

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 шкива привода компрессора

Обучающийся

А.В. Сульдин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

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

Консультанты

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

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

М.А. Кривова

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

Тольятти 2024

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе рассматриваются вопросы проектирования технологии изготовления шкива привода компрессора. «Основная цель работы – проектирование такой технологии изготовления шкива привода компрессора, которая обеспечит максимальные показатели технической и экономической эффективности производства детали в заданных условиях» [12].

«Пояснительная записка работы состоит из пяти основных разделов. В первом разделе рассмотрены исходные данные характеристики типа производства, по результатам анализа которых сформулированы задачи, направленные на достижение цели работы» [12]. Во втором разделе проектируется технология изготовления детали на основе характеристик типа производства. При этом «производится проектирование заготовки, плана изготовления детали и технологических операций на основе соответствующих методик проектирования и расчетов» [12]. «В третьем разделе рассмотрены технические средства, такие как станочное приспособление и металлорежущий инструмент» [12], позволяющие устранить выявленные недостатки спроектированной технологии. Для этого проведено их проектирование на основе имеющихся методик с учетом конструктивных особенностей детали и характеристик ее материала. В четвертом разделе рассмотрены вопросы обеспечения безопасности спроектированной технологии и ее влияния на экологию. Результатом выполнения раздела является выбор технических средств и технических мероприятий, направленных на устранение выявленных опасностей и рисков. В пятом разделе рассмотрены расчеты экономических показателей спроектированной технологии. Данные расчеты основаны на результатах проектирования предыдущих разделов и показали высокую эффективность спроектированной технологии. Работа состоит из 48 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

Содержание

Введение.....	4
1 Исходные данные и их анализ	5
1.1 Назначение и условия работы детали	5
1.2 Оценка технологичности детали	6
1.3 Анализ параметров типа производства	8
1.4 Постановка задач работы.....	9
2 Технологическая часть	10
2.1 Проектирование заготовки	10
2.2 Разработка плана изготовления	17
2.3 Технические средства оснащения	19
2.4 Определение режимов резания и нормирование	21
3 Разработка специальных технических средств оснащения	25
3.1 Разработка клино-плунжерной оправки	25
3.2 Разработка токарного резца.....	29
4 Безопасность и экологичность технического объекта	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	32
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта	38
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	56

Введение

Современное технологическое оборудование, применяемое на машиностроительных производствах, как правило, требует подачи воздуха, находящегося под давлением. Традиционно на машиностроительных предприятиях имеется воздушная сеть, имеющая давление от 0,2 МПа до 0,4 МПа без учета потерь давления порядка 5% в зависимости от длины воздушной магистрали. Данной величины давления не всегда достаточно для работы ряда машин и механизмов. Кроме этого, в больших воздушных сетях давление нестабильно из-за большого количества потребителей. Данные проблемы могут быть решены установкой дополнительного компрессора на необходимых рабочих местах. Еще одной областью применения такого рода компрессоров являются малые предприятия с незначительным количеством оборудования, работающие в условиях единичного производства. В данных условиях создание общей воздушной сети не целесообразно с экономической точки зрения.

Конструктивно компрессор представляет собой насос одного из известных типов: поршневые, винтовые, шестерёнчатые, роторно-пластинчатые, мембранные, жидкостно-кольцевые, динамические. Общим для всех перечисленных типов насосов является наличие привода, обеспечивающего создание рабочего движения компрессора. Основным элементом привода является ременная передача, соединяющая электродвигатель с входным валом компрессора. Элементом данной передачи является рассматриваемый в данной работе шкив, технологию изготовления которого необходимо спроектировать.

Таким образом, «основная цель работы – проектирование такой технологии изготовления шкива привода компрессора, которая обеспечит максимальные показатели технической и экономической эффективности производства детали в заданных условиях» [12].

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

«Шкив входит в состав клиноременной передачи, приводящей в движение входной вал компрессора» [12]. «Следовательно, его служебное назначение заключается в передаче крутящего момента от электродвигателя на входной вал компрессора» [12]. «На валу компрессора шкив базируется по классической схеме по отверстию и торцу» [12]. Движение передается от электродвигателя через клиновой ремень на ручей шкива и далее через боковые поверхности шпоночного паза на шпонку и далее на входной вал исполнительного механизма.

Эксплуатационные нагрузки, действующие на шкив, могут существенно отличаться, так как в зависимости от типа компрессора и величины создаваемого им давления, рабочая частота вращения может варьироваться в пределах от 600 до 2000 оборотов в минуту. При этом возможно резкое изменение нагрузок, что приводит к неравномерности износа рабочего ручья шкива. В случае неверной настройки ременной передачи резкое увеличение нагрузки может привести к разрушению шпоночного паза, что приведет к выходу детали из строя.

Эксплуатация детали производится в условиях производственных помещений, что исключает влияние на деталь внешних факторов, таких как осадки, а также повышенные и пониженные температуры. В данном случае на деталь действуют только факторы, возникающие от действия производственных условий. Наиболее опасные из них для состояния поверхностей детали и ее работоспособности это воздействие производственных вибраций и технологических жидкостей, используемых в ходе изготовления детали и при эксплуатации оборудования.

1.2 Оценка технологичности детали

С целью выявления возможных проблем при проектировании технологического процесса изготовления детали проводится ее оценка на технологичность. Технологичность включает в себя такие параметры, как простота конструкции, возможность применения стандартных или унифицированных элементов, удобство обработки материалов, сборки и контроля качества. Эти факторы влияют на выбор методов и процессов производства, а также на стоимость и время изготовления детали.

«Для изготовления рассматриваемой в данной работе детали необходимо правильно подобрать материал, так как это напрямую влияет на сложность обработки заготовки и на качество исполнения итоговой продукции» [12]. «Материал детали чугун СЧ-20 ГОСТ 1412-85 имеет следующий химический состав: углерода от 3,3% до 3,5%, серы до 0,15%, фосфора до 0,2%, кремния от 1,4% до 2,4%, марганца от 0,7% до 1,0%» [4]. «Предел прочности на растяжение в состоянии поставки до 200 МПа» [4].

Материал обеспечивает выполнение всех технических требований, отраженных на ее чертеже. «В данном случае наиболее применимы методы литья в земляные формы и в кокиль» [8]. Данные методы имеют высокую производительность и относительно небольшую стоимость.

Получаемые в результате обработки заготовки поверхности обладают определенным назначением, которое называется служебным. Служебное назначение детали это её роль и функции в работе машины или механизма, для которых она предназначена. Служебное назначение определяет требования к конструкции детали: её форме, размерам, точности изготовления, материалам и другим параметрам. Эти требования зависят от условий эксплуатации и обеспечивают надёжную работу всего механизма.

На рисунке 1 представлены различные поверхности детали, а ниже приведена классификация данных поверхностей по назначению.

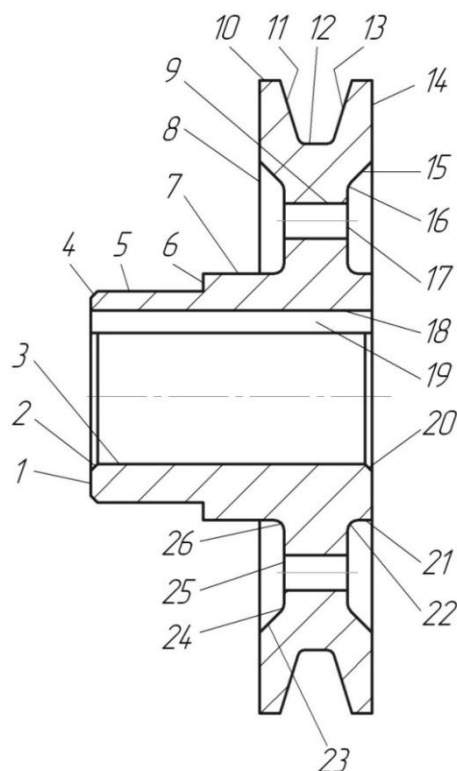


Рисунок 1 – Деталь «шків» с указанием поверхностей

Поверхности 1 и 3 имеют конструкторское назначение, поверхности 5, 6 и 19 имеют вспомогательное назначение, поверхности 5, 11, 13 и 19 относятся к поверхностям исполнительного назначения, а остальные поверхности имеют свободное назначение. Как видно количество ответственных поверхностей относительно невелико, а их параметры полностью соответствуют выполняемому ими служебному назначению.

Качество обработки детали обычно определяется такими показателями как точность обработки и шероховатость поверхности. Изменение данных показателей в большую или меньшую сторону оказывает влияние на последующую сборку деталей в единый узел и приводит к снижению надежности изделия [2]. «В данном случае вся механическая обработка может быть проведена с использованием стандартных методов обработки, на стандартном оборудовании с применением стандартной технологической оснастки и стандартного режущего инструмента» [12]. «Это существенно упростит проектирование технологического процесса и позволит применить

типовые решения на всех уровнях проектирования» [12].

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что рассматриваемая деталь отвечает всем критериям с точки зрения технологичности.

1.3 Анализ параметров типа производства

«Анализ параметров тип производства проводится на основе его классификации, проведенной по годовой программе равной 5000 штук в год и массе детали равной 4,23 кг с использованием данных» [1]. «Таким образом, тип производства, характеризуемый в данной работе среднесерийный» [1]. Параметры данного типа производства представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры рассматриваемого производства

Наименование параметра	Значение
перечень номенклатуры	ограниченная сериями
загрузка производства	постоянно повторяемая
типы операции	повторяющиеся операции
специализация оборудования	профильное
планировка участка	предметно-технологический принцип
квалификация рабочих	средняя
себестоимость единицы продукции	усредненная
форма организации	групповая не поточная
стратегия проектирования	последовательная, частично циклической
концентрация переходов	экстенсивная
припуски на обработку	расчетно-аналитические и статистические
режимы резания	эмпирические и статистические
нормирование	опытно-статистические данные
достижение точности	предварительная настройка на размер
средства обеспечения	универсальные, стандартные и нормализованные

Знание параметров типа производства необходимо в ходе проектирования технологического процесса для того, чтобы определить наиболее эффективный и экономически выгодный способ изготовления продукции, выбрать оптимальные методы организации производственного

процесса, рассчитать необходимое количество оборудования, материалов и рабочей силы, спланировать производственные мощности и ресурсы, а также обеспечить высокое качество продукции при минимальных затратах.

1.4 Постановка задач работы

Основными задачами данной работы являются.

Спроектировать технологию изготовления детали на основе характеристик типа производства. При этом произвести проектирование заготовки, плана изготовления детали и технологических операций на основе соответствующих методик проектирования и расчетов.

Рассмотреть технические средства, такие как станочное приспособление и металлорежущий инструмент, позволяющие устранить выявленные недостатки спроектированной технологии. Для этого провести их проектирование на основе имеющихся методик с учетом конструктивных особенностей детали и характеристик ее материала.

Рассмотреть вопросы обеспечения безопасности спроектированной технологии и ее влияния на экологию. В результате выбрать технические средства и технические мероприятия, направленные на устранение выявленных опасностей и рисков.

Провести расчеты экономических показателей спроектированной технологии. Данные расчеты должны быть основаны на результатах решения предыдущих задач работы.

В данном разделе рассмотрены исходные данные и характеристики типа производства, по результатам анализа которых сформулированы задачи, направленные на достижение цели работы.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

«Из двух предполагаемых методов получения заготовки шкива необходимо выбрать оптимальный метод» [12]. «Согласно данной методике общие технологические затраты рассчитываются по формуле:

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

где $C_{\text{ЗАГ}}$ – затраты на получение одного кг заготовок, руб.;

$C_{\text{МЕХ}}$ – затраты на снятие одного кг стружки, руб.;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость одного кг отходов производства в виде стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [12].

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_P, \quad (2)$$

где i – индекс номера варианта получения заготовки;

K_P – коэффициент, зависящий от формы детали и способа ее получения» [12].

«Индекс номера варианта 1 принимаем для метода получения заготовки литьем в кокиль, индекс номера варианта 2 для метода получения заготовки литьем в землю» [12].

$$Q_1 = 4,23 \cdot 1,97 = 8,33 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 4,23 \cdot 2,1 = 8,88 \text{ кг.}$$

«Затраты на получение одного кг заготовок:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_{\text{ОТ}} \cdot h_{\text{Т}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{ОТ}}$ – базовые затраты на получение одного кг заготовок рассматриваемым методом литья, руб.;

$h_{\text{Т}}$ – коэффициент точности отливки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности отливки;

$h_{\text{В}}$ – коэффициент массы отливки;

$h_{\text{М}}$ – коэффициент материала отливки;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент объема производства» [12].

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 75,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot 1,0 = 132 \text{ р.}$$

«Затраты на снятие одного кг стружки:

$$C_{\text{МЕХ } i} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (4)$$

где $C_{\text{С}}$ – удельные текущие затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – удельные капитальные вложения на снятие стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений» [12].

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

Подставляем результаты предыдущих расчетов в формулу (1).

$$C_{\text{Т1}} = 132 \cdot 8,33 + 4,6 \cdot (8,33 - 4,23) - 1,4 \cdot (8,33 - 4,23) = 1112,68 \text{ р.}$$

$$C_{\text{Т2}} = 132 \cdot 8,88 + 4,6 \cdot (8,88 - 4,23) - 1,4 \cdot (8,88 - 4,23) = 1187,04 \text{ р.}$$

«Экономический эффект от внедрения наиболее эффективного метода:

$$\mathcal{E} = (C_{\text{Т1}} - C_{\text{Т2}}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.» [12].

$$\mathcal{E} = (1187,04 - 1112,68) \cdot 5000 = 371800 \text{ р.}$$

Принимаем литье в кокиль в качестве метод получения заготовки.

Затем формируются маршруты обработки поверхностей. Формирование маршрутов зависит от множества факторов, включая тип материала, его свойства, форма и размер заготовки, требуемая точность обработки, качество поверхности, доступные оборудование и инструменты. Обычно процесс формирования маршрутов включает в себя следующие этапы.

Анализ чертежа и требований к обработке. На этом этапе определяются требования к геометрии и размерам поверхностей детали, необходимая точность обработки, а также типы поверхностей, которые требуется обработать. Качество обработки детали обычно определяется такими показателями как точность обработки и шероховатость поверхности. Изменение данных показателей в большую или меньшую сторону оказывает влияние на последующую сборку деталей в единый узел и приводит к снижению надежности изделия. Определение последовательности переходов. На этом этапе определяется порядок выполнения операций обработки поверхностей. Это может включать в себя фрезерование, точение, шлифование и другие виды обработки. Оптимизация маршрута обработки. На этом этапе проводится анализ и оптимизация маршрутов обработки с целью улучшения производительности, качества и снижения затрат.

В итоге формируется оптимальный маршрут обработки поверхностей, который позволяет достичь требуемого качества детали при минимальных затратах времени и ресурсов. Результаты формирования маршрутов обработки поверхностей, с использованием данных [7], для рассматриваемой детали приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Тип поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	2,5	точение, точение чистовое, точение тонкое
2	коническая	12	12,5	точение чистовое

Продолжение таблицы 2

Номер поверхности	Тип поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
3	цилиндрическая	7	1,6	точение, точение чистовое, точение тонкое
4	коническая	12	12,5	точение чистовое
5	цилиндрическая	6	1,25	точение, точение чистовое, точение тонкое
6	плоская	12	2,5	точение, точение чистовое, точение тонкое
7	цилиндрическая	12	12,5	точение
8	плоская	12	12,5	точение
9	цилиндрическая	12	12,5	сверление
10	плоская	10	6,3	точение, точение чистовое
11	коническая	10	1,6	точение, точение чистовое, точение тонкое
12	цилиндрическая	12	12,5	точение
13	коническая	10	1,6	точение, точение чистовое, точение тонкое
14	плоская	12	12,5	точение, точение чистовое
15	коническая	12	12,5	точение
16	коническая	12	12,5	точение
17	плоская	12	12,5	точение
18	плоская	12	6,3	протягивание
19	плоская	9	3,2	протягивание
20	коническая	12	12,5	точение чистовое
21	плоская	12	12,5	точение
22	коническая	12	12,5	точение
23	коническая	12	12,5	точение
24	коническая	12	12,5	точение
25	плоская	12	12,5	точение
26	коническая	12	12,5	точение

Припуски на механическую обработку рассчитываются в зависимости от типа обработки и требуемой точности изделия. Для этого используются стандартные значения припусков, которые зависят от материала, размеров и формы детали, а также метода обработки. В данном случае расчет припусков для обработки диаметра $60p6^{+0,051}_{+0,032}$ мм применим расчетно-аналитическую методику [16].

«Определение минимального припуска:

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

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [16].

«Определение максимального припуска:

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

где Td_i – допуск размера на текущем переходе, мм;

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

«Определение среднего припуска:

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

«Проводим расчеты.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,400^2 + 0,025^2} = 0,700 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,075^2 + 0,020^2} = 0,278 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,100 + \sqrt{0,019^2 + 0,020^2} = 0,128 \text{ мм.}$$

$$\begin{aligned} z_{1\ max} &= z_{1\ min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,700 + 0,5 \cdot (1,600 + 0,300) = \\ &= 1,650 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2\ max} &= z_{2\ min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,278 + 0,5 \cdot (0,300 + 0,074) = \\ &= 0,465 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3\ max} &= z_{3\ min} + 0,5 \cdot (Td_2 + Td_3) = 0,128 + 0,5 \cdot (0,074 + 0,019) = \\ &= 0,175 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1\ max} + z_{1\ min}) = 0,5 \cdot (0,700 + 1,650) = 1,175 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2\max} + z_{2\min}) = 0,5 \cdot (0,278 + 0,465) = 0,372 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3\max} + z_{3\min}) = 0,5 \cdot (0,128 + 0,175) = 0,152 \text{ мм} \gg [16].$$

«Определение максимального операционного размера:

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

«Определение минимального операционного размера:

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}. \quad (10) \gg [16]$$

«Определение среднего операционного размера:

$$d_{i\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i\max} + d_{i\min}). \quad (11) \gg [16]$$

«Выполняем расчеты от готового размера к заготовке.

$$d_{3\max} = 60,051 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = 60,032 \text{ мм.}$$

$$d_{3\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5 \cdot (60,051 + 60,032) = 60,042 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 60,032 + 2 \cdot 0,128 = 60,288 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 60,288 + 0,074 = 60,362 \text{ мм.}$$

$$d_{2\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5 \cdot (60,362 + 60,288) = 60,325 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 60,288 + 2 \cdot 0,278 = 60,844 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 60,844 + 0,300 = 61,144 \text{ мм.}$$

$$d_{1\text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5 \cdot (61,144 + 60,844) = 60,994 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 60,844 + 2 \cdot 0,700 = 62,244 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 62,244 + 1,600 = 63,844 \text{ мм.}$$

$$d_{0\text{ cp}} = 0,5(d_{\max} + d_{0\min}) = 0,5(63,844 + 62,244) = 63,044 \text{ мм} \gg [16].$$

«Определение минимального общего припуска:

$$2z_{min} = d_{0\ min} - d_{3\ max}. \quad (12)» [16]$$

$$2z_{min} = 63,844 - 60,032 = 3,812 \text{ мм.}$$

«Определение максимального общего припуска:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_3. \quad (13)» [16]$$

$$2z_{max} = 3,812 + 1,6 + 0,019 = 5,431 \text{ мм.}$$

«Определение среднего общего припуска:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14)» [16]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,812 + 5,431) = 4,622 \text{ мм.}$$

«Припуски на обработку остальных поверхностей с точностью достаточной для условий среднесерийного типа производства определяются с использованием статистических данных» [24]. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Припуски на обработку

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	1,8	3,15
	2	0,8	1,01
	3	0,4	0,52
3	1	0,9	2,025
	2	0,6	0,756
	3	0,4	0,444
6	1	1,8	2,925
	2	0,8	0,975
	3	0,4	0,5
7	1	1,0	2,35
8	1	2,2	3,325
10	1	1,4	3,2
	2	0,15	0,43
11	1	1,0	1,28

Продолжение таблицы 3

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
–	2	0,5	0,612
13	1	1,0	1,28
	2	0,5	0,612

Определение параметров заготовки, а также напусков и допусков на обработку выполняется в соответствии с ГОСТ Р 53464-2009 [5]. «Заготовка имеет следующие параметры: степень точности поверхности 13; класс точности массы 10; класс размерной точности 9; ряд припусков 7; степень коробления 3; минимальный литейный припуск 0,8 мм; сдвиг не более 1,4 мм; эксцентricность отверстий не более 1,2 мм; плоскостность торцов не более 0,8 мм; неуказанные радиусы 2 мм» [5].

2.2 Разработка плана изготовления

Знание параметров типа производства необходимо в ходе проектирования технологического процесса для того, чтобы определить наиболее эффективный и экономически выгодный способ изготовления продукции, выбрать оптимальные методы организации производственного процесса, рассчитать необходимое количество оборудования, материалов и рабочей силы, спланировать производственные мощности и ресурсы, а также обеспечить высокое качество продукции при минимальных затратах.

«План изготовления формируется исходя из типа производства. В среднесерийном производстве при проектировании плана изготовления используются типовые маршруты обработки» [10], [19], [21]. Следует обратить внимание на следующие особенности при выборе типового маршрута обработки. «Конструкция рассматриваемой детали и детали, принятой в качестве типовой должны быть максимально приближены, что позволит максимально использовать типовые решения в ходе

проектирования технологического процесса» [12]. При формировании операций технологического процесса следует учесть результаты разработки маршрутов обработки поверхностей, путем концентрации однородных методов обработки в одной операции. Такое решение позволит упростить структуру операций и обеспечить максимальную концентрацию переходов, что соответствует типу производства. Маршрут изготовления детали приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрут изготовления детали

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 3, 5, 6, 7, 8, 23, 24, 25, 26
010 Токарная	точение	10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
015 Сверлильная	сверление	9
020 Токарная	точение	1, 2, 4, 5, 6
025 Токарная	точение	3, 10, 11, 13, 14, 20
030 Протяжная	протягивание	18, 19
035 Токарная	точение	1, 5, 6
040 Токарная	точение	3, 11, 13
045 Моечная	мойка	все
050 Контрольная	контроль	все

По данным таблицы 4 формируем эскизы обработки на плане изготовления детали. На эскизах указываем операционные размеры и схемы базирования. При выборе схем базирования при механической обработке необходимо учитывать ряд факторов, таких как тип обрабатываемого материала, габариты и форма заготовки, требуемая точность обработки, а также наличие специфических требований к поверхности детали. Одним из наиболее распространенных типов схем базирования является три основных точки базирования, при которых заготовка устанавливается на три подвижных штифта или опоры. Эта схема позволяет быстро и удобно устанавливать заготовку и обеспечивает стабильность при обработке. Для сложных деталей обычно используются специальные подготовленные базы или приспособления, которые позволяют фиксировать заготовку в нужном

положении и обеспечивают необходимую жесткость при обработке. Также при выборе схем базирования необходимо учитывать возможность обеспечения доступа к обрабатываемой поверхности и удобство работы оператора. Важно помнить, что выбор схемы базирования должен быть обоснованным и приниматься с учетом всех особенностей конкретной обрабатываемой детали и условий работы. Для этого рекомендуется использовать данные [13]. Также на плане изготовления указываются операционные технические требования. Операционные технические требования на операциях механической обработки назначаются на основе требований к конечному изделию и стандартов качества. «При допуски на размеры и форму, шероховатость поверхности изделия должны быть четко сформулированы» [14].

План изготовления шкива представлен в графической части работы, а также в приложении А «Технологическая документация».

2.3 Технические средства оснащения

«Металлорежущее оборудование представляет собой станки, необходимые для изготовления деталей из заготовок различных видов» [12]. Процесс удаления стружки может осуществляться как автоматически, так и вручную, в зависимости от различных типов оборудования и инструментов для обработки металла. «Для участка по производству рассматриваемой в работе детали возможно применение станков с числовым программным управлением» [12], что позволит повысить качество обработки детали и производительность технологического участка. Это позволит сократить время обработки детали и снизить ее себестоимость.

При изготовлении детали необходимо применение качественных приспособлений, которые обеспечат заданную точность обработки детали на протяжении всего технологического процесса и прослужат длительный срок. Кроме этого, применяемые приспособления должны обладать необходимой

прочностью и надежностью, а также полностью соответствует типу производства.

Режущий инструмент должен обладать необходимой точностью, так как от его качества зависит точность обработки. Применение резцов контурных для токарных операций по отдельности не обладает достаточной производительностью, что не соответствует серийному типу производства.

Для повышения производительности режущего инструмента и оптимизации технологического процесса предлагается применить метод многоинструментальных наладок. Данный метод заключается в применении режущих инструментов в группе. Группирование позволит обеспечить концентрацию операций и существенно повысить производительность труда и улучшить качество выпускаемой продукции.

Первым наиболее значимым фактором при выборе контрольно-измерительных средств является его точность. Точность данных инструментов позволяет провести качественный контроль соответствия продукции исходному техническому заданию и нормам.

Конкретные модели оборудования, станочных приспособлений, режущего инструмента и средств контроля определяются по данным [11], [15], [17], [18], [23]. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Средства оснащения

Операция	Наименование оборудования	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16K20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК8	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарный 16K20Ф3	патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК8	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89
015 Сверлиль ная	вертикально- сверлильный 2С135Ф2	оправка специальная	сверло спиральное ГОСТ 10902-77 Р6М5	штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89
020 Токарная	токарный 16K20Ф3	оправка специальная	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК6	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 5

Операция	Наименование оборудования	Наименование приспособления	Наименование инструмента	Средства контроля
025 Токарная	токарный 16K20Ф3	патрон цанговый ГОСТ 2877-80	резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК6	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75
030 Протяжная	вертикально-протяжной 7Б65	адаптер	протяжка шпоночная ГОСТ 18217-90 Р9	калибры
035 Токарная	токарный 16K20Ф3	оправка специальная	резец специальный ВК4	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75
040 Токарная	токарный 16K20Ф3	патрон цанговый ГОСТ2877-80	резец специальный ВК4	скоба СИ-100 ГОСТ 11098-75
045 Моечная	моечная машина	—	—	—
050 Контрольная	контрольный стол	—	—	—

Результаты выбор средств оснащения представлены в графической части работы, а также в приложении А «Технологическая документация».

2.4 Определение режимов резания и нормирование

Для расчёта режимов резания механической обработки используются специальные формулы и таблицы, которые учитывают различные параметры [20]. К ним относятся:

- тип и материал заготовки;
- характеристики инструмента, так как размер, форма и материал режущего инструмента влияют на режимы резания;
- требуемая точность и качество поверхности, так как более строгие требования могут потребовать корректировки параметров обработки;
- станок и его возможности, так как возможности станка определяют доступные режимы резания.

Также существуют таблицы и справочники, которые содержат готовые значения режимов резания [20].

«Скорость резания рассчитываем по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин;

K_1 – коэффициент обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент стойкости инструмента;

K_3 – коэффициент вида обработки» [20].

«Частоту вращения рассчитываем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (16)$$

где d – размер поверхности обработки, мм» [20].

«Действительную скорость резания рассчитываем формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}. \quad (17)» [20]$$

Нормирование операций включает в себя определение времени для выполнения каждой операции, и расчёт количества деталей, которые могут быть обработаны за определённый период. К основным этапам нормирования относят анализ операции, расчёт режимов резания, определение штучного времени [20].

«Длину рабочего хода инструмента определяется по формуле:

$$L_{px} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (18)$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_{рез}$ – длина обработки, мм;

l_2 – длина перебега инструмента, мм» [20].

«Основное время на выполнение операции определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_o \cdot n_d}, \quad (19)$$

где S_o – подача инструмента, мм/об» [20].

«Штучное время на выполнение операции определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{пер}, \quad (20)$$

где T_v – вспомогательное время, мин;

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

$T_{пер}$ – время на регламентируемые перерывы в работе, мин» [20].

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операции определяется по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}, \quad (21)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество заготовок в партии запуска, шт.» [20].

Результаты расчетов приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Режимы резания и нормирование

Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучно- калькуляционное время, мин
005 Токарная						
1	1,05	41	72	125	2,23	5,53
2	0,35	57	480	90	0,59	
3	0,1	58	150	24	1,6	
010 Токарная						
1	1,05	41	72	109	1,94	5,23
2	0,63	41	72	30	0,64	

Продолжение таблицы 6

Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучно- калькуляционное время, мин
3	0,1	58	150	24	1,6	–
015 Сверлильная						
1	0,45	25	800	48	0,13	0,28
020 Токарная						
1	0,25	70	320	48	0,74	0,96
2	0,1	143	1200	3	0,03	
025 Токарная						
1	0,32	68	120	103	3,06	5,59
2	0,1	143	1200	87	0,74	
3	0,32	68	120	24	0,67	
030 Протяжная						
1	0,12	5,8		80	0,32	0,46
035 Токарная						
1	0,04	226	1200	54	1,08	1,35
040 Токарная						
1	0,04	239	1200	86	1,79	4,5
2	0,04	181	320	24	1,81	

«Результаты определения режимов резания и нормирования представлены в приложении А «Технологическая документация»» [12].

«В данном разделе проектируется технология изготовления детали на основе характеристик типа производства» [12]. Производится проектирование заготовки, плана изготовления детали и технологических операций на основе соответствующих методик проектирования и расчетов.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка клино-плунжерной оправки

В разрабатываемом технологическом процессе имеются финишные операции тонкого точения. На данных операциях требуется получить достаточно точные размеры. Для этого необходимо спроектировать соответствующее приспособление. «Проведем проектирование данного приспособления на примере 035 операции тонкого точения, эскиз которой приведен на рисунке 2» [12].

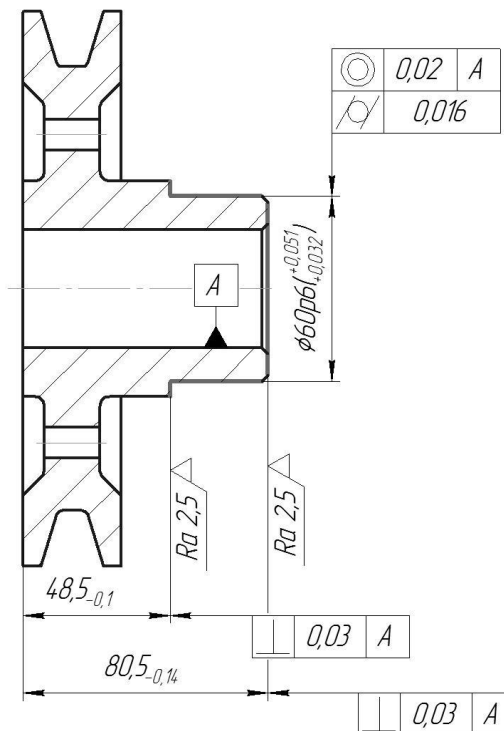


Рисунок 2 – Операционный эскиз

Для проектирования используем методику [6].

«Основная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (22)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, характеризующие фактические условия выполнения операции;

t – глубина резания, мм;

S – подача инструмента, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [6].

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 0,152^{1,0} \cdot 0,042^{0,75} \cdot 226^0 \cdot 1,08 = 14 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия закрепления составим схему закрепления на операции, приведенную на рисунке 3.

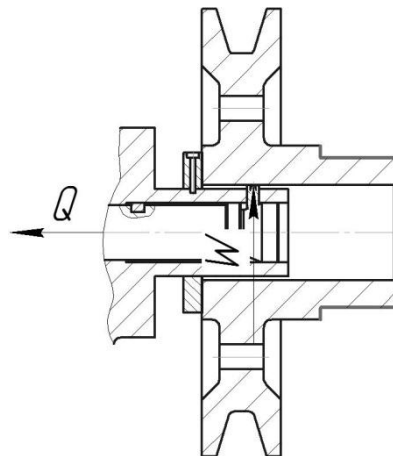


Рисунок 3 – Схема закрепления на операции

«Из схемы следует, что момент силы резания равен:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (23)$$

где d_0 – диаметр обработки, мм» [6].

«Момент силы закрепления равен:

$$M_{3P_Z} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (24)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения на поверхности контакта зажимных элементов приспособления и технологической базы;

d_3 – диаметр закрепления, мм» [6].

«В процессе обработки определенные ранее два момента должны быть равны» [12]. «Исходя из этого, можно определить усилие закрепления:

$$W = \frac{P_z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (25)$$

где K – коэффициент фактических условий операции» [6].

«Коэффициент фактических условий операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (26)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент влияния неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент состояния режущего инструмента;

K_3 – коэффициент изменения сил резания;

K_4 – коэффициент колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент эргономических характеристик зажимного механизма» [6].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,07.$$

Данный коэффициент не может составлять менее 2,5.

С учетом этого проводим расчеты.

$$W = \frac{14 \cdot 70}{3 \cdot 0,2 \cdot 38} \cdot 2,5 = 108 \text{ Н.}$$

«Тогда усилие развиваемое приводом можно рассчитать по формуле:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (27)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности плунжера;

φ – угол трения рабочей поверхности плунжера» [6].

$$Q = 108 \cdot \operatorname{tg}(20^\circ + 6,5^\circ) = 54 \text{ Н.}$$

«Тогда диаметр поршня привода равен:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (28)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [6].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 54}{0,4} + 30^2} = 68 \text{ мм.}$$

Точность оправки определяется из схемы, приведенной на рисунке 4.

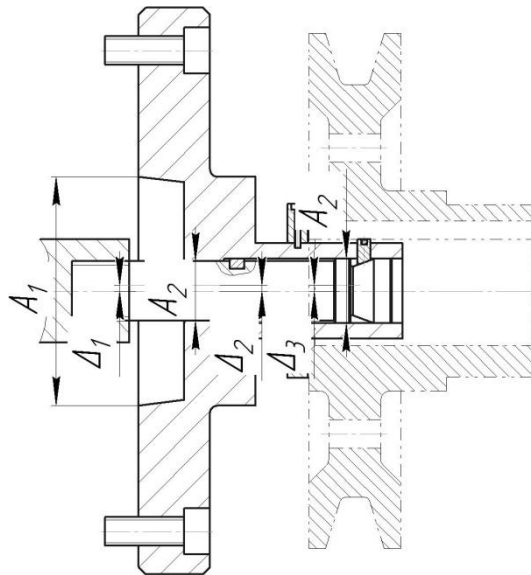


Рисунок 4 – Схема определения точности приспособления

«Из схемы выводим формулу определения погрешности:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (29)$$

где Δ_1 – неперпендикулярность выходного конца привода, мм;

Δ_2 – зазор в сопряжении, мм;

Δ_3 – зазор направляющей поверхности и корпуса, мм» [6].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,010^2 + 0,010^2 + 0,006^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Из расчетов следует, что расчетная точность приспособления соответствует требуемой точности обработки на рассматриваемой операции.

Результаты проектирования приспособления представлены в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» и на чертеже станочного приспособления графической части.

3.2 Разработка токарного резца

С целью модернизации рассмотрим возможность изменения системы крепления режущих пластин на операциях чистового точения.

Используемая система крепления имеет ряд недостатков. Основные из них это недостаточные жесткость и надежность крепления. В качестве дополнительного недостатка можно отметить сложность замены режущей пластины.

Анализ имеющихся решений показал, что наиболее эффективным будет применение прихвата в конструкции резца для крепления пластины. «Проектирование такого резца произведем по методике» [22].

«Материал и форма режущей пластины – трехгранная пластина из твердого сплава ВК4» [22].

«Размеры резца определяем по площади сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (30)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [22].

$$F = 0,152 \cdot 0,04 = 0,007 \text{ мм}^2.$$

«При данной площади сечения резец должен иметь следующие конструктивные параметры: рабочая высота резца 25 мм; сечение державки квадратное со стороной 20 мм; длина державки 140 мм» [22].

«Выполним проверочный расчет винта, прижимающего прихват к пластине:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (31)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт при резании, Н;

σ_d – допустимое напряжение, МПа» [22].

«Сила, действующая на винт при резании:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (32)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [22].

Выполняем расчет силы, действующей на винт.

$$Q_1 = \frac{14}{0,7} = 20 \text{ Н.}$$

Исходя из полученного значения, выполняем расчет диаметра винта прижимающего прихват.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20}{\pi \cdot 450}} = 0,24 \text{ мм.}$$

Расчеты показали, что нагрузки, действующие на механизм закрепления невелики, а значит диаметр основного силового элемента конструкции резца – винта, можно принять исходя из условия оптимизации конструкции.

«Конструкция резца представляет собой державку, к которой при помощи винта жестко крепится опорная пластина. На опорную пластину устанавливается режущая пластина, фиксируемая при помощи прихвата» [22]. «Прихват крепится к державке при помощи винта. Такой способ крепления режущих пластин отличается простотой, надежностью, а также позволяет максимально сэкономить время в случае необходимости проведения замены режущей пластины» [22].

Результаты проектирования токарного резца представлены в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам» и на чертеже режущего инструмента в графической части.

В данном разделе рассмотрены технические средства, такие как станочное приспособление и металлорежущий инструмент, позволяющие устранить выявленные недостатки спроектированной технологии. Для этого проведено их проектирование на основе имеющихся методик с учетом конструктивных особенностей детали и характеристик ее материала.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Деталь изготавливается из чугуна СЧ-20 ГОСТ 1412-85. Основные технологические операции токарные. Средства технологического оснащения: «токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4» [12]. «Вспомогательные материалы: обтирочная ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость» [12]. «Исполнителем работ является оператор станков с числовым управлением» [12].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Данный этап выполняется на основании Приказа Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков». Опасные и/или вредные производственно-технологические факторы определяются согласно ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Результаты идентификации профессиональных рисков приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Профессиональные риски

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
токарная операция	«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых	оборудование, техоснастка,

Продолжение таблицы 7

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [3]
—	«объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	«инструмент, погрузчики» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [3]	«заготовка в процессе обработки, инструмент» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [3]	«оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«оборудование, техоснастка, инструмент, погрузчики» [3]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [3]	«оборудование» [3]

Приведенные риски, опасные и вредные факторы можно охарактеризовать как типовые для условий механических участков и цехов.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение выявленных опасностей и профессиональных рисков предлагается обеспечить в соответствии с Приказом Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней», а также Приказом Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда», а также Приказом Минтруда России № 771н [3].

Результаты представленных в таблице 8.

Таблица 8 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, снятие с заготовок заусенцев, ограждающие устройства» [3]	«фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием, очки защитные» [3]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие и ограничивающие устройства» [3]	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических» [3]

Продолжение таблицы 8

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
—	—	«воздействий, нарукавники, «перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным покрытием» [3]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации»	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, массивные фундаменты оборудования, виброгасящие коврики, виброгасящие опоры» [3]	«ботинки кожаные с защитным подноском» [3]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, защитные экраны, изоляция источников шума, дистанционное управление оборудованием» [3]	«наушники противозумные или вкладыши противозумные» [3]
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства, устройства заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, аварийного отключения оборудования, диэлектрические коврики» [3]	«спецодежда» [3]
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения»	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения» [3]	—
вещества, обладающие острой	инструктажи по охране	костюм для защиты от

Продолжение таблицы 8

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [3]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [3]	«Средства индивидуальной защиты работника» [3]
токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	труда в соответствии с требованиями нормативной документации, ограждающие устройства	общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с нагрудником
«физическая динамическая нагрузка» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [3]	—
«стереотипные рабочие движения» [3]	«инструктажи по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение перерывов в работе» [3]	—

«Приведенные в таблице 8 организационные мероприятия, а также средства коллективной и индивидуальной защиты эффективно снизят воздействие выявленных опасных и вредных факторов, а также профессиональных рисков» [12].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Произведем оценку пожарной безопасности участка, на котором изготавливается рассматриваемая в работе деталь.

«Характеристика участка по пожароопасности: категория по взрыво и пожаробезопасности – пожароопасное; степень огнестойкости зданий и сооружений – из несгораемых материалов; класс помещения в зависимости от окружающей среды – сухое; класс помещения по степени опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью» [3].

Идентификация классов и опасных факторов пожара представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Оборудование» [3]	«Класс пожара» [3]	«Опасные факторы пожара» [3]	«Сопутствующие проявления факторов пожара» [3]
«токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4» [3]	«пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В) » [3]	«пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму» [3]	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [3]

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

Технические средства обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Пожарные технические средства

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

Проанализировав результаты, представленные в таблицах 9 и 10, приходим к выводу, что пожарная безопасность на производственном участке может быть обеспечена стандартными средствами.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

В ходе разработки мероприятий по обеспечению экологической безопасности необходимо определить оказывающие на экологию негативное воздействие (таблица 11).

Таблица 11 – Факторы определить оказывающие на экологию негативное воздействие

«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [3]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [3]
«токарный станок 16К20Ф3, оправка клино-плунжерная, резец контурный специальный ВК4» [3]	«мелкодисперсные частицы смазочно-охлаждающей жидкости и других технических жидкостей, пыль» [3]	«смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы, частицы стружки, растворенная пыль» [3]	«металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость, другие технические жидкости и их растворы» [3]

Мероприятия по снижению антропогенного воздействия разрабатываются на основе ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» и разрабатываем мероприятия по обеспечению экологической безопасности» и ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [3]. Результаты приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия

Наименование технического объекта	технологический процесс изготовления шкива
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу» [3]	«использование рукавных фильтров, адсорберов, барботажно-пенных пылеуловителей, туманоуловителей» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу» [3]	«использование механической очистки при помощи решеток, песколовков и отстойников, химической очистки при помощи адсорберов, замкнутого цикла водоснабжения» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу» [3]	«использование систем сортировки отходов, повторное использование металлического лома, утилизация не перерабатываемых отходов на полигонах» [3]

В данном разделе рассмотрены вопросы обеспечения безопасности спроектированной технологии и ее влияния на экологию. Результатом выполнения раздела является выбор технических средств и технических мероприятий, направленных на устранение выявленных опасностей и рисков.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – осуществить необходимый расчет и анализ всех технико-экономических показателей сравниваемых технологических процессов, с целью определения экономического эффекта от разработанных изменений.

Для осуществления задуманного, нужно применить информацию, которая представлена в предыдущих разделах и касаются только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Шкив». Результат принципиальной переделка технологии и ее итог, представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 5, представлены измененные инструмент и оснастка, которые предложено использовать вместо резца контурного ГОСТ 28101-89 и оправки цилиндрической, соответственно. Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Шкив».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [9]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку (K_O), инструмент ($K_{И}$) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [9]. Числовые значения перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 6.

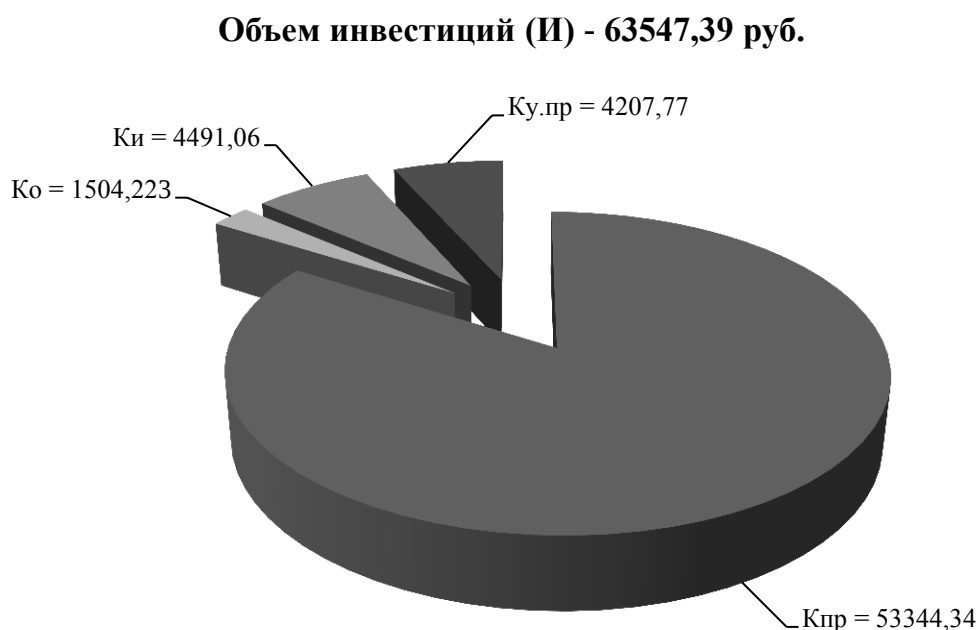


Рисунок 6– Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 6, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является проектирование, его доля в общей сумме инвестиций составляет 83,9 %. Самыми наименьшими вложениями для

предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 2,4 %.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [9]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 7.

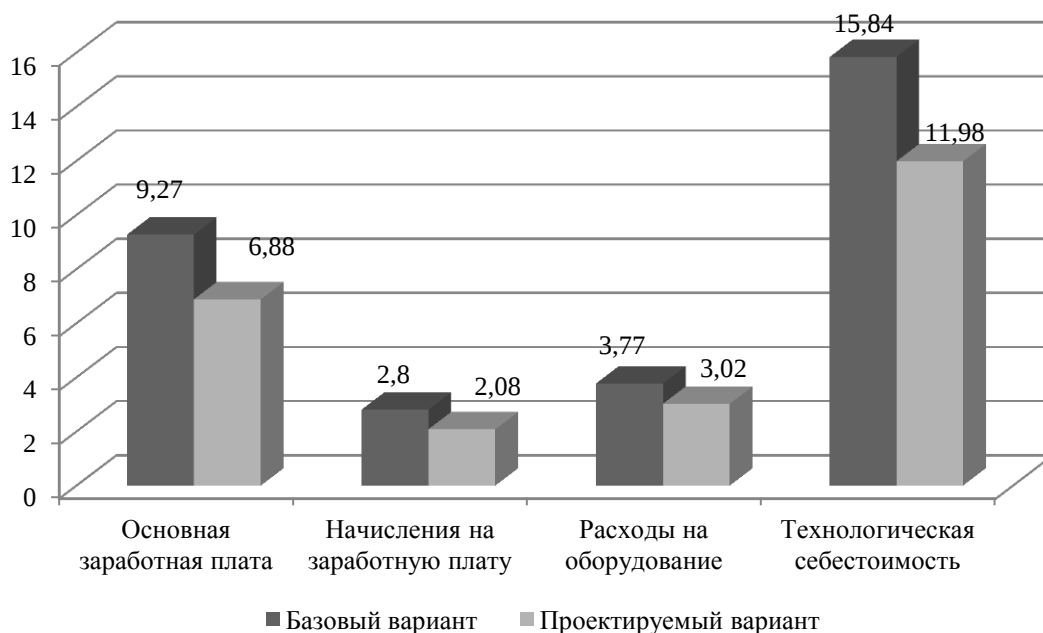


Рисунок 7 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 7), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 58% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [9]. Чтобы их рассчитать, используется «методика расчета показателей экономической эффективности

проектируемого варианта технологического процесса» [9]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 8.

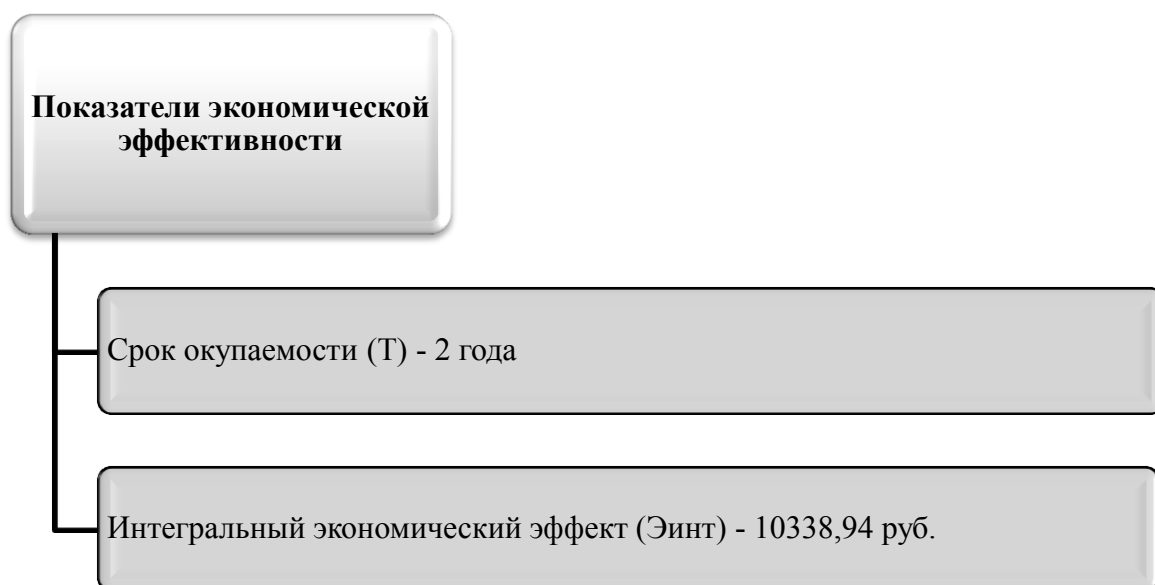


Рисунок 8 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Шкив». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 1033,94 рублей.

В данном разделе рассмотрены расчеты экономических показателей спроектированной технологии. Данные расчеты основаны на результатах проектирования предыдущих разделов и показали высокую эффективность спроектированной технологии.

Заключение

«Цель выполнения данной выпускной квалификационной работы заключалась в проектировании такой технологии изготовления шкива привода компрессора, которая обеспечит максимальные показатели технической и экономической эффективности производства детали в заданных условиях» [12]. «Для достижения данной цели были выполнены следующие мероприятия» [12]:

- «рассмотрены исходные данные характеристики типа производства, по результатам анализа которых сформулированы задачи, направленные на достижение цели работы» [12];
- спроектирована технология изготовления детали на основе характеристик типа производства. При этом произведено проектирование заготовки, плана изготовления детали и технологических операций на основе соответствующих методик проектирования и расчетов;
- рассмотрены технические средства, такие как клино-плунжерная оправка и токарный резец, что позволило устранить выявленные недостатки спроектированной технологии. Для этого проведено их проектирование на основе имеющихся методик с учетом конструктивных особенностей детали и характеристик ее материала;
- рассмотрены вопросы обеспечения безопасности спроектированной технологии и ее влияния на экологию. Результатом этого является выбор технических средств и технических мероприятий, направленных на устранение выявленных опасностей и рисков;
- «рассмотрены расчеты экономических показателей спроектированной технологии. Данные расчеты показали высокую эффективность спроектированной технологии» [12].

Список используемых источников

1. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра –Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 05.09.2024).
2. Бурчаков Ш. А. Технология машиностроения : учебное пособие / Ш. А. Бурчаков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346982> (дата обращения: 28.09.2024).
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
4. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
5. ГОСТ Р 53464 –2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 45 с.
6. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 03.10.2024).
7. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 15.09.2024).
8. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 25.09.2024).

9. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб. –метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти.: ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 02.10.2024).

10. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник для вузов / А. А. Маталин. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 512 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/399728> (дата обращения: 28.09.2024).

11. Пелевин В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва.: ИНФРА –М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 23.09.2024).

12. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 04.09.2024).

13. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб. –метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 16.09.2024).

14. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 18.09.2024).

15. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд.,

перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

16. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 11.09.2024).

17. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 592 с.

18. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1984. – 655 с.

19. Сысоев С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие для вузов / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 352 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/383858> (дата обращения: 16.09.2024).

20. Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 18.09.2024).

21. Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 23.09.2024).

22. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА –М;

Минск: Нов. знание, 2014. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/424209> (дата обращения: 18.09.2024).

23. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 18.09.2024).

24. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 12.09.2024).

Приложение А Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Директор																				
Взам																				
Подп																				
Разработал	Сильдин				ТГУ, кафедра ОТМП															
Проверил	Козлов																			
Утвердил					Шкив															
Н. контр																				
М01	СЧ20 ГОСТ 1412-85																			
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ							
		166	4,23	1		0,51	4112Х	φ184,7х87,7				1	8,33							
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа											
Б					Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт	
А03	XX XX XX 000				Заготовительная															
Б04					Литейная машина															
О5																				
А06	XX XX XX 005				4113 Токарная															
Б07	381101 Токарный 16К20ФЗ				3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1				5,53											
О 08	Точить поверхности 1, 3, 5, 6, 7, 8, 23, 24, 25, 26 в размер φ36 ^{+0,25} , φ60,844 _{0,3} , φ70 _{0,3} , φ134 ^{+0,5} , 84,2 _{0,3}																			
О 09	52,2 _{0,25} , 35 _{0,25} , 25 _{0,21}																			
Т 10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК8; 392190																			
Т11	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК8; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 ВК8; 393311																			
Т12	Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.																			
Т3																				
А 14	XX XX XX 010				4113 Токарная															
Б 15	381101 Токарный 16К20ФЗ				3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1				5,23											
О 16	Точить поверхности 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 в размер φ70 _{0,3} , φ134 ^{+0,5} , φ144 _{0,4} , φ180,3 _{0,4} , 82,4 _{0,3} .																			
МК																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
0 19	74,2 ^{+0,1} , 194 ^{+0,1}															
Т 20	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК8; 392190															
Т 21	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК8; 392190 Резец канавочный ГОСТ18879-73 ВК8; 392190 Резец															
Т 22	фасонный специальный ВК8; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89; 393110 Калибры.															
23																
А 24	XX XX XX 015 4121 Сверлильная															
Б 25	381210 Вертикально-сверлильный 2С125Ф2.3 17335 312 1Р 1 1 1 100 1 0,28															
0 26	Сверлить поверхность 9 в размер $\phi 10^{+0,15}$															
Т 27	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло $\phi 10$ ГОСТ10902-77 Р6М5; 393311															
Т 28	Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89															
29																
А 30	XX XX XX 020 4113 Токарная															
Б 31	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 0,96															
0 32	Точить поверхности 1, 2, 4, 5, 6 в размер $\phi 36^{+0,25}$, $\phi 60,288_{-0,074}^{+0,074}$, $81,6_{-0,12}^{+0,12}$, $49,6_{-0,1}^{+0,1}$, $2_{-0,1}^{+0,1} \times 45^\circ$.															
Т 33	396110 Оправка клиноплунжерная специальная; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК6; 392190															
Т 34	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК6; 394300 Скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75.															
35																
А 36	XX XX XX 025 4113 Токарная															
Б 37	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 5,59															
0 38	Точить поверхности 3, 10, 11, 13, 14, 20 в размер $\phi 37,2_{-0,062}^{+0,062}$, $\phi 180_{-0,16}^{+0,16}$, $80,8_{-0,12}^{+0,12}$, $75_{-0,12}^{+0,12}$, $54,6_{-0,12}^{+0,12}$.															
Т 39	396190 Патрон цанговый ГОСТ2877-80; 392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 ВК6; 392190															
Т 40	Резец расточной ГОСТ18879-73 ВК6; 392190 Резец фасонный специальный ВК6; 394300 Скоба															
Т 41	индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88; 393110 Калибры.															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Цех						Уч		РМ		Опер		Код, наименование операции		Обозначение документа																	
Б						Код, наименование оборудования				СМ		проф.		Р		УТ		КР		КОИД		ЕН		ОП		Кшт		Тпоз		Тшт	
А 42						XX XX XX 030 4182 Протяжная																									
Б 43						381753 Вертикально-протяжной 7565 3 18219 422 1Р 1 1 1 100 1 0,46																									
О 44						Протянуть поверхности 18, 19 в размер 43,6 ^{+0,25} , 12±0,021.																									
Т 45						396190 Адаптер; 392351 Протяжка шпоночная ГОСТ 18217-90 Р9; 393110 Калибры.																									
46																															
А 47						XX XX XX 035 4113 Токарная																									
Б 48						381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 1,35																									
О 49						Точить поверхности 1, 5, 6 в размер $\phi 60^{+0,031}_{0,032}$, 80,4 _{0,12} , 48,4 _{0,1} .																									
Т 50						396110 Оправка клиноплунжерная специальная; 392190 Резец контурный специальный ВК4; 394300																									
Т 51						Скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75.																									
52																															
А 53						XX XX XX 040 4113 Токарная																									
Б 54						381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 4,5																									
О 55						Точить поверхности 3, 11, 13 в размер $\phi 38^{+0,025}_{0,025}$, 80 _{0,12} , 74,2 _{0,12} , 53,8 _{0,12} .																									
Т 56						396190 Патрон цанговый ГОСТ 2877-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 ВК4; 392190 Резец																									
Т 57						фасонный специальный ВК4; 394300 Скоба индикаторная СИ-100 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер																									
Т 58						НМ-50 ГОСТ 10-88; 393110 Калибры.																									
59																															
А 60						XX XX XX 045 Моечная																									
61																															
А 62						XX XX XX 050 Контрольная																									
63																															
64																															
МК																															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Сильдин			ТГУ							
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП							
Н.контр.				Шкив					Цех	Уч.	Р.М.
											Опер.
											015
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Сверлильная		СЧ20 ГОСТ 1412-85			166	4,23	Ø164,7х87,7		8,33	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тр	ТБ	Тпр	Тшт	Слож			
2С125Ф2				0,13			0,28	Угловая-1			
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v		
01	1. Установить заготовку										
Т.ф.	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверла Ø10 ГОСТ10902-77 Р6М5.										
02	2. Сверлить поверхность 9 выдерживая размеры согласно эскиза.										
Р.ф.	1			5,0			0,45	800	25		
Т.ф.	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.										
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											

Продолжение таблицы А.1

Дүб.															
Взам.															
Пабп.															

Разраб.	Сильдин			ТГУ Кафедра ОТМН			
Проверил	Козлов						
И контр.					Шкув		БР 015

$\sqrt{Ra\ 12,5}$

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Сильдин										
Проверил	Козлов										
Н.контр.											
Шкив										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										035	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная		СЧ20 ГОСТ 1412-85			166	4,23	Ø164,7х87,7		8,33	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож			
16К20Ф3				1,08			1,35	Угрюнов-1			
		пи	о или в	l	f	i	s	p	v		
01	1. Установить заготовку										
т. 02	396110 Оправка клиноплунжерная специальная; 392190 Резец контурный специальный ВК4.										
03	2. Точить поверхности 1, 5, 6 выдерживая размеры согласно эскиза										
Р. 04		1			0,152		0,04	1200	226		
т. 05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.										
06											
07											
08											
09											
10											

Продолжение таблицы А.1

Дубл.											
Взам.											
Подл.											

Разраб.	Сулъдин			ТГЧ			
Проверил	Казлов			Кафедра ОТМП			
Н.контр.				Шкив		БР	035

◎	0,02	A
/φ	0,016	

√ Ra 1,25 (√)

	0,03	A
--	------	---

	0,03	A
--	------	---

Спецификации к сборочным чертежам

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.029.65.00.000			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Оправка			
									клиноплунжерная			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит. Лист Листов			
									1 2			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТГУ, ИМ			
									гр. ТМБД-1901а			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат А4			

Продолжение таблицы Б.1

57

Продолжение таблицы Б.1

58