

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления фланца замка запирающего устройства

Обучающийся

Е.И. Томасеевич

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.А. Козлов

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Технологический процесс изготовления фланца замка запирающего устройства». Работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка состоит из введения, пяти основных разделов, заключения, списка используемых источников и приложений. Объем пояснительной записки 62 страниц. Графическая часть состоит из 7 чертежей формата А1.

В каждом разделе работы решены конкретные задачи, что позволило достигнуть цели работы, которая заключается в проектировании технологии изготовления фланца замка запирающего устройства, которая обеспечит выпуск годовой программы деталей, отвечающих всем техническим требованиям в заданных производственных условиях и обеспечит минимальные затраты на изготовление.

Введение работы содержит обоснование актуальности выбранной темы и формулировку ее цели. Первый раздел содержит результаты анализа выполняемых деталью функций, условий ее эксплуатации, анализ технологических показателей и формулировку задач работы. Второй раздел содержит решение технологических задач. Решены задачи выбора метода получения и проектирования заготовки, проектирования маршрута и плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и проектирования технологических операций. Третий раздел содержит технические решения, направленные на проектирование специальных средств технологического оснащения. Решены задачи проектирования цангового патрона и проектирования токарного резца усовершенствованной конструкции. Четвертый раздел содержит решение задач по обеспечению пожарной, экологической и производственной безопасности. Пятый раздел содержит оценку экономических показателей спроектированной технологии изготовления.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	5
1.1 Функции и условия эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ детали на технологичность.....	6
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	8
1.4 Постановка задач.....	10
2 Проектирование технологического процесса.....	11
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование.....	11
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	21
2.4 Проектирование технологических операций.....	24
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	27
3.1 Проектирование цангового патрона.....	27
3.2 Проектирование токарного резца.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	47
Список используемых источников.....	48
Приложение А Технологическая документация.....	51
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	60

Введение

В энергетических машинах для блокировки самопроизвольного вращения вала турбины используются специальные запирающие устройства. Необходимость данных устройств обусловлена необходимостью проведения планового технического обслуживания, плановых и внеплановых ремонтов данных машин. Вращение вала турбины в процессе ремонта может привести к повреждению лопаток, замков лопаток, подшипников и других элементов конструкции. Учитывая стоимость данных машин, запирающее устройство является важным элементом.

Ввиду конструктивных особенностей, таких как ограниченные габариты устройства, повышенные требования по надежности, все входящие в конструкцию устройства детали имеют жесткие технические требования, в том числе и рассматриваемая в данной работе крышка. Выполнение данных требований должно быть обеспечено на стадии изготовления деталей.

В ходе проектирования технологии следует учесть особенности типа производства, такие как используемое оборудование, средства технологического оснащения, организационные особенности и ряд других. Это позволит обеспечить выпуск необходимого количества деталей в строго заданные сроки. Кроме того, закладываемые на стадии проектирования технологические и технические решения существенно влияют на экономические показатели производства, что требует использования оптимальных решений.

Таким образом, цель выпускной квалификационной работы, заключается в проектировании технологии изготовления фланца замка запирающего устройства, которая обеспечит выпуск годовой программы деталей, отвечающих всем техническим требованиям в заданных производственных условиях и обеспечит минимальные затраты на изготовление.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Функции и условия эксплуатации детали

Функциональным назначением детали является установка в ней исполнительного блокирующего механизма. Для этого в конструкции детали предусмотрены отверстия под установку крепежных элементов, а также паз на торцевой поверхности и сегментный вырез на наружной цилиндрической поверхности. В корпусе деталь базируется по цилиндрической поверхности, торца и лыски.

Условия эксплуатации детали характеризуются в основном воздействием внутренних факторов. Это объясняется тем, что деталь находится в закрытом корпусе и работает в условиях нормальной смазки. Из внешних факторов негативное влияние могут оказывать повышенные температуры, возникновение которых возможно вследствие особенностей работы энергетических машин. Однако, данное воздействие носит кратковременный характер и не может оказать серьезного воздействия на выполнение машиной ее функционального назначения.

Механические нагрузки, воздействующие на крышку, как правило, незначительные по величине и имеют одно направление. Исключением являются случаи ошибок при проведении обслуживания, то есть попытки поворота вала без отключения блокирующего устройства. В этом случае возможно возникновение кратковременных значительных нагрузок.

Определенную опасность для детали представляют различного рода технологические жидкости, обеспечивающие работу других механизмов энергетической машины, а также используемые в производственном помещении. Это может привести к повреждению поверхностей детали, возникновению очаговой коррозии и как следствие сокращению срока службы детали.

1.2 Анализ детали на технологичность

Критериями общей технологичности детали являются следующие показатели: «технологичность материала, технологичность конструкции, технологичность механической обработки» [15].

Технологичность материала определяется его свойствами. «Деталь изготавливается из СЧ–20 ГОСТ 1412–85, который имеет следующее содержание основных химических элементов: от 3,3% до 3,5% углерода, от 1,4% до 2,4% кремния, от 0,7% до 1,0% марганца, не более 0,15% серы, не более 0,2% фосфора, около 93% железа» [5]. «Механические свойства стали: предел прочности на растяжение 200 МПа, твердость по шкале Бринелля от 160 до 180 единиц» [5]. Материал выбран исходя из служебного назначения детали, поэтому заменить его более дешевым не представляется возможным. Приведенные свойства материала позволяют сделать заключение о его хорошей обрабатываемости резанием. Это позволит применять стандартные методы механической обработки. Кроме того материал обладает хорошими литейными свойствами, что позволит применять для получения заготовок достаточно точные и производительные методы литья.

Технологичность конструкции детали оценим на основе анализа функционального назначения ее поверхностей, выполненного по данным [7]. Для этого на рисунке 1 приведем эскиз детали и каждой поверхности детали присвоим свой номер. Далее все поверхности классифицируем по назначению: «основные конструкторские базы 12, 15, 22, вспомогательные конструкторские базы 4, 11, 20, 21, исполнительные поверхности 2, 4, 16, 25, свободные все оставшиеся» [7]. Данная классификация показала, что количество ответственных поверхностей, имеющих высокие требования по точности изготовления, относительно невелико. При этом данные поверхности образованы простейшими геометрическими фигурами, такими как цилиндры и плоскости.

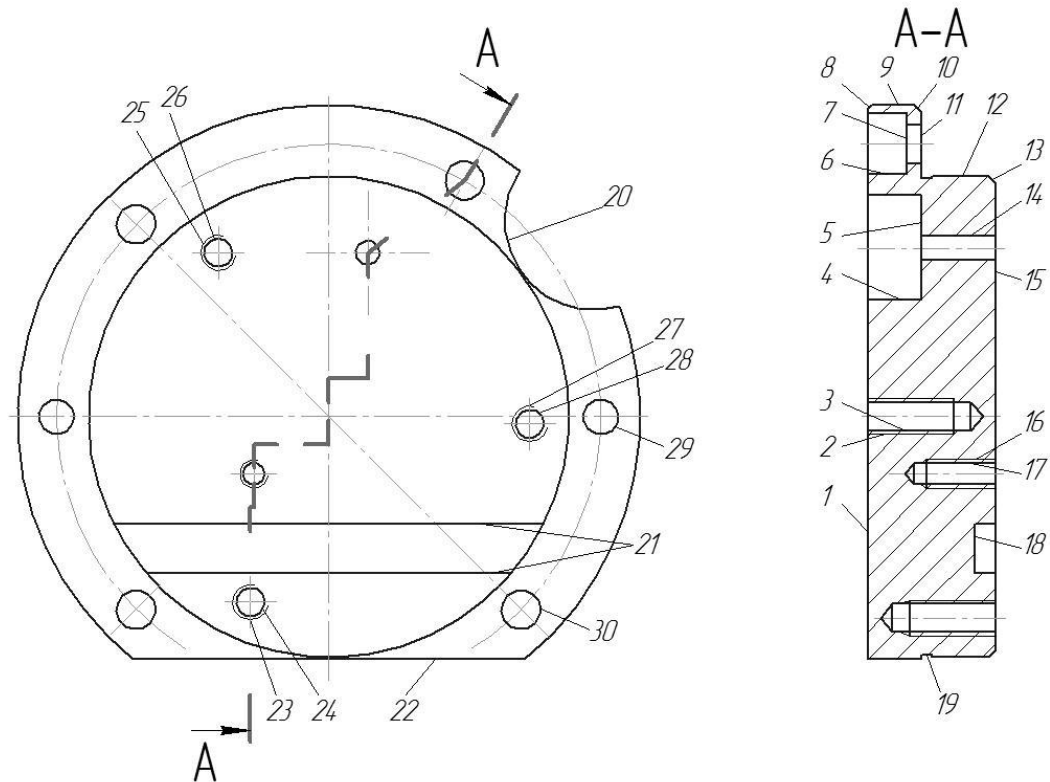


Рисунок – 1 Эскиз крышки

Следовательно, для их получения могут быть применены стандартные методы механической обработки. Следует заметить, что в данном случае достаточно применения методов лезвийной обработки, что существенно сократит затраты на обработку. Конфигурация детали также позволяет вести одновременную обработку нескольких поверхностей.

Механическая обработка поверхностей детали может считаться технологичной. Это объясняется тем, что заданные чертежом детали параметры точности размеров, отклонения формы и взаимного расположения поверхностей, качества обработки поверхностного слоя могут быть достигнуты с применением стандартных средств оснащения. К такому оборудованию относятся технологическое оборудование нормальной и повышенной точности, а также стандартные и унифицированные станочные приспособления и режущий инструмент. Припуски на обработку могут быть минимизированы за счет соблюдения при разработке схем базирования

принципов единства и постоянства технологических баз.

Общая технологичность детали, исходя из анализа в соответствии с принятыми критериями, может быть признана удовлетворительной.

1.3 Определение типа производства и его характеристик

Тип производства определяет дальнейшую стратегию проектирования технологического процесса и его экономическую эффективность. Для корректного определения типа производства применяется показатель коэффициента закрепления операций. Определение коэффициента закрепления операций основано на знании числа операций, выполняемых на участке и числа рабочих мест. В данном случае их определение не представляется возможным, так как отсутствует технологический процесс. Согласно рекомендациям [12] в таком случае тип производства может быть определен по методике, которая требует знания массы детали и годовой производственной программы. «В соответствии с данной методикой при годовой программе выпуска равной 7000 деталей и массе 5,94 кг тип производства среднесерийный» [12].

Среднесерийный тип производства по данным [12] имеет следующие характеристики:

- применимые стратегии проектирования техпроцесса последовательная, циклическая, линейная, разветвленная, жесткая и адаптивная;
- форма выпуска деталей партиями;
- технология изготовления детали проектируется на базе типового техпроцесса;
- формирование маршрута обработки производится по принципу экстенсивной концентрации операций, в обоснованных случаях допускается применение интенсивной концентрации операций;
- оформление технологии изготовления производится в маршрутном

виде, при соответствующем обосновании допускается в маршрутно-операционном виде;

- заготовка может быть получена из проката, методами литья или штамповки;
- технологические операции планируются с учетом технологических возможностей оборудования;
- определение припусков на обработку поверхностей по переходам на основе расчетно-аналитического метода или с применением статистических данных;
- нормирование операций подетально на основе опытно-статистических данных;
- достижение точности обработки методом пробных ходов и промеров и метод работы на настроенном оборудовании, допускается применение средств активного контроля;
- разработка схем базирования заготовок с соблюдением принципов постоянства и единства баз;
- предпочтительно использование универсальных средств технологического оснащения, допускается использование специализированных и специальных средств оснащения;
- расстановка оборудования на участках осуществляется с учетом типов и размеров станков по группам;
- основные производственные рабочие должны обладать высокой квалификацией.

Приведенные характеристики среднесерийного типа производства являются основой для дальнейшего проектирования техпроцесса, и их следует учитывать при разработке последующих разделов данной выпускной квалификационной работы.

1.4 Постановка задач

Исходя из цели работы, анализа функций и условий эксплуатации детали, а также характеристик производства в ходе выполнения данной работы необходимо решить следующие задачи.

Выбрать метод получения на основе экономического анализа возможных методов получения и проектирование заготовки на основе определения маршрутов обработки поверхностей и расчета припусков на обработку. Провести проектирование маршрута и плана изготовления детали. Выбрать средства технологического оснащения. Спроектировать технологические операции на основе определения режимов резания и нормирования операций. Разработать специальные средства технологического оснащения, такие как станочное приспособление и режущий инструмент. Обеспечить пожарную, экологическую и производственную безопасность. Провести оценку экономических показателей спроектированной технологии изготовления.

Сформулированные задачи необходимо решить в ходе дальнейшего выполнения работы.

Выполнение данного раздела выпускной квалификационной работы позволило сформулировать задачи работы, выполнение которых необходимо для достижения ее цели. Формулировка задач основана на анализе выполняемых деталей функций, условий эксплуатации, технологических показателей, а также на определении и анализе типа производства.

2 Проектирование технологического процесса

2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

Выбор методов получения заготовки ограничивается рядом факторов. Среди них тип производства, физико-механические свойства материала детали, конструктивные особенности детали, габариты, наличие требований к внутренней структуре материала детали. Проанализировав имеющиеся данные, приходим к выводу, что в данном случае основным ограничивающим фактором являются физико-механические свойства материала детали, которые ограничивают выбор метода получения заготовки методами литья. Дальнейший анализ литературы [3] показал, что в условиях среднесерийного типа производства с учетом габаритных характеристик детали целесообразно получение заготовки методами литья в землю или литья в кокиль.

«Выбор метода получения заготовки производится путем расчета технологической себестоимости изготовления детали из заготовок полученных сравниваемыми методами» [3]. «Расчет производится по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – приведенные затраты метода получения заготовки, руб.;

$C_{МЕХ}$ – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

$C_{ОТХ}$ – цена одного кг стружки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [3].

«Определение приведенных затрат метода получения заготовки производится с использованием выражения:

$$C_{\text{ЗАГ } i} = C_6 \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{П}}, \quad (2)$$

где i – индекс метода получения заготовки;

C_6 – базовая стоимость получения одного кг заготовок, рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент, характеризующий точность метода;

h_C – коэффициент, характеризующий сложности метода;

h_B – коэффициент, характеризующий массу заготовки полученной данным методом;

h_M – коэффициент, характеризующий марку материала;

$h_{\text{П}}$ – коэффициент, характеризующий программу выпуска» [3].

Здесь и далее принимаем индекс метода получения заготовки 1 для литья в землю и 2 для литья в кокиль.

$$C_{\text{ЗАГ } 1} = 43,47 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,69 \text{ р.}$$

$$C_{\text{ЗАГ } 2} = 43,47 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,91 \cdot 1,0 \cdot 0,52 = 15,26 \text{ р.}$$

«Масса заготовки с достаточной для проектного варианта точностью может быть рассчитана по формуле:

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

где K_p – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали» [3].

Определение массы детали произведем путем проведения твердотельного моделирования в программе «Компас 3D», которая содержит встроенный модуль определения массо-центровых характеристик. В результате моделирования определяем, что масса детали равна 5,94 кг.

По формуле (3) рассчитываем массу заготовок, полученных различными методами.

$$Q_1 = 5,94 \cdot 1,5 = 8,91 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 5,94 \cdot 1,4 = 8,32 \text{ кг.}$$

«Приведенные затрат на снятие стружки рассчитываются по формуле:

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

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

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

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [3].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

С использованием формулы (1) выполняем расчет технологической себестоимости изготовления детали из заготовок полученных сравниваемыми методами.

$$C_{\text{Т1}} = 27,69 \cdot 8,91 + 6,04 \cdot (8,91 - 5,94) - 1,4 \cdot (8,91 - 5,94) = 264,7 \text{ р.}$$

$$C_{\text{Т2}} = 15,26 \cdot 8,32 + 6,04 \cdot (8,32 - 5,94) - 1,4 \cdot (8,32 - 5,94) = 138 \text{ р.}$$

Технологическая себестоимость изготовления детали из заготовки, полученной методом литья в кокиль ниже. Следовательно, выбираем данный метод получения заготовки для проведения дальнейшего проектирования. При этом экономический эффект составит:

$$\text{Э} = (C_{\text{Т2}} - C_{\text{Т1}}) \cdot N. \quad (5)$$

$$\text{Э} = (264,7 - 138) \cdot 7000 = 886900 \text{ р.}$$

Проектирование заготовки проводится в следующей последовательности. На первом этапе выбираются маршруты обработки поверхностей детали. Затем, на основе выбранных маршрутов определяются припуски на механическую обработку поверхностей. Далее определяются параметры заготовки, включая напуски и допуски на размеры. На заключительном этапе проектирования заготовки выполняется ее рабочий чертеж.

Выбор маршрутов обработки поверхностей задача многофакторная на решение которой оказывают влияние материал заготовки, форма поверхности, требуемая точность выполнения размера, требуемое качество обработки поверхности. Как правило, для достижения требуемых параметров обработки могут быть использованы несколько вариантов маршрутов обработки. Выбор оптимального варианта производится на основе расчета экономических затрат для каждого варианта. Данный подход требует тщательной проработки всей технологии изготовления, что на стадии проектирования заготовки нецелесообразно и требует больших затрат времени. Другой подход к определению оптимального маршрута обработки поверхности заключается в сравнении суммарных удельных затрат для каждого маршрута, которые определяются по данным [22]. Результаты определения маршрутов обработки поверхностей для рассматриваемой детали с использованием данной методики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Форма поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, Ra мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	1,6	т, фч, фт
2	винтовая	7	6,3	рн
3	цилиндрическая	12	6,3	с
4	цилиндрическая	8	1,6	с, фч, фт
5	плоская	12	6,3	ф, фч
6	цилиндрическая	12	6,3	с, ф
7	плоская	12	6,3	ф
8	коническая	12	6,3	тч
9	цилиндрическая	12	6,3	т
10	коническая	12	6,3	тч
11	плоская	12	1,6	т, тч, тг
12	цилиндрическая	6	1,6	т, тч, тг
13	коническая	12	6,3	тч
14	цилиндрическая	12	6,3	с
15	плоская	12	1,6	т, тч, тг
16	винтовая	7	6,3	рн
17	цилиндрическая	12	6,3	с
18	плоская	12	6,3	ф
19	цилиндрическая	12	6,3	тч
20	цилиндрическая	12	6,3	ф

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Форма поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, Ra мкм	Последовательность обработки
21	плоская	8	1,6	ф, фч, фт
22	плоская	12	1,6	ф, фч, фт
23	винтовая	7	6,3	рн
24	цилиндрическая	12	6,3	с
25	винтовая	7	6,3	рн
26	цилиндрическая	12	6,3	с
27	винтовая	7	6,3	рн
28	цилиндрическая	12	6,3	с
29	цилиндрическая	12	6,3	с
30	цилиндрическая	12	6,3	с

В таблице 1 применены следующие сокращения названий методов обработки: т – черновое точение; тч – чистовое точение; тт – тонкое точение; ф – черновое фрезерование; фч – чистовое фрезерование; фт – фрезерование тонкое; рн – резьбонарезание; с – сверление.

На основе полученных маршрутов обработки поверхностей производим определение припусков на их обработку. Исходя из типа производства возможны два варианта определения припусков. Первый вариант определение припусков по переходам на основе расчетно-аналитического метода [20]. Второй вариант определение припусков с применением статистических данных [18]. Конкретный вариант определения припусков зависит от требуемой точности выполнения размера. Расчетно-аналитический метод применяется в случае необходимости получения высокой точности обработки. Чаще всего от шестого квалитета. В этом случае необходимость проведения точных расчетов объясняется минимальными допусками на конечный размер и большим количеством технологических переходов. Определение припусков с применением статистических данных применяется для относительно неточных поверхностей. Данное решение позволит существенно ускорить процесс проектирования при незначительном завышении значений припусков, что важно в условиях среднесерийного типа производства.

Исходя из сказанного припуски на обработку поверхности диаметром 152 мм с точностью выполнения размера $h6(-0,025)$ рассчитываем расчетно-аналитическим методом [20].

«Расчет минимального значения припуска выполняется с использованием выражения:

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

где i – текущий переход;

$i - 1$ – предыдущий переход;

a – глубина дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм» [20].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,6^2 + 0,025^2} = 0,901 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,303 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,276 \text{ мм} \gg [20].$$

«Расчет максимального значения припуска выполняется с использованием выражения:

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

где Td_i – допуск на выполнение текущего перехода, мм;

Td_{i-1} – допуск на выполнение предыдущего перехода, мм» [20].

$$\ll z_{1max} = z_{1min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,901 + 0,5 \cdot (2,4 + 0,4) = 2,301 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,303 + 0,5 \cdot (0,4 + 0,063) = 0,535 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_2 + Td_3) = 0,276 + 0,5 \cdot (0,063 + 0,025) = 0,32 \text{ мм} \gg [20].$$

«Расчет среднего значения припуска выполняется с использованием выражения:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5(z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [20]$$

$$\ll z_{\text{ср}1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (2,301 + 0,901) = 1,601 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,535 + 0,303) = 0,419 \text{ мм.}$$

$$z_{\text{ср}3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,32 + 0,276) = 0,298 \text{ мм} \gg [20].$$

«Для определения размеров поверхности на каждом переходе механической обработки используются следующие выражения:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}, \quad (9)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}, \quad (10)$$

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (11) \gg [20]$$

«В соответствии с рекомендациями принятой методики расчет размеров начинаем с последнего перехода.

$$d_{3 \max} = 152,000 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \min} = 151,975 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{3 \max} + d_{3 \min}) = 0,5 \cdot (152,0 + 151,975) = 151,988 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \min} = d_{3 \min} + 2 \cdot z_{3 \min} = 151,975 + 2 \cdot 0,276 = 152,527 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \max} = d_{2 \min} + Td_2 = 152,52 + 0,063 = 152,59 \text{ мм.}$$

$$d_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5(152,59 + 152,527) = 152,559 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \min} = d_{2 \min} + 2 \cdot z_{2 \min} = 152,527 + 2 \cdot 0,303 = 153,133 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \max} = d_{1 \min} + Td_1 = 153,133 + 0,4 = 153,533 \text{ мм.}$$

$$d_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5(153,533 + 153,133) = 153,333 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \min} = d_{1 \min} + 2 \cdot z_{1 \min} = 153,133 + 2 \cdot 0,901 = 154,935 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \max} = d_{0 \min} + Td_0 = 154,935 + 2,4 = 157,335 \text{ мм.}$$

$$d_{0 \text{ ср}} = 0,5(d_{2 \max} + d_{2 \min}) = 0,5 \cdot (157,335 + 154,935) = 156,135$$

мм» [20].

«Суммарные припуски на обработку определяются по выражениям:

$$2z_{\min} = d_{0 \max} - d_{3 \min}, \quad (12)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_3, \quad (13)$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}). \quad (14)» [20]$$

$$«2z_{\min} = 157,335 - 151,975 = 5,36 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 5,36 + 2,4 + 0,025 = 7,785 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{ср}} = 0,5 \cdot (5,36 + 7,785) = 6,573 \text{ мм}» [20].$$

Точность остальных поверхностей детали позволяет определять припуски на них с использованием статистических данных [18].

В этом случае минимально допустимый припуск определяется исходя из требуемой точности обработки и технологических возможностей метода обработки, а максимально допустимый припуск рассчитывается исходя из допусков на выполнение размеров на текущей и предшествующей операциях.

С целью упрощения дальнейшего использования полученных данных сводим их в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Наименование перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	точение черновое	2,0	2,825	2,413
	фрезерование чистовое	1,0	1,215	1,108
	фрезерование тонкое	0,4	0,58	0,49
4	фрезерование чистовое	0,5	0,675	0,588
	фрезерование тонкое	0,15	0,22	0,185
5	фрезерование чистовое	0,5	0,75	0,625
	фрезерование тонкое	0,15	0,365	0,258
9	точение черновое	2,8	4,63	3,715
11	точение черновое	2,0	2,89	2,445
	точение чистовое	1,0	1,18	1,09
	точение тонкое	0,4	0,58	0,49
15	точение черновое	1,9	2,725	2,313
	точение чистовое	1,0	1,215	1,108
	точение тонкое	0,4	0,58	0,49
20	фрезерование черновое	2,8	3,905	3,353
21	фрезерование чистовое	1,2	1,325	1,263
	фрезерование тонкое	0,5	0,549	0,525
22	фрезерование чистовое	2,0	3,35	2,675
	фрезерование тонкое	1,2	1,5	1,35
	фрезерование тонкое	0,5	0,8	0,65

Следующим этапом проектирования заготовки является определение ее параметров. Для этого используются рекомендации и данные [6]. Допуски на размеры заготовки и напуски определяются в зависимости от номинальных размеров заготовки и ее характеристик. Результаты их определения приведены на чертеже заготовки.

На заключительном этапе проектирования заготовки выполняем ее рабочий чертеж, приведенный в графической части данной выпускной квалификационной работы. Рабочий чертеж заготовки проектируется по рекомендациям [3].

2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали

«Среднесерийный тип производства предполагает проектирование технологического процесса изготовления детали на базе типовых

техпроцессов изготовления деталей данного класса» [7], [12], [15]. Формирование маршрута обработки детали производится по принципу экстенсивной концентрации операций, в обоснованных случаях допускается применение интенсивной концентрации операций. Операции формируем с учетом маршрутов обработки поверхностей, приведенных в таблице 1 и условия обеспечения однородности методов обработки. Результаты проектирования маршрута изготовления детали, с учетом рекомендаций [17], представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Операция	Содержание операции	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	11, 12, 15
010 Токарная	точение	1, 9
015 Многооперационная	сверление, фрезерование	2, 3, 4, 5, 6, 7, 20, 22, 29, 30
020 Многооперационная	сверление, фрезерование	16, 17, 18, 21, 25, 26, 27, 28
025 Токарная	точение	10, 11, 12, 13, 15, 19
030 Многооперационная	сверление, фрезерование	1, 4, 5, 22
035 Фрезерная	фрезерование	18, 21
040 Токарная	точение	11, 12
045 Моечная	мойка	все
050 Контрольная	контроль	все

План изготовления детали в виде графического оформляется по рекомендациям [17]. План изготовления отражает приведенный в таблице 3 маршрут изготовления детали, содержит эскизы выполнения операций, схемы базирования на операциях, операционные размеры, допуски на операционные размеры, величины отклонения форм и расположения поверхностей и требования по шероховатости поверхностей.

Операционные эскизы отражают структуру выполнения операции и разрабатываются по рекомендациям [17]. Схемы базирования проектируются с учетом обеспечения принципов единства и постоянства баз на основе типовых схем и рекомендаций [17]. Операционные размеры назначаются в соответствии с принятой на операции схемой базирования. Допуски на

операционные размеры рассчитываются в зависимости от точности применяемого на операции метода обработки и принятой схемы базирования в соответствии с рекомендациями [17]. Величины отклонения форм и расположения поверхностей и требования по шероховатости поверхностей назначаются исходя из принятого на операции метода обработки, с учетом геометрических параметров детали, в соответствии с рекомендациями [17].

Результаты проектирования маршрута изготовления детали также используются при проектировании маршрутной карты, приведенной в приложении А данной выпускной квалификационной работы.

2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса

В среднесерийном производстве предпочтительно использование универсального оборудования и средств технологического оснащения, допускается использование специализированных и специальных средств оснащения.

Основные критерии при выборе оборудования: соответствие типу производства, соответствие размеров рабочей зоны габаритам обрабатываемой заготовки, реализация заданного метода обработки, соответствие точности обработки, возможность обеспечения необходимых режимов резания, реализация необходимой структуры операции. Модели оборудования выбираем по данным [8], [19].

Основные критерии при выборе станочных приспособлений: соответствие типу производства, реализация принятой на операции схемы базирования, механизация процесса закрепления, высокое быстродействие, надежное закрепление, точность установки соответствующая требуемой точности на операции. Тип и размеры станочных приспособлений выбираем по данным [10], [19], [21].

Основные критерии при выборе режущего инструмента: соответствие типу производства, соответствие методу обработки, обеспечение заданной

стойкости, обеспечение требуемой точности обработки, обеспечение требуемой шероховатости поверхностей, обеспечение необходимых режимов резания, реализация необходимой структуры операции. Типоразмеры режущего инструмента выбираем по данным [9], [14], [19].

Основные критерии при выборе средств контроля: соответствие типу производства, надежность, обеспечение требуемых диапазонов и точности контроля, универсальность, возможность получения результатов контроля в абсолютных величинах. Модели средств контроля и их размеры выбираем по данным [2], [19].

Результаты выбора оборудования и средств технологического оснащения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Оборудование и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарный с ЧПУ HAAS SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец контурный CNMG 16 06 12-KR GC3210 «Sandvik»	штангенциркуль ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарный с ЧПУ HAAS SL-10	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	резец контурный CNMG 16 06 12-KR GC3210 «Sandvik»	штангенциркуль ГОСТ 166-89
015 Многооперационная	вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF-2	патрон цанговый	фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 «Sandvik», сверло R842-1200-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-0700-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-0860-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-1090-30-A1A GC1210 «Sandvik», фреза R217.14C075150AK21 N GC1630 «Sandvik», фреза R216.24-	штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88, калибры

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Режущий инструмент	Средства контроля
			08050BCC13P GC1640 «Sandvik», фреза R216.24–12050BCC19P GC1640 «Sandvik»	
020 Многооперационная	вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF–2	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351–80	сверло R842–0860–30–A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842–0690–30–A1A GC1210 «Sandvik», фреза R217.14C075150AK21 N GC1630 «Sandvik»	штангенциркуль ГОСТ 166–89, калибры
025 Токарная	токарный с ЧПУ HAAS SL–10	патрон цанговый	резец токарный контурный TNMG 16 04 04–KF GC3215 «Sandvik», резец токарный канавочный N123G2–0300–0002–GF GC1125 «Sandvik»	скоба рычажная ГОСТ 11098–75
030 Многооперационная	вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF–2	патрон цанговый	фреза R/L262.4–125A–15 GC1020 «Sandvik», фреза R216.24–12050CCC19P GC1640 «Sandvik», фреза R215.36–16050–AC32L GC1620 «Sandvik»	нутромер ГОСТ10–88, калибры
035 Фрезерная	вертикально–фрезерный с ЧПУ HAAS TM–1	патрон цанговый	фреза R216.24–12050CCC19P GC1640 «Sandvik», фреза R215.36–16050–AC32L GC1620 «Sandvik»	нутромер ГОСТ10–88, калибры
040 Токарная	токарный с ЧПУ HAAS SL–10	патрон цанговый	резец токарный контурный B14M7K25 специальный	скоба рычажная ГОСТ 11098–75

Выбранные оборудование и средства технологического оснащения заносим в технологическую документацию, которая представлена в приложении А, а также в виде плана обработки и технологических наладок в графической части работы. Полученные данные также будем использовать для проектирования технологических операций и для совершенствования технологического процесса.

2.4 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций осуществляется на основе плана изготовления детали с учетом принятой структуры каждой отдельно взятой операции и рекомендаций [16].

Для проектирования технологических операций также необходимо определить режимы их выполнения и провести их нормирование. В условиях среднесерийного типа производства определение режимов резания производится на основе расчетно-аналитического метода, а нормирование операций выполняется подетально на основе опытно-статистических данных.

При назначении режимов резания учтем использование высокопроизводительного инструмента на ряде операций лезвийной обработки, для которого стандартная методика даст заниженные результаты. Поэтому для этих операций режимы резания определим по данным [9].

Нормирование операций выполняется подетально на основе опытно-статистических данных [13].

«Выполнение нормирования технологических операций заключается в определении штучно-калькуляционного времени на их выполнение по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (15)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – подготовительно–заключительное время выполнения операции, мин;

n_3 – размер партии деталей, шт» [13].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (16)$$

где T_o – основное время выполнения операции, мин;

T_B – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{п}$ – время на личные потребности, мин» [13].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (17)$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [13].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [13].

Определенные в соответствии с принятыми методиками режимы резания на выполнение операций и результаты нормирования операций представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
005	1	0,55	360	584	0,64	1,34
010	1	0,55	360	584	0,61	1,31
015	1	0,276	105	1670	0,38	2,6
	2	0,5	150	3980	0,04	
	3	0,3	100	4550	0,03	
	4	0,4	100	3700	0,02	
	5	0,4	120	3500	0,03	

Продолжение таблицы 5

Номер операции	Номер перехода	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Основное время, мин	Штучно-калькуляционное время, мин
	6	0,5	36	950	0,25	
	7	0,064	105	4100	1,33	
020	1	0,124	105	2780	0,41	2,09
	2	0,4	100	3700	0,08	
	3	0,4	120	3500	0,03	
	4	0,5	36	950	1,15	
025	1	0,2	300	489	1,35	1,83
	2	0,06	150	318	0,11	
030	1	1,7	320	900	0,77	1,79
	2	0,124	130	3450	0,54	
	3	0,22	100	9810	0,12	
035	1	0,124	130	3450	0,33	1,12
	2	0,22	100	9810	0,09	
040	1	0,1	380	300	3,26	4,08

Результаты определения режимов резания и выполнения нормирования технологических операций заносим в технологическую документацию, которая представлена в таблице А.1 приложения А, в виде маршрутной карты и операционных карт, а также на технологические наладки в графической части работы.

Выполнение данного раздела выпускной квалификационной работы позволило решить следующие технологические задачи. Произведены выбор метода получения на основе экономического анализа возможных методов получения и проектирование заготовки на основе определения маршрутов обработки поверхностей и расчета припусков на обработку. Спроектирован маршрут и план изготовления детали. Выбраны средства технологического оснащения. Спроектированы технологические операции на основе определения режимов резания и нормирования операций. Оформлена соответствующая технологическая документация.

Проектирование механизированного токарного патрона производим по методике [20], [21]. Алгоритм проектирования следующий. Сначала необходимо определить составляющие силы резания, действующие на заготовку в процессе обработки. Далее из условия равенства моментов резания и закрепления выводится уравнение для определения силы закрепления, предварительно составив до этого уравнения момента силы резания и силы закрепления. Затем рассчитывается усилие, развиваемое силовым приводом с учетом конструктивных особенностей зажимного механизма. Исходя из полученного значения, определяется диаметр силового привода. На заключительном этапе проектирования приспособления определяется точность установки в нем заготовки и производится оценка ее соответствия требуемой точности обработки на операции.

«Основная составляющая силы резания рассчитывается по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (19)$$

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

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [20].

Выполняем расчеты.

$$P_Z = 10 \cdot 158 \cdot 0,58^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 380^0 \cdot 0,76 = 124 \text{ Н.}$$

С целью проведения дальнейших расчетов необходимо составить схему сил, действующих на заготовку во время обработки. Схема для данного случая приведена на рисунке 3. Из данной схемы выводим уравнения моментов сил.

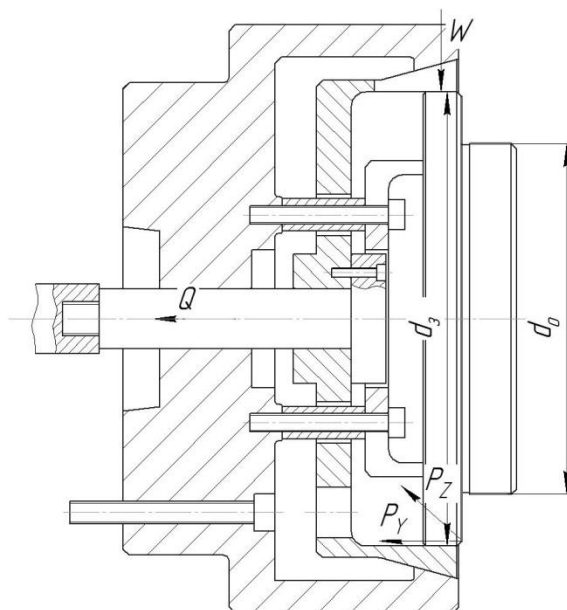


Рисунок 3 – Схема сил, действующих на заготовку

«Уравнение момента создаваемого силой резания определяется по формуле:

$$M_{P_{PZ}} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (20)$$

где P_Z – основная составляющая силы резания, Н;

d_0 – максимальный обрабатываемый диаметр обработки, мм» [21].

«Уравнение момента создаваемого усилием закрепления определяется по формуле:

$$M_{3PZ} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (21)$$

где W – усилие закрепления, Н;

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

d_3 – диаметр закрепления, мм» [21].

Из условия равенства данных уравнений выводим уравнение для определения усилия закрепления:

$$\langle W = \frac{P_z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (22)$$

где K – коэффициент, который учитывает фактические условия выполнения операции» [21].

$$W = \frac{124 \cdot 196}{3 \cdot 0,2 \cdot 196} \cdot 2,5 = 517 \text{ Н.}$$

«В конструкции зажимного механизмы применена цанга. Усилие, которое должен развивать привод в таком случае составит:

$$Q = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi), \quad (23)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги» [21].

$$Q = 517 \cdot \text{tg}(15^\circ + 6,5^\circ) = 203 \text{ Н.}$$

«Исходя из полученного значения усилия, развиваемого силовым приводом, определяется диаметр поршня силового привода:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (24)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [21].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 203}{0,4} + 40^2} = 117 \text{ мм.}$$

В конструкции приспособления предполагается применить стандартный пневматический привод, поэтому полученное значение диаметра поршня округляем до стандартного значения равного 120 мм.

В соответствии с принятым алгоритмом проектирования на

заключительном этапе определяем точность установки заготовки в приспособлении. Данная задача решается на основе размерной схемы приспособления, приведенной на рисунке 4.

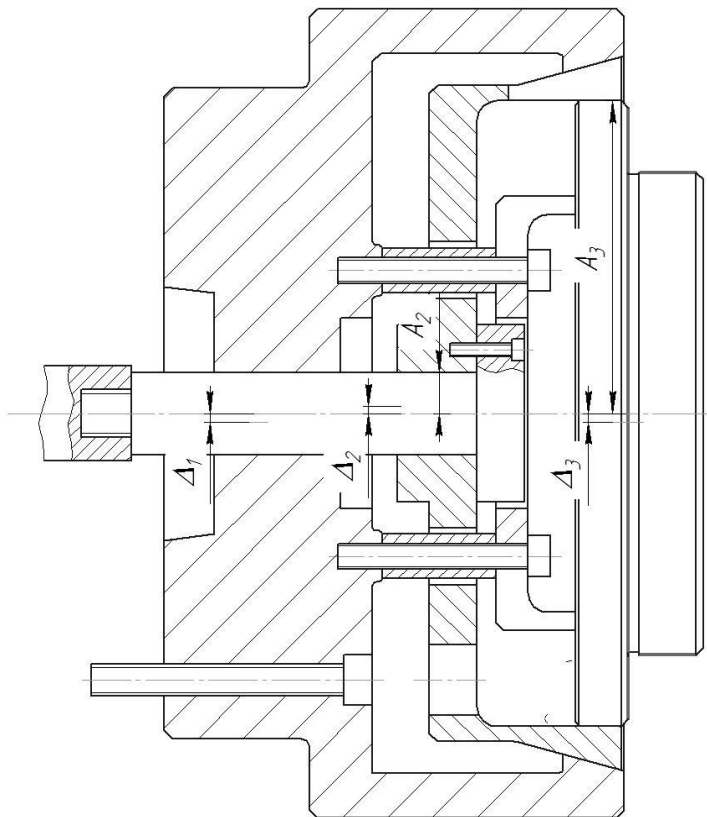


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

«Из схемы составляем уравнение расчета погрешности установки в приспособлении:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (25)$$

где Δ_1 – погрешность от неперпендикулярности торца привода, мм;

Δ_2 – колебание зазоров в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм» [21].

Выполняем расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,01^2 + 0,007^2 + 0,01^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Данная точность считается удовлетворительной, если она составляет менее 30% от требуемой точности обработки на данной операции, что составляет в данном случае 0,008 мм. Следовательно, точность установки в спроектированном патроне является удовлетворительной.

Разработанная конструкция цангового патрона приведена на листе графической части работы и в таблице Б.1 приложения Б. В результате проектирования приспособления удалось решить проблему механизации процесса закрепления заготовки.

3.2 Проектирование токарного резца

В спроектированном технологическом процессе предполагается большой объем токарной обработки. Анализ данных операций показал, что при использовании стандартных резцов наблюдаются проблемы с креплением режущих пластин, что снижает надежность крепления и приводит к увеличению времени на замену режущих пластин. Устранение данного недостатка возможно путем изменения конструкции крепления режущей пластины. Проектирование такого токарного резца проведем для токарной чистовой операции с использованием методики [1].

Материал режущей части пластины и форму режущей пластины оставляем неизменной. Принимаем трехгранную пластину из твердого сплава В14М7К25. «Способ крепления пластины к державке принимаем механический посредством винта, минимально допустимый диаметр которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (26)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт при работе инструмента, Н;
 σ_d – допустимое материалом штифта напряжение, МПа» [1].

$$\llcorner Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (27)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение главной составляющей силы резания, Н» [1].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{124}{0,7} = 177 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 177}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем диаметр винта 5 мм.

«Основные конструктивных параметров резца определяются по величине сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (28)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 0,58 \cdot 0,1 = 0,058 \text{ мм}^2.$$

По определенному значению сечения срезаемого слоя, с учетом особенностей технологического оборудования определяем следующие параметры резца: длина, высота, элементы крепления в револьверной головке, размеры режущей пластины, система крепления режущей пластины, геометрия режущей части. Подробно конструкция спроектированного резца приведена на рабочем чертеже и описана в таблице Б.1 приложения Б.

В данном разделе рассмотрены технические решения, направленные на проектирование специальных средств технологического оснащения. Решены задачи проектирования цангового патрона и проектирования токарного резца усовершенствованной конструкции, что позволило сократить время на выполнение токарных операций и увеличить показатели качества обработки на данных операциях.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления фланца замка запирающего устройства. В процессе изготовления детали выполняются следующие операции: токарные, многооперационная, фрезерная.

В технологическом процессе используются следующие станки: токарный HAAS SL-10, вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF-2, вертикально-фрезерный HAAS TM-1.

В технологическом процессе используются следующие средства технологического оснащения: патрон трехлачковый ГОСТ24351-80, патрон цанговый.

В технологическом процессе используются следующие инструменты: резец контурный CNMG 16 06 12-KR GC3210 «Sandvik», фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 «Sandvik», сверло R842-1200-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-0700-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-0860-30-A1A GC1210 «Sandvik», сверло R842-1090-30-A1A GC1210 «Sandvik», фреза R217.14C075150AK21N GC1630 «Sandvik», фреза R216.24-08050BCC13P GC1640 «Sandvik», фреза R216.24-12050BCC19P GC1640 «Sandvik».

Исполнителями технологического процесса являются операторы станков с числовым программным управлением.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Рассмотрим возможные профессиональные риски для основных исполнителей технологического процесса, то есть операторов станков с

числовым программным управлением. При проведении идентификации учтем положения ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [4].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
токарный HAAS SL–10, вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF–2, вертикально–фрезерный HAAS TM–1	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [4]	«падение с высоты, падение предметов» [4]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [4]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [4]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [4]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [4]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать» [4]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [4]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
	«ожоги (обморожения) тканей организма человека производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [4]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия, ослаблении внимания)» [4]
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [4]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [4]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [4]	«физические перегрузки» [4]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [4]

Представленные в таблице 6 риски являются наиболее вероятными для основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью обеспечения выявленных профессиональных рисков разработаем методы и средства их снижения. При разработке данных мероприятий учтем положения Приказа Минтруда России № 771н от 29

октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [4].

Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [4]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [4]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [4]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [4], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [4]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [4], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [4]
«опасности от контакта или вдыхания паров» [4]	«обеспечение работников, занятых на работах с» [4]	«устройство систем удаления вредных» [4]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма	«вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4]	«веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [4]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [4]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [4]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [4]	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными условиями труда, на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [4]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [4]
«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [4]	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [4]

Соблюдение описанных выше мероприятий позволит обеспечить снижение влияния профессиональных рисков на основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

С целью обеспечения эффективной системы обеспечения пожарной безопасности при выполнении рассматриваемого технологического процесса проведем классификацию потенциального пожара.

По виду используемого горючего материала класс D пожары,

связанные с воспламенением и горением металлов.

Опасные факторы потенциального пожара: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах).

Категория пожароопасности помещения ВЗ помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б

Определим технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100. Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная. Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141. Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А. Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец-мониторинг». Индивидуальные средства защиты для операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков не предусмотрено действующими нормативными документами.

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации, проводится инструктаж по пожарной безопасности. Каждый работник, зафиксировавший негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего непосредственного руководителя работ.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

К негативным экологическим факторам, возникающим при выполнении рассматриваемого технологического процесса относятся нижеследующие.

Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки. Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями. Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь.

Мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации промышленных отходов прописаны в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [4].

С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [4].

Выполнение раздела позволило идентифицировать профессиональные риски, действующие на работников, разработать организационно-технические мероприятия по снижению выявленных рисков, провести анализ пожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 5).

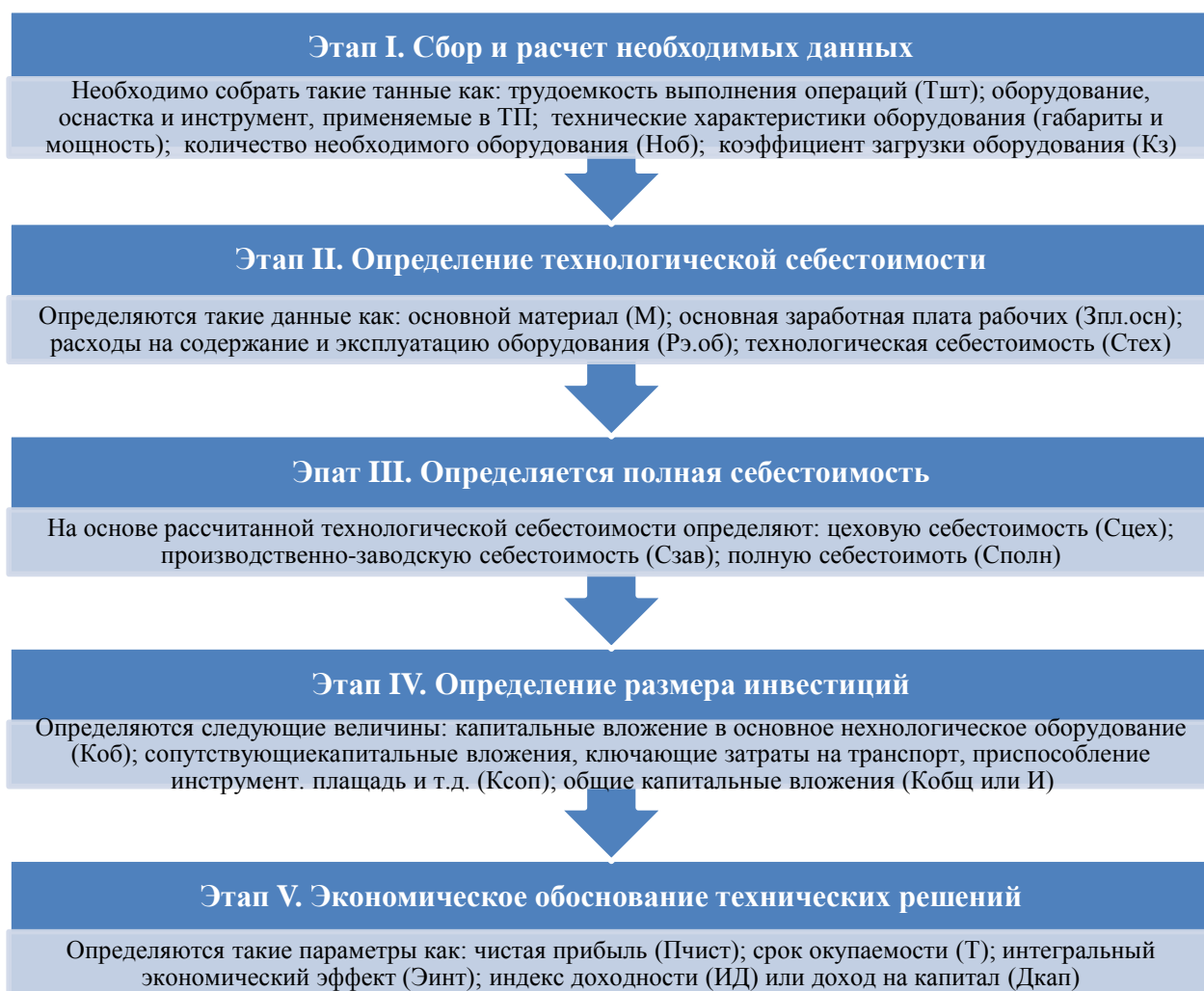


Рисунок 5 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 5, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [11].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 6.

Базовый вариант технологического процесса токарной операции 040	Проектный вариант технологического процесса токарной операции 040
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3 • <u>Оснастка</u> – патрон 3-хкулачковый ручной • <u>Инструмент</u> – резец контурный, ВК6 • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 7,19 мин, То = 5,87 мин 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, HAAS SL-10 • <u>Оснастка</u> – патрон цанговый специальный механизированный • <u>Инструмент</u> – резец контурный из сплава ВК14М7К25 • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 4,08 мин, То = 3,26 мин

Рисунок 6 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 6, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что

в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 7.

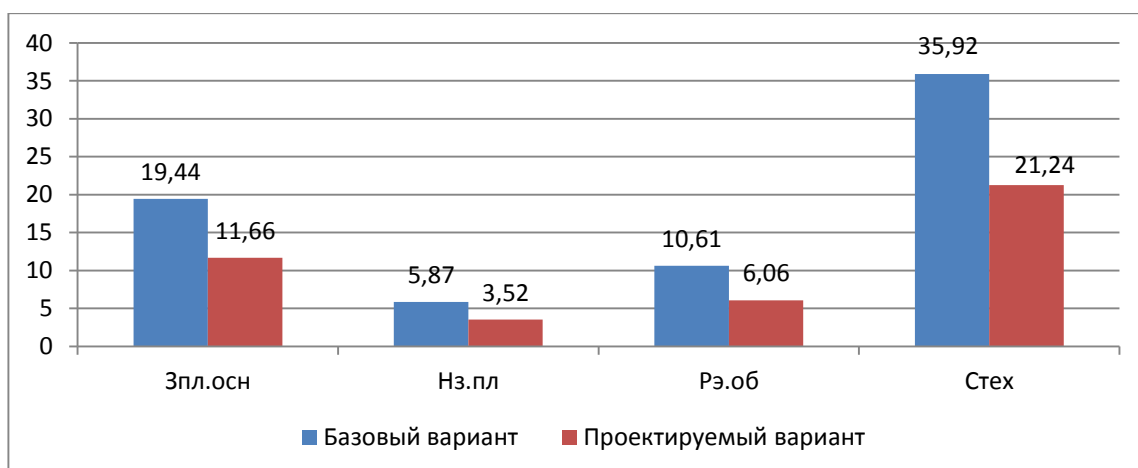


Рисунок 7 – Формирование технологической себестоимости токарной операции 040 по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 7 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 40,9%.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 8. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

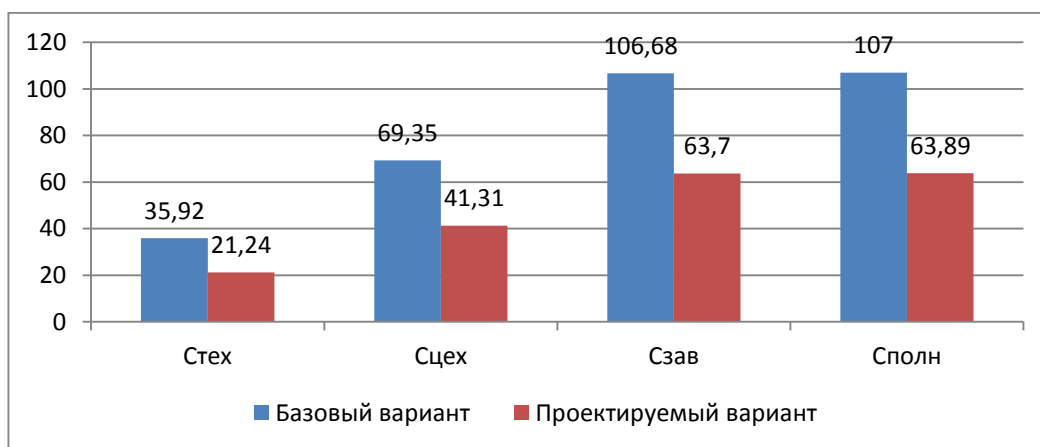


Рисунок 8 – Формирование полной себестоимости токарной операции 040 по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 8, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость токарной операции 040 проектируемого процесса уменьшилась на 43,11 рубля, что составляет 40,3%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 9.

Как видно из рисунка 9, инвестиции потребуются на: закупку оборудования (K_{OB}); доставку и монтаж оборудования (K_M); проектирование ($Z_{ПР}$), приспособление ($K_{ПР}$), инструмент ($K_{И}$), производственную площадь ($K_{Э.пл}$); корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное производство ($НЗП$). Учитывая размеры перечисленных параметров, общий объем инвестиций (I) составит 44073,11 рублей.

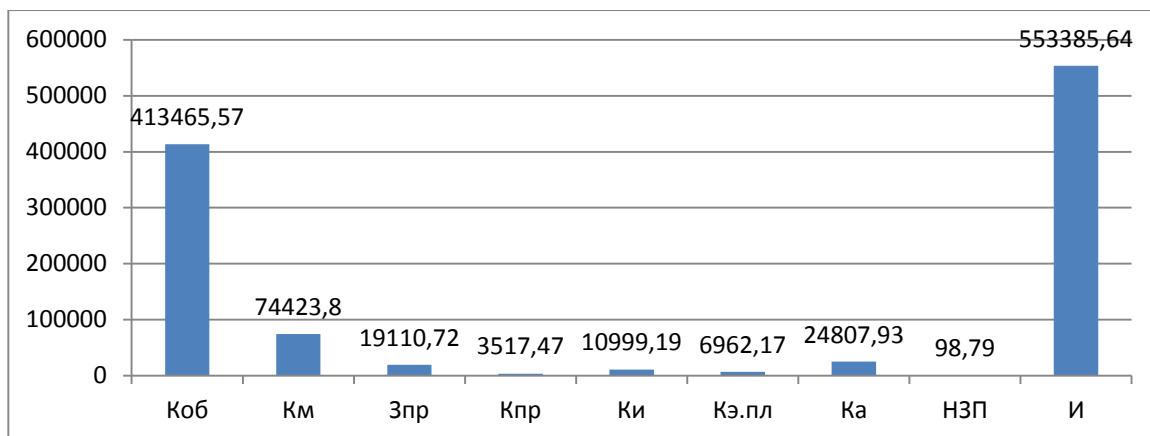


Рисунок 9 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных токарной операции 040, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 5 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 46980,22 рубля при 3-хлетнем сроке окупаемости. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

В ходе выполнения данного раздела была произведена оценка экономических показателей спроектированной технологии изготовления.

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы, выполнено проектирование технологии изготовления фланца замка запирающего устройства, которая обеспечивает выпуск годовой программы деталей, отвечающих всем техническим требованиям в заданных производственных условиях и обеспечит минимальные затраты на изготовление. Для этого были проведены следующие мероприятия.

Проведено обоснование актуальности выбранной темы и сформулирована цель работы. Далее проведен анализ выполняемых деталей функций и условий ее эксплуатации, а также анализ технологических показателей. По результатам данного комплексного анализа сформулированы задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения работы.

Затем решены технологические задачи. В них вошли задачи выбора метода получения и проектирования заготовки, проектирования маршрута и плана изготовления детали, выбора средств технологического оснащения и проектирования технологических операций. По результатам решения данных задач спроектирована вся необходимая технологическая документация в виде соответствующем единой системы конструкторско-технологической документации. Проанализировав полученный технологический процесс, были предложены технические решения, направленные на проектирование специальных средств технологического оснащения. Решение задач проектирования цангового патрона и проектирования токарного резца с креплением режущей пластины усовершенствованной конструкции позволило добиться снижения времени выполнения токарных операций и увеличения показателей качества обработки на данных операциях. На производственном участке обеспечена пожарная, экологическая и производственная безопасность. Произведена оценка экономических показателей спроектированной технологии изготовления.

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов : монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 26.04.2022).
2. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. – Электрон. дан. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с
3. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 29.03.2022).
4. 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
5. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
6. 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.
7. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 14.04.2022).
8. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 20.04.2022).
9. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 20.04.2022).

10. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2019. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 23.04.2022).

11. 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: 06.05.2022).

12. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 10.04.2022).

13. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. –216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 21.04.2022).

14. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. –2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. –256 с. –ISBN 978-5-8114-1632-5. –Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 29.04.2022).

15. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 28.03.2022).

16. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие / Д. А. Расторгуев ;

ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

17. 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: 26.04.2022).

18. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

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

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

21. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 517 с.

22. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 387 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 09.04.2022).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дир.																						
Взам.																						
Подп.																						
Разработал Томасевич														ТГУ Кафедра ОТМП								
Проверил Козлов																						
Утвердил /Львина/														Фланец								
Н. контр. Козлов																						
М01 СЧ-20 ГОСТ 14.12-85																						
М02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки		Профиль и размеры		КД	МЗ									
			166	594	1		053			φ202x48		1	84									
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа														
Б	Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт					
А03	XX XX XX		000	Заготовительная																		
Б04	Литейная машина																					
О5																						
А06	XX XX XX		005	4110 Токарная																		
Б07	381101 Токарный Haas SL-10						3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		134					
О 08	Точить поверхности и торцы 11, 12, 15 в размеры φ153,533 _{0,1} , 47,415 _{0,25} , 23,38 _{0,18} .																					
О9	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24.351-80; 392190 Резец контурный CNMG 16 06 12-KR GC3210																					
Т 10	«Sandvik» 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.																					
11																						
А 12	XX XX XX		010	4110 Токарная																		
Б 13	381101 Токарный Haas SL-10						3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		131					
О 14	Точить поверхности и торцы 1, 9 в размеры φ196 _{0,16} , 45,62 _{0,25} , 1 _{0,1} x45°.																					
Т 15	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24.351-80; 392190 Резец контурный CNMG 16 06 12-KR GC3210																					
Т 16	«Sandvik» 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.																					
МК																						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа																				
						Код наименования обработки	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тноз	Тшт									
А.19	XX	XX	XX	015	4268	Многооперационная																				
Б.20	381631	Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18632 422 1P					1	1	1	1	1200	1														
О.21	Обрабатывать поверхности 2, 3, 4, 5, 6, 7, 20, 22, 29, 30					$\phi 32.56^{+0.25}$	$\phi 7^{+0.15}$	$\phi 10.9^{+0.18}$	$\phi 12^{+0.18}$	$\phi 19^{+0.21}$																
О.22	$M10^{+0.3}$	25,795	0,21	30,795	0,21	14,795	0,18	9,795	0,15	79,3	0,3	12	0,18	62	0,35	84	0,12	52	0,3	R28	$+0.21$	$45^{\circ} \pm 15'$				
О.23	30°±15'																									
Т.24	396171 Патрон цанговый; 391801 Фреза концевая R216.24-20050CCC32P GC1640 «Sandvik»; 391263																									
Т.25	Сверло R842-1200-30-A1A GC1210 «Sandvik»; 391263 Сверло R842-0700-30-A1A GC1210 «Sandvik»;																									
Т.26	391263 Сверло R842-0860-30-A1A GC1210 «Sandvik»; 391263 Сверло R842-1090-30-A1A GC1210																									
Т.27	«Sandvik»; 391818 Фреза резьбовая R217.14C075150AK21N GC1630 «Sandvik»; 391801 Фреза концевая																									
Т.28	R216.24-08050BCC13P GC1640 «Sandvik»; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, 393610 Калибр																									
Т.29	393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.																									
30																										
А.31	XX	XX	XX	020	4268	Многооперационная																				
Б.32	381631	Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18632 422 1P					1	1	1	1	1200	1	2,09													
О.33	Обрабатывать поверхности 16, 17, 18, 21, 25, 26, 27, 28					$M8^{+0.058}$	$M10^{+0.071}$	20,795	0,21	16,795	0,18															
О.34	14,795	0,18	9,795	0,18	36,795	0,25	14,902	$+0.18$	35	0,3	25	0,3	21	0,3	2	0,1	34	0,25	18	0,2	35	0,25	66	0,3	59	0,21
О.35	52 0,3																									
Т.36	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 391801 Фреза концевая R216.24-12050BCC19P GC1640																									
Т.37	«Sandvik»; 391263 Сверло R842-0860-30-A1A GC1210 «Sandvik»; 391263 Сверло R842-0690-30-A1A																									
Т.38	GC1210 «Sandvik»; 391818 Фреза резьбовая R217.14C075150AK21N GC1630 «Sandvik»; 393311																									
Т.39	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, 393610 Калибры.																									
40																										
А.41	XX	XX	XX	025	4110	Токарная																				
МК																										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
Б	Код наименования оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тлоз	Тшт
Б 42	381101 Токарный Haas SL-10					3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1		183
О 43	Точить поверхности и торцы 10, 11, 12, 13, 15, 19 в размеры $\phi 152,59_{0,063}$, $\phi 150_{0,18}$, 43,375 _{0,18} , 19,375 _{0,18}															
О 44	2 _{0,1} x 45° ± 15'															
Т 45	396171 Патрон цанговый; 392190 Резец токарный контурный TNMG 16 04 04-KF GC3215 «Sandvik»;															
Т 46	392190 Резец токарный канавочный N123G2-0300-0002-GF GC1125 «Sandvik»; 393123 Скоба рычажная															
Т 47	СР ГОСТ11098-75.															
48																
А 49	XX XX XX 030 4268 Многооперационная															
Б 50	381631 Обрабатывающий центр Haas VF-2 3 18632 422 1P 1 1 1 1200 1 179															
О 51	Обрабатывать поверхности 1, 4, 5, 22 $\phi 33^{+0,039}$, 41,58 _{0,18} , 24,58 _{0,18} , 77 _{0,2} , 52 _{0,2} , 12 _{0,12} .															
Т 52	396171 Патрон цанговый; 391801 Фреза торцовая R/L2624-125A-15 GC1020 «Sandvik»; 391801															
Т 53	Фреза концевая R216.24-12050CCC19P GC1640 «Sandvik»; 391801 Фреза концевая R215.36-16050-AC32L															
Т 54	GC1620 «Sandvik»; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88, 393610 Калибры.															
55																
А 56	XX XX XX 035 4268 Фрезерная															
Б 57	381631 Фрезерный с ЧПУ Haas TM-1 3 18632 422 1P 1 1 1 1200 1 112															
О 58	Обрабатывать поверхности 18, 21 в размеры 35 _{0,25} , 34 _{0,1} , 16 _{0,027} .															
Т 59	396171 Патрон цанговый; 391801 Фреза концевая R216.24-12050CCC19P GC1640 «Sandvik»; 391801															
Т 60	Фреза концевая R215.36-16050-AC32L GC1620 «Sandvik»; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.															
61																
А 62	XX XX XX 040 4110 Токарная															
Б 63	381101 Токарный Haas SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 4,08															
О 64	Точить поверхности и торцы 11, 12 в размеры $\phi 152_{0,025}$, 41 _{0,18} , 17 _{0,1} .															
МК																

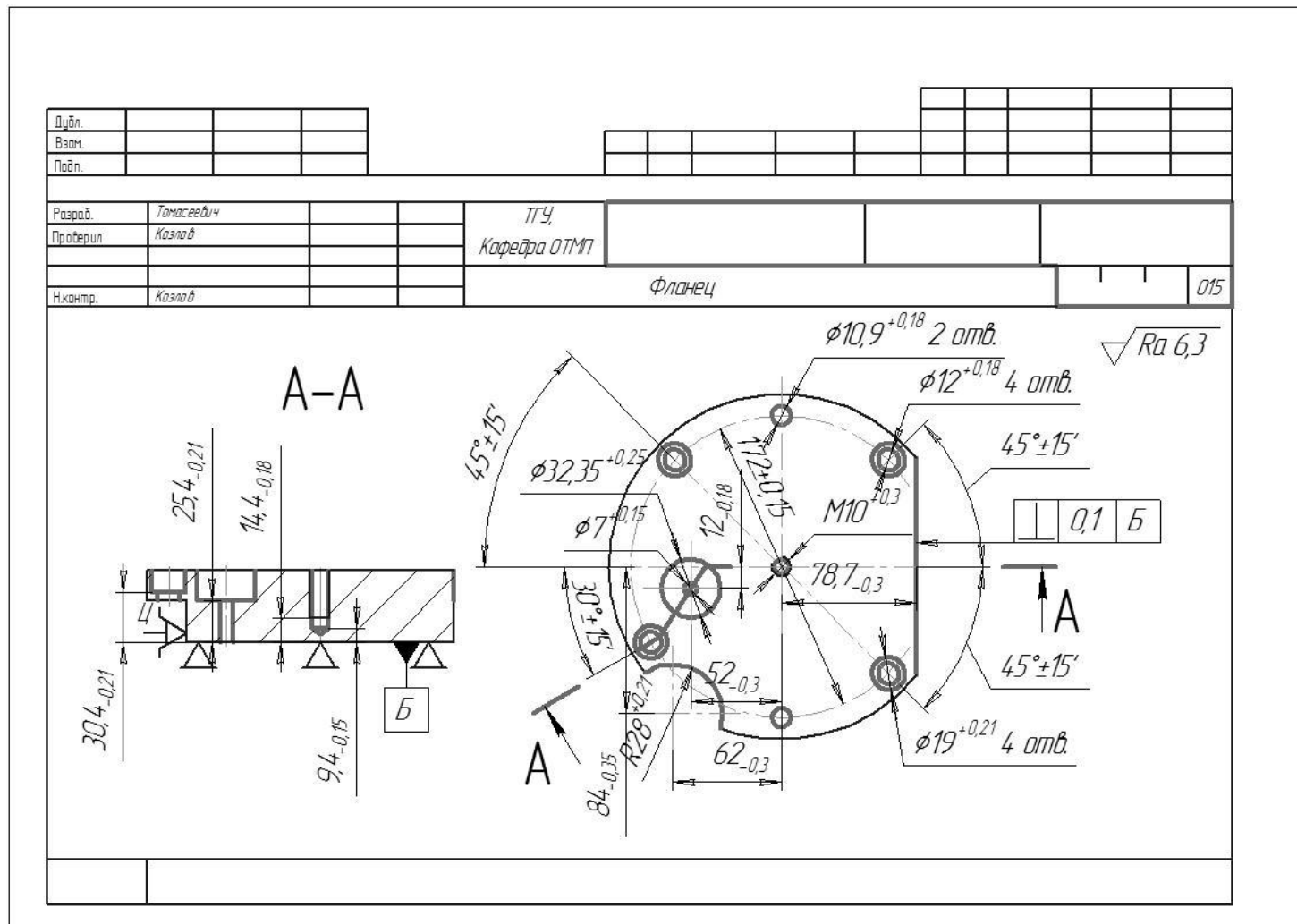
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код	наименование операции	Обозначение документа								
							СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит
Т 65	<i>3396171 Патрон цанговый; 392190 Резец токарный контурный В14М7К25 специальный; 393123 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>														
Т 66															
67															
А 68	<i>XX XX XX 045 Мачная</i>														
69															
А 70	<i>XX XX XX 050 Контрольная</i>														
71															
72															
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
Разраб.	Томасевич			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов			Фланец			Цех	Уч.	Р.М.	Опер.		
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Многооперационная		СЧ-20 ГОСТ 14.12-85		НВ 190	166	5,94	Ø202x48			84	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тa	Тb	Тгв	Тшт	Сок				
Haas VF-2				208			26	Украина-1				
		пн	о или в	l	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку											
T ₀₂	396171 Патрон цанговый; 391801 Фреза концевая R216.24-20050CCC3P GC1640 «Sandvik»; 391263											
T ₀₃	Сверло R842-1200-30-A1A GC1210 «Sandvik»; 391263 Сверло R842-0700-30-A1A GC1210 «Sandvik»;											
0 ₀₄	391263 Сверло R842-0860-30-A1A GC1210 «Sandvik»; 391263 Сверло R842-1090-30-A1A GC1210											
0 ₀₅	«Sandvik»; 391818 Фреза резьбовая R217.14C075150AK2IN GC1630 «Sandvik»; 391801 Фреза концевая											
0 ₀₆	R216.24-08050BCC13P GC1640 «Sandvik».											
0 ₀₇	2. Обрабатывать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза											
P ₀₈		1				3,35		0,276	1670	105		
P ₀₉		2				6,0		0,5	3980	150		
P ₁₀		3				3,5		0,3	4550	100		
P ₁₁		4				4,3		0,4	3700	100		

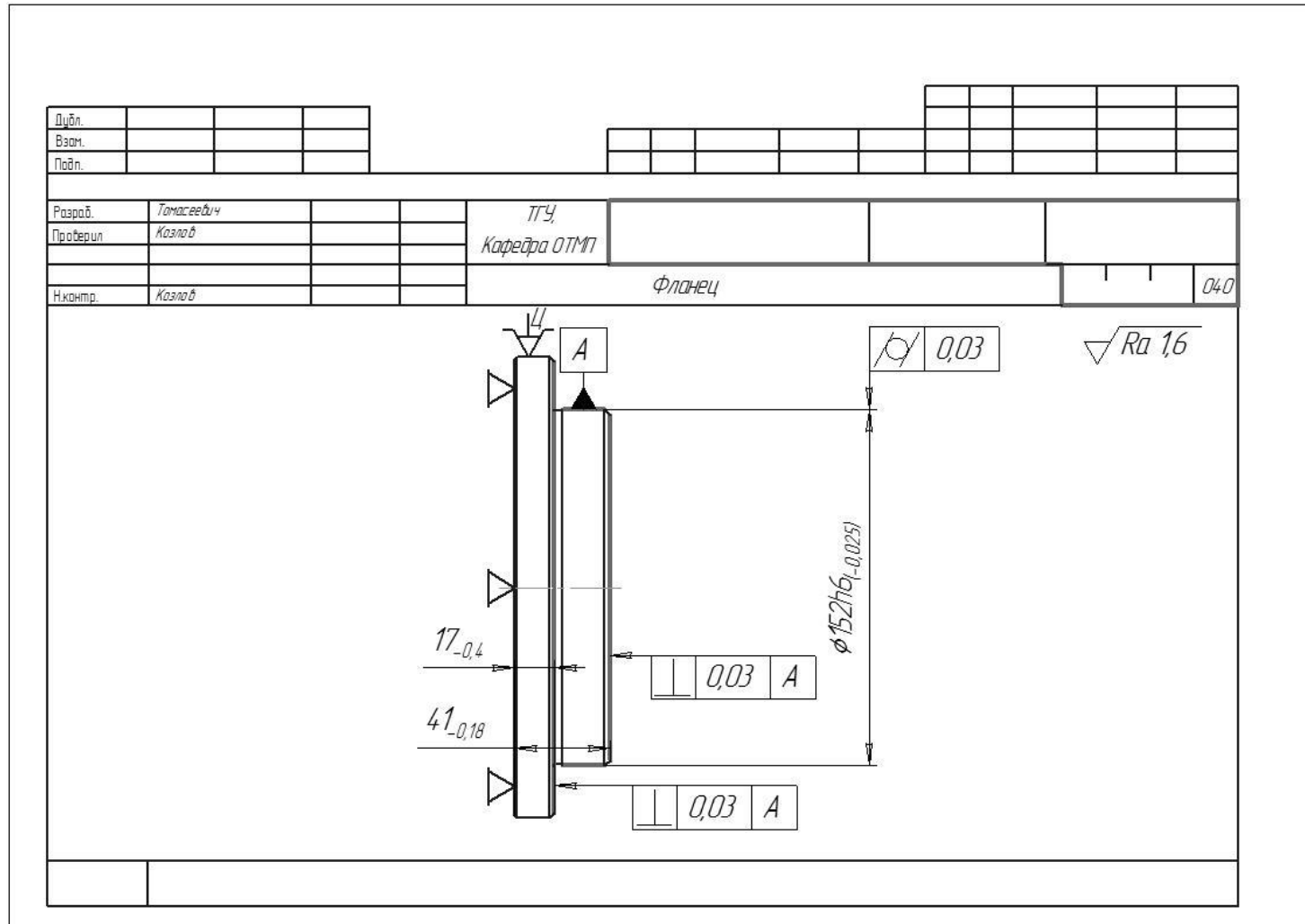
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

										ГОСТ 3.116-82		Форм 1			
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
Разраб.	Томасевич			ТГУ											
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП											
Исполн.	Козлов			Фланец				Цех	Уч.	Р.М.	Опер.				
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Многооперационная		СЧ-20 ГОСТ 14.12-85			НВ 190	166	5,94	#202x48			84	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			та	тб	тв	тшт	сож						
Haas VF-2					208			26	Ужюнол-1						
		пи	о или в	л	т	и	с	п	v						
P ₁₂		5			5,45		0,4	3500	120						
P ₉		6			0,7		0,5	950	36						
P ₁₄		7			4,5		0,064	4.100	105						
15	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.														
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форм 1		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
Разраб.	Томасевич			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Исполн.	Козлов			Фланец					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
Токарная		СЧ-20 ГОСТ 14-12-85		НВ 190	166	5,94	Ø20x48		84	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Тв	Ть	Тгв	Тшт	Сож				
Haas SL-10				3,26			4,08	Ужиднал-1				
		пи	о или в	l	f	i	s	п	v			
01	1. Установить заготовку											
Т. 02	3396171 Патрон цанговый; 392190 Резец токарный контурный В14М7К25 специальный ¹											
03	2. Точить поверхности и торцы 1, 13 выдерживая размеры согласно эскиза.											
Р. 04		1			0,58		0,1	380	300			
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
06												
07												
08												
09												
10												
11												

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лист		
									Лист	Листов	
Перв. примен.		Формат	Зона	Лист							
						<u>Документация</u>					
		A1			22.БР.ОТМП.329.65.00.000СБ	Сборочный чертеж					
						<u>Детали</u>					
Склад №		A3	1		22.БР.ОТМП.329.65.00.001	Корпус	1				
		A4	2		22.БР.ОТМП.329.65.00.002	Тяга	1				
		A4	3		22.БР.ОТМП.329.65.00.003	Втулка	3				
		A4	4		22.БР.ОТМП.329.65.00.004	Цанга	1				
		A2	5		22.БР.ОТМП.329.65.00.005	Упор	1				
		A3	6		22.БР.ОТМП.329.65.00.006	Тяга	1				
		A3	7		22.БР.ОТМП.329.65.00.007	Крышка	1				
		A4	8		22.БР.ОТМП.329.65.00.008	Корпус муфты	1				
		A3	9		22.БР.ОТМП.329.65.00.009	Кольцо	1				
		A2	10		22.БР.ОТМП.329.65.00.010	Крышка	1				
		A3	11		22.БР.ОТМП.329.65.00.011	Муфта	1				
		A3	12		22.БР.ОТМП.329.65.00.012	Крышка пневмоцилиндра	1				
		A3	13		22.БР.ОТМП.329.65.00.013	Корпус пневмоцилиндра	1				
		A3	14		22.БР.ОТМП.329.65.00.014	Поршень	1				
		A3	15		22.БР.ОТМП.329.65.00.015	Шток	1				
Лист и дата						<u>Стандартные изделия</u>					
			16			Винт М8х60 ГОСТ 17476-84	3				
Лист и дата		22.БР.ОТМП.329.65.00.000									
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Изм. № лист		Разработ.	Томасевич			Патрон цанговый	Лист	Лист	Листов		
		Проб.	Козлов					1	2		
Изм. № лист		Н.контр.	Козлов			ТГУ, ТМдп-1702В					
		Утв.	Логинов								
Копировал						Формат А4					

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм. №	Лист	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
		17		Винт М4х20 ГОСТ 11738-84	3												
		18		Винт М10х80 ГОСТ 11738-84	3												
		19		Винт М5х20 ГОСТ 11738-84	4												
		20		Винт М5х20 ГОСТ 17475-80	4												
		21		Пробка М5 ГОСТ12202-66	2												
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	1												
		23		Прокладка ГОСТ 14475-80	1												
		24		Прокладка ГОСТ 14475-80	1												
		25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2												
		26		Манжета ГОСТ 1567-68	2												
		27		Манжета ГОСТ 1567-68	2												
		28		Винт М8х30 ГОСТ 11738-84	5												
		29		Гайка М20х1,5 ГОСТ 15526-70	1												
		30		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1												
		31		Гайка М25х1,5 ГОСТ 15526-70	1												
		32		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1												
		33		Винт установочный М8х18 ГОСТ 13428-68	1												
22.БР.ОТМП.329.65.00.000																	
Лист 2																	
Копировал Формат А4																	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			22.БР.ОТМП.329.70.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A3	1		22.БР.ОТМП.329.70.00.001	Державка резца	1	
A4	2		22.БР.ОТМП.329.70.00.002	Втулка	1	
A4	3		22.БР.ОТМП.329.70.00.003	Клин	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
	4			Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1	
	5			Винт М5х50 ГОСТ17473-80	1	
	6			Гайка М5 ГОСТ10605-94	1	
22.БР.ОТМП.329.70.00.000						
Изм. № подл.	Изм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Резец токарный ТГУ, ТМдп-1702в	
Разраб.	Томасеевич					
Проб.	Козлов					
Н.контр.	Козлов					
Утв.	Логинов				Лит. Лист Листов 1	
Копировал					Формат А4	