



## Аннотация

Технологический процесс изготовления шкива. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2023.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления шкива для условий среднесерийного производства.

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

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ исходных данных из задания на бакалаврскую работу;
- установлена и выбрана стратегия типа производства;
- установлен метод и спроектирована заготовка;
- разработаны технологические методы обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- установлены рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установлены параметры обработки на операциях техпроцесса;
- разработаны чертежи, с использованием специальных программных средств;
- рассчитано и сконструировано приспособление, и режущий инструмент;
- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;
- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 55 страниц, содержащую 21 таблицу, 10 рисунков, и графическую часть, содержащую 6 листов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	5
1.3 Технологичность детали.....	6
1.4 Задачи работы.....	7
2 Разработка технологической части работы.....	9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор СТО.....	19
2.5 Разработка технологических операций.....	21
3 Расчет и проектирование оснастки.....	23
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	23
3.2 Проектирование инструмента.....	26
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	27
5 Экономическая эффективность работы.....	33
Заключение.....	38
Список используемых источников.....	40
Приложение А Маршрутная карта.....	43
Приложение Б Операционные карты.....	47
Приложение В Спецификация.....	49

## Введение

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Её продукция – машины различного назначения, поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а так же темпы перевооружения их новой технологией и техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Шкив - это колесо, на ободе которого закреплен гибкий трос, шнур, тросик, цепь или ремень. Шкивы используются по отдельности или в комбинации для передачи мощности и движения. В ременных передачах шкивы прикреплены к валам на их осях, и мощность передается между валами с помощью ремней, проходящих по шкивам.

Для получения механического преимущества, особенно при подъеме тяжестей, можно использовать один или несколько независимо вращающихся шкивов. Шкивы собраны в блок и захват, чтобы обеспечить механическое преимущество при приложении больших усилий. Шкивы также собираются как часть ременных и цепных приводов для передачи мощности от одного вращающегося вала к другому. Одним из преимуществ использования шкива является то, что в случае превышения крутящего момента ремень может соскользнуть, предотвращая повреждение другого оборудования, кроме ремня.

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление шкива с минимальной себестоимостью.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

Деталь «Шкив», является деталью двигателя автомобиля и предназначен для передачи крутящего момента с коленчатого вала к исполнительному механизму. Данная деталь имеет конструктивную особенность в виде зубчатого венца, служащего для зацепления с датчиком, устанавливаемым в паз. [22], [26]

Данная деталь изготавливается из серого чугуна СЧ-26. Его механические свойства следующие:  $\sigma_{0,2}$  - предел текучести условный, составляет 460 МПа,  $\sigma_B$  - временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), составляет 260 МПа,  $\psi$  - относительное сужение, составляет 36%, КСУ - ударная вязкость, составляет 230 Дж/см<sup>2</sup>, твердость НВ 200±7.

Основной химический состав: углерод – 3,25%, кремний – 2,16%, марганец – 0,7%, хром – 0,15%, незначительное количество серы, фосфора и никеля, остальное железо. [23]

### 1.2 Классификация поверхностей детали

Ниже на рисунке 1 показан общий вид детали - «Шкив», а в таблице 1 рассмотрена классификация поверхностей.

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	1, 15
ВКБ	6, 12, 13, 14, 20
Исполнительные	22, 23, 21, 28
Свободные	остальные

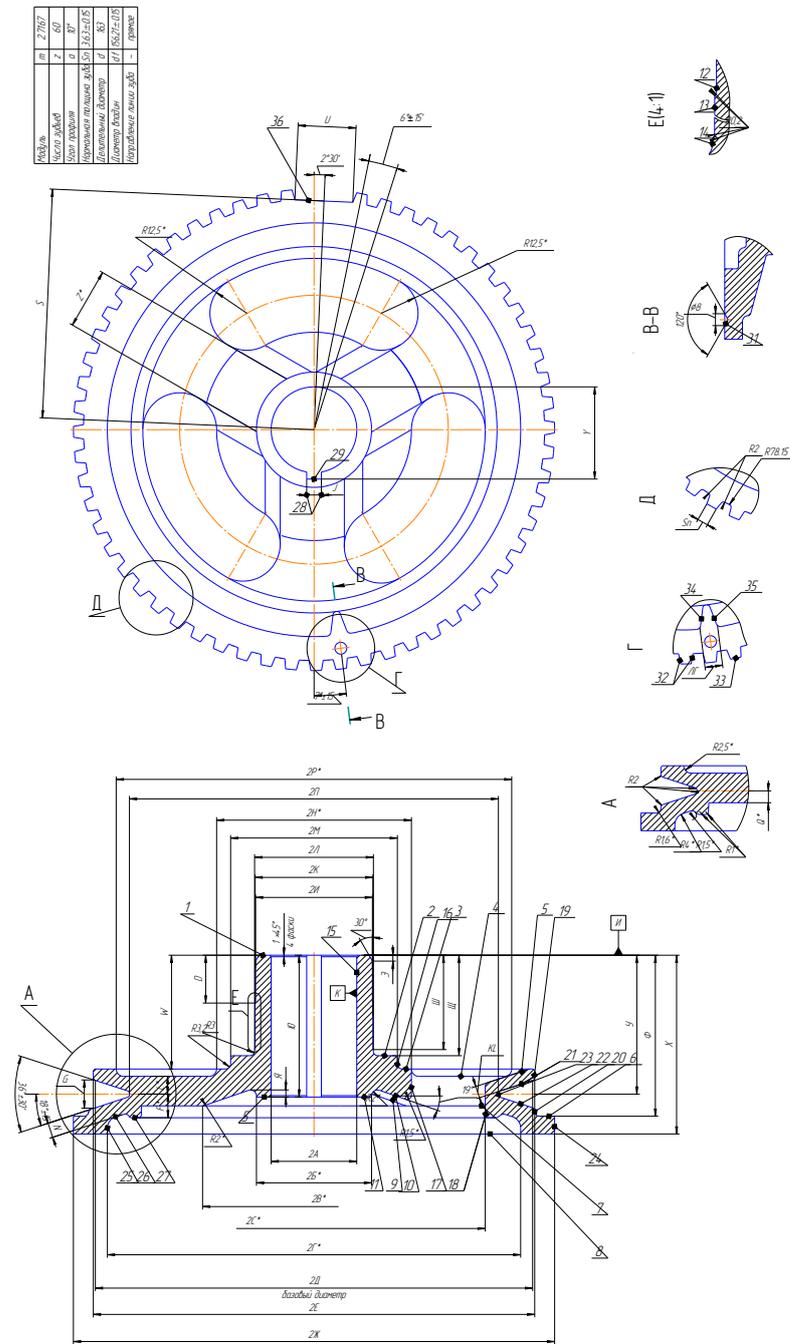


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Шкив»

### 1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 2. [11], [13]

Таблица 2 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д}/M_{з}$	$K_{и.м.} = 2/2,84 = 0,705$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.}/Q_{э}$	$K_{у.э.} = 27/36 = 0,75$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/7,75) = 0,87$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 - 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - (1/3,6) = 0,72$

Вывод: анализируемая деталь - «Шкив», показывает крайне высокую степень технологичности, таким образом, является технологичной. [22]

#### 1.4 Задачи работы

Достижение цели бакалаврской работы возможно последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывают весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;
- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;
- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;
- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;
- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;
- конструирование инструмента;
- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;
- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 15000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 2 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20» [20]

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Получение заготовки осуществляется отливкой в песчаные формы.

«Выбираем класс точности размеров и массы и ряды припусков на механическую обработку отливки [3]: класс точности JT 7 , ряд припусков 2. Исходя, из требований ГОСТ 26645-85, назначаем припуски и допуски на размеры детали. Литейные уклоны назначаем исходя из технических требований, для упрощения изготовления литейной формы и упрощения съема отлитой заготовки по ГОСТ 26645-85 и ГОСТ 8908-88 принимаем литейные уклоны равные не более 7 градусов. Литейные радиусы закруглений в зависимости от номинальных размеров отливки принимаем равными R=3мм ГОСТ 26645-85.» [15]

Общий вид заготовки представлен на рисунке 2.

Стоимость отливки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Определение стоимости отливки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [4]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [4]	«Стоимость механической обработки, руб.» [4]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [8]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [6]
литье	2	2,84	72	280	1,4	424



### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

Спроектируем маршруты обработки для каждой из поверхностей. [9]

Плоская поверхность 1 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 2 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 3 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 4 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 5 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Плоская поверхность 6 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Плоская поверхность 7 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 8 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 9 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 10 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 11 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 12 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 13 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,4. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, точение тонкое.

Цилиндрическая поверхность 14 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra0,4. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, точение тонкое.

Цилиндрическая поверхность 15 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, точение тонкое.

Плоская поверхность 16 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 17 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 18 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 19 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 20 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно:

отливка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка.

Цилиндрическая поверхность 21 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, точение тонкое.

Цилиндрическая поверхность 22 обладает 7 квалитетом точности, с шероховатостью Ra2,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: прокатка, после чего точение начерно, затем точение начисто, термообработка, точение тонкое.

Цилиндрическая поверхность 23 обладает 12 квалитетом точности, с шероховатостью Ra12,5. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего точение начерно, затем термообработка.

Плоская поверхность 24 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 25 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 26 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 27 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего протягивание, затем термообработка.

Плоская поверхность 28 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего протягивание, затем термообработка.

Плоская поверхность 29 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего фрезерование, затем термообработка.

Плоская поверхность 30 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 31 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего сверление, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 32 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 33 обладает 9 квалитетом точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего зубофрезерование, затем термообработка.

Цилиндрическая поверхность 34 обладает 14 квалитетом точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик

точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Плоская поверхность 35 обладает 14 качеством точности, с шероховатостью Ra25. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего термообработка.

Цилиндрическая поверхность 36 обладает 9 качеством точности, с шероховатостью Ra3,2. Для данного типа поверхности и характеристик точности необходима следующая последовательность переходов, а именно: отливка, после чего зубофрезерование, затем термообработка.

Кроме этого, все поверхности детали проходят мойку и контроль.

Сведем полученные данные в таблицу 5. [25]

«Таблица 5 – Технологический маршрут изготовления детали

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность(IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная	_____	Литье в земляные формы	16	32
010	Токарная	Токарно-винторезный станок 1A616	<u>Установ А</u> Подрезать торцы поверхности 1,2,4,6;точить цилиндрические пов.14,16,19	12	12,5
			<u>Установ Б</u> Подрезать торцы поверхности 8,5;точить цилиндрическую поверхность 15		
020	Токарная с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	переход 1: подрезать торец 5, фаску 0,5×45°.	10	3,2
			переход 2: расточить отверстие поверхность 15	9	3,2
			переход 3: точить фасонные поверхности 21,20,22	10	6,3» [9]

«Продолжение таблицы 5

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм
030	Токарно-револьверная	Токарно-револьверный станок AP-49	подрезать торец 1, точить фаску 2×30°, точить поверхности 12, 13,14	9	3,2
040	Протяжная	Горизонтально-протяжной станок 7A534	Протянуть шпоночный паз поверхности 27, 28	9	2,5
050	Зубофрезерная	Зубофрезерная п/а 53A30П	Фрезеровать 60 зубьев поверхности 32, 36	9 ст.	3.2
060	Сверлильно-фрезерная	Сверлильно-фрезерно-расточной станок 2254ВМФ4	переход 1: сверлить отверстие 31	12	12,5
			переход 2: фрезеровать лыску пов. 29	12	12,5
			переход 3: расточить отверстие 15	7	2,5
070	Токарная с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3	переход 1: подрезать торец 1, точить поверхности 12, 13,14	7	2,5
			переход 2: точить фасонные поверхности 21,20,22	-	2,5
080	Токарная	Токарно-винторезный станок 16K20	Довести поверхности 14,13 до шероховатости 0,2 и 0,4 соответственно	-	-
090	Моечная				
100	Контрольная» [9]				

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки

## 2.4 Выбор СТО

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оборудованием, представленным ниже в таблице 6.» [13], [15].

«Таблица 6 - Выбор оборудования

Номер операции	Станок	Наибольшие габариты заготовки, мм	Мощность главного привода, кВт	Частота вращения шпинделя об/мин	Габариты станка, мм	Масса, т
010	Токарно-винторезный станок 1А616	320×710	6,0	9-1800	2135×1225×1220	1,5
020, 070	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	400×1000	10	12,5-2000	3360×1710×1750	4
030	Токарно-Револьверный станок АР-49	630×750	22	24-628	3530×1900×1680	6,5
040	Горизонтально-протяжной станок 7А534	-	37	Тяговое усилие-250 кН	7275×2200×2260	6,5
050	Зубофрезерный п/а 53А30П	320×220 m=6	3.2	50-400	2300×1500×1950	6.8
060	Сверлильно-фрезерный-расточной станок 225ВМФ4	630×400	6,3	32-2000	4300×3500×3800	6,5» [14]

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться оснасткой, представленной ниже в таблице 7.» [13], [15].

«Таблица 7 - Выбор приспособлений

Номер операции	Наименование операции	Приспособление
010, 020	Токарная черновая, Токарная чистовая	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80
030	Токарная чистовая	Патрон цанговый ГОСТ 2876-80
040	Протяжная	Приспособление специальное
050	Зубофрезерная	Оправка с гофрированными втулками ОСТ 2П26-1-76
060	Сверлильно-фрезерная	Приспособление специальное
070, 080	Токарная (тонкое точение), Токарная (доводка)	Оправка с разрезными цангами 7112-1496 ГОСТ 31.1066.02-85» [14]

«Для обеспечения требуемого качества и производительности изготовления детали целесообразнее воспользоваться инструментом, представленным ниже в таблице 8.» [13], [15].

«Таблица 8 - Выбор инструмента

№ операции	Наименование операции	ИМ	Режущий инструмент
010	Токарная черновая	BK8	Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82
			Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, $\varphi = 90^0$
020	Токарная с ЧПУ	BK6	Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, $\varphi = 90^0$
			Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82
			Резец фасонный специальный
030	Токарно-револьверная	BK6	Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82
040	Протяжная	BK6M	Протяжка шпоночная специальная с плоским утолщенным телом, с хвостовиком по ГОСТ4043-70
050	Зубофрезерная	P6M5Ф3	Фреза дисковая модульная по ГОСТ 10996-64
060	Сверлильно-фрезерная	BK8	Фреза концевая с коническим хвостовиком Ø16 ГОСТ17026-71
		P6M5	Сверло спиральное Ø 4 ГОСТ10903-77
		BK3	Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, $\varphi = 90^0$
070	Токарная с ЧПУ	BK3	Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°, ТУ-2-035-892-82
			Резец фасонный специальный
090	Токарная	23A40C16	Специальная суперфинишная головка K5» [14]

Средства контроля представлены в таблице 9.

«Таблица 9 - Выбор средств контроля»

Номер операции	Наименование операции	Средство контроля
010	Токарная черновая	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
020	Токарная с ЧПУ	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80, Калибр-пробка гладкий ГОСТ24853-81, Шаблон специальный
030	Токарно-револьверная	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80, Скоба-рычажная ГОСТ 11098-75
040	Протяжная	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
050	Зубофрезерная	Прибор БВ-5090 ТУ2-034-216-85, Штангензубомер ШЗ-18 ТУ2-034-601-80
060	Сверлильно-фрезерно-расточная	Штангенглубиномер ШГ-160 ГОСТ162-80, Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80, Калибры-пробки гладкие ГОСТ24853-81
070	Токарная с ЧПУ	Датчик активного контроля БВ-4100, Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78, Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80
080	Токарная	Профилограф-профилометр А1 ГОСТ19299-73
100	Контрольная	Приспособление специальное для контроля биения; Профилограф-профилометр А1 ГОСТ19299-73» [14]

## 2.5 Разработка технологических операций

«Нормы времени на выполнение операций определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 10.» [17], [18].

«Таблица 10 – Нормы времени

Номер и наименование операции	T <sub>о</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>ш.к.</sub>
010 Токарная	2,16	3,52	4,62
020 Токарная с ЧПУ	1,65	2,8	3,72
030 Токарно-револьверная	1,12	1,68	2,4
040 Протяжная	0,8	2,1	2,68
050 Зубофрезерная	1,8	3,72	4,68
060 Сверлильно-фрезерно-расточная	0,87	3,12	4,35
070 Токарная с ЧПУ	0,2	2,45	3,016
080 Токарная	0,081	0,86	1,23» [14]

«Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.

Таким образом, данные приведенные выше в разделе 2 позволяют выполнить графический необходимый материал, а именно:

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.» [1]

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.



Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 11 и 12.

«Таблица 11 – Определение усилия зажима»

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_y \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Сила зажима	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 889 \text{ Н}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 732 \cdot 730 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,3 \cdot 57,5} = 1133 \text{ Н}$	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 1278 \text{ Н}$
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K/H_K)}; W_1 = \frac{38654,72}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 1278 \text{ Н} \gg [2]$		

«Таблица 12 – Основные параметры привода патрона»

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{с.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_1}$	$i_{с.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(15 + 6) + \text{tg} 6} = 2,3$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 1278 / 2,3 = 556 \text{ Н}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{556}{0,4 \cdot 0,9}} = 89,86 \text{ мм}$
Значение диаметра поршня, мм	-	100 (для пневматического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,0234 \text{ мм}$ » [19]

Чертеж патрона представлен в графической части, общий вид патрона показан ниже на рисунке 4, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.



### 3.2 Проектирование инструмента

В качестве объекта проектирования примем протяжку шпоночную плоскую с утолщенным телом, используемую при обработке поверхностей шпоночного паза на 040 протяжной операции. Общий вид инструмента – резца показан ниже на рисунке 5. [16], [27]

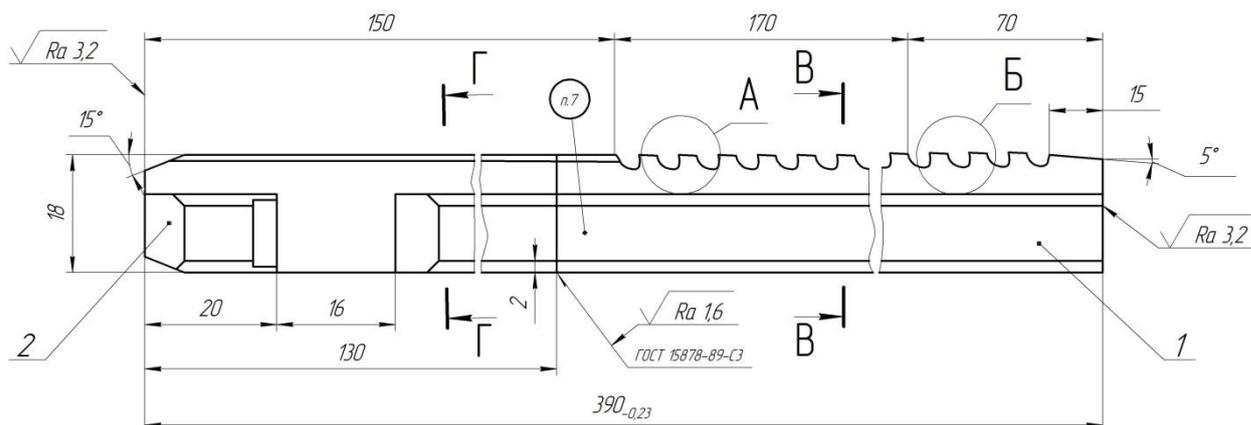


Рисунок 5 – Общий вид инструмента

Основные технические характеристики:

1. Материал режущей части- сталь ВК6М ГОСТ 3882-74;
2. Материал хвостовой части- сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
3. Твердость:режущей части HRC 62...65, хвостовика HRC 35...45;
4. Допуск симметричности расположения размера 15,015 относительно ширины тела протяжки - 0.02мм;
5. Допуск параллельности боковых плоскостей 0.01 мм;
6. Неуказанные размеры хвостовика по ГОСТ 4043-70;
7. Неуказанные шероховатость остальных поверхностей;
8. Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14; валов h14; остальных;
9. Маркировать: ширину протяжки, качество поля допуска паза, материал обрабатываемого изделия, марку стали рабочей части.

#### 4. Безопасность и экологичность технического объекта

«Задача раздела – проектирование технологии изготовления шкива с учетом требований стандартов по безопасности.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 13» [7].

Таблица 13 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Прокатка	Литейная машина	Чугун СЧ-26, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Чугун СЧ-26, СОЖ, ветошь

«В таблице 14 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 детали» [7].

Таблица 14 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	«ОВПФ, 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

Продолжение таблицы 14

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Точение	<p>«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]</p>	<p>«Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3, зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка                      Заготовка, инструмент                      Пульт управления станком, смазки                      Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 15)» [7] .

Таблица 15 – 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	-

Продолжение таблицы 15

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«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
«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
«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
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 16 – 19 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки шкива	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	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 17 – 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

Таблица 18 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 19 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления шкива	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

Результаты анализа в таблицах 20 и 21. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 20 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления шкива	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 21 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарно-винторезном станке с ЧПУ 16К20Ф3, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: чугун СЧ-26, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 13)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 14» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 15» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления шкива (таблица 16). Проводится выбор средств

пожаротушения (таблица 17, 18), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления шкива (таблица 19)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления шкива на окружающую среду (таблица 20). 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 21)» [7].

«Выявив и проанализировав технологию изготовления шкива и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

## 5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенного технологического процесса.

Для решения поставленной задачи необходимо провести экономические расчеты необходимых параметров описанного в предыдущих разделах технологического процесса.

Краткое описание операций, входящих в предложенный технологический процесс:

- токарные операции– 010 и 020;
- протяжная операция – 040;
- зубофрезерная операция – 050;
- сверлильная операция – 060.

В предыдущих разделах подробно описано назначенное для выполнения операций оборудование, выбрана оснастка, режущий и измерительный инструмент, а так же рассчитаны нормы времени выполнения всех операций. Техническое оснащение процесса изготовления детали полностью обеспечивает выполнение предъявленных требований к ее качеству. Эта информация считается основополагающей для проведения всех необходимых экономических расчетов, чтобы определить итоговые показатели. К таким показателям относятся:

- величина инвестиций,
- срок окупаемости
- и самый важный – экономический эффект

На рисунке 6 представлены методики, которые позволят грамотно провести экономические расчеты и определить итоговые экономические показатели.

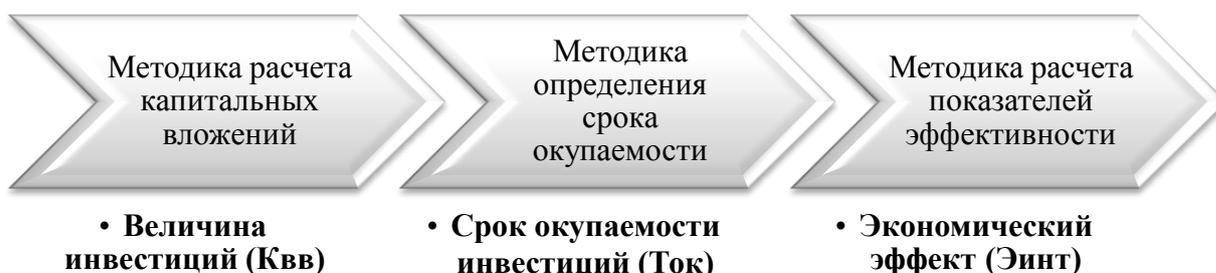


Рисунок 6 – Применяемые методики для определения необходимых итоговых экономических показателей [10]

Используя, описанную на рисунке 6, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ( $K_{BB}$ ), которая составила 1267022 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в разработанный технологический процесс. На рисунке 7 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

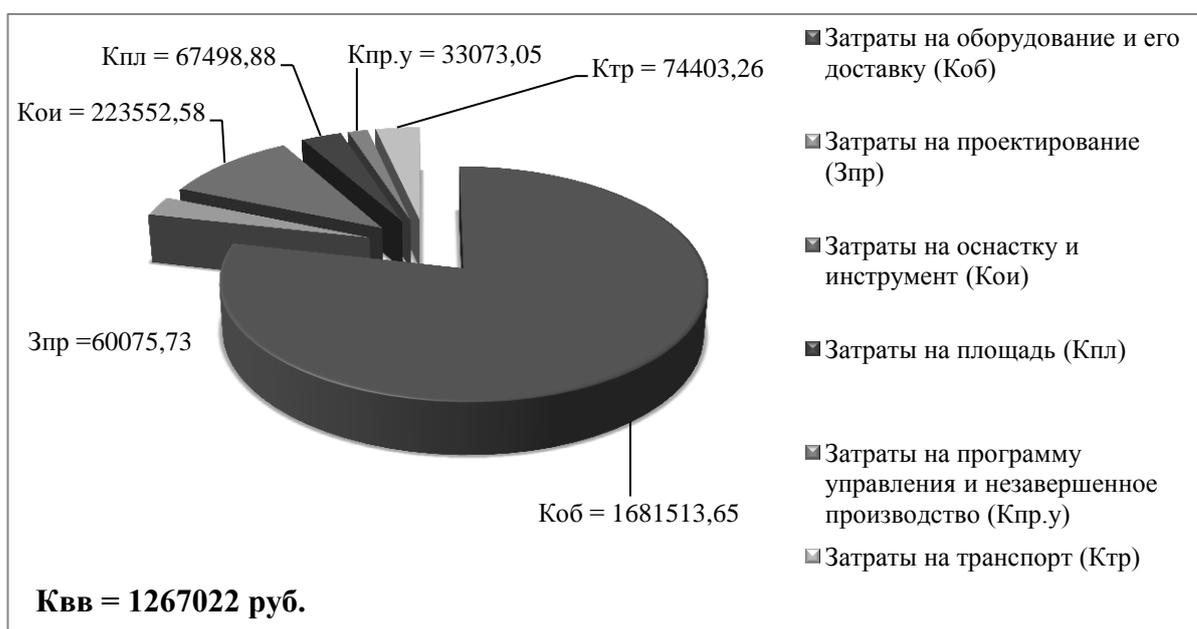


Рисунок 7 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемого технологического процесса, руб.

Анализируя рисунок 7, можно сказать, что затраты на оборудование и его доставку являются самыми существенными, так как их доля составила

73,8% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 8.

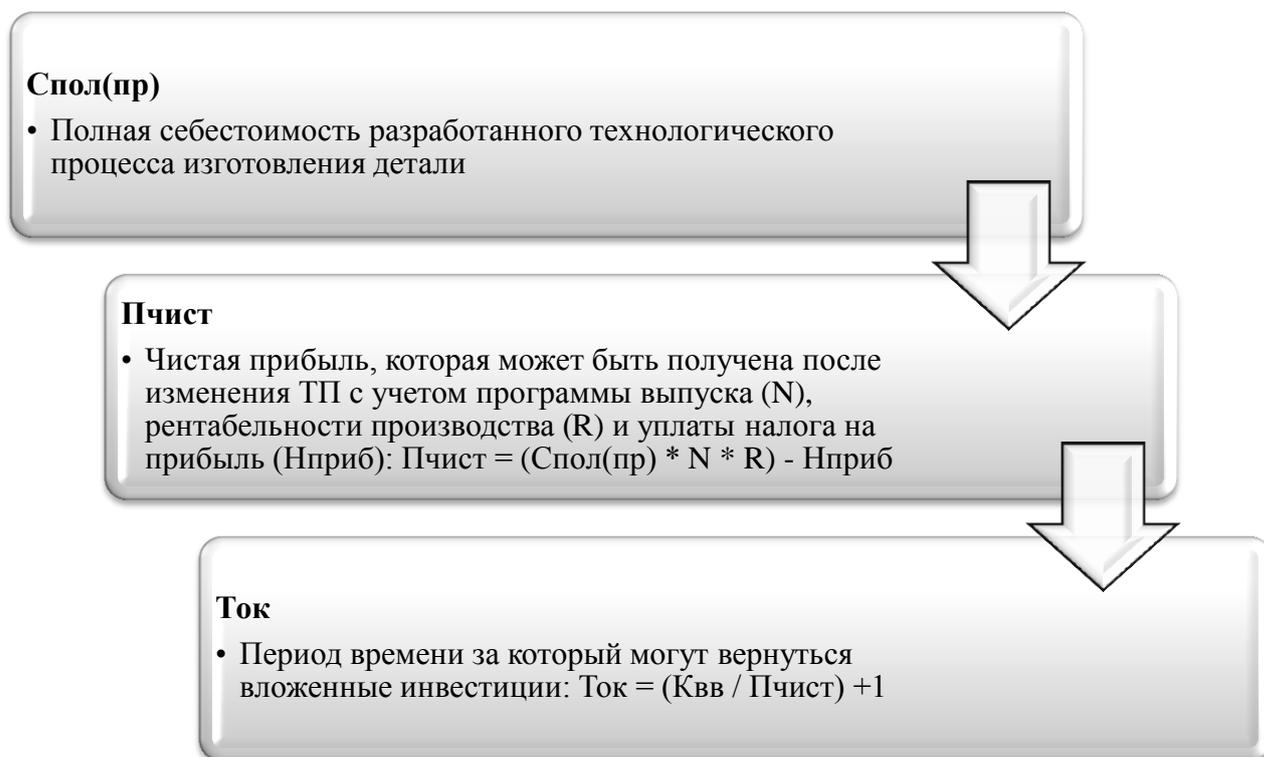


Рисунок 8 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 8, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость разработанных операций.

Результаты расчета полной себестоимости технологического процесса изготовления детали, и ее слагаемых представлены, на рисунке 9. Далее, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения этого процесса.

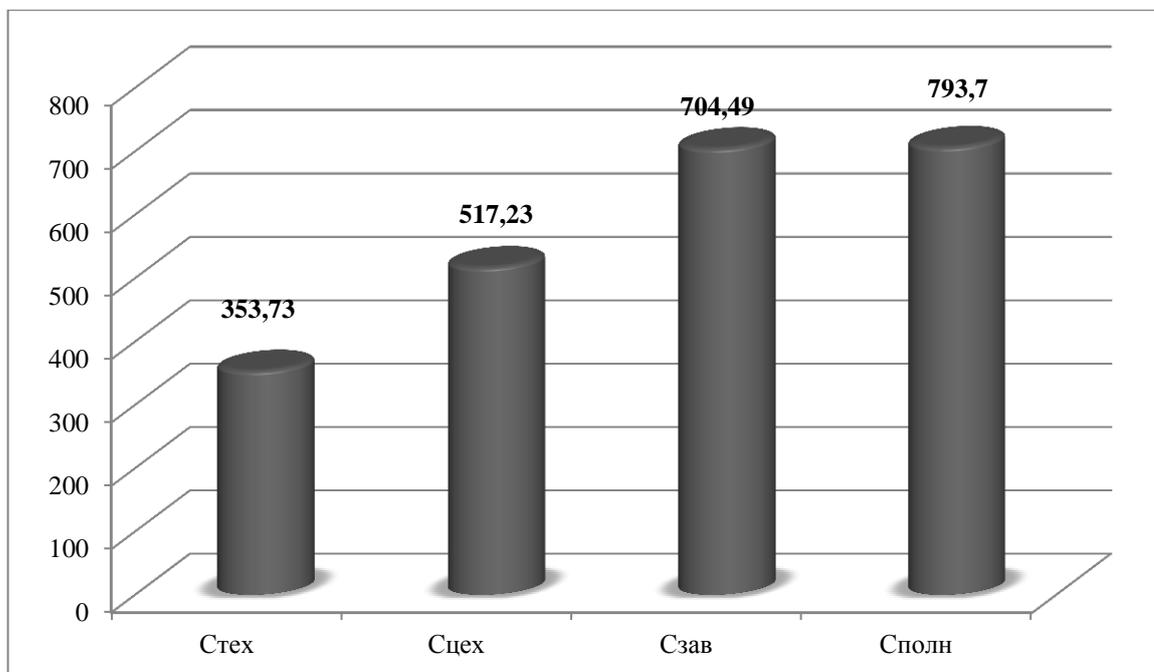


Рисунок 9 – Результаты расчета полной себестоимости, руб.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Если срок окупаемости превышает этот горизонт, то внедрение разработанного технологического процесса экономически нецелесообразно.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ( $\mathcal{E}_{\text{ИИТ}}$ ) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств за период окупаемости инвестиций и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 10 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

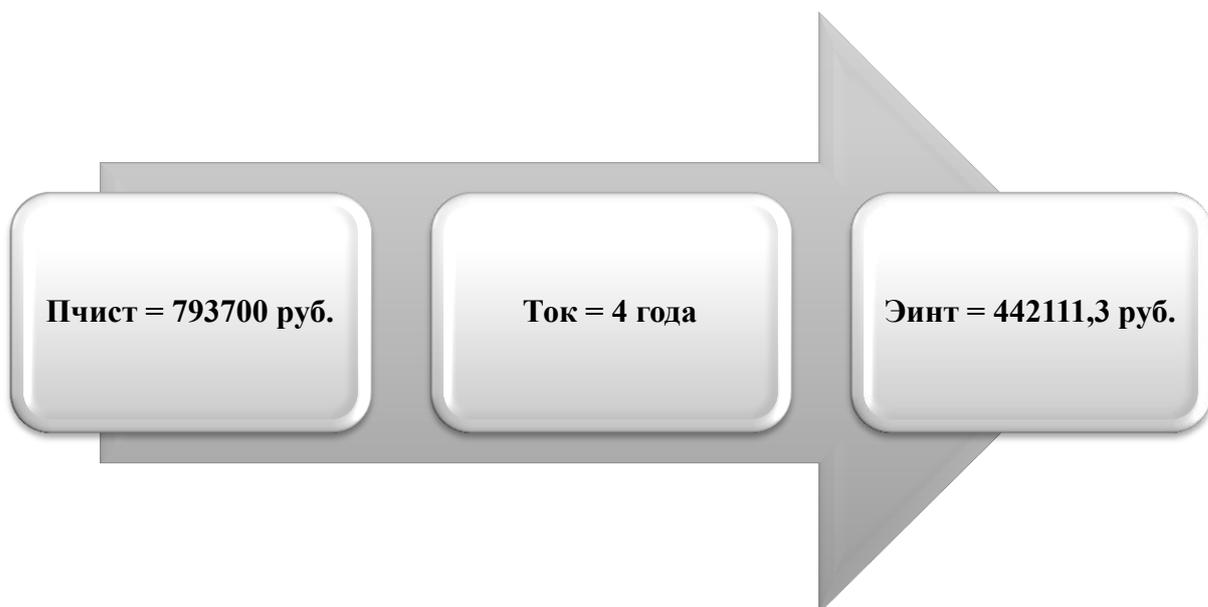


Рисунок 10 – Значения показателей чистой прибыли ( $P_{\text{чист}}$ ), срока окупаемости ( $T_{\text{ок}}$ ) и экономического эффекта ( $\mathcal{E}_{\text{инт}}$ )

Как показано на рисунке 10, экономический эффект является положительной величиной, поэтому внедрение разработанного технологического процесса можно считать целесообразными.

## Заключение

Достижение целей бакалаврской работы производилось последовательным, поэтапным выполнением ряда задач. Данные задачи, охватывали весь спектр вопросов, проектирования технологии изготовления детали. Причем очень важно было соблюдать порядок выполнения задач и подзадач внутри задачи. Типовые способы решения данных задач, представленных ниже, изложены в соответствующей технической литературе, приведенной в разделе «Список используемых источников». Последовательность решенных задач, о которых говорилось выше, можно представить в следующем виде.

Начальная решенная задача исходного анализа данных из задания на бакалаврскую работу, которая содержит в себе ряд подзадач:

- исполнение чертежа детали, с использованием специальных программных средств;
- установление назначения детали;
- классифицирование поверхностей по их назначению в детали;
- установление степени технологичности детали и ее поверхностей по количественным и качественным параметрам.

Следующей решенной задачей, является задача проектирования технологии обработки детали, которую можно разбить на несколько последовательно выполняемых подзадач, а именно:

- установление и выбор стратегии определенного типа производства;
- установление метода и проектирование заготовки;
- исполнение чертежа заготовки, с использованием специальных программных средств;
- разработка технологических методов обработки детали, исходя из размерных, точностных и массовых характеристик;
- исполнение чертежа плана обработки, с использованием специальных программных средств;

- установление рациональных средств оснащения, технологических методов обработки детали;

- установление параметров обработки на операциях техпроцесса;

- исполнение чертежей наладок, с использованием специальных программных средств.

Третьей решенной задачей, является задача конструирования оснастки, которая содержит в себе ряд подзадач:

- конструирование станочной оснастки;

- исполнение чертежа оснастки, с использованием специальных программных средств;

- конструирование инструмента;

- исполнение чертежа инструмента, с использованием специальных программных средств.

Четвертой решенной задачей, является задача по охране труда, которая содержит в себе ряд подзадач:

- мониторинг и управление опасностями;

- установление мероприятий по безопасности производства.

Последней решенной задачей бакалаврской работы является установление параметров экономической эффективности предложенной технологии.

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления шкива 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.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.	Взам.	Подп.	Разраб.	Проф.	Утв.	Н. Контр.	Код. загот	Код. расх.	ЕН	МД	ЕВ	Код	Профиль и размеры	КД	МЗ					
			Цеботарев				ТГУ													
			Вороное																	
			Лисинев																	
			Вороное																	
Шкив																				
M01 Чузун СЧ 26 ГОСТ 1412-78																				
M02			31	166	2,0	1	0,705	11					Ø170,6X65,8	1	2,84					
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт-к.		
Б	Обозначение документа																			
A03	000 Заготовительная																			
04																				
A05	010 4114 Токарная ИОТ 687-98																			
B 06	381160 Токарно-винторезный станок 1A616 3 18217 412 1P 1 1 1 850 1																			
O07	Точить пов. 14,19,16 выдерживая размеры Ø41 <sup>+0,25</sup> , Ø150,5 <sup>-0,4</sup> , Ø57,5 <sup>-0,3</sup> соответственно; подрезать торец 1, 2, 3, 6 выдерживая размеры согласно чертежа.																			
O08																				
O09	Точить пов. 23,15 выдерживая размеры Ø28,75 <sup>+0,21</sup> , Ø166,5 <sup>+0,2</sup> соответственно; подрезать торец 8, 5 выдерживая размеры согласно чертежа																			
T 10	396110 Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24331-80; 392104 Резец вставка для контурного точения с углом в плане 93°;																			
T11	ТУ-2-035-892-82, ВК8; 392104 Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, φ = 90°, ВК8;																			
T12	393311Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80.																			
13																				
A14	020 4114 Токарная с ЧПУ ИОТ 695-97																			
B15	381160 Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3 2 15292 22 1P 1 1 1 850 1																			
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А	цех	Уч.	РМ	Спер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт-ж.	
Б					Код, наименование оборудования												
О01					Точить пов. 15 выдерживая размер $\varnothing 28,775^{+0,02}$ ; Точить фасонную пов. 21,22,20 выдерживая размеры согласно чертежа; подрезать торец 5, 6												
О02					выдерживая размеры согласно чертежа; Точить фаску $0,5 \times 45^\circ$ .												
Т 03					396110 Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий клиновой ГОСТ 24351-80; 392190 Резец вставка для контурного точения с углом в плане $93^\circ$ ;												
Т 04					ТУ-2-035-892-82; 392190 Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, $\varphi = 90^\circ$ , ВК6;												
Т 05					392190 Резец фасонный специальный, ВК6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80; 393120 Калибр-пробка гладкий ГОСТ 24853-81;												
Т 06					393120 Шаблон специальный												
07																	
А 08					030 4111 Токарно-револьверная ИОТ 695-97												
Б 09					381133 Токарно-револьверный станок АР-49	3	18236	412	1Р	1	1	1	850	1			
О 10					Точить пов. 12,13,14 выдерживая размеры согласно чертежа; подрезать торец 1 выдерживая размер $47 \pm 0,3$												
О11					Точить фаску $2 \times 30^\circ$ .												
Т 12					396110 Патрон цанговый ГОСТ 2876-80; 392190 Резец вставка для контурного точения с углом в плане $93^\circ$ ; ТУ-2-035-892-82, ВК6;												
Т13					393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80; 393120 Скоба-рычажная ГОСТ 11098-75												
14																	
А 15					040 4181 Протяжная												
Б 16					381751 Горизонтально-протяжной станок 7А534	3	16458	412	1Р	1	1	1	850	1			
О17					Протянуть шпоночный паз пов. 28,27 выдерживая размеры $31,2^{+0,11}$ , $5=0,015$												
Т18					392302 Протяжка шпоночная спец. с плоским утолщенным телом, ВК6М, с хвостовиком по ГОСТ 4043-70; 393311 ШЦ-III ГОСТ 166-80												
19																	
А 20					050 4153 Зубофрезерная												
Б 21					381572 Зубофрезерный п/а 53А30П	3	12287	412	1Р	1	1	1	850	1			
О22					Фрезеровать 60 зубьев (модуль 2,7167) пов. 32,33,36 выдерживая размеры согласно чертежа												
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

А		Уч.		РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа														
Б		Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт-к.								
Т 01	396111		Оправка с гофрированными втулками, ОСТ 2П26-1-76;		391350	Фреза дисковая модульная по ГОСТ 10996-64, Р6М5Ф3;																
Т 02	393311		Штангензубомер ШЗ-18		ТУ2-034-601-80;	394300	Прибор БВ-5090, ТУ2-034-216-85															
03																						
А 04	060		4120		Сверильно-фрезерная																	
Б 05	381213		Сверильно-фрезерный- расточной ст. 225ВМФ4		2	15292	22	1Р	1	1	1	850	1									
О 06	Сверлить отв. пов. 31		выдерживая размер $\varnothing 4^{+0,12}$ и $74,5 \pm 0,15$ ;		Фрезеровать лыску пов. 29		выдерживая размер $19,65 \pm 0,1$ и $77,48 \pm 0,2$ ;		Рассточить отв. пов. 15		выдерживая размер $\varnothing 29^{+0,021}$											
Т 08	396171		Приспособление специальное;		391210	Сверло спиральное $\varnothing 4$ ГОСТ10903-77, Р6М5;		391820	Фреза концевая с коническим хвостовиком $\varnothing 16$ ГОСТ17026-71, ВК8;		392190	Резец расточной со сменными режущими пластинами по ГОСТ 28101-89, $\varphi = 90^\circ$ , ВК3										
Т 10	393311		Штангенглубиномер ШШ-160		ГОСТ162-80;	393311	Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80;		393141	Калибры-пробки гладкие												
Т 11	ГОСТ24853-81																					
12																						
А 13	070		4114		Токарная с ЧПУ		ИОТ 695-97															
Б 14	381160		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3		2	15292	22	1Р	1	1	1	850	1									
О 15	Точить пов. 14,13		выдерживая размеры $\varnothing 40h10(-0,1)$ , $\varnothing 40^{+0,25}/_{+0,12}$ ;		Точить пов. 21, 22		выдерживая размеры согласно чертежа															
Т 16	392190		Резец фасонный специальный, ВК3;		396110	Оправка с разрезными цапгами 7112-1496		ГОСТ 31.1066.02-85;	392190	Резец вставка для контурного точения с углом в плане $93^\circ$ ;		ТУ-2-035-892-82, ВК3;	393311	Штангенциркуль ШЦ-Ш ГОСТ 166-80;		393410	Микрометр МК-50		ГОСТ 6507-78;	394300	Датчик активного контроля БВ-4100	
19																						
А 20	080		4110		Токарная		ИОТ 695-97															
Б 21	381160		Токарно-винторезный станок 16К20		2	18217	22	1Р	1	1	1	850	1									
О 22	Обработка пов. 14, 13		до чистоты Ra 0.2 и Ra 0.4 соответственно																			
МК																						



Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

Двбл.		Взм.		Подп.		Цех		Уч.	ФМ	Опер	
						ДП				040	
Разраб.		Чеболгарев		ТГУ		ШКИВ					
Пров.		Вороное									
Утв.		Логонов									
Н. Конпр.		Вороное									
Наименование операции		Материал		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД	
4181 Горизонтально-протяжная		Чугун СЧ 26 ГОСТ 1412-78		190-240НВ 166		Ø170, 6X65, 8		2,84		1	
Оборудование		Обозначение программы		шт		СОЖ					
381751 Горизонтально-протяжной станок 7А534		XXXXXX		0,8		5% эмульсия					
P			PI		L	t	S	P	V		
01	Установить заготовку в приспособление. Выверить и закрепить.										
T 02	396171 Приспособление специальное										
O03	1. Протянуть шпоночный паз пов. 27, 28 выдерживая размеры 1, 2;										
T 04	392302 Протяжка шпоночная специальная с плоским утолщенным телом, с хвостовиком по ГОСТ4043-70, ВК6М;										
T 05	393311Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-80.										
06				5	2.42x48	48.15	2.42	1	0.15	250	8,15
07	Раскренить и снять заготовку										
T 09	396171 Приспособление специальное										
10											
11											
12											
13											
14											
OK											

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дудл. Взам Лодл.		Листов Лист		Цех Уч. Р.М. 040		Шкив		ТГУ		ГОСТ 3.1105-84 Форма 7	
Разраб. Проб.	Чедотарев Воронов										
Утв. Н. контр.	Логинов Воронов										

	0.015 К T/2 0.03 К
--	-----------------------

КЭ
----





Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																								
<i>Документация</i>																																														
A1				Сборочный чертеж	1																																									
<i>Сборочные единицы</i>																																														
A4		1		Держатель индикаторный	1																																									
A4		2		Держатель индикаторный	1																																									
<i>Детали</i>																																														
A1		4		Основание	1																																									
A4		5		Винт	1																																									
A4		6		Штырь	1																																									
A4		7		Винт	3																																									
A4		8		Стойка	1																																									
A4		9		Щуп	1																																									
A4		10		Втулка	1																																									
A4		11		Винт	1																																									
A4		12		Штак	1																																									
A3		13		Стойка	1																																									
A2		15		Ползун	1																																									
A4		17		Стойка	1																																									
A3		18		Планка	1																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разрад.</td> <td>Чедотарев</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Воронов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Воронов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">                     ТГУ ТМдп-1801в                 </td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Логинов</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разрад.	Чедотарев				Лит.	Лист	Проб.	Воронов				1	4	Н.контр.	Воронов				ТГУ ТМдп-1801в		Утв.	Логинов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																										
Разрад.	Чедотарев				Лит.	Лист																																								
Проб.	Воронов				1	4																																								
Н.контр.	Воронов				ТГУ ТМдп-1801в																																									
Утв.	Логинов																																													
Приспособление для контроля биений: $9,7 \pm 0.1$ ; $4,7 \pm 0.3$ ; угла $18^\circ \pm 15'$																																														

Копировал

Формат А4



Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		7		Винт В. М3-6d×5.66.05 ГОСТ 17473-80	2	
		53		Винт В.М4-6d×6.66.05 ГОСТ 17473-80	4	
		54		Винт М4-6d×109.05 ГОСТ 11738-84	6	
		56		Винт М4-6d×20.109.05 ГОСТ 11738-84	2	
		57		Винт М5-6d×12.109.05 ГОСТ 11738-84	4	
		58		Винт М5-6d×14.109.05 ГОСТ 11738-84	2	
		59		Винт М5-6d×16.109.05 ГОСТ 11738-84	4	
		60		Винт М5-6d×20.109.05. ГОСТ 11738-84	4	
		61		Винт М5-6d×25.109.05 ГОСТ 11738-84	2	
		62		Винт М6-6d×25.109.05 ГОСТ 11738-84	4	
		63		Винт М6-6d×30.109.05 ГОСТ 11738-84	4	
		64		Винт В. М4-6d×12.66.05 ГОСТ 17475-80	1	
		65		Гайка М 6-6Н ГОСТ 5927-70	1	
		66		Гайка М 10-6Н ГОСТ 5927-70	3	
		68		Штифт 3×8 ГОСТ 3128-70	1	
		69		Штифт 3×10 ГОСТ 3128-70	1	
		70		Штифт 4×50 ГОСТ 3128-70	1	
		71		Штифт 6×25 ГОСТ 3128-70	2	
						Лист
						3
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата		
					Изм.	Лист
					№ докум.	Подп.
					Дата	

Копировал

Формат А4

**Продолжение Приложения В**

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		72		Штифт 6×30 ГОСТ 3128-70	4	
		73		Штифт 6М6×60 ГОСТ 3128-70	1	
		74		Заклепка 3×6.01.05 ГОСТ10299-80	8	
		75		Шплинт 1.6×12 ГОСТ 397-79	1	
		76		Винт М6-6d×8.45 Н 40Х.05	2	
				СТП 37.101.1822-96		
		78		Ножка 7034-0183 ГОСТ 12205-66	4	
		79		Пружина 7039-90 φ5.30	1	
				СТП 37.101.682-76		
		80		Пружина 7039-90 φ10,36	1	
				СТП 37.101.682-76		
		81		Держатель индикаторный	2	
				СТП 37.101.682-76		
		82		Рукоятка 7061-0060	1	
				ГОСТ 8923-69		

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					4

*Копировал* *Формат А4*

