по точности	$K_{т}=1-1/T_{ср}$	$K_{т} = 1-(1/8,5)=0,88$

Вывод: деталь - «Ушко переднего карданного вала», согласно количественным критериям технологичности показывает по большинству критериев достаточно низкую технологичность, что существенно усложняет дальнейшее проектирование ТП.

### 1.4 Задачи работы

Раздел «Введение» данной бакалаврской работы необходим для формирования цели, которая и была сформулирована в окончании данного раздела. Данной цели подчинены все разделы данной работы, по мере выполнения работы будут последовательно решаться отдельные, локальные задачи, решение которых в полном объеме позволит достигнуть



поставленной цели. К таким последовательно решаемым локальным задачам можно отнести следующие задачи:

- первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;
- в графической части выполнение рабочего чертежа детали;
- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивной оснастки;
- разработка высокопрогрессивного инструмента, для реализации ТП;
- в графической части выполнение рабочего чертежа высокопрогрессивного инструмента;
- разработка эффективных мероприятий в области охраны труда;
- определение величины экономического эффекта.

## **2 Разработка технологической части работы**

### **2.1 Выбор типа производства и его стратегии**

Для определения типа производства будем использовать методику [18], которая позволяет очень быстро определить искомый тип производства. Данная методика использует два основных параметра: годовую программу – 15000 дет./год и масса – 0,47 кг. Тогда, согласно, данной методики [18], тип производства – среднесерийный.

Данный тип производства широко используется в современном машиностроении, он подразумевает регулярное повторение партий изделий определенной номенклатуры. Стратегически такому типу производства присущи следующие характеристики:

- высоко универсальность оборудования; [1]
- высоко универсальность инструмента;
- высоко универсальность средств контроля;
- высоко универсальность оснастки;
- высоко квалифицированность операторов и наладчиков;
- высоко применяемость достижений науки в ТП;
- организация ТП, по переменнo-поточному принципу;
- документация в виде технологических карт;
- распределение оборудования в цеху – по предметно замкнутым участкам и по типу;
- по заготовке – отливка, штамповка, сварка;
- значение критерия концентрации операций 10-20;
- перемещение деталей электрокаром или вручную;
- режимы обработки – по нормативам;
- определение характеристик ТП с точки зрения нормирования – по нормативам;
- нахождение припусков – по переходам.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Исходя из стоимостных и конструктивных характеристик данной детали, можно предложить два метода получения заготовки: литье в землю и штамповка на КГШП. Окончательный выбор метода получения будет сделан после расчета стоимости обоих вариантов по методике [17]. Данные по этому расчету представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [17]	«Масса детали, кг» [17]	«Масса заготовки, кг» [17]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [17]	«Стоимость механической обработки, руб.» [17]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [17]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [17]
Литье в землю	0,47	0,564	100	170	1,4	226,4
Штамповка на КГШП	0,47	0,67	90	186	1,4	246,3

Как видно из таблицы 4 вариант номер один – отливка в землю является более предпочтительным по стоимости. По формуле 1 определим приблизительную величину стоимостного эффекта от применения отливки. [6], [8].

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \times N = (246,3 - 226,4) \times 15000 = 298500 \text{ руб.} \quad (1)$$

Таким образом, можно сказать, что применение отливки в землю позволит получить сравнительный эффект, в сравнении с штамповкой в размере 298500 рублей, поэтому заготовка должна получаться в ТП именно этим способом. [3], [4]

Данный метод достаточно технологичен и универсален, обладает необходимой производительностью и точностью, что соответствует



Таблица 5 – Основные характеристики заготовки

Характеристика	Значение
Твердость	190-210 НВ
Класс точности размеров	7
Класс точности масс	7
Степень коробления	2
Ряд припусков	5
Неуказанные уклоны	7°
Неуказанные радиусы	3 мм
Очистка поверхности	пескоструйная
Величина наружных дефектов	половина припуска
Наличие заусенца	не допускается
Наличие литников и прибылей	необходимо удалить

Таким образом, заготовка для данной детали спроектирована и можно переходить к следующему этапу разработки ТП.

### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

В процессе разработки ТП изготовления детали сначала необходимо разработать маршруты обработки для каждой из поверхностей детали.

Поверхность 1 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль. [5]

Поверхность 2 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 3 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость

до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 4 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 5 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 6 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 7 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 1,6 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, протягивание, термообработка, внутреннее шлифование, мойка, контроль.

Поверхность 8 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость

до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: протягивание, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 9 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: протягивание, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 10 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: протягивание, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 11 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: сверление, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 12 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 13 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость

до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: фрезерование, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 14 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность седьмой квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 0,8 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: зенкер протяжная, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 15 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: растачивание, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 16 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - цилиндрическая. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: растачивание, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 17 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрометра, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: фрезерование, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 18 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,



шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 19 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 20 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 21 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 22 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность девятый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 3,2 микрон, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: точение, термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 23 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ,

шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 24 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 25 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 26 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Поверхность 27 данной детали обладает следующими основными параметрами: точность четырнадцатый квалитет, твердость 200 НВ, шероховатость до 80 микрометров, форма поверхности - плоская. Предлагаемый маршрут обработки по переходам данной детали будет включать в себя следующие переходы, выполняемые последовательно: термообработка, мойка, контроль.

Такой подбор переходов позволяет достичь требований чертежа оптимальным образом. [24], [25], [26].

Далее необходимо разработать ТП изготовления детали в целом, донные по разработке ТП показаны ниже, в таблице 6. [9], [11]

Таблица 6 - Маршрут изготовления детали

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная		Литье в земляные формы	16	Rz80
010	Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Фрезеровать пов. 12,13	12	3,2
020	Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф1	<u>переход 1:</u> Сверлить отв.7	12	12,5
			<u>переход 2:</u> Зенкеровать отв. 7	9	3,2
030	Протяжная	Вертикально-протяжной станок 7Б64	Протянуть 6 шлиц пов. 8,9,10	9	3,2
040	Токарная	Токарный станок 16Б16Т1	Точить пов. 28, 29,3	12	3,2
050			Точить пов. 6, 2, 12,1	12	3,2
060			Точить пов. 6	9	3,2
070	Сверлильная	Горизонтально-сверлильный станок ОС-900	<u>переход 1:</u> Сверлить отв.14, 14 <sup>1</sup>	12	12,5
			<u>переход 2:</u> Зенкеровать отв. 14,14 <sup>1</sup>	9	3,2
080	Токарная	Токарный станок 16Б16Т1	Зенкеровать/ протянуть отв. 14,14 <sup>1</sup>	7	0,8
090	Расточная	Горизонтально-расточной станок 2М615	Рассточить канавки пов. 15,16	12	3,2
100	Термическая (закалка, отпуск 201...235 НВ)				
110	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок 3К228А	Шлифовать пов. 7	7	1,6
120	Моечная				
130	Контрольная				

Следующим этапом разработки ТП является обеспечение технологической оснасткой и инструментом данного ТП. Данные по технологическому оснащению представим в виде таблицы 7. [13], [14], [15], [27].

Таблица 7 – Технологическая оснастка ТП

№ операции	Инструмент	Оснастка	
		Станочная	Контрольная
000	-	-	-
010	Торцевая фреза диаметр 100	Тиски	Штангенциркуль ШЦ-III
020	Сверло спиральное диаметр 19,6		
030	Протяжка шлицевая	Приспособление специальное	
040	Резец проходной упорный	Патрон трехкулачковый	
050			
060			
070	Сверло спиральное диаметр 23,5	Тиски	
080	Зенкер-протяжка	Приспособление специальное	Штангенциркуль с цифровым отсчетом
090	Резец расточной	Патрон трехкулачковый	Штангенциркуль ШЦ-III
100	-	-	-
110	Круг внутришлифовальный 1-25A25-НСМ27КА	Патрон трехкулачковый	Датчик активного контроля
120	-	-	-
130	-	-	-

## 2.4 Разработка технологических операций

Определение параметров ТП изготовления данной детали является следующим этапом разработки технологии изготовления. Ниже, в таблице 8 представлены основные параметры операций ТП. [16], [20], [23].

Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	№ перехода	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
000	-	-	-	-	-	-
010	1	0,07 мм/зуб	100	120	0,3	0,42
020	1	0,4	400	60	0,57	0,741
030	1	0,16 мм/зуб	-	1200	0,8	1,384
040	1	0,4	600	60	0,3	0,42
050	1	0,4	600		0,33	0,46
060	1	0,4	600		0,072	0,1

Продолжение таблицы 8

№ операции	№ перехода	S, мм/мин	n, об/мин	T, мин	To, мин	Tшт, мин
070	1	0,4	360	60	1,8	3,2
080	1	0,3	400		0,2	0,35
090	1	0,12	1000		0,02	0,13
100	-	-	-	-	-	-
110	1	S <sub>B</sub> =0,003 S <sub>T</sub> =0,001	3000	-	0,112	0,231
120	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-

В графической части данной бакалаврской работы на основании данных текущего раздела выполнены: рабочий чертеж заготовки, чертеж плана обработки, чертеж наладки на операцию 080 Токарная.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела решены следующие задачи работы:

- подбор метода и проектирование заготовки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа заготовки;
- проработка отдельных операций ТП, и формирование на данной базе высокопрогрессивной технологии, с использованием современного уровня производства;
- в графической части выполнение рабочего чертежа плана обработки;
- в графической части выполнение рабочего чертежа наладок;
- разработка высокопрогрессивной оснастки, для реализации ТП.

## **3 Расчет и проектирование оснастки**

### **3.1 Расчет и проектирование приспособления**

На операции 080 Токарная изготовления ушка для зажима заготовок применяется специальное приспособление. Задачей данного раздела является разработка конструкции и проектирование данного приспособления. Эскиз операции показан ниже на рисунке 3.

На рисунке 4 показан общий вид приспособления, применяемого на данной операции.

Данное приспособление содержит корпус 1, на котором установлен цилиндрический палец 2, прикрепленный к корпусу винтами 3 и шайбами 4.

Приспособление работает следующим образом. Приспособление призматической частью корпуса 1 устанавливается в резцедержатель токарного станка и закрепляется в нем. Заготовку по отверстию устанавливают на цилиндрический палец. В отверстие заготовки вводится направляющая часть специального инструмента зенкер-протяжки и закрепляется в патроне токарного станка. [2]

Далее включается вращение шпинделя и подача и инструмент зенкер-протяжка протягивается сквозь отверстие заготовки, обрабатывая его. Причем базирование заготовки осуществляется по зенкер-протяжке.

Точность такой обработки может достигать шестого качества, а шероховатость до 0,2 микрон. Такая высокая точность достигается за счет исчезновения эффекта увода зенкера. [19], [22].

Зенкер-протяжка, вместе с предлагаемым приспособлением формирует систему высокоэффективной обработки. С точки зрения производительности данная система не уступает процессу протягивания отверстий.

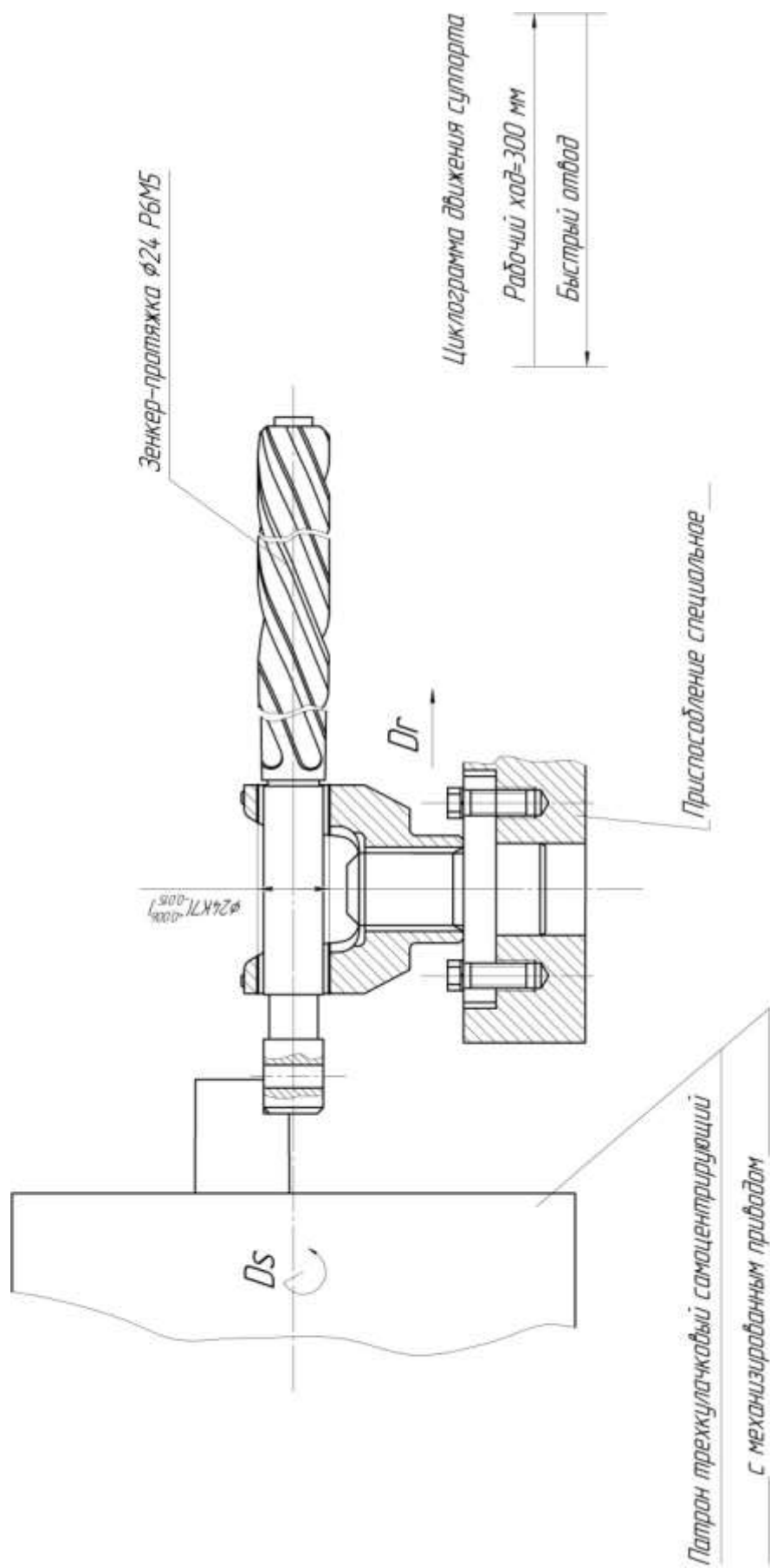


Рисунок 3 – Эскиз операции





Чертеж специального приспособления представлен в графической части данной бакалаврской работы.

### 3.2 Совершенствование инструмента

«Зенкер-протяжка представляет собой металлорежущий инструмент, который в осевом направлении имеет конструктивные признаки протяжки (передний хвостовик, шейку, переднюю цилиндрическую направляющую, заднюю направляющую и кинематику обработки (продольное перемещение при работе), а в поперечном - признаки зенкера (количество, форма, направление винтовых зубьев) и кинематику обработки - относительное вращение заготовки и инструмента.» [12]

«Способ обработки цилиндрических отверстий зенкером-протяжкой основан на использовании фундаментального положения науки «Сопротивление материалов» о изгибе при внецентровом сжатии и изгибе стержня при проталкивании инструмента через отверстие, поэтому хвостовик зенкера-протяжки расположен спереди для протаскивания инструмента через отверстие, при котором не возникают дополнительные радиальные силы и изгибающий момент, изгиб оси (угол  $\varepsilon$ ) как при обработке стандартным зенкером - рисунок 5. Таким образом, при обработке зенкером-протяжкой не возникают силы, изгибающие его ось и ухудшающие качество обработки из-за разбивки отверстия и увода оси зенкера - протяжки.» [12]

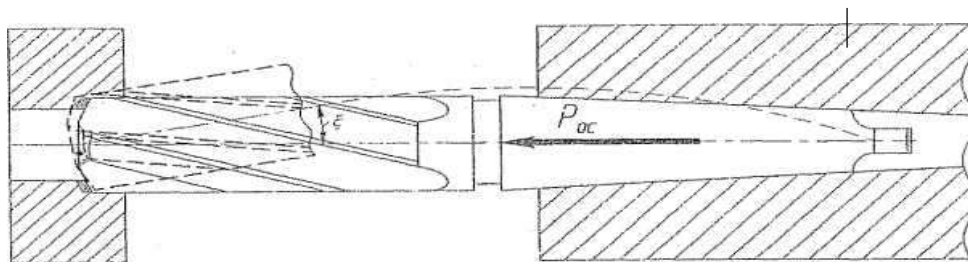


Рисунок 5 - Схема приложения осевой силы и изгиба оси у зенкера.

«При новом способе обработки отверстий зенкером-протяжкой на токарном станке изменена традиционная схема обработки, а именно совмещено в одном процессе зенкерование и протягивание. Направление зубьев зенкера-протяжки, так же как и зенкера, всегда совпадает с направлением резания и меняется в зависимости от направления вращения заготовки или инструмента при обработке. На рисунке 6 показана схема обработки детали типа втулки зенкером-протяжкой, при закреплении заготовки в патроне токарного станка, а зенкера-протяжки - чекой-клином на суппорте станка. Сочетание прямого (правого) вращательного движения заготовки и поступательного движения зенкера-протяжки создаёт условия работы и относительное движение зенкера-протяжки и заготовки, как при зенкеровании отверстий и обеспечивает одноимённость направления зубьев. На рисунке 7 показан способ закрепления заготовки на суппорте токарного станка, а зенкера-протяжки — в патроне токарного станка, при этом направление зубьев зенкера-протяжки сменилось на противоположное по сравнению с рисунком 6.» [12]

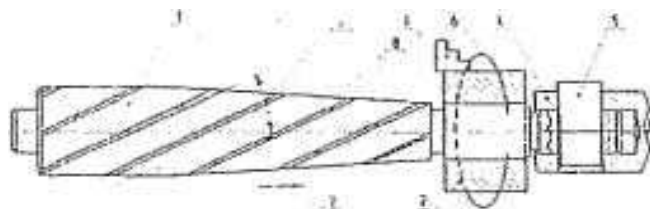


Рисунок 6 - Способ обработки отверстий зенкером-протяжкой Зуб зенкера-протяжки - левый, направление вращения - правое

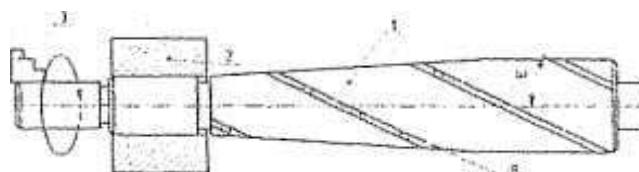


Рисунок 7 - Способ обработки отверстий зенкером-протяжкой Зуб зенкера-протяжки - правый, направление вращения - левое

«При обработке по предлагаемому новому способу инструменту сообщается продольное перемещение или продольное перемещение сообщается заготовке, что соответствует процессу протягивания. Вращательное движение, присущее зенкеру, сообщается или зенкеру-протяжке или заготовке, что соответствует зенкерованию. Сочетание вращательного и поступательного движений таково, что инструмент всегда надвигается на заготовку «набегающим» по винтовой, нарезке зубом со стороны тупого угла между режущими кромками зубьев и осью зенкера-протяжки и для инструмента создаются условия работы зенкера и протяжки. Направление винтовых зубьев одноимённо с направлением резания; форма поперечного сечения стружечной канавки (зубьев) совпадает с формой стружечных канавок зенкеров; количество зубьев - в соответствии с требованиями стандарта.» [12]

Предполагаемый эффект от применения данного инструмента, это повышение качества обработки внутренних поверхностей, приблизительно на сорок процентов.

Таким образом, можно сделать вывод, что в ходе выполнения данного раздела были решены следующие задачи:

- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;
- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;
- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления ушка переднего карданного вала с учетом требований стандартов по безопасности.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 9 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 9 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье в землю	Литейщик	Литейная машина	Сталь 40, смазки графитовые
Механическая обработка	фрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Сталь 40, СОЖ, ветошь

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 10 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении ушка переднего карданного вала» [7].

Таблица 10 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	«ВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты» [7]	Литейная машина
Фрезерование	«Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов» [7]	«Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2, зона резания, зажимные губки патрона, фрезы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении ушка переднего карданного вала. Снижение рисков достигается мерами (таблица 11)» [7] .

Таблица 11 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
« Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	«Резиновые виброгасящие покрытия» [7]
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	«Применение противозумных вкладышей» [7]
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	«Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием» [7]
«Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов» [7]	«Организация освещения Инструктажи по охране труда» [7]	-

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблицах 12 – 15 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 12 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки ушка	«Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2» [7]	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 13 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	«Напорные пожарные рукава» [7]

Таблица 14 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 15 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления ушка	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в несгораемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [21]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [21]

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 16 и 17. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 16 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный процесс	Структурные элементы процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления ушка	Горизонтально-фрезерный станок 6902ПМФ2	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 17 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления ушка переднего карданного вала
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов



#### **4.6 Основные меры по реализации безопасности объекта**

«Рассматривается обработка на заготовительной и фрезерной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на фрезерном станке 6902ПМФ2, которая включает переходы фрезерования и сверления. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – специальное. Инструмент – фрезы и сверла. Применяются материалы: сталь 20Л, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 9)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для фрезерной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 10» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 11» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления ушка (таблица 12). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 13, 14), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления ушка (таблица 15)» [7].

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления корпуса на окружающую среду (таблица 16). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 17)» [7].

Выявив и проанализировав технологию изготовления ушка переднего карданного вала, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Данный раздел предполагает выполнение экономического обоснования изготовления детали «Ушко переднего карданного вала». Полное описание технологического процесса изготовления детали представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы. Основу проведения экономических расчетов составляют операции: 010 – фрезерная; 020 и 070 – сверлильные; 030 – протяжная; 040-060 и 080 – токарные; 090 – расточная и 110 – внутришлифовальная.

Чтобы провести соответствующие расчеты для определения экономической эффективности потребуются знание о применяемом оборудовании и используемой оснастке и инструменте, а также величина трудоемкости выполнения прописанных операций. Название оборудования и его модель представлены в таблице 6, применяемые для выполнения технологического процесса оснастка и инструмент представлены в таблице 7. Необходимые значения трудозатрат по операциям представлено в таблице 8. Остальные необходимые данные и методика проведения экономического обоснования представлены в методических рекомендациях [10].

Для расчета капитальных вложений, величины себестоимости и определения экономического эффекта использовалось программное обеспечение Microsoft Excel и методика расчета соответствующих показателей [10, с 12-23].

По методике «расчета технологической себестоимости технологического процесса» [10, с 17-19] были определены:

- материал ( $M$ )
- значения заработной платы оператора ( $Z_{Пл.оп}$ ) и наладчика ( $Z_{Пл.нал}$ ),
- начисления на заработную плату ( $H_{З.пл}$ );

– и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ( $P_{Э.ОБ}$ ).

Полученные значения указанных величин представлены на рисунке 8 в виде столбчатой диаграммы.

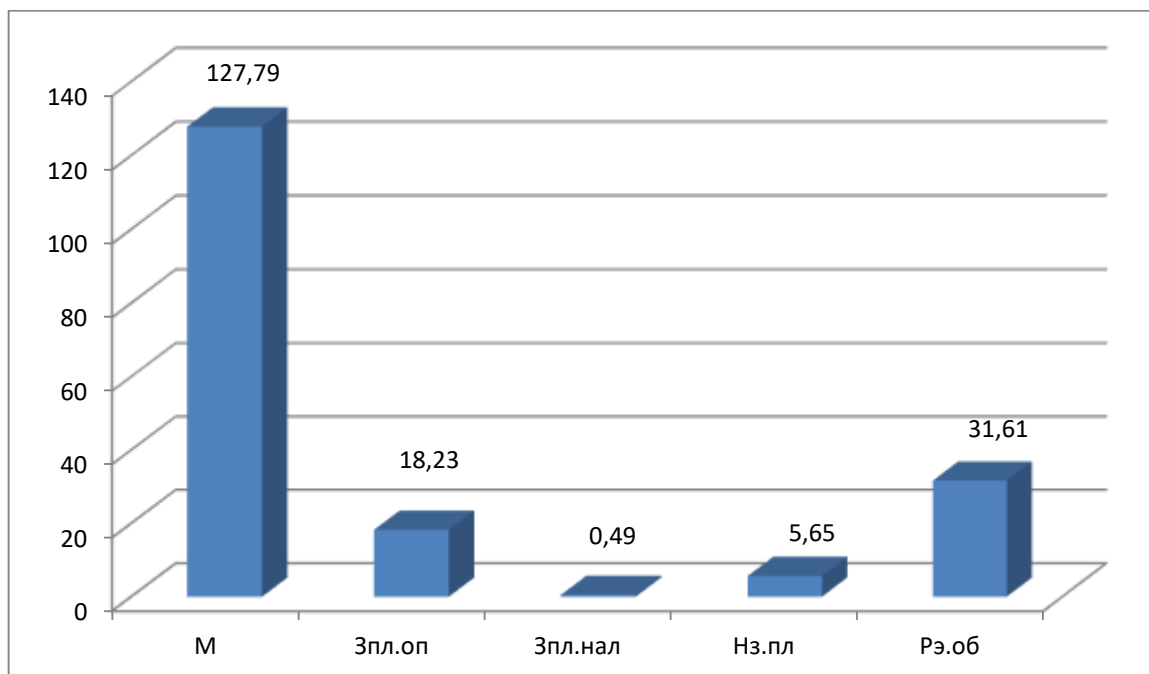


Рисунок 8 – Величина показателей, входящих в технологическую себестоимость детали «Ушко переднего карданного вала», руб.

Из диаграммы видно, что максимальную долю в величине себестоимости, составляют материалы, объем которых равен 69,54 % или 127,79 рублей. Второе место – это величина расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, с долей – 17,2 %. Третье место в формировании себестоимости занимает совокупная величина основной заработной платы, состоящей из зарплаты рабочего оператора и наладчика. Эта доля равна 10,18 %. Завершаю место в общей величине технологической себестоимости отведено начислениям на заработную плату, со значением 0,26 %.

Учитывая значения, представленных на рисунке 8, путем их сложения, можно получить общую величину технологической себестоимости, которая составляет 183,76 рубля.

Используя значение технологической себестоимости и величину заработной платы основных рабочих, по методике «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19], было определено значение полной себестоимости изготовления детали, величина которого составила 252,64 рублей.

Далее, по методике «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16], была определена величина общих капитальных вложений, составляющая 1451381,8 рублей. Основные слагаемые этой величины представлены на рисунке 9, в виде круговой диаграммы.



Рисунок 9 – Величина показателей, из которых формируются общие капитальные вложения в изготовление детали «Ушко переднего карданного вала», руб.

Анализируя диаграмму (рис. 9), можно сказать, что максимальную долю затрат формируют затраты в основное технологическое оборудование, которая составляет почти 52,69 %. На втором месте по весомости, со

значением 31,1 %, находятся затраты на оснастку и инструмент. На третьем месте – затраты на доставку и монтаж оборудования, их величина – 6,85 %. В интервале 2-4 % находятся такие затраты как: проектирование (3,59 %), транспортные средства (2,63 %) и производственная площадь (2,49 %). Со значениями до 2 %, оказывают влияние на общие капитальные вложения следующие затраты: управляющая программа (0,47 %) и величина незавершенного производства (0,17 %).

Применяя методику «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23], были проведены итоговые расчеты по определению экономической эффективности проекта. Данные расчеты подтвердили целесообразность внедрения данного технологического процесса изготовления детали «Ушко переднего карданного вала», так как интегральный экономический эффект составил 1451381,8 руб. Сам проект окупится в течение 3-х лет, что является относительно хорошим показателем для внедрения технологий. А прибыль на каждый вложенный рубль составит 19 %, так как индекс доходности, согласно расчетам, получился 1,19 руб./руб.

## Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были рассмотрены и решены следующие задачи:

- проведен первичный анализ исходных данных, с определением критериев технологичности, параметров материала, условий функционирования;

- в графической части выполнен рабочий чертеж детали;

- подобран метод и спроектирована заготовка;

- в графической части выполнен рабочий чертеж заготовки;

- проработаны отдельные операции ТП, и сформирована на данной базе высокопрогрессивная технология, с использованием современного уровня производства;

- в графической части выполнен рабочий чертеж плана обработки;

- в графической части выполнены рабочие чертежи наладок;

- разработана высокопрогрессивная оснастка, для реализации ТП;

- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивной оснастки;

- разработан высокопрогрессивный инструмент, для реализации ТП;

- в графической части выполнен рабочий чертеж высокопрогрессивного инструмента;

- обеспечены мероприятия по охране труда для реализации ТП для данной детали, определена величина экономического эффекта работы ;

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления ушка переднего карданного вала с минимальной себестоимостью достигнута.

## Список используемых источников

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
2. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
3. Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
4. Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
6. Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
7. Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
8. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
9. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
10. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16. Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.  
17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный



справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21. Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22. Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23. Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25. Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26. Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27. Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.



Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт-к.				
Б					Код, наименование оборудования															
Т 01	391690	Зенкер с коническим хвостовиком Ø20,5	ГОСТ 3231-71, Т5К10; 393311	Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197																
02																				
А 03	030	4182	Протяжная	И 37.101.7036-04																
Б 04	381753	Вертикально-протяжной станок 7Б64	3	16458	422	1Р	1	1	1	80	1									1,384
О 05	Протянуть 6	шлиц пов. 8,9,10	выдерживая размеры: 5 (-0,02;-0,05); Ø20,8 <sup>+0,052</sup> ; Ø25 <sup>+0,21</sup>																	
Т 06	396131	Гидравлические тиски с призматическими губками,																		
Т 07	392302	Протяжка шлицевая для отверстий с прямобочным профилем шлиц ГОСТ 25969-83, Р6М5																		
08																				
А 09	040	4110	Токарная	И 37.101.7031-04																
Б 10	381101	Токарный станок 16Б16Т1	3	18217	422	1Р	1	1	1	80	1									0,42
О 11	Точить пов. 28, 29, 3	выдерживая размеры: 35 <sup>-0,18</sup> ; Ø24 <sup>+0,25</sup> ; Ø38 <sup>+0,25</sup> ; 33-0,18																		
Т 12	396110	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80;																		
Т 13	Оправка с разрезными цангами 7112-1496	ГОСТ 31.1066.02-85;																		
Т 14	392104	Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, φ = 90°; Т5К10; Резец расточной фасонный;																		
Т 15	393311	Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197.																		
16																				
А 17	050	4110	Токарная	И 37.101.7031-04																
Б 18	381101	Токарный станок 16Б16Т1	3	18217	422	1Р	1	1	1	80	1									0,46
О 19	Точить пов. 6, 2, 12,1	выдерживая размеры: 37,4 <sup>-0,25</sup> ; Ø51,4 <sup>-0,3</sup> ; 34,5 <sup>-0,18</sup> ; 16,5 <sup>-0,18</sup>																		
Т 20	396110	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80;																		
Т 21	Оправка с разрезными цангами 7112-1496	ГОСТ 31.1066.02-85;																		
Т 23	392101	Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82, Т5К10																		
МК																				

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										Тшт-к.
						Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	
Т 01 Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197.																
02																
А 03 060 4110 Токарная И 37.101.7031-04																
Б 04 381101 Токарный станок 16Б16Т1 3 18217 422 1Р 1 1 1 80 1 0,1																
О 05 Точить пов. б выдерживая размеры: 36-0,002																
Т 06 396110 Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80;																
Т 07 Оправка с разрезными цапгами 7112-1496 ГОСТ 31.1066.02-85;																
Т 08 392101 Резец вставка для конурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82, Т15К6																
Т 09 393311 Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197.																
10																
А 11 070 4122 Сверлильная И 37.101.7028-04																
Б 12 381829 Горизонтально-сверлильный станок ОС-900 3 17335 422 1Р 1 1 1 20 1 3,2																
О 13 переход 1: Сверлить отв. 14, 14 <sup>4</sup> ; переход 2: Зенкеровать отв. 14, 14 <sup>4</sup> выдерживая размеры: Ø22, 5 <sup>+0,052</sup>																
Т 14 396131 Гидравлические тиски с призматическими губками;																
Т 15 391267 Сверло спиральное Ø23, 5 с коническим хвостовиком ГОСТ 10903-77, Р6М5;																
Т 16 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80; 393120 Калибр –пробка.																
17																
А 18 080 4110 Токарная И 37.101.7031-04																
Б 19 381101 Токарный станок 16Б16Т1 3 18217 422 1Р 1 1 1 80 1 0,35																
Т 20 Зенкеровать/ прогнуть отв. 14, 14 <sup>4</sup> выдерживая размеры: Ø24 <sup>(+0,006/-0,015)</sup> ; 57-03																
Т 21 396171 Приспособление специальное; 391610 Зенкер-прогнетка, Р6М5; 393311 Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197;																
Т 22 393450 Нутромер микрометрический НМ-75 ГОСТ 10-88.																
МК																



# Приложение Б

## Операционные карты

ГОСТ 3.1404-86 Формат 3																				
Дубл.																				
Взм.																				
Подп.																				
Разраб.	Пятаев																			
Пров.	Воронов																			
Утв.	Логинов																			
Н. Контр.	Воронов																			
Наименование операции		ТГУ																		
4110 Токарная		Кафедра ОТМП		Ушко переднего карданного вала																
Оборудование		Материал		твёрдость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД						
361101 Токарный станок 16Б16Т1		Сталь 40 ГОСТ 1050-88		170HB		166		0,47		76,5×74		0,564		1						
		Обозначение программы		10		1В		1ПЗ		1шт		СОЖ								
		XXXXXX		3,9						6,75		5% змутьсия								
Р		ПИ		D или B		L		t		i		S		n		V				
O01		1. Установить заготовку в приспособление. Выверить и закрепить.																		
T 02		396171 Приспособление специальное.																		
O3																				
O 04		2. Протянуть 2 отв. пов.14 выдерживая размер 1;																		
T 05		Зенкер-проталка, Р6М5																		
T 06		393311 Штангенциркуль с цифровым отсчетом мод.197; 393450 Нутромер микрометрический НМ-75 ГОСТ 10-88																		
P 07		25,5		470		0,75		1		0,3		30		400						
O 08		3.Раскрепить и снять заготовку																		
T 09		396171 Приспособление специальное																		
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
OK																				



