

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 корпуса насоса

Обучающийся	<u>О.А. Горбачева</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2023

Аннотация

В качестве темы работы выбран технологический процесс изготовления корпуса насоса.

«Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании такой технологии изготовления корпуса насоса, которая позволит обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей соответствующих заданным конструктором показателям качества при минимальных затратах для заданных условий производства» [6].

Выпускная квалификационная работа состоит из 60 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части

Работа состоит из введения, пяти основных разделов, заключения и приложений. Во введении обоснована актуальность выбранной темы, а также поставлена цель работы. «Первый раздел содержит анализ имеющихся данных таких как, назначение детали и условия ее эксплуатации, показатели технологичности детали, характеристики типа производства. По результатам выполнения первого раздела формулируются задачи работы. Вторым разделом содержит решение технологических задач таких как, выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование» [6]. По результатам выполнения второго раздела формируется комплект необходимой технологической документации и выявляется лимитирующая операция, а также операции, имеющие явные технические недостатки. Третий раздел содержит решение технических задач, направленных на устранение недостатков технологии изготовления. Для этого выполнено проектирование цанговой оправки и сверла. Четвертым разделом содержит анализ спроектированной технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Пятым разделом содержит экономическое обоснование принятых технических решений. В заключении сформулированы основные выводы по результатам выполнения работы.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ технологичности детали	6
1.3 Анализ характеристик типа производства	9
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части	12
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления детали	19
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	21
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	24
3 Проектирование специальных средств оснащения	27
3.1 Проектирование цанговой оправки.....	27
3.2 Проектирование сверла	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Технологическая документация.....	50
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	58

Введение

Насосы рассматриваемой в работе конструкции применяются в различных машинах и механизмах для перекачивания разнообразных технологических жидкостей. Рассматриваемый в работе насос работает в составе охлаждающей системы промышленного передвижного компрессора. В промышленности используется множество разнообразных механизмов использующих сжатый воздух в качестве рабочей среды. Не всегда имеется возможность подключать данные механизмы к стационарным источникам сжатого воздуха с необходимым давлением. В таком случае используются мобильные компрессорные установки. Конструктивно данные установки состоят из компрессора, двигателя и системы охлаждения. Основным элементом системы охлаждения является насос, от работоспособности которого зависит работоспособность всей компрессорной установки.

Рассматриваемый в работе корпус является одной из основных деталей насоса. Это объясняет необходимость строго выполнения всех требований заданных на чертеже корпуса. Для этого необходимо спроектировать соответствующий технологический процесс. Следует учесть, что изготовление производится в определенных производственных условиях, что накладывает требования на используемое оборудование и средства технологического оснащения для их максимально эффективного использования. Проектируемая технология также должна обеспечивать максимально возможно низкую себестоимость изготовления корпуса в заданных производственных условиях, что позволит обеспечить конкурентоспособность производимого изделия.

«Следовательно, цель данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании такой технологии изготовления корпуса насоса, которая позволит обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей соответствующих заданным конструктором показателям качества при минимальных затратах для заданных условий производства» [6].

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

Рассматриваемая деталь является базовой для насоса. В корпусе базируются, устанавливаются и закрепляются детали насоса, такие как подшипники, валы, крышка и уплотнения. Также корпус обеспечивает базирование и закрепление насоса на корпусе системы охлаждения по торцу и штифтам, а также крепление при помощи винтов.

Эксплуатационные нагрузки корпуса зависят от условий эксплуатации оборудования. Как правило, на насос действуют вибрационные нагрузки, вызванные работой двигателя внутреннего сгорания, входящего в состав компрессорной установки, а также самого компрессора. Возникающие при этом нагрузки относительно незначительные по величине, так как все узлы и механизмы компрессора, являющиеся источником вибраций, имеют виброизоляцию. Возможно кратковременное возникновение ударных нагрузок от работающих рядом технологических машин и воздействие, связанных с ними вибраций. По характеру возникающие нагрузки являются циклическими и знакопеременными.

Возможно воздействие внешних атмосферных факторов, так как компрессор может быть использован вне помещений, что может привести к повреждению его наружных поверхностей и преждевременному износу внутренних.

В случае работы компрессора в закрытых производственных помещениях, имеющих микроклимат соответствующий требованиям к производственным помещениям возможно воздействие на внешние поверхности технологических жидкостей. Некоторые из них могут иметь состав, вступающий в химические реакции с корпусом, что может вызвать его повреждение.

1.2 Анализ технологичности детали

На этапе анализа технологичности оцениваются: материал детали, общая конфигурация, возможность базирования, возможность механической обработки, служебное назначение поверхностей детали [6].

Материал детали алюминиевый сплав АЛ-8 ГОСТ 2685-75. Определяющими свойствами материала для его дальнейшей механической и термической обработки, а также эксплуатационных показателей, являются его химический состав и физико-механические свойства. «Химический состав: 91% алюминия, от 0,6% до 1,2% кремния, 0,7% железа, от 3,9% до 4,8% меди, 0,1% никеля, от 0,4% до 0,8% магния, от 0,4% до 1% марганца, 0,1% титана, 0,3% цинка» [21]. «Основные механические свойства: предел текучести 380 МПа, предел прочности 480 МПа, относительное удлинение после разрыва 10%, относительное сужение после разрыва 25%, твердость в состоянии поставки от 25 до 30 единиц по шкале Бринелля» [21]. Данные свойства материала позволят обеспечить заданные эксплуатационные показатели детали после соответствующей термической и механической обработки. Термическая обработка данного материала, исходя из требуемых показателей поверхностного слоя детали, не требует применения дорогостоящих и нестандартных методов. Механическая обработка определяется коэффициентами обрабатываемости материала. В данном случае при обработке твердосплавным инструментом он равен 1,1, для обработки быстрорежущим инструментом 1,0. Такие показатели обрабатываемости обеспечивают возможность применения высокопроизводительных методов обработки и сокращение времени изготовления. «Данный материал обладает хорошими литейными свойствами. Это позволяет использовать для получения заготовок высокопроизводительные и достаточно точные методы получения отливок» [10].

Общая конфигурация детали может быть охарактеризована как

типичная для деталей данного класса. Контур детали сформирован наружными и внутренними поверхностями вращения и плоскостями. При этом общий контур детали достаточно сложный. Часть наружных и внутренних поверхностей смещены относительно друг друга в различных плоскостях. Исходя из формы поверхностей и их взаимного расположения, все они могут быть получены с применением стандартных методов обработки и средств технологического оснащения.

Базирование заготовки при механической обработке может быть осуществлено как по наружным, так и по внутренним поверхностям и не требует создания искусственных технологических баз. При этом могут быть использованы « типовые схемы базирования, что облегчит соблюдение принципов единства и постоянства баз. Реализация таких схем базирования может быть осуществлена при помощи стандартной технологической оснастки» [13], что существенно упростит организацию технологического процесса и снизит затраты на производство.

Механическая обработка определяется требуемыми формой поверхностей, шероховатостью, характеристиками размеров детали и требуемой точности их выполнения, а также взаимного расположения поверхностей. С этой точки зрения в данном случае необходимо применять стандартные методы обработки, такие как, фрезерование, точение, сверление и так далее. Исходя из требуемой точности поверхностей и требований к характеристикам поверхностного слоя, механической обработке подвергаются не все поверхности детали. Учитывая форму поверхностей детали и допустимые методы обработки, большая часть поверхностей может быть обработана с применением однотипных операций, что позволит проводить обработку максимально возможного количества поверхностей на одной технологической операции с применением одинаковых стандартных средств технологического оснащения. Это приведет к снижению стоимости изготовления детали.

Выявим служебное назначение поверхностей детали. Это позволит

определить количество ответственных поверхностей и их взаимное расположение, что важно с точки зрения требуемого количества и качества механической обработки, а также требуемых методов обработки. Выполняем эскиз детали (рисунок 1).

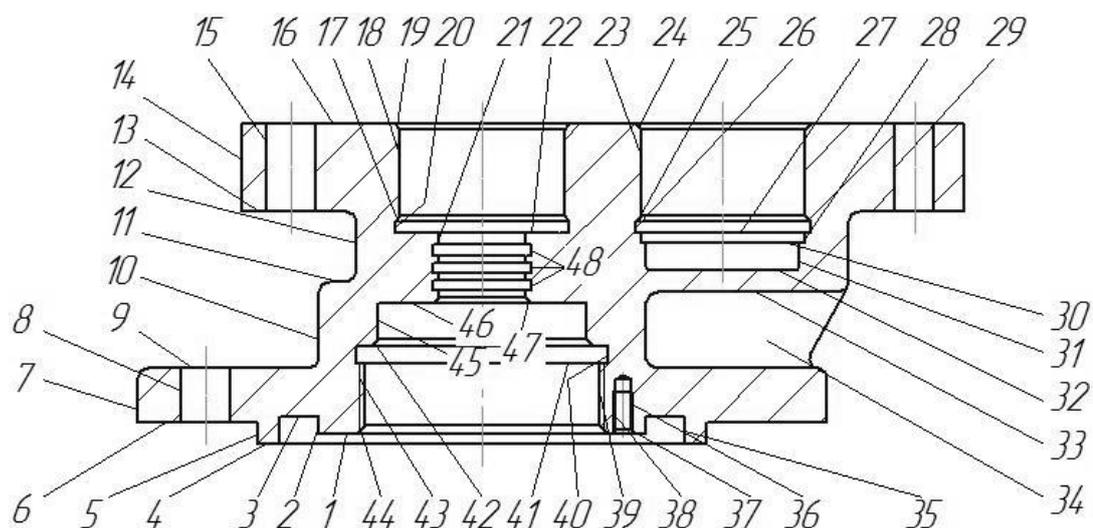


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Исходя из конфигурации детали и принципа работы насоса «поверхности 5, 6 являются основными конструкторскими базами, поверхности 18, 22, 23, 29, 31, 32, 45, 46 являются вспомогательными конструкторскими базами, поверхности 18, 23, 38, 43, 45 являются исполнительными поверхностями, все оставшиеся поверхности являются свободными» [6], то есть формируют контур детали. Из данной классификации можно сделать вывод, что количество ответственных поверхностей достаточно значительное, но при этом для их получения не требуется применения специальных методов обработки или средств технологического оснащения.

Анализ технологичности показал, что деталь можно признать технологичной и использовать для ее получения стандартные методы проектирования и обработки на базе типовых технологий.

1.3 Анализ характеристик типа производства

Характеристики производства зависят от его типа, определение которого возможно двумя методами. Первый метод основан на знании точной номенклатуры изделий и полной технологии их изготовления. В результате чего рассчитывается коэффициент закрепления операций и по нему определяется тип производства. Второй метод основан на статистических данных. Для этого необходимо знать годовую программу выпуска изделия, для которого проектируется технология и его массу. Исходя из имеющихся исходных данных, применим второй метод определения типа производства. Массу детали определяем путем построения ее модели с использованием редактора графического моделирования (рисунок 2).



Рисунок 2 – Моделирование корпуса насоса

В результате расчетная масса детали составит 1,42 кг. «При годовой программе выпуска 8000 штук в год тип производства соответствует среднесерийному» [9].

Проведем анализ характеристик данного типа производства.

Стратегия организации технологического процесса групповая последовательная, но в случае наличия большой группы однотипных

деталей, имеющих незначительные отличия, допускается применение форм организации, таких как, циклическая и линейная. Это позволит значительно снизить затраты на изготовление всей группы деталей. В общем случае выпуск деталей организуется периодически повторяющимися партиями, что максимально упрощает организацию производства и позволяет максимально эффективно использовать технологическое оборудование.

Метод получения заготовки определяется материалом детали и должен обеспечивать оптимальную форму. Это сократит затраты на механическую обработку. Припуски и напуски, формирующие контур заготовки, определяются в зависимости от требуемой точности обработки расчетным или статистическим методом. Это позволяет обеспечить оптимальные припуски без увеличения времени проектирования.

«Технология изготовления проектируется на базе типовых технологических процессов в маршрутном или маршрутно-операционном виде» [9]. Технологические операции проектируются на основе последовательной и параллельно-последовательной стратегий проектирования, что обеспечивает оптимальное время их выполнения при относительно незначительных затратах. Параметрический расчет операций осуществляется при помощи расчетных и статистических методик. С целью минимизации припусков на обработку, обеспечения необходимой производительности обработки и качества используются методы обеспечения точности на заранее настроенном оборудовании и с применением средств активного контроля, а также базирование заготовок с соблюдением принципов единства и постоянства баз.

Средства технологического оснащения предпочтительно использовать универсальные и стандартизированные. Допускается применение специальных средств оснащения в обоснованных случаях. Стоит отдавать предпочтение современным высокопроизводительным средствам технологического оснащения, таким как, станки с числовым программным управлением, автоматизированным станочным приспособлениям, режущему

инструменту из современных инструментальных материалов, бесконтактным и электронным приборам контроля и так далее.

1.4 Формулировка задач работы

Выполнение предыдущих пунктов работы позволяет сформулировать следующие ее задачи, решение которых необходимо для достижения заданной цели.

Первая группа «технологических задач таких как, выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование. По результатам решения данных задач формируется комплект необходимой технологической документации» [6] и выявляется лимитирующая операция, а также операции, имеющие явные технические недостатки. Следующая группа технических задач, направленных на устранение недостатков технологии изготовления. Для этого необходимо выполнить проектирование специальных средств технологического оснащения. Далее необходимо произвести анализ спроектированной технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Заключительной задачей является экономическое обоснование принятых технических решений.

Данный раздел «содержит анализ имеющихся данных таких как, назначение детали и условия ее эксплуатации, показатели технологичности детали, характеристики типа производства. По результатам выполнения данного раздела сформулированы задачи работы» [6].

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Ранее было установлено, что исходя из типа производства и марки материала детали, в качестве метода получения заготовки следует рассматривать методы литья. «Проанализировав имеющиеся данные и рекомендации, приходим к выводу, что в данном случае наиболее приемлемы методы литья в землю и литья в кокиль» [7]. «Выбор метода производится путем сравнения полных затрат на изготовление детали по формуле:

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

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

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

i – индекс варианта получения заготовки» [7].

«Стоимость получения заготовки рассчитывается по формуле:

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

где C_{mi} – цена материала за тонну, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент, определяемый способом получения заготовки;

K_T – коэффициент, определяемый необходимой точностью заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент, определяемый сложностью получения заготовки» [7].

«Расчет массы заготовки выполняется по формуле:

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

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [7].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки, полученной литьем в земляные формы, 2 для заготовки, полученной литьем в кокиль» [7].

Выполняем расчеты.

$$M_{31} = 1,42 \cdot 1,5 = 2,13 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 1,42 \cdot 1,3 = 1,85 \text{ кг.}$$

«Стоимость получения заготовки по формуле (2) равна.

$$C_{31} = \frac{50000 \cdot 2,13}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 115,02 \text{ р.}$$

$$C_{32} = \frac{50000 \cdot 1,11}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 108,23 \text{ р}» [7].$$

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

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

где $C_{уд}$ – удельная стоимость обработки, руб./кг;

$K_{им i}$ – коэффициент использования материала;

K_0 – коэффициент обрабатываемости материала» [7].

«Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле:

$$K_{им i} = \frac{M_d}{M_3}. \quad (5)» [7]$$

«Выполняем расчеты.

$$K_{им 1} = \frac{1,42}{2,13} = 0,67.$$

$$K_{им 2} = \frac{1,42}{1,85} = 0,77» [7].$$

«Стоимость механической обработки по формуле (4) равна.

$$C_{\text{обр1}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1\right) \cdot 2,13}{0,85} = 49,37 \text{ р.}$$

$$C_{\text{обр2}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,77} - 1\right) \cdot 1,85}{0,85} = 26,01 \text{ р} \gg [7].$$

«Общие затраты по формуле (1) составят.

$$C_1 = 115,02 + 49,37 = 164,39 \text{ р.}$$

$$C_2 = 108,23 + 26,01 = 134,24 \text{ р} \gg [7].$$

«Приведенные расчеты показали, что метод получения заготовки литьем в кокиль машине имеет лучшие экономические показатели. Следовательно, для получения заготовки принимаем данный метод» [7].

Контур заготовки формируется путем прибавления к контуру детали припусков на механическую обработку и напусков, возникающих вследствие особенностей технологии получения заготовки и упрощения контура.

Для определения припусков на обработку поверхностей необходимо знать их технологические маршруты обработки. Проектирование маршрутов обработки поверхностей комплексная задача, решение которой зависит от ряда факторов. К ним относятся форма, точность, шероховатость и расположение обрабатываемой поверхности. Данная задача практически всегда имеет несколько допустимых решений. Выбор оптимального решения производится из условия обеспечения минимизации суммарных удельных затрат по каждому из возможных маршрутов обработки поверхностей, выполняемой по методике [17]. Результаты приведем в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	14	12,5	фрезерование
2	14	12,5	фрезерование
3	14	12,5	фрезерование
4	14	12,5	фрезерование
5	12	1,6	фрезерование, фрезерование чистовое, фрезерование тонкое

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
6	12	3,2	фрезерование, фрезерование чистовое
8	12	6,3	сверление
15	12	6,3	сверление
16	12	3,2	фрезерование, фрезерование чистовое
17	12	12,5	точение чистовое
18	7	0,63	сверление, точение чистовое, точение тонкое
19	12	12,5	точение чистовое
20	12	12,5	точение чистовое
21	12	12,5	точение чистовое
22	12	12,5	точение
23	7	0,63	сверление, точение чистовое, точение тонкое
24	12	12,5	точение чистовое
25	12	12,5	точение чистовое
26	12	12,5	точение чистовое
27	12	12,5	точение
28	7	0,63	сверление, точение чистовое, точение тонкое
29	7	1,6	сверление, зенкерование, развертывание
30	12	12,5	точение
31	7	0,63	сверление, точение чистовое, точение тонкое
32	12	12,5	точение, точение чистовое
35	14	12,5	фрезерование
36	12	6,3	сверление
37	12	6,3	сверление
38	10	6,3	резьбонарезание
39	10	6,3	точение, точение чистовое
40	12	12,5	точение чистовое
41	12	12,5	точение чистовое
42	12	12,5	точение чистовое
43	10	6,3	резьбонарезание
44	12	12,5	точение чистовое
45	9	0,32	точение, точение чистовое, точение тонкое
46	12	12,5	точение
47	12	12,5	точение чистовое
48	12	12,5	точение чистовое

Далее решаем задачу определения припусков на обработку поверхностей детали. В ходе анализа типа производства было установлено, что для решения данной задачи в зависимости от требуемой точности

обработки могут быть применены расчетный или статистический метод. Исходя из этого, припуск для диаметра $30H7(+0.021)$ мм определяется расчетным методом, для остальных поверхностей применяется статистический метод определения припусков.

«Минимальный припуск определяется из выражения:

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

где a – глубина дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – текущий переход;

$i - 1$ – предыдущий переход» [15].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,5^2 + 0,025^2} = 0,8 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0,025^2} = 0,259 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,013^2 + 0,02^2} = 0,224 \text{ мм} \gg [15].$$

«Максимальный припуск определяется из выражения:

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

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

TD_i – операционный допуск на текущем переходе, мм» [15].

$$\ll z_{1max} = z_{1min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,8 + 0,5(2,0 + 0,21) = 1,905 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5(TD_1 + TD_2) = 0,259 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,39 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5(TD_2 + TD_3) = 0,224 + 0,5(0,052 + 0,021) = 0,26 \text{ мм} \gg [15].$$

«Средний припуск определяется из выражения:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8) \gg [15]$$

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5(0,8 + 1,905) = 1,353 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5(0,259 + 0,39) = 0,325 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5(0,224 + 0,26) = 0,242 \text{ мм} \gg [15].$$

«Операционные размеры определяются с использованием выражений:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9)$$

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10)$$

$$D_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{i \max} + D_{i \min}). \quad (11) \gg [15]$$

$$\ll D_{3 \max} = 30,021 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \min} = 30,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{3 \max} + D_{3 \min}) = 0,5 \cdot (30,021 + 30,000) = 30,011 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{3 \max} - 2 \cdot z_{3 \min} = 30,021 - 2 \cdot 0,224 = 29,573 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 29,573 - 0,052 = 29,521 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (29,573 + 29,571) = 29,547 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 29,573 - 2 \cdot 0,259 = 29,055 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 29,055 - 0,21 = 28,845 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ cp}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (29,055 + 28,845) = 28,95 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 29,055 - 2 \cdot 0,8 = 27,455 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 27,455 - 2,0 = 25,455 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ cp}} = 0,5(D_{\max} + D_{\min}) = 0,5(27,455 + 25,455) = 26,455 \text{ мм} \gg [15].$$

«Для определения общих припусков используются выражения:

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

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (13)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [15]$$

$$\ll 2z_{min} = 30,000 - 27,455 = 2,545 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,545 + 2,0 + 0,021 = 4,566 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,545 + 4,566) = 3,556 \text{ мм} \gg [15].$$

«Все необходимые данные при применении статистического метода для расчета припусков на оставшиеся поверхности берем из литературы» [22]. Результаты определения припусков приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
4	1	0,55	1,7
5	1	0,5	1,88
	2	0,2	0,42
	3	0,1	0,14
6	1	0,55	1,7
	2	0,25	0,46
16	1	0,55	1,7
	2	0,25	0,46
22	1	0,15	1,28
29	1	0,4	0,49
	2	0,1	0,13
32	1	0,15	0,33
	2	0,1	0,28
39	1	0,5	1,63
	2	0,1	0,28
45	1	0,5	1,63
	2	0,1	0,28
	3	0,06	0,14
46	1	0,45	1,56

Следующей задачей при проектировании заготовки является определение напусков и допусков. Для этого необходимо определить

параметры заготовки и затем определить соответствующие значения искомых напусков и допусков в соответствующей справочной литературе [3].

«Получаем следующие параметры заготовки: степень точности поверхности 10, класс точности массы 8, класс размерной точности 9, ряд припусков 4, сдвиг не более 0,8 мм, эксцентricность отверстий не более 0,8 мм» [3].

Заготовка, полученная в результате прибавления к контуру детали припусков на механическую обработку и напусков, а также технические требования на ее выполнение приведены на листе графической части выпускной квалификационной работы.

2.2 Проектирование плана изготовления детали

В ходе анализа типа производства было установлено, что «план изготовления в среднесерийном типе производства проектируется на основе типовых технологических процессов» [18], [19].

На первом этапе проектирования плана изготовления необходимо разработать «маршрут изготовления детали с использованием методики» [6]. В одну операцию объединяем поверхности, имеющие одинаковые методы обработки и промежуточные параметры качества обработки. Для этого используем ранее разработанные маршруты обработки поверхностей, приведенные в таблице 1. Результаты проектирования маршрута изготовления детали приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Переход	Обрабатываемые поверхности	Номер операции	Название операции
термическая обработка	все поверхности	005	термическая
фрезерование	16	010	комбинированная
сверление	15, 18, 22, 23, 29, 31, 32		
расточивание	18, 22, 23, 31, 32		

Продолжение таблицы 3

Переход	Обрабатываемые поверхности	Номер операции	Название операции
зенкерование	29	–	–
развертывание	29		
фрезерование	1, 2, 3, 4, 5, 6, 35	015	комбинированная
сверление	8, 39, 41, 45, 46		
расточивание	41, 45, 46		
фрезерование	16	020	комбинированная
расточивание	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32		
фрезерование	5, 6	025	комбинированная
сверление	36, 37		
расточивание	40, 41, 42, 44, 45		
резьбонарезание	38, 43		
расточивание	18, 23, 31	030	расточная
расточивание	5, 45	035	расточная
очистка	все поверхности	040	моечная
измерения	все поверхности	045	контрольная

На втором этапе проектирования плана изготовления разрабатываем операционные эскизы исходя из приведенного маршрута изготовления детали. На операционных эскизах указываем обрабатываемые поверхности, а также схемы базирования и операционные размеры, которые разрабатываются на основе ранее выявленных характеристик типа производства и рекомендаций [11]. Особое внимание при этом следует уделить выполнению принципов единства и постоянства баз, так как используется метод достижения точности обработки на заранее настроенном оборудовании.

На третьем этапе проектирования плана изготовления определяются технические требования на выполнения операций, такие как, шероховатость, размерные допуски и допуски формы и отклонения поверхностей. Для этого используется методика [11].

В результате формируется план изготовления в виде графического документа приведенного в графической части работы и оформленного в соответствии с требованиями [11]. Результаты проектирования плана

изготовления являются основой для разработки маршрутной карты изготовления детали представленной в приложении А. «Технологическая документация».

2.3 Выбор средств технологического оснащения

«Анализ типа производства показал, что средства технологического оснащения предпочтительно использовать универсальные и стандартизированные» [6]. Допускается применение специальных средств оснащения в обоснованных случаях. Стоит отдавать предпочтение современным высокопроизводительным средствам технологического оснащения, таким как, станки с числовым программным управлением, автоматизированным станочным приспособлениям, режущему инструменту из современных инструментальных материалов, бесконтактным и электронным приборам контроля и так далее.

Кроме данных рекомендаций следует учесть конструктивные особенности детали, которые могут ограничивать применение определенных средств технологического оснащения. Также следует учесть, особенности обрабатываемого материала, что особенно важно при выборе инструментальных материалов режущей части инструмента. Основным условием при выборе станочных приспособлений является обязательная реализация ими схем базирования, а также обеспечение точности обработки. Основное требование к средствам контроля заключается в обеспечении ими требуемой точности контроля и универсальности.

«Выбор средств технологического оснащения осуществим по данным источников [1], [4], [5], [14], [17]. Выбор средств технологического оснащения приведен в таблице 4» [6].

Таблица 4 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Термическая	печь	–	–	–
010 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	приспособление специальное	фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, сверло специальное GC1220, сверло R850-0900-70-A1A GC1220 Sandvik, сверло R850-0700-70-A1A GC1220 Sandvik, зенкер C3-R825A-FAB208A GC1220 Sandvik, развертка 830B-E06D0800H7S12 GC1220 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik	нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	приспособление специальное	фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, сверло R850-0900-70-A1A GC1220 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik	нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
020 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	приспособление специальное	фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08-AL H10 Sandvik, резец расточной канавочный CXS-05G200-5230R GC1025 Sandvik	нутромер ГОСТ10-88
025 Комбинированная	вертикальный обрабатывающий центр Haas VF-2	приспособление специальное	фреза концевая R216.24-14050GAK26H GC1640 Sandvik, резец расточной CCGX 12 04 08- AL H10 Sandvik,	калибры, микрометр ГОСТ6507-90, нутромер ГОСТ10-88

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
–	–	–	сверло R840-0420-30-A1A GC1220 Sandvik, резцовая вставка CXS-04TH320UN-4015R GC1025 Sandvik, резец резьбовой 266RL-22MM02A250E GC1020 Sandvik	–
030 Расточная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	приспособление специальное	резец токарный расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 Sandvik	нутромер ГОСТ10-88
035 Расточная	вертикально-фрезерный с ЧПУ Haas DT-1	приспособление специальное	фреза концевая R390-022A20L-11L H13A Sandvik, резец токарный расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 Sandvik	нутромер ГОСТ10-88, скоба рычажная ГОСТ11098-75
040 Моечная	моечная машина	–	–	–
045 Контрольная	контрольный стенд	–	–	средства комплексного контроля

Выбранные средства технологического оснащения в полной мере отвечают среднесерийному типу производства, обеспечивают оптимальное сочетание производительности и экономических затрат. Результаты выбора средств технологического оснащения приведены в маршрутной карте изготовления детали представленной в приложении А. «Технологическая документация». Следует заметить, что после проведения нормирования технологического процесса ряд средств технологического оснащения могут быть пересмотрены с целью снижения вспомогательного времени на обработку или обеспечения большей производительности.

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Режимы резания и нормирование технологических операций во многом определяют эффективность технологии изготовления. Решение данной задачи возможно с применением различных методик, которые отличаются друг от друга трудоемкостью и точностью. В условиях среднесерийного типа производства при использовании высокопроизводительного станочного оборудования и режущего инструмента наиболее эффективно использование данных и методики определения режимов резания предлагаемых изготовителем режущего инструмента [5].

«Нормирование 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» [12].

«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_v – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{\text{п}}$ – время на личные потребности, мин» [12].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (17)$$

где $L_{p.x.}$ – длина рабочего хода, мм;

S – подача, мм/об» [12].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [12].

«Результаты расчета представлены в таблице 5» [6].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
010	1	0,2	110	3500	132	0,19	2,26
	2	0,2	125	1300	55	0,21	
	3	0,1	120	2200	15	0,07	
	4	0,5	820	2500	102	0,08	
	5	0,1	100	4000	200	0,5	
	6	0,1	98	4000	80	0,2	
	7	0,5	36	1400	80	0,12	
	8	0,25	95	3600	80	0,09	
015	1	0,2	110	3500	85	0,12	14,74
	2	0,015	70	1000	640	10,7	
	3	0,2	90	500	52	0,52	
020	1	0,1	110	3500	132	0,38	1,43
	2	0,2	282	3000	102	0,17	
	3	0,05	150	2000	8	0,08	
025	1	0,01	100	1500	640	10,6	14,52
	2	0,2	90	500	52	0,52	
	3	0,2	100	4000	36	0,04	
	4	1,5	80	3500	48	0,01	
030	1	0,1	800	4800	102	0,21	1,03
035	1	0,005	120	1800	640	17,8	23,18
	2	0,1	200	2400	8	0,03	

«Результаты расчета режимов резания и нормирования приведены в маршрутной карте и операционных картах изготовления детали представленных в приложении А. «Технологическая документация», а также отражены на чертежах технологических наладок в графической части» [6].

По результатам нормирования установлено, что значительная часть времени при выполнении операций затрачивается на снятие и установку заготовок, то есть вспомогательное время имеет значительную долю в структуре штучно-калькуляционного времени выполнения операций. Также следует обратить внимание на сверлильные переходы, где не используются максимально возможные режимы обработки в данных условиях.

«Данный раздел содержит решение технологических задач таких как, выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование» [6]. По результатам выполнения раздела спроектирована заготовка, план изготовления детали, технологические наладки, сформирован комплект необходимой технологической документации, выявлены лимитирующая операция, а также операции, имеющие явные технические недостатки.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование цанговой оправки

По результатам нормирования установлено, что значительная часть времени при выполнении операций затрачивается на снятие и установку заготовок, то есть вспомогательное время имеет значительную долю в структуре штучно-калькуляционного времени выполнения операций. Имеющиеся стандартные приспособления не позволяют решить эту проблему, так как изменяют схему базирования на операциях, что недопустимо. В связи с этим необходимо спроектировать специальное приспособление. Приспособление спроектируем на примере расточной операции, эскиз которой приведен на рисунке 3. В качестве зажимного механизма выбираем цанговый механизм, как наиболее подходящий для принятой схемы базирования. Расчет производим по методике [16].

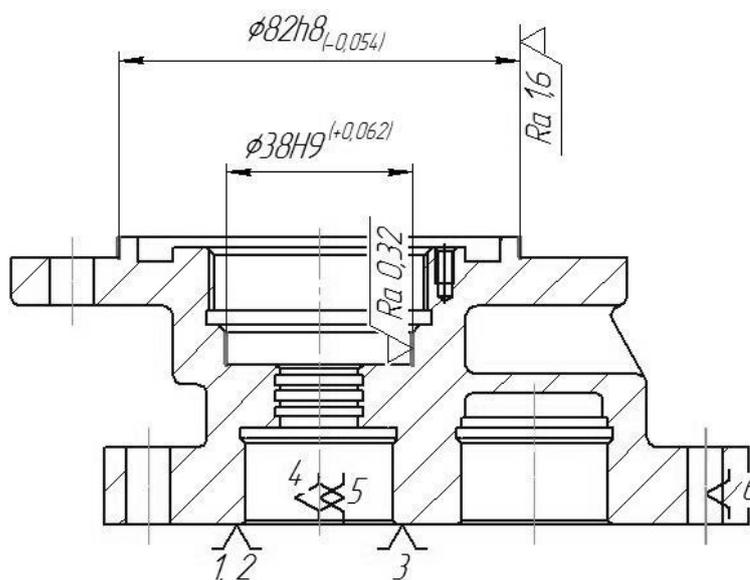


Рисунок 3 – Эскиз расточной операции

Расчет будем производить для перехода с наибольшей величиной снимаемого припуска.

«Основная составляющая силы резания при фрезеровании P_z определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^g \cdot n^w} k_{\text{мр}}, \quad (19)$$

где: C_p , x , y , u , g , w – коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают особенности обработки данного материала;

t – глубина резания, мм;

S_z – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

z – число зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, об/мин;

$k_{\text{мр}}$ – коэффициент, который учитывает влияние механических характеристик обрабатываемого материала» [15].

«Составляющая силы резания P_y определяется по формуле:

$$P_y = 0,85 \cdot P_z. \quad (20) \gg [15]$$

Выполняем расчеты.

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 0,14^{0,86} \cdot 0,005^{0,72} \cdot 4,0^0 \cdot 4,0}{22^{0,86} \cdot 1800^{1,0}} \cdot 1,0 = 145 \text{ Н.}$$

$$P_y = 0,85 \cdot 145 = 123 \text{ Н.}$$

Дальнейший «силовой расчет приспособления основан на условии равновесия системы сил. Для этого составим схему закрепления заготовки, приведенную на рисунке 4» [16].

«Из данной схемы следует, что момент от составляющей силы резания P_z определяется по формуле:

$$M_{P_{P_Z}} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (21)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр, мм» [16].

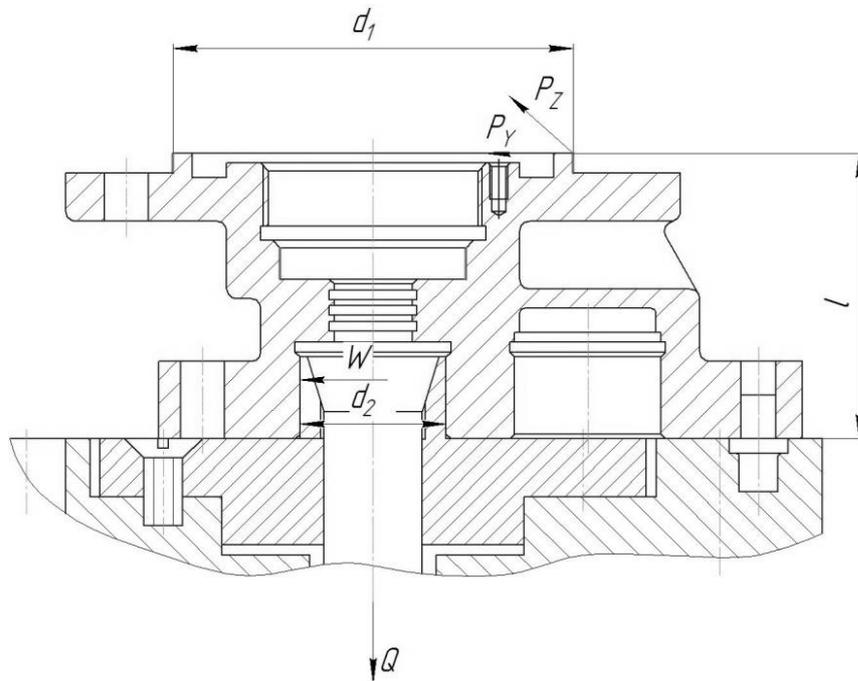


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

«Для обеспечения его уравнивания необходимо создать момент силы зажима равный:

$$M_{3P_Z} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (22)$$

где W – сила зажима, Н;

f – коэффициент трения поверхностей заготовки и сменного кулачка;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [16].

«Сила зажима, которую необходимо создать определяется из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов и составит:

$$W = \frac{P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \cdot K, \quad (23)$$

где K – коэффициент запаса» [16].

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (24)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент состояния обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент увеличения сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания;

K_4 – коэффициент стабильности усилия зажима;

K_5 – коэффициент эргономических показателей привода» [16].

«Выполняем расчеты.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,8.$$

$$W = \frac{145 \cdot 82}{0,3 \cdot 30} \cdot 1,8 = 4782 \text{ Н} \gg [16].$$

«Момент от составляющей силы резания P_Y определяется по формуле:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (25)$$

где l – плечо приложения силы, мм» [16].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3P_Y} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{3}. \quad (26) \gg [16]$$

«Из условия необходимости обеспечения равенства данных моментов

определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P \cdot \gamma \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (27) \gg [16]$$

$$W = \frac{3 \cdot 123 \cdot 60}{2 \cdot 0,3 \cdot 30} \cdot 2,52 = 3100 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчетов силового привода принимаем большее значение требуемого усилия зажима равное 4782 Н.

В качестве привода развивающего необходимое усилие закрепления принимаем мембранный пневмоцилиндр. Данный тип цилиндров отличается надежностью и простотой конструкции, а также обеспечивает требуемые параметры быстродействия. Выбор пневмоцилиндра производим по данным справочной литературы [16]. Для развития требуемого усилия закрепления принимаем пневмоцилиндр с мембраной диаметром 200 мм, развивающий усилие в 6800 Н.

На заключительном этапе проектирования станочного приспособления необходимо определить его точность. Для этого составим его размерную схему, приведенную на рисунке 5.

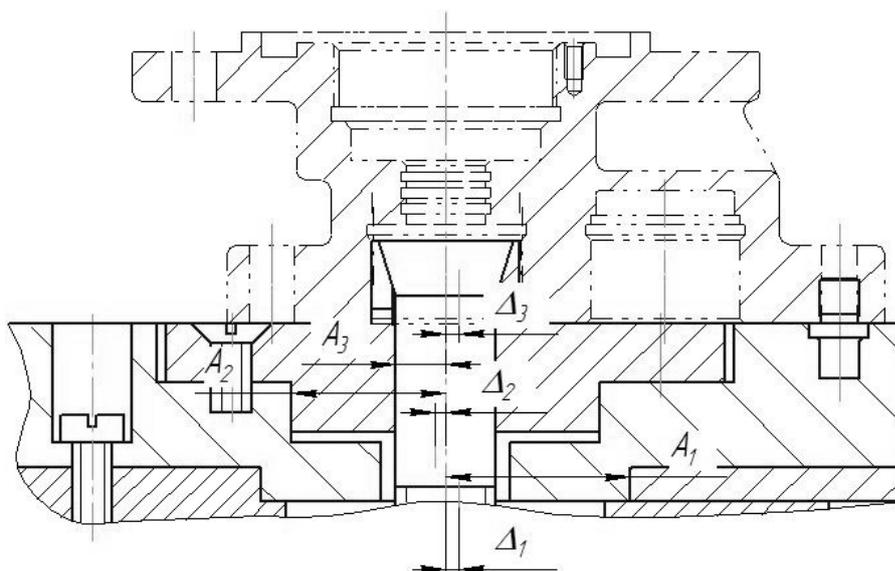


Рисунок 5 – Размерная схема проектируемого приспособления

«Исходя из схемы, погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (28)$$

где Δ_1 – погрешность от неперпендикулярности торца тяги, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм» [16].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Точность приспособления является удовлетворительной, если полученное расчетное значение точности составляет 0,3 от требуемой точности обработки. В данном случае это значение составит 0,024 мм. Приспособление представляет собой силовой привод и зажимной механизм. Более подробно конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

3.2 Проектирование сверла

При анализе результатов расчета режимов резания на операции технологического процесса было отмечено, что следует обратить внимание на сверлильные переходы, так как на них не используются максимально возможные режимы обработки в данных условиях. Анализируя причины, приходим к следующим выводам. Основная проблема, которая приводит к снижению режимов резания, заключается в плохом отводе стружки, что связано с особенностями свойств материала детали. При сохранении высокопроизводительных режимов будет повышаться температура в зоне резания, что приведет к снижению стойкости инструмента и появлению брака на обработанных поверхностях. Решим данную проблему на примере перехода сверления диаметра $28,845^{+0,21}$ мм с использованием технических решений, предлагаемых в литературе [20].

«Диаметр сверла определяется по формуле:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (29)$$

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

TD – допуск на выполняемый размер, мм» [20].

$$D = 28,845 + \frac{0,21}{2} = 28,95 \text{ мм.}$$

«Точность диаметра сверла зависит от требуемой точности обработки и принимается на два качества точнее, то есть в данном случае должна соответствовать 10 качеству» [20]. Тогда диаметр инструмента должен составлять $28,95_{-0,084}$ мм.

С целью применения наиболее интенсивных режимов резания принимаем в качестве материала режущей части твердый сплав GS1220 "Sandvik". Учитывая диаметр сверла целесообразно выполнить его сборным, что существенно удешевит конструкцию.

Из опытных данных и конструктивных особенностей сверла выполним хвостовую часть сверла цилиндрической.

При такой конструкции хвостовика необходимо выполнить его проверку на максимальный передаваемый крутящий момент.

«Момент рассчитывается по формуле:

$$M = \mu \cdot P_3 \cdot D, \quad (30)$$

где μ – коэффициент трения в зоне контакта поверхностей хвостовика и патрона;

P_3 – сила закрепления, Н;

D – диаметр хвостовика, мм» [20].

$$M = 0,1 \cdot 80 \cdot 28 = 224 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Полученное значение необходимо сравнить с максимальным

моментом, возникающим при обработке отверстия, который составляет 120 Н·мм. Следовательно, диаметр хвостовика соответствует возникающему крутящему моменту.

Геометрические параметры сверла принимаются по данным [20].

Снижение температуры в зоне резания достигается подводом смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания, через каналы в сверле. Также такой способ подвода смазочно-охлаждающей жидкости позволит выдавливать стружку из зоны обработки, тем самым предотвращая ее скапливание.

«Более подробно предлагаемая конструкция сверла приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [20].

Данный раздел содержит решение технических задач, направленных на устранение недостатков технологии изготовления, выявленных в ходе анализа результатов нормирования технологических операций. Для этого выполнено проектирование цанговой оправки и сверла. Это позволило сократить время операций за счет сокращения вспомогательного времени на снятие и установку деталей путем механизации процесса закрепления. При этом схема базирования осталась неизменной. Также предложена альтернативная конструкция сверла. Это позволило применять более интенсивные режимы резания на сверлильных переходах, тем самым сократив основное время их выполнения.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Безопасность и экологичность технического объекта определяется его конструктивно-технологическими характеристиками. В качестве объекта рассматривается технологический процесс изготовления корпуса насоса.

К характеристикам технологического процесса относятся операции технологического процесса, используемое оборудование и средства технологического оснащения, используемые для осуществления технологического процесса материалы и вещества, а также необходимые для этого работники.

Технологический процесс механической обработки состоит из комбинированных и расточных операций. Используется следующее оборудование: вертикальный обрабатывающий центр Naas VF-2, вертикально-фрезерный с ЧПУ Naas DT-1. Для обработки используется следующий режущий инструмент: фрезы, сверла, расточные резцы. Для закрепления заготовок используются специальные станочные приспособления. Деталь изготавливается из алюминиевого сплава АЛ-8 ГОСТ 2685-75. Вещества, используемые в технологическом процессе: синтетические смазочно-охлаждающие жидкости, масла, ветошь. Технологический процесс осуществляют операторы станков с числовым управлением.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

С целью обеспечения производственной безопасности необходимо произвести идентификацию профессиональных рисков. Для этого используются ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные

производственные факторы. Классификация» и Приказ Минтруда № 776н «методы оценки уровня профессиональных рисков определяются работодателем с учетом характера своей деятельности и сложности выполняемых операций» [2]. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Источники опасностей и рисков	Реестр опасностей/ рисков	ID	Опасное событие
вертикальный обрабатывающий центр Naas VF-2, вертикально-фрезерный с ЧПУ Naas DT-1, фрезы, сверла, расточные резцы, специальные станочные приспособления, синтетические смазочно-охлаждающие жидкости, масла	физические опасные и вредные производственные факторы	1.1	движущиеся машины и механизмы
	скользкие, обледенелые, за жиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
	воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	заболевания кожи (дерматиты)
	поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	13.8	тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру
	физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	23.1	повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
	электрический ток	27.1	контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
	шаговое напряжение	27.5	поражение электрическим током
	наведенное напряжение в отключенной электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной	27.7	поражение электрическим током

«Количество и состав опасных и вредных производственных факторов физического, химического и психофизиологического воздействия, а также возникающих под их влиянием рисков, воздействующих на работников, задействованных в выполнении технологического процесса, характерно для цехов механической обработки» [2].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Снижение профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, достигается путем разработки соответствующих методов и средств. Определение методов и средств основано на Приказе 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» (таблица 7).

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
физические опасные и вредные производственные факторы	«устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих элементов» [2]	«использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, специальных рабочих «костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [2]

Продолжение таблицы 7

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [2]	«устройство систем удаления вредных 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» [2]
поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)	«обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [2]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [2]
физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [2]	«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» [2]
электрический ток	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и» [2]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования,» [2]

Продолжение таблицы 7

Реестр опасностей/ рисков	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказа Минтруда России № 771н)	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	«приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [2]	«применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [2]

Представленный в таблице комплекс мероприятий, методов и средств, позволяет эффективно снизить действующие в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса опасности и риски.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор методов и средств по обеспечению пожарной безопасности определяется характеристиками производственного корпуса, в котором производится технологический процесс и характеристиками горючести используемых в ходе технологического процесса материалов.

«Характеристика производственного корпуса по пожароопасности: категория по взрыво и пожаробезопасности – пожароопасное; степень огнестойкости зданий и сооружений – из негорючих материалов; класс помещения в зависимости от окружающей среды – сухое; класс помещения по степени опасности поражения электрическим током – с повышенной опасностью» [2]. «Используемые в ходе технологического процесса материалы относятся к классу D – пожары, связанные с воспламенением и горением металлов» [2].

Исходя из характеристик пожароопасности производственного корпуса и используемых в ходе выполнения технологического процесса материалов, определяем основные опасные факторы возможного 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)» [2].

Основываясь на имеющихся данных по характеристикам пожароопасности, производим выбор технические средства обеспечения пожарной безопасности и разработку организационных мероприятий.

Результаты выбора технических средств обеспечения пожарной безопасности приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
«огнетушители: – ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [2]	«мотопомпа пожарная» [2]	«пожарный извещатель» [2]	«пожарный щит класса ЩП-А» [2]	«оповещатель охранно-пожарный звуковой, программно-аппаратный комплекс» [2]

«Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: разработка инструкций по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по пожарной безопасности» [2].

Отметим, что все технические средства и организационные мероприятия не являются специальными, что снизит стоимость их внедрения и проведения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Основными источниками антропогенной нагрузки, возникающими в ходе выполнения технологического процесса, являются: «масла, смазочно-охлаждающие жидкости, смазочные материалы, частицы абразива, стружка, мусор, бытовые стоки» [2]. Мероприятия по нейтрализации и снижению антропогенной нагрузки разрабатываются на основе «ГОСТ Р 53692–2009, который определяет основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов» [2]. Учет отходов осуществляется на основании Федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 10.06.1998 №89 [2].

В качестве профилактических мероприятий по антропогенной нагрузке предлагается: максимальное использование энергосберегающих технологий и ресурсов, таких как энергоэффективное освещение, утепление зданий, установка солнечных батарей и других возобновляемых источников энергии; установка экономичных сантехнических приборов, сбор и повторное использование дождевой воды, установка фильтров и систем очистки для уменьшения загрязнения воды; введение современных систем очистки выбросов, замена устаревших технологий на более экологически чистые, контроль и соблюдение нормативов по выбросам и стандартам качества воздуха; отдельный сбор и переработка отходов, использование утилизации и вторичного использования материалов, снижение потребления упаковочных материалов, использование биоразлагаемых и безопасных для окружающей среды продуктов; охрана лесов, водоемов, озер и биоразнообразия, создание заповедников и природных парков, строгое соблюдение правил и норм охраны окружающей среды [2].

В разделе проведен анализ технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Это позволило обеспечить требуемые условия труда на производственном участке, выполнение требований пожарной безопасности на производстве и соответствие производства экологическим нормам.

5 Экономическая эффективность работы

Любое техническое решение предполагает экономическое обоснование предложенных совершенствований. В этом и заключается основная задача данного раздела бакалаврской работы.

Подробное описание производимого изделия, его технологического процесса, применяемой оснастки и инструмента, а также трудоемкость операций, представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы. Но для выполнения основной задачи данного раздела, наибольший интерес представляют только предложенные изменения в технологический процесс.

Предложенные изменения технологического процесса и результаты представлены на рисунке 6.

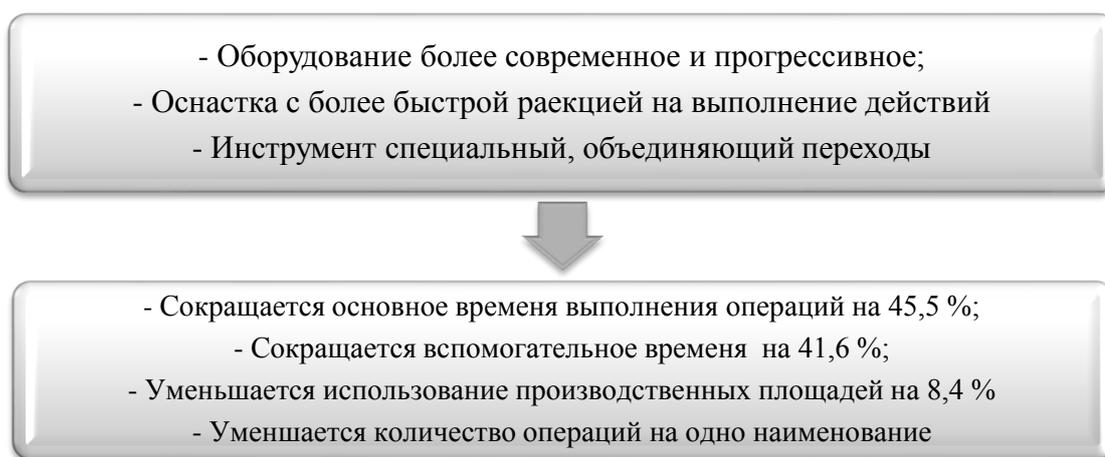


Рисунок 6 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

Основываясь на технических результатах, представленных на рисунке 6, можно сделать предварительный вывод об эффективности предложенных совершенствований. Однако, для получения действительного подтверждения эффективности предложенных совершенствований, необходимо провести комплекс экономических расчетов. Этот комплекс, укрупнено, можно разделить на несколько этапов. Последовательность и название этапов, а

также проводимые расчеты для их выполнения представлены на рисунке 7.

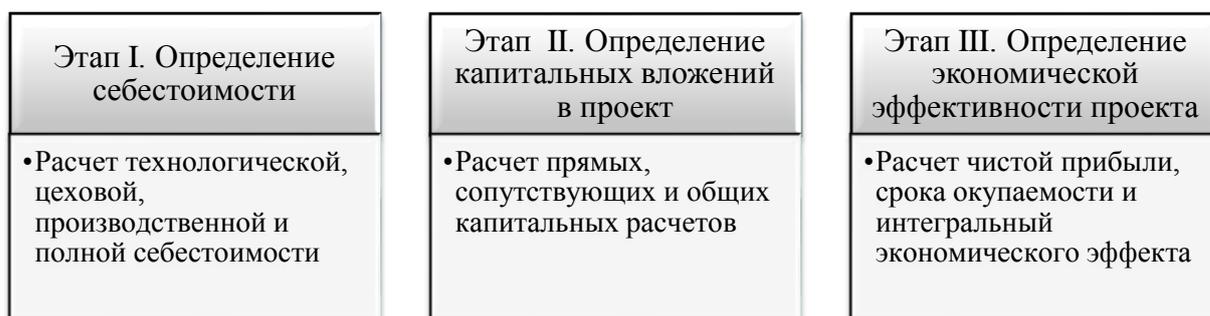


Рисунок 7 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 7 расчеты и методики для их проведения [8] позволят получить результаты и сделать итоговые выводы по эффективности предложенных мероприятий. Для упрощения выполнения перечисленных расчетов дополнительно используется программное обеспечение Microsoft Excel.

Результаты расчетов по определению себестоимости изготовления продукции двух сравниваемых вариантов представлены на рисунке 8.

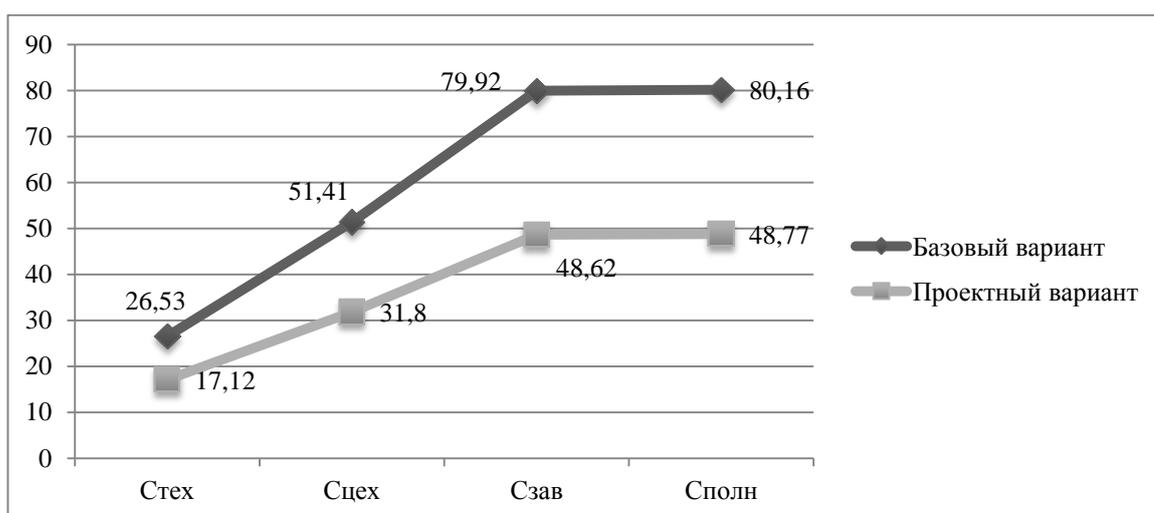


Рисунок 8 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке 8 видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектом варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 30,2 %.

Результаты расчетов по определению капитальных вложений в совершенствованный технологический процесс, представлены на рисунке 9.



Рисунок 9 – Результаты расчетов по определению капитальных вложений

Из рисунка 9 видно, что прямые капитальные вложения имеют большее значение, чем сопутствующие капитальные вложения. Их доля в общих инвестициях составляет 69,6%. Это объясняется применением более дорогостоящего оборудования в проектируемом варианте технологического процесса.

Результаты расчетов по определению экономической эффективности проекта представлены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Результаты расчетов по определению экономической эффективности

Как видно из рисунка 10, предложенные совершенствования технологического процесса можно внедрять, так как это позволит получить предприятию экономический эффект в размере 40800,38 руб.

В ходе выполнения данного раздела проведено экономическое обоснование принятых технических решений. Результаты проведенных расчетов подтвердили их эффективность, так как получен положительный экономический эффект.

Заключение

По результатам выполнения данной выпускной квалификационной работы можно сделать следующие основные выводы.

В работе обоснована актуальность выбранной темы, а также четко сформулирована ее цель.

Проведен анализ имеющихся данных. «Проанализированы назначение детали и условия ее эксплуатации, показатели технологичности детали и характеристики типа производства» [6]. По результатам данного анализа определены основные особенности проектируемого технологического процесса, требования к нему, а также сформулированы задачи работы.

«Решены технологические задачи. Произведены выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, расчет режимов резания и нормирование» [6]. Это позволило сформировать комплект необходимой технологической документации, выявить лимитирующую операцию, а также операции, имеющие явные технические недостатки.

Решены технические задачи, направленные на устранение спроектированной недостатков технологии изготовления. А именно, выполнено проектирование цанговой оправки и проектирование сверла.

Проведен анализ спроектированной технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Это позволило обеспечить требуемые условия труда на производственном участке, выполнение требований пожарной безопасности на производстве и соответствие производства экологическим нормам.

Проведено экономическое обоснование принятых технических решений, которое показало их экономическую эффективность.

Следовательно, цель данной выпускной квалификационной работы можно считать достигнутой в полном объеме.

Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера –метролога. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. 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.
3. 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.
4. Каталог продукции «haascnc». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.int.haascnc.com> (дата обращения: 23.09.2023).
5. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 21.09.2023).
6. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 24.09.2023).
7. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 29.09.2023).
8. 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: 12.10.2023).
9. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан –заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схиртладзе. – Москва: ИНФРА – М, 2019. – 295 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1037766> (дата обращения:

01.10.2023).

10. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3 –е изд., доп. – Москва : ИНФРА –М, 2022. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 09.09.2023).

11. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 06.09.2023).

12. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4 –е изд., перераб. и доп. – Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

13. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 26.08.2023).

14. 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.

15. 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.

16. Тарабарин О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении: учебное пособие / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. – 2 –е изд., испр. и доп. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 05.10.2023).

17. Технология автоматизированного машиностроения. Технологическая подготовка, оснастка, наладка и эксплуатация

многооперационных станков с ЧПУ: учебник для вузов / А. М. Александров, Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев. – Санкт –Петербург: Лань, 2021. – 264 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/174961> (дата обращения: 09.10.2023).

18. Технология машиностроения. Специальная часть: учебник для вузов / А. С. Ямников, М. Н. Бобков, Г. В. Малахов [и др.]; под ред. А. А. Маликова, А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 344 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168626> (дата обращения: 03.09.2023).

19. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан –заде, В.Ф. Солдатов [и др.]. – М.: ИНФРА –М, 2019. – 387 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010080> (дата обращения: 23.09.2023).

20. Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент. Эксплуатация: Учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Москва: НИЦ ИНФРА –М; Минск: Нов. знание, 2014. – 256 с.: ил.; – URL: <https://znanium.com/catalog/product/424209> (дата обращения: 18.09.2023).

21. Химический состав и физико-механические свойства алюминиевого сплава АЛ-8 [Электронный ресурс]. – URL: https://diagnostika-metallov.ru/marki_metallov/aljuminij/litejnyj-splav/al8/?ysclid=Indjntquqv784952175 (дата обращения: 12.08.2023).

22. 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: 10.09.2023).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
A 19	XX	XX	XX	015	XXXX Комбинированная.															
Б 20	381101	Обрабатывающий центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1									14,74
О 21	Обрабатывать поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 35, 39, 41, 45, 46 в размер $\phi 37,68^{+0,25}$, $\phi 45^{+0,25}$, $\phi 60^{+0,5}$,																			
О 22	$\phi 74^{+0,5}$, $\phi 82,6^{+0,55}$, $\phi 9^{+0,15}$, $60,25^{+0,5}$, $58,25^{+0,5}$, $56,5^{+0,5}$, $55,25^{+0,5}$, $44,25^{+0,25}$, $34,25^{+0,25}$.																			
Т 23	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik";																			
Т 24	391213 Сверло R850-0900-70-A1A "Sandvik" GC1220; 392190 Резец расточной CCGX 12 04 08																			
Т 25	AL H10 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-200 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I.																			
26																				
A 27	XX	XX	XX	020	XXXX Комбинированная.															
Б 28	381101	Обрабатывающий центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1									14,3
О 29	Обрабатывать поверхности 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32 в размеры																			
О 30	$\phi 29,521^{+0,052}$, $\phi 27,8^{+0,052}$, $\phi 32^{+0,21}$, $\phi 18^{+0,21}$, $\phi 17^{+0,18}$, $32^{+0,23}$, $37^{+0,23}$, $39^{+0,25}$, $60^{+0,12}$, $38^{+0,25}$, $36^{+0,25}$, $35^{+0,25}$,																			
О 31	$33^{+0,25}$, $32^{+0,25}$, $30^{+0,25}$, $27^{+0,25}$.																			
Т 32	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik";																			
Т 33	392190 Резец расточной CCGX 12 04 08 ALH10 "Sandvik"; 392190 Резец расточной канавочный																			
Т 34	CXS-05G200-5230R GS1025 "Sandvik"; 393450 Нутромер HM-40 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I.																			
35																				
A 36	XX	XX	XX	025	XXXX Комбинированная.															
Б 37	381101	Обрабатывающий центр	HaasVF-2 3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1									14,52
О 38	Обрабатывать поверхность 5, 6, 8, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45 в размер $\phi 37,88^{+0,1}$, $\phi 46^{+0,35}$, $M45^{+0,1}$,																			
О 39	$\phi 81,8^{+0,007}$, $56,25^{+0,25}$, $44^{+0,21}$, $50,5^{+0,25}$.																			
Т 40	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая R216.24-14050GAK26H GS1640 Sandvik";																			
Т 41	392190 Резец расточной CCGX 12 04 08 ALH10 "Sandvik"; 391213 Сверло R840-0420-30-A1A																			
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
Т 42	<i>"Sandvik" GC1220; 392190 Резец-вставка CXS-04 TH320UN-4015R "Sandvik"; 392190 Резец резьбовой</i>												
Т 43	<i>266RL-22MM02A250E GS1020 "Sandvik"; 393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88; 394233 Микрометр</i>												
Т 44	<i>МК-100 ГОСТ6507-90.</i>												
45													
А 46	<i>XX XX XX 030 4220 Расточная.</i>												
Б 47	<i>381101 Обрабатывающий центр HaasDT-1 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 102</i>												
О 48	<i>Обрабатывать поверхности 18, 23, 31 в размеры $\phi 28^{+0,021}$, $\phi 30^{+0,021}$.</i>												
Т 49	<i>396190 Лиспасодление специальное; 392190 Резец расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 "Sandvik";</i>												
Т 50	<i>393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88.</i>												
51													
А 52	<i>XX XX XX 035 4220 Расточная.</i>												
Б 53	<i>381101 Обрабатывающий центр HaasDT-1 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 10,18</i>												
О 54	<i>Обрабатывать поверхности 5, 45 в размеры $\phi 82_{0,054}$, $\phi 38^{+0,062}$.</i>												
Т 55	<i>396190 Лиспасодление специальное; 391822 Фреза концевая R390-022A20L-11L H13A Sandvik";</i>												
Т 56	<i>392190 Резец расточной R825A-AF11STUC06T1A H10 "Sandvik"; 393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88.</i>												
Т 57	<i>394233 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>												
58													
А 59	<i>XX XX XX 040 Моечная.</i>												
60													
А 61	<i>XX XX XX 045 Контрольная.</i>												
62													
63													
64													
МК													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Горбачева О.А.			ТГУ									
Проверил	Козлов А.А.			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов А.А.			Карлус насоса						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Комбинированная		АКВ ГОСТ 4784-97			166	142	15х1639			185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	СОЖ					
HAAS VF 2				146			2,26	Blasocool					
		пи	о или в	L	f	i	s	p	v				
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396190 Пистолетное специальное; 391822 Фреза торцовая R590-160Q40A-11M H10 Sandvik;												
T ₀₃	391213 Сверло R850-0900-70-A1A "Sandvik" GC1220; 391213 Сверло R850-0700-70-A1A Sandvik												
T ₀₄	GC 1220; 391620 Зенкер C3-R825A-FAB208A "Sandvik" GC 1220; 391701 Развертка												
T ₀₅	830B-E06D1000H7S12 "Sandvik" GC 1210; 392190 Резец расточный CCOX 12 04 08 AL H10 "Sandvik";												
T ₀₆	393450 Нутромер НМ-40 ГОСТ10-88; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I.												
017	2. Обрабатывать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза												
P ₀₈		1			1,7		0,2	3500	110				
P ₀₉		2			14,4		0,2	1300	125				
P ₁₀		3			8,5		0,1	2200	120				
P ₁₁		4			3,0		0,5	2500	820				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2.118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Горбачева О.А.			ТГУ									
Проверил	Козлов А.А.			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов А.А.			Карпус насоса						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Комбинированная		АКВ ГОСТ 4784-97			166	142	15/1639			185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	сож					
HAAS VF 2				146			2,26	Blasocout					
		пи	о или в	L	r	i	s	n	v				
P ₀₁		5			4,5		0,1	4000	100				
P ₀₂		6			3,5		0,1	4000	98				
P ₀₃		7			0,4		0,5	1400	36				
P ₀₄		8			0,1		0,25	3600	95				
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
06													
07													
08													
09													
10													
11													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Горбачева О.А.			ТГУ									
Проверил	Козлов А.А.			Кафедра ОТМП									
Н.контр.	Козлов А.А.			Карпус насоса						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Расточная		АКВ ГОСТ 4784-97			166	142	15х163,9			185	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	СОЖ					
HAAS DT1				8,1			10,18	Blasocouf					
			пи	о или в	L	t	i	s	p	v			
01	1. Установить заготовку												
T ₀₂	396190 Писпособление специальное; 391822 Фреза концевая специальная $\phi 36$ P12Ф2Ж8М3;												
T ₀₃	92190 Резец расточной R825C-AF23STUP1103A "Sandvik" GC3210; 393311 Штангенциркуль ШЦ-V;												
T ₀₄	393450 Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88.												
05	2. Обработать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.												
P ₀₆		1				0,14		0,005	1800	120			
P ₀₇		2				0,14		0,1	2400	200			
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.												
09													
10													
11													

