

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 патрона D-KOMBI

Обучающийся	<u>И.А. Колесников</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 патрона D-KOMBI.

«Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании такой технологии изготовления корпуса патрона D-KOMBI, которая позволит обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей соответствующих заданным конструктором показателям качества при минимальных затратах для заданных условий производства» [14].

Выпускная квалификационная работа состоит из 65 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» [14]. 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 токарного резца. Четвертый раздел содержит анализ спроектированной технологии на безопасность ее выполнения и экологичность. Пятый раздел 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	20
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	25
3 Проектирование специальных средств оснащения	29
3.1 Проектирование цанговой оправки.....	29
3.2 Проектирование токарного резца.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	41
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	45
5 Экономическая эффективность работы	46
Заключение	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	55
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	63

Введение

Выполнение финишных шлифовальных операций предусматривает получение размеров высокой точности. Задача получения точных размеров весьма сложная с точки зрения технической реализации и требует комплексного подхода. Одним из важных факторов в решении данной задачи является тип используемого приспособления. При обработке деталей типа шестерни, кольца, фланцы и им подобных широко применяются мембранные патроны. Это объясняется относительной простотой их конструкции, высоким быстродействием, простотой наладки и невысокой стоимостью. При этом данные патроны обеспечивают требуемую точность установки заготовки.

Патроны тип D-КОМБИ являются одними из самых востребованных при финишной обработке деталей указанных выше типов. Рассматриваемый в работе корпус является одной из основных деталей патрона. 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 патрона D-КОМБИ, которая позволит обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей соответствующих заданным конструктором показателям качества при минимальных затратах для заданных условий производства» [14].

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

Рассматриваемая деталь является базовой для мембранного патрона. В корпусе базируются, устанавливаются и закрепляются детали механизма закрепления, такие как мембрана и детали механизма привода. Также корпус обеспечивает базирование патрона по торцу и посадочному отверстию и соединение при помощи винтов со шпинделем станка.

Эксплуатационные нагрузки корпуса зависят от условий эксплуатации оборудования. Как правило, патроны данного типа используются на финишных шлифовальных операциях. Возникающие при этом нагрузки относительно незначительные по величине, так как припуск, снимаемый при обработке незначительный и возникающие при этом силы резания также незначительные. Возможно кратковременное возникновение ударных нагрузок и воздействие, связанных с ними вибраций. По характеру возникающие нагрузки являются циклическими и знакопеременными.

Воздействие внешних атмосферных факторов исключено, так как оборудование работает в закрытых производственных помещениях, имеющих микроклимат соответствующий требованиям к производственным помещениям в зависимости от класса точности выполняемых работ.

Корпус является внешней деталью патрона, поэтому на него воздействуют технологические жидкости, применяемые в ходе выполнения технологического процесса. Наиболее вероятно воздействие смазочно-охлаждающей жидкости. Некоторые из них могут иметь состав, вступающий в химические реакции с корпусом, что может вызвать его повреждение. Также на поверхности корпуса возможно воздействие стружки и мелкой абразивной пыли, возникающих при шлифовании, что может вызвать повреждение базовых поверхностей и потерю точности патрона.

1.2 Анализ технологичности детали

На этапе анализа технологичности оцениваются: материал детали, общая конфигурация, возможность базирования, возможность механической обработки, служебное назначение поверхностей детали [5].

Материал детали сталь 20Х ГОСТ4543-71. Определяющими свойствами материала для его дальнейшей механической и термической обработки, а также эксплуатационных показателей, являются его химический состав и физико-механические свойства. «Химический состав: от 0,17% до 0,23% углерода, от 0,7% до 1,0% хрома, до 0,035% серы, до 0,035% фосфора, от 0,17% до 0,37% кремния, от 0,5% до 0,8% марганца, до 0,3% меди» [25]. «Основные механические свойства: предел текучести 400 МПа, предел прочности 650 МПа, относительное удлинение после разрыва 13%, относительное сужение после разрыва 40%, твердость в состоянии поставки от 170 до 190 единиц по шкале Бринелля» [25]. 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 0,9, для обработки быстрорежущим инструментом 0,8. Такие показатели обрабатываемости обеспечивают возможность применения высокопроизводительных методов обработки и сокращение времени изготовления. «Данный материал обладает хорошими пластическими свойствами, что позволяет использовать для получения заготовок высокопроизводительные и достаточно точные методы пластического деформирования» [10].

Общая конфигурация детали может быть охарактеризована как типичная для деталей данного класса. Контур детали сформирован

наружными и внутренними поверхностями вращения и плоскостями. Имеются отверстия под крепежные элементы, которые симметрично смещены относительно геометрической оси детали. 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» [15], 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, точение, сверление, шлифование и так далее. Исходя из требуемой точности поверхностей и требований к характеристикам поверхностного слоя, механической обработке необходимо подвергнуть все поверхности детали. Однако, 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).

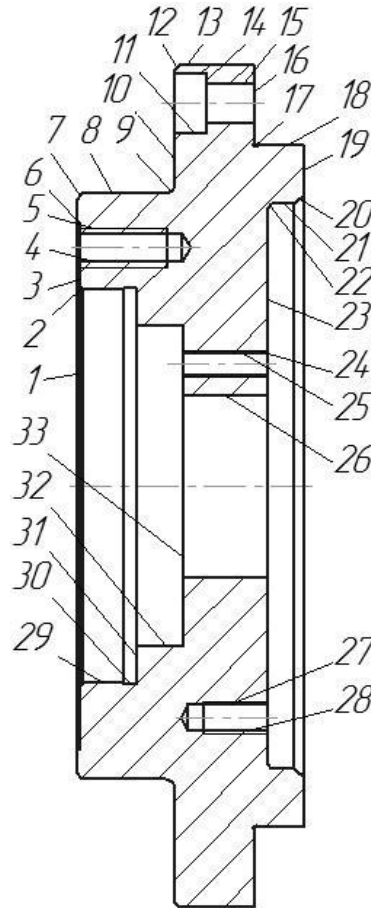


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Исходя из конфигурации детали и принципа работы патрона «поверхности 29, 31 являются основными конструкторскими базами, поверхности 3, 11, 23, 26 являются вспомогательными конструкторскими базами, поверхности 5, 24, 27, 16, 18 являются исполнительными поверхностями, все оставшиеся поверхности являются свободными» [15], 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

В результате расчетная масса детали составит 14,87 кг. «При годовой программе выпуска 5000 штук в год тип производства соответствует среднесерийному» [13].

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» [15]. 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» [14] 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» [14].

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 пластического деформирования. «Проанализировав имеющиеся данные и рекомендации, приходим к выводу, что в данном случае наиболее приемлемы методы штамповки в открытых штампах или на кривошипном горячештамповочном прессе» [10]. «Выбор метода производится путем сравнения полных затрат на изготовление детали по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения одного кг заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

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

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – стоимость одного кг стружки, руб» [10].

«Стоимость получения одного кг заготовок определяется по формуле:

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

где i – индекс метода получения заготовки;

$C_б$ – базовая стоимость получения заготовки рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент точности метода;

h_C – коэффициент сложности метода;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

h_{Π} – коэффициент программы выпуска» [10].

«Индекс метода получения заготовки принимаем 1 для заготовки полученной штамповкой в открытых штампах, 2 для заготовки полученной штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе» [10].

$$C_{ЗАГ\ 1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ р.}$$

«Масса заготовки с достаточной для данной стадии проектирования точностью определяется по формуле:

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

где K_p – коэффициент метода получения и формы заготовки» [10].

$$Q_1 = 14,87 \cdot 1,6 = 23,8 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 14,87 \cdot 1,4 = 20,82 \text{ кг.}$$

«Стоимость механической обработки определяется по формуле:

$$C_{МЕХ\ i} = C_c + E_H \cdot C_k, \quad (4)$$

где C_c – приведенные затраты, руб.;

C_k – приведенные капитальные вложения, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [10].

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

«Рассчитываем общие затраты по формуле (1).

$$C_{Т1} = 14,87 \cdot 50,28 + 4,6 \cdot (23,8 - 14,87) - 1,4 \cdot (23,8 - 14,87) = \\ = 776,24 \text{ р.}$$

$$C_{Т2} = 14,87 \cdot 50,28 + 4,6 \cdot (20,82 - 14,87) - 1,4 \cdot (20,82 - 14,87) = \\ = 766,71 \text{ р.} \quad [10].$$

«Расчеты показали, что метод получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе имеет лучшие экономические

показатели, поэтому выбираем его для дальнейшего проектирования заготовки» [10].

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 [14]. Результаты приведем в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	12	12,5	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]
2	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
3	12	12,5	точение, термическая обработка
4	12	12,5	сверление, термическая обработка
5	12	12,5	нарезание резьбы, термическая обработка
6	12	12,5	точение, термическая обработка
7	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
8	12	12,5	точение, термическая обработка
9	12	12,5	точение, термическая обработка
10	12	12,5	точение, термическая обработка
11	12	12,5	сверление, термическая обработка
12	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
13	12	12,5	точение, термическая обработка
14	12	12,5	сверление, термическая обработка
15	12	12,5	сверление, термическая обработка
16	10	1,6	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
17	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
18	6	0,8	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]
19	12	12,5	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование» [14]
20	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
21	12	12,5	«точение, термическая обработка» [14]
22	12	12,5	«точение, термическая обработка» [14]
23	10	2,5	«точение, термическая обработка, шлифование» [14]
24	12	12,5	нарезание резьбы, термическая обработка
25	12	12,5	«сверление, термическая обработка» [14]
26	7	1,25	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]
27	12	12,5	нарезание резьбы, термическая обработка
28	12	12,5	«сверление, термическая обработка» [14]
29	7	1,25	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]
30	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
31	10	1,6	«точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое» [14]
32	12	12,5	«точение, термическая обработка» [14]
33	12	12,5	«точение, термическая обработка» [14]

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 $210js6(\pm 0,0145)$ мм определяется расчетным методом, для остальных поверхностей применяется статистический метод определения припусков.

Все необходимые данные при применении расчетного метода берем из литературы [19].

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (5)$$

где a – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешности установки заготовки на операции, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [19].

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{i max} = z_{i min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (6)$$

где Td_i – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [19].

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i max} + z_{i min}). \quad (7) \gg [19]$$

«Выполняем расчеты припусков.

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,900^2 + 0,025^2} = 1,200 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,250 + \sqrt{0,115^2 + 0,025^2} = 0,366 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,073^2 + 0,020^2} = 0,323 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,070 + \sqrt{0,018^2 + 0,002^2} = 0,146 \text{ мм.}$$

$$z_{1 max} = z_{1 min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 1,200 + 0,5 \cdot (3,600 + 0,460) = 3,230 \text{ мм.}$$

$$z_{2 max} = z_{2 min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,366 + 0,5 \cdot (0,460 + 0,185) = 0,689 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,323 + 0,5 \cdot (0,290 + 0,072) = 0,504 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,072 + 0,029) = 0,197 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (3,230 + 1,200) = 2,215 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,689 + 0,366) = 0,528 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,504 + 0,323) = 0,414 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,197 + 0,146) = 0,172 \text{ мм} \gg [19].$$

«Минимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (8) \gg [19]$$

«Максимальное значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (9) \gg [19]$$

«Среднее значение операционного размера определяется по формуле:

$$d_{i \text{ ср}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (10) \gg [19]$$

«Для перехода предшествующего термической обработке минимальный размер определяется по формуле:

$$d_{(T0-1)min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (11) \gg [19]$$

«Выполняем расчеты операционных размеров.

$$d_{4min} = 209,9855 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 210,0145 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (210,0145 + 209,9855) = 210 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 209,9855 + 2 \cdot 0,146 = 210,278 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 210,278 + 0,072 = 210,350 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (210,350 + 210,278) = 210,314 \text{ мм.}$$

$$d_{TO min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 210,278 + 2 \cdot 0,323 = 210,924 \text{ мм.}$$

$$d_{TO max} = d_{TO min} + Td_{TO} = 210,924 + 0,290 = 211,214 \text{ мм.}$$

$$d_{TO cp} = 0,5 \cdot (d_{TO max} + d_{TO min}) = 0,5(211,24 + 210,24) = 211,069 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{TO min} \cdot 0,999 = 211,214 \cdot 0,999 = 211,003 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 211,003 + 0,185 = 211,188 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (211,188 + 211,003) = 211,096 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 211,003 + 2 \cdot 0,366 = 211,735 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 211,735 + 0,460 = 212,195 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5(212,195 + 211,735) = 211,965 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 211,735 + 2 \cdot 1,200 = 214,135 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 214,135 + 3,600 = 217,735 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (217,735 + 214,135) = \\ = 215,935 \text{ мм} \gg [19].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{min} = d_{0 min} - d_{4 max}. \quad (12) \gg [19]$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (13) \gg [19]$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (14) \gg [19]$$

$$\llcorner 2z_{\min} = 214,135 - 210,0145 = 4,121 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 4,121 + 3,600 + 0,029 = 7,750 \text{ мм.}$$

$$2z_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (4,121 + 7,750) = 5,936 \text{ мм} \gg [19].$$

«Все необходимые данные при применении статистического метода для расчета припусков на оставшиеся поверхности берем из литературы» [27]. Результаты определения припусков приведены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Припуски на обработку поверхностей

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1	1	2,2	3,75	2,98
	2	1,0	1,21	1,11
	3	0,5	0,58	0,54
	4	0,3	0,35	0,32
8	1	3,2	5,2	4,2
10	1	2,5	3,88	3,19
13	1	3,5	5,76	4,63
16	1	2,2	3,75	2,98
	2	1,0	1,21	1,11
	3	0,5	0,58	0,54
	4	0,3	0,35	0,33
19	1	2,2	3,75	2,98
	2	1,0	1,21	1,11
	3	0,5	0,58	0,54
21	1	3,2	5,2	4,2
23	1	2,2	3,75	2,98
	2	1,0	1,21	1,11
	3	0,5	0,58	0,54
26	1	0,9	2,45	1,68
	2	0,7	0,91	0,81
	3	0,5	0,58	0,54
	4	0,3	0,34	0,32
29	1	1,1	2,88	1,99
	2	0,9	1,15	1,03
	3	0,7	0,8	0,75
	4	0,5	0,55	0,53
31	1	1,8	3,35	2,58
	2	0,8	1,01	0,91
	3	0,4	0,48	0,44
	4	0,2	0,25	0,23
32	1	2,3	3,88	3,09
33	1	1,8	3,18	2,49

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 [7].

«В результате получаем следующие параметры заготовки: класс точности Т4, группа стали М1, степень сложности С2, исходный индекс для определения начальных допусков И14, наружные уклоны 5°, внутренние уклоны 7°, радиус закруглений 5 мм, допустимые значения остаточного облоя не более 1,2 мм, concentricность отверстий 2,0 мм, смещение по поверхности разъема штампа не более 0,4 мм» [7].

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

«Проектирование плана изготовления многофакторная задача, решение которой зависит от типа производства» [15]. В ходе анализа типа производства было установлено, что «план изготовления в среднесерийном типе производства проектируется на основе типовых технологических процессов» [8, 22], «путем их модификации исходя из конструктивных особенностей рассматриваемой детали» [15].

На первом этапе проектирования плана изготовления необходимо разработать «маршрут изготовления детали с использованием методики» [15]. 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. «Также учтем принцип наложения поверхностей, то есть поверхность, находящаяся на другой не может быть обработана

ранее» [15]. Результаты проектирования маршрута изготовления детали приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Операция	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	13, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 26
010 Токарная	точение	1, 3, 6, 8, 9, 10, 29, 31, 32, 33
015 Токарная	точение	16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26
020 Токарная	точение	1, 2, 7, 29, 30, 31
025 Сверлильная	сверление, нарезание резьбы	24, 25, 27, 28
030 Сверлильная	сверление, нарезание резьбы	4, 5, 11, 15
035 Термическая	термическая обработка	все
040 Шлифовальная	шлифование отверстия, торцев	1, 29, 31
045 Шлифовальная	шлифование шейки	18
050 Шлифовальная	шлифование отверстия, торцев	16, 19, 23, 26
055 Шлифовальная	шлифование отверстия, торцев	1, 29, 31
060 Шлифовальная	шлифование шейки	18
065 Шлифовальная	шлифование отверстия, торца	16, 26
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

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 [15]. 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 [15].

В результате формируется план изготовления в виде графического документа приведенного в графической части работы и оформленного в соответствии с требованиями [26]. 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» [14]. 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 [2], [4], [9], [12], [17], [18], [20], [21], [24]. Выбор средств технологического оснащения приведен в таблице 4» [14].

Таблица 4 – Средства оснащения технологического процесса

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
005 Токарная	токарно-винторезный SAMAT 135 NC	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73	нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
010 Токарная	токарно-винторезный SAMAT 135 NC	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73	нутромер ГОСТ10-88, штангенциркуль ГОСТ166-89
015 Токарная	токарно-винторезный SAMAT 135 NC	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73, расточной канавочный резец ГОСТ18879-73	калибр, скоба рычажная ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88,
020 Токарная	токарно-винторезный SAMAT 135 NC	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	расточной резец ГОСТ18879-73, контурный резец ГОСТ18879-73	калибры, нутромер ГОСТ10-88
025 Сверлильная	вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	сверла ГОСТ10903-77, метчики М8, М10 ГОСТ3266-81	калибры
030 Сверлильная	вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80	сверло Ø12 ГОСТ10903-77, цековка Ø18 ГОСТ26258-87, метчик М12 ГОСТ3266-81	калибры, нутромер ГОСТ10-88
035 Термическая	печь	–	–	–
040 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К227	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 25x40x6 25А80К6V30м/с2А, шлифовальный круг 11 50x35x13 25А80К6V30м/с2А	скоба рычажная ГОСТ11098-75
045 Шлифовальная	круглошлифовальный	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 500x50x305	скоба рычажная

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Станочные приспособления	Режущие инструменты	Контрольные средства
–	3У131	–	25А80К6V30м/с1А	ГОСТ11098-75
050 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К227	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 25х40х6 25А80К6V30м/с2А, шлифовальный круг 11 50х35х13 25А80К6V30м/с2А	калибры, нутромер ГОСТ10-88
055 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 25х40х6 24А90К7V30м/с1А, шлифовальный круг 11 50х35х13 24А90К7V30м/с1А	скоба рычажная ГОСТ11098-75
060 Шлифовальная	круглошлифовальный 3У131	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 500х50х305 24А60К7V30м/с1А	скоба рычажная ГОСТ11098-75
065 Шлифовальная	внутришлифовальный 3К227	цанговый патрон	шлифовальный круг 1 25х40х6 24А90К7V30м/с1А, шлифовальный круг 11 50х35х13 24А90К7V30м/с1А	калибры, нутромер ГОСТ10-88
070 Моечная	моечная машина	–	–	–
075 Контрольная	контрольный стол	–	–	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 наиболее эффективна расчетно-аналитическая методика [16]. Рассмотрим ее подробнее.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (15)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [16].

«Далее определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

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

где d – диаметр обработки, мм» [16].

«С учетом характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (17) \gg [16]$$

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

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (18)$$

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» [16].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (19)$$

где T_0 – основное время выполнения операции, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время выполнения операции, мин;

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

$T_{\text{п}}$ – время на личные потребности, мин» [16].

«Основное время определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (20)$$

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

S – подача, мм/об» [16].

«Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (21)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [16].

«Результаты расчета представлены в таблице 5» [16].

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
005	1	0,3	148	160	82	1,7
	2	0,3	160	320	99	1,1
010	1	0,3	148	160	66	1,4
	2	0,3	164	320	89	0,9
015	1	0,1	260	320	82	2,6
	2	0,1	297	630	89	1,4
	3	0,05	210	320	3	0,2
020	1	0,1	240	400	11	0,3
	2	0,1	280	800	32	0,4
	3	0,05	208	500	3	0,1
025	1	0,4	25	1000	84	0,2
	2	0,4	25	800	81	0,3
	3	1	7	250	168	0,7
	4	1	5	160	126	0,8
030	1	0,4	24	630	135	0,6
	2	0,4	24	630	102	0,4
	3	0,2	15	250	55	1,1
	4	1	7	160	87	0,6
040	1	0,005	35	360	9	0,78
	2	0,005	35	360	11	0,88
	3	0,033	35	360	0,8	0,37
045	1	0,008	30	360	0,5	0,38
050	1	0,005	35	360	25	1,74
	2	0,005	35	360	18	1,32
	3	0,005	35	360	59	2,3
	4	0,033	35	360	0,58	0,35
055	1	0,003	35	360	9	0,82
	2	0,003	35	360	11	0,75
	3	0,014	35	360	0,55	0,31
060	1	0,004	30	360	0,2	0,44
065	1	0,003	35	360	25	1,76
	2	0,014	35	360	0,34	0,37

«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» [15].

По результатам нормирования установлено, что наибольшее время на выполнение операций затрачивается на шлифовальных операциях, что объясняется большими значениями вспомогательного времени. Также следует обратить внимание на токарные операции, где не используются максимально возможные режимы обработки в данных условиях, что вызвано ограничениями по жесткости крепления режущих пластин.

«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» [14]. 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

В ходе анализа данных по нормированию технологического процесса было установлено, что максимальное время затрачивается на шлифовальных операциях. Анализ структуры штучного времени на данных операциях позволил сделать вывод о том, что причина этого заключается в отсутствии механизации процесса закрепления, что приводит к увеличению вспомогательного времени. 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 050 шлифовальной 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 [3].

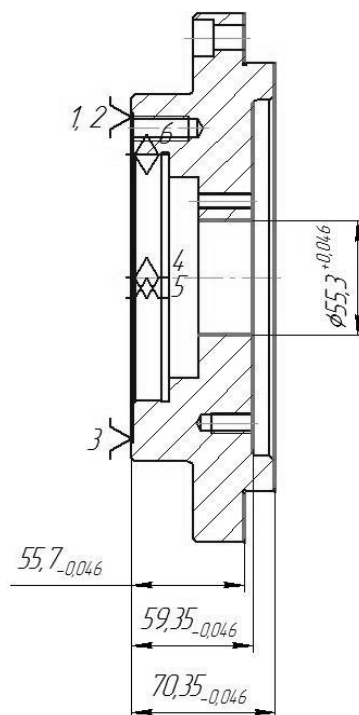


Рисунок 3 – Эскиз шлифовальной операции

«При шлифовальной обработке для определения основной составляющей силы резания используется формула:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (22)$$

где N – мощность резания, кВт;

K_{PZ} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Z » [18].

«Для определения тангенциальной составляющей силы резания используется формула:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (23)$$

где K_{PY} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Y » [18].

«Мощность резания определяется по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (24)$$

где C_N , r , q , z – коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия выполнения операции;

v_3 – скорость заготовки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр шлифуемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм» [18].

Проводим расчеты мощности резания для каждого перехода.

$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,005^{0,8} \cdot 260^{0,2} \cdot 25^{1,0} = 0,5$ кВт – для первого перехода.

$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,033^{0,8} \cdot 56^{0,2} \cdot 26^{1,0} = 3,2$ кВт – для второго

перехода.

Расчеты составляющих силы резания выполняем по наибольшему значению мощности

$$P_Z = \frac{3,2 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 1166 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 1166 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

Дальнейший «силовой расчет приспособления основан на условии равновесия системы сил. Для этого составим схему закрепления заготовки, приведенную на рисунке 4» [3].

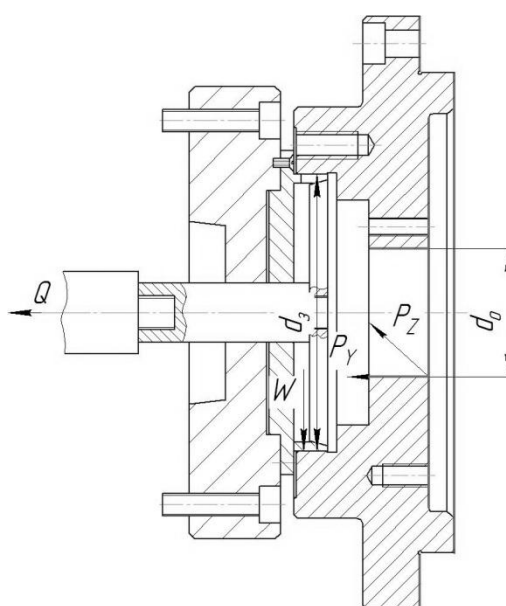


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

Из схемы видно, что сила P_Y прижимает заготовку торцевой поверхностью к приспособлению, следовательно, расчет по данной силе выполнять не нужно.

«Уравнение момента создаваемого силой резания P_Z определяется по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (25)$$

где P_Z – основная составляющая силы резания, Н;

d_0 – максимальный обрабатываемый диаметр обработки, мм» [3].

«Уравнение момента создаваемого усилием закрепления определяется по формуле:

$$M_{3Pz} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (26)$$

где W – усилие закрепления, Н;

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

d_3 – диаметр закрепления, мм» [3].

«Из условия равновесия сил выводим уравнение для определения усилия закрепления:

$$W = \frac{P_z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (27)$$

где K – коэффициент, который учитывает фактические условия выполнения операции» [3].

«Коэффициента, который учитывает фактические условия выполнения операции, определяется из выражения:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (28)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент влияния неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент состояния режущего инструмента;

K_3 – коэффициент изменения сил резания;

K_4 – коэффициент колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент эргономических характеристик зажимного

механизма» [3].

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

«Полученное значение коэффициента запаса в соответствии с принятой методикой проектирования необходимо увеличить до значения 2,5» [3].

Выполняем расчет усилия закрепления.

$$W = \frac{1166 \cdot 56}{3 \cdot 0,2 \cdot 120} \cdot 2,5 = 2267 \text{ Н.}$$

Далее рассчитываем силовой привод. Суть расчета сводится к определению усилия, которое должен развивать силовой привод и определению параметров силового привода по полученному значению усилия.

«Величина усилия на приводе для цангового зажимного механизма определяется по формуле:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (29)$$

где α – угол наклона рабочей поверхности цанги;

φ – угол трения рабочей поверхности цанги» [3].

$$Q = 2267 \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 6,5^\circ) = 893 \text{ Н.}$$

«Диаметр поршня гидроцилиндра, обеспечивающего механизацию процесса закрепления, определяется уравнением:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (30)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление масла в гидросистеме, МПа» [3].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 893}{0,5} + 30^2} = 86 \text{ мм.}$$

«Полученное значение диаметра поршня гидроцилиндра округлим до

ближайшего стандартного большего значения, что позволит применить в конструкции привода стандартный гидроцилиндр» [3], тем самым снизив стоимость проектируемого станочного приспособления.

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

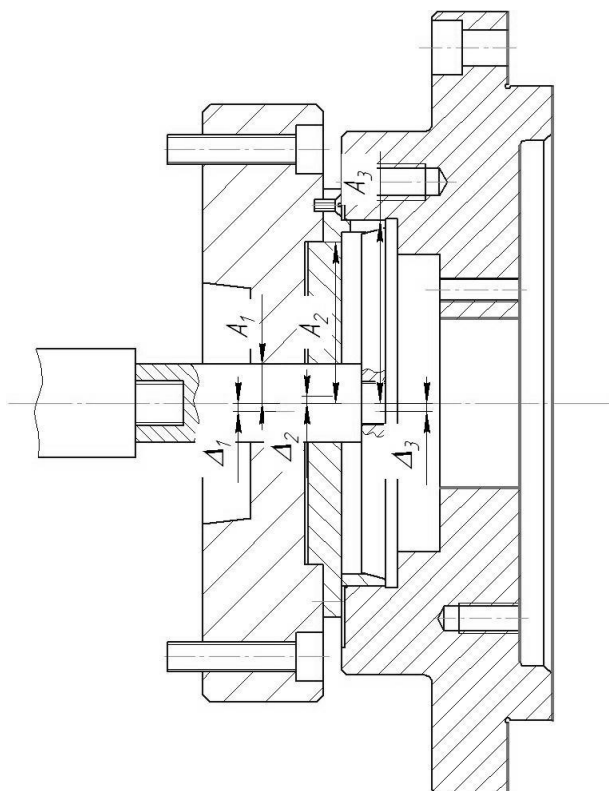


Рисунок 5 – Размерная схема проектируемого приспособления

«Из схемы выводим формулу для расчета точности приспособления:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (31)$$

где Δ_1 – погрешность вызванная неперпендикулярностью выходного конца привода, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении, мм;

Δ_3 – колебание зазора направляющей и корпуса, мм» [3].

Производим расчет погрешности установки в приспособлении.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,020^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,014 \text{ мм.}$$

Точность приспособления является удовлетворительной, если полученное расчетное значение точности составляет 0,3 от требуемой точности обработки. В данном случае это значение составит 0,014 мм. «Следовательно, приспособление обеспечивает требуемую точность обработки» [3].

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 токарного резца

В ходе анализа данных по нормированию технологического процесса было установлено, что на токарных операциях не используются максимально возможные режимы обработки в данных условиях, что вызвано ограничениями по жесткости крепления режущих пластин и применением не оптимального по составу инструментального материала режущих пластин для данных условий обработки. С целью устранения данных недостатков усовершенствуем конструкцию резца с использованием методики [1].

Первый недостаток устраним путем применения крепления режущей пластины к державке, которое состоит из втулки, клина, винта и гайки. Принцип работы данной конструкции следующий. При закручивании гайки на винте клин через втулку подпирает винт к державке. Такое решение позволяет получить дополнительную силу, прижимающую режущую пластину к державке резца.

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

$$F = t \cdot S, \quad (32)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

Параметры для расчета принимаем для наиболее нагруженной 015 токарной операции. Получаем следующие значения.

$$F = 1,21 \cdot 0,1 = 0,12 \text{ мм}^2.$$

Данному сечению срезаемого слоя соответствует резец с сечением державки 25x20 мм и длиной 140 мм.

Используемый в конструкции винт должен иметь «минимально допустимый диаметр, рассчитываемый по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (33)$$

где Q_1 – сила, действующая на штифт при работе инструмента, Н;

σ_d – допустимое материалом штифта напряжение, МПа» [1].

$$\ll Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (34)$$

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

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

В конструкции резца, как правило, применяются более удобные в использовании винты большего диаметра.

Устранение второго недостатка стандартного резца, связанного с применением не оптимального по составу инструментального материала режущих пластин для данных условий обработки, произведем путем замены

режущей пластины, выполненной из сплава Т15К6 на пластину, выполненную из сплава В14М7К25. Данное решение принято по результатам исследований [23] и позволит увеличить скорость резания на токарных операциях на 30%, что существенно увеличит производительность токарной обработки.

«Более подробно предлагаемая конструкция резца приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам»» [14].

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 токарного резца. Это позволило сократить время выполнения шлифовальных операций за счет сокращения вспомогательного времени на снятие и установку деталей путем механизации процесса закрепления. При этом схема базирования осталась неизменной. Также увеличена жесткость крепления режущих пластин на токарных резцах и произведена их замена на пластины из другого инструментального материала. Это позволило применять более интенсивные режимы резания на токарных операциях, тем самым сократив основное время выполнения данных операций.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В данном подразделе дадим краткую характеристику технологического процесса изготовления корпуса патрона D-КОМБИ.

Основные технологические операции механической обработки: токарные, сверлильные, шлифовальные.

Основные металлорежущие станки: токарно-винторезный SAMAT 135 NC, вертикально-сверлильный 2С125Ф3, внутришлифовальный 3К227, круглошлифовальный 3У131. Основные станочные приспособления: патрон 7100-0059 ГОСТ 2675-80, цанговый патрон. Основные режущие инструменты: расточной резец ГОСТ 18879-73, контурный резец ГОСТ 18879-73, расточной канавочный резец ГОСТ 18879-73, сверла ГОСТ10903-77, метчики М8, М10 ГОСТ3266-81, цековка ГОСТ 26258-87, метчик М12 ГОСТ 3266-81, шлифовальный круг 1 25х40х6 25А80К6V30м/с2А, шлифовальный круг 11 50х35х13 25А80К6V30м/с2А, шлифовальный круг 1 500х50х305 24А60К7V30м/с1А. Основные средства контроля: нутромер ГОСТ 10-88, штангенциркуль ГОСТ 166-89, калибр, скоба рычажная ГОСТ 11098-75.

Более подробно содержание технологических операций и используемые на них средства технологического оснащения приведены в технологической документации (приложение А «Технологическая документация») данной работы.

Так же в технологическом процессе используются смазочно-охлаждающие жидкости на синтетической основе и обтирочные материалы.

Основные производственные рабочие в данном технологическом процессе: операторы станков с числовым программным управлением, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Выполнение данного подраздела производим на основе 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» [6].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
технологические операции механической обработки и средства их оснащения	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [6]	«падение с высоты, падение предметов» [6]
	«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [6]	«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» [6]
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [6]	«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов» [6]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения, а также теплового излучения» [6]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Опасности/ риски
–	«производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [6]	–
	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например, потеря равновесия, ослаблении внимания)» [6]
	«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [6]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [6]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [6]	«физические перегрузки» [6]
	«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [6]	«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» [6]

Следует заметить, что приведенные в таблице 6 риски являются наиболее вероятными исходя из приведенных ранее характеристик технологического процесса. Возможно возникновение и других рисков, что обусловлено влиянием различных вторичных производственных факторов, возникающих под действием источников, не имеющих отношения непосредственно к выполнению анализируемого технологического процесса изготовления.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Выполнение данного подраздела производим на основе 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» [6].

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» [6]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [6]	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» [6]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [6], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [6]	«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» [6], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к» [6]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	–	«работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [6]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [6]	«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» [6]	«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» [6]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [6]	«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 защиты» [6]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [6]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [6]	«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» [6]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [6]

Продолжение таблицы 7

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	«средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [6]	–
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [6]	«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» [6]	«своевременный ремонт машин и оборудования, проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [6]
«физические перегрузки» [6]	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [6]	«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» [6]
«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» [6]	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [6]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [6]

Приведенный в таблице 7 комплекс мероприятий по улучшению условий и охраны труда, а также методов и средств, направленных на снижение профессиональных рисков, позволит гарантированно снизить травматизм, а также свести влияние выявленных ранее рисков на основных производственных рабочих, выполняющих технологический процесс, к минимуму.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выполнение идентификации опасных факторов пожара основано на классификации пожара виду горючего материала. Рассмотрев используемые в ходе выполнения технологического процесса средства технологического оснащения и материалы, приходим к выводу, что «класс пожара D, характеризующийся воспламенением и горением металлов» [6].

Далее определяем опасные факторы пожара. «В данном случае к ним относят: пламя и искры, тепловой поток, повышенную температуру окружающей среды, повышенную концентрацию токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженную концентрацию кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах)» [6].

На выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности также оказывает влияние категория пожароопасности помещений, в которых осуществляется технологический процесс. В данном случае в помещениях находятся (обращаются): горючие и трудногорючие жидкости в виде технологических жидкостей, 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. Таким образом, делаем вывод о том, что помещения, в которых выполняется технологический процесс, относятся к категории ВЗ.

Исходя из классификации пожара виду горючего материала, опасных

факторах пожара и категории пожароопасности помещений «рекомендуются следующие средства пожаротушения: огнетушители ОП-10, мотопомпа, пожарные извещатели, пожарные щиты класса ЩП-А, пожарная сигнализация» [6]. Кроме средств пожаротушения необходимо обеспечить выполнение следующих организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности: «инструкции по действиям персонала, инструктаж по пожарной безопасности» [6].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

При реализации рассматриваемого технологического процесса возникают следующие негативные экологические факторы: загрязнение гидросферы и литосферы технологическими жидкостями, металлической стружкой, ломом, частицами абразива, разнообразными твердыми неметаллическими отходами; загрязнение атмосферы металлической и абразивной пылью.

Мероприятия и технические средства направленные на снижение негативного антропогенного воздействия, выявленных негативных экологических факторов должны соответствовать ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы», а также ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения» [6].

Данный раздел работы направлен на обеспечение производственной и пожарной безопасности на технологическом участке, а также снижение антропогенного воздействия технологического процесса. Выявлены основные источники опасностей, выполнена идентификация опасных факторов пожара и негативных экологических факторов. В результате чего предложены мероприятия и технические средства по устранению и снижению влияния всех выявленных опасностей, факторов и рисков.

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.

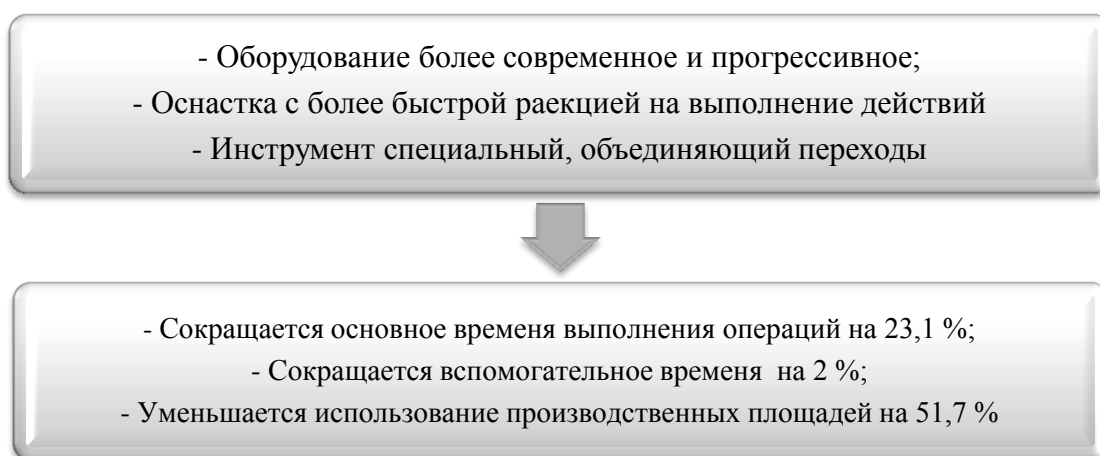


Рисунок 6 – Основные изменения технологического процесса и их технические результаты

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.

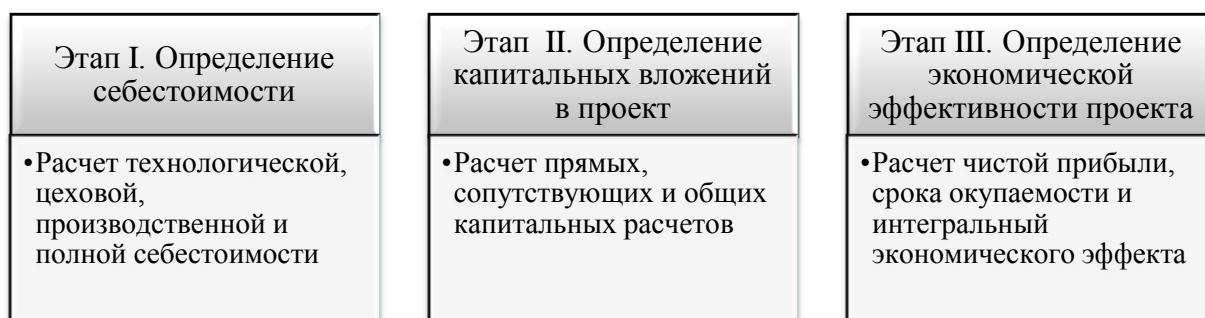


Рисунок 7 – Последовательность выполнения этапов экономических расчетов определению эффективности проекта

Представленные на рисунке 7 расчеты и методики для их проведения [11] 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.

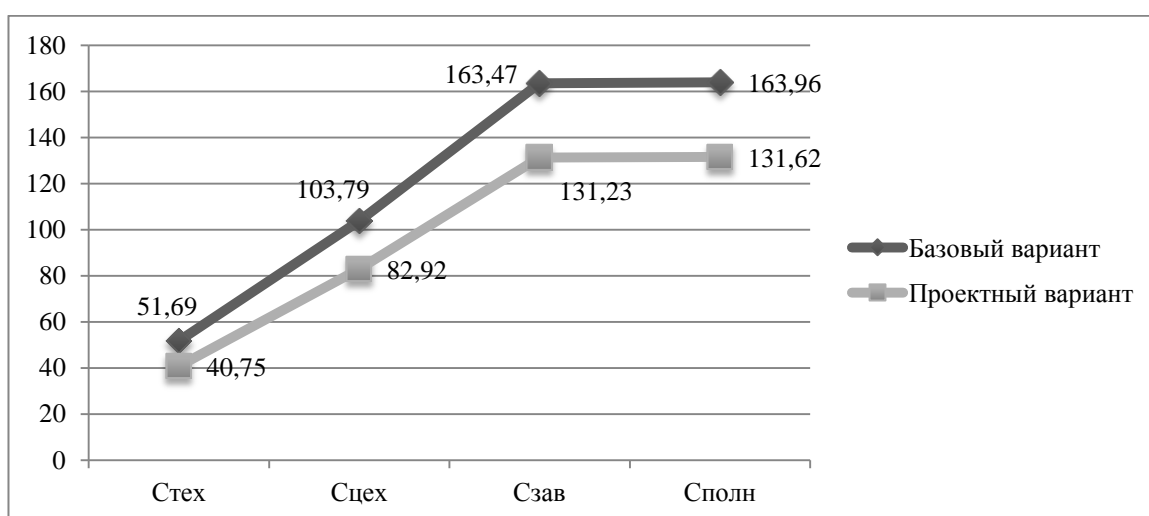


Рисунок 8 – Результаты расчетов по определению себестоимости

На рисунке видно, что технологическая ($C_{ТЕХ}$), цеховая ($C_{ЦЕХ}$), производственная ($C_{ЗАВ}$) и полная ($C_{ПОЛН}$) себестоимости, по сравниваемым вариантам, в проектном варианте имеют меньшие значения. Это показывает снижение итоговых расходов на производство после предложенных совершенствований на 19,7 %.

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 72,6 %. 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 53683,6 руб.

В данном разделе проведено экономическое обоснование принятых технических решений. Результатом проведенных расчетов стал положительный интегральный экономический эффект, что свидетельствует об экономической эффективности предлагаемых технических решений.

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» [14]. 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» [14]. 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 токарного резца.

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. 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: 05.09.2023).
2. Балла О.М. Технологии и оборудование современного машиностроения: учебник / О.М. Балла. – Санкт –Петербург: Лань, 2020. – 392 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143241> (дата обращения: 15.09.2023).
3. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 12.09.2023).
4. Богомолова С. А. Метрология и измерительная техника: технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 172 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248043> (дата обращения: 07.09.2023).
5. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
6. 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.
7. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
8. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022.

– 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 05.09.2023).

9. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 05.09.2023).

10. 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).

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: 12.10.2023).

12. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 18.09.2023).

13. 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).

14. Пухаренко Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. – Санкт–Петербург. : Лань, 2018. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 04.09.2023).

15. 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).

16. 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.

17. Справочник конструктора –инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. – 2 –е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 2006. – 541 с.

18. 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.

19. 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.

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

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

22. 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).

23. 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).

24. Харченко А. О. Металлообрабатывающие станки и оборудование машиностроительных производств: учебное пособие / А.О. Харченко. – 2 –е изд. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА –М, 2023. – 260 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1895652> (дата обращения: 18.09.2023).

25. Химический состав и физико – механические свойства стали 20Х [Электронный ресурс]. – URL: https://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20X?ysclid=lmtopeq9fx7070672 (дата обращения: 12.08.2023).

26. Ямников А. С. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / А. С. Ямников, А. А. Маликов; под ред. А. С. Ямникова. – Москва; Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 252 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168516> (дата обращения: 24.09.2023).

27. 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).

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Диал																							
Взам																							
Подп																							
Разработал		Колесникова						ТГУ кафедры ОТМП															
Проверил		Козлов																					
Утвердил		Логина						Корпус патрона															
Н. контр.		Козлов																					
МД1		Сталь 20Х ГОСТ 4543-71																					
МД2		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. раск.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ											
			166	14,87	1		0,72	24	φ269,2x80		1	20,82											
А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа															
Б		Код, наименование оборудования						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит	Тпаз	Тшт					
А03		XX XX XX		000		Заготовительная																	
Б04		Кривошипный горячештамповочный пресс																					
О5																							
А06		XX XX XX		005		4110 Токарная																	
Б07		381101		Токарный		SAMAT 135 NC		3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1							3,64
О 08		Точить поверхности 13, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 26 в размер φ53 ^{+0,3} , φ174 ^{+0,4} , φ211,735 ^{+0,46} , φ260 ^{+0,52} ,																					
Т 09		73,3 ^{+0,3} , 63,8 ^{+0,3} , 60,1 ^{+0,3}																					
Т 10		396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный В14М7К25 ГОСТ18879-73;																					
Т 11		392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89;																					
Т 12		393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.																					
Т3																							
А 14		XX XX XX		010		4110 Токарная																	
Б 15		381101		Токарный		SAMAT 135 NC		3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1							2,99
О 16		Точить поверхности 1, 3, 6, 8, 9, 10, 29, 31, 32, 33 в размер φ98 ^{+0,52} , φ115,8 ^{+0,4} , φ162 ^{+0,4} , φ180 ^{+0,4} ,																					
МК																							

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа														
						Код, наименование обработки	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
0 19						72,3 ^{+0,46}	71,5 ^{+0,4}	51,3 ^{+0,35}	42,4 ^{+0,35}	39,4 ^{+0,21}										
Т 20	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный В14М7К25 ГОСТ18879-73;																			
Т 21	392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89;																			
Т 22	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88;																			
23																				
А 24	XX XX XX 015 4110 Токарная																			
Б 25						381101 Токарный SAMAT 135 NC	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1					5,46
0 26	Точить поверхности 16, 17, 18, 19, 20, 23, 26 в размер $\phi 516_{-0,12}$, $\phi 209_{-0,46}$, $\phi 211,003_{+0,105}$, 72,3 ^{+0,12} ,																			
0 27	62,5 ^{+0,125} , 59,6 ^{+0,12}																			
Т 28	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный В14М7К25 ГОСТ18879-73;																			
Т 29	392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 392190 Резец расточной канавочный В14М7К25																			
Т 30	ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88;																			
31																				
А 32	XX XX XX 020 4110 Токарная																			
Б 33						381101 Токарный SAMAT 135 NC	3	18217	422	1P	1	1	1	1200	1					1,04
0 34	Точить поверхности 1, 2, 7, 12, 29, 30, 31 в размер $\phi 116_{-0,11}$, $\phi 121_{-0,35}$, 71,8 ^{+0,12} , 50,8 ^{+0,12}																			
Т 35	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный В14М7К25 ГОСТ18879-73;																			
Т 36	392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 392190 Резец расточной канавочный В14М7К25																			
Т 37	ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88;																			
38																				
А 39	XX XX XX 025 4120 Сверлильная																			
Б 40						381210 Сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3	3	17335	422	1P	1	1	1	1200	1					2,6
0 41	Сверлить поверхности 25, 28, нарезать резьбу поверхности 24, 27 в размер М8 ^{+0,058} , М10 ^{+0,058}																			
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	Кшт	Тпоз
Б	Код, наименование оборудования														
0 42					42,5 ^{+0,1} , 36,5 ^{+0,1}										
Т 43	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 391213 Сверло ϕ 7,5 Р18 ГОСТ 10903-77; 391213 Сверло														
Т 44	ϕ 9 Р18 ГОСТ 10903-77; 391311 Метчик М8 ГОСТ 3266-81; 391311 Метчик М10 ГОСТ 3266-81;														
Т 45	393400 Калибры.														
46															
А 47	XX XX XX 030 4120 Сверлильная														
Б 48	381210 Сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф3 3 17335 422 1Р 1 1 1 1200 1 3,51														
0 49	Сверлить поверхность 4, 11, 14, 15 нарезать резьбу поверхность 5 в размер М12 ^{+0,07} , ϕ 12 ^{+0,07} , ϕ 18 ^{+0,07}														
0 50	33,5 ^{+0,1} , 38,5 ^{+0,1} , 40 ^{+0,084}														
Т 51	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 391213 Сверло ϕ 11 Р18 ГОСТ 10903-77; 391213 Сверло														
Т 52	ϕ 12 Р18 ГОСТ 10903-77; 391641 Цековка ϕ 18 Р18 ГОСТ 26258-87; 391311 Метчик М12 ГОСТ 3266-81;														
Т 53	393400 Калибры.														
54															
А 55	XX XX XX 035 Термическая														
56															
А 57	XX XX XX 040 4132 Шлифовальная														
Б 58	381312 Внутришлифовальный ЗК227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2,64														
0 59	Шлифовать поверхности 1, 29, 31 в размер ϕ 121 ^{+0,054} , 70,8 ^{+0,046} , 51,3 ^{+0,046}														
Т 60	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
61															
А 62	XX XX XX 045 4132 Шлифовальная														
Б 63	381311 Круглошлифовальный ЗУ131 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,5														
0 64	Шлифовать поверхность 18 в размер ϕ 210,278 ^{+0,072} .														
МК															

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
Т 65	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
66															
А 67	XX XX XX 050 4132 Шлифовальная														
Б 68	381312 Внутришлифовальный ЗК227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 6.12														
О 69	Шлифовать поверхности 16, 19, 23, 26 в размер $\phi 55.3^{+0,046}$ 70.35 _{0,016} , 59.35 _{0,016} , 55.7 _{0,016} .														
Т 70	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
71															
А 72	XX XX XX 055 4132 Шлифовальная														
Б 73	381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 2.44														
О 74	Шлифовать поверхности 1, 29, 31 в размер $\phi 120+0,017$, 70 _{0,016} , 51 _{0,016} .														
Т 75	396190 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
76															
А 77	XX XX XX 060 4132 Шлифовальная														
Б 78	381311 Круглошлифовальный ЗУ131 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0.57														
О 79	Шлифовать поверхность 18 в размер $\phi 209.986^{+0,029}$														
Т 80	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
81															
А 82	XX XX XX 065 4132 Шлифовальная														
Б 83	381312 Внутришлифовальный ЗК227 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 6.12														
О 84	Шлифовать поверхности 16, 26 в размер $\phi 56^{+0,03}$, 55 _{0,016} .														
Т 85	396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
86															
А 87	XX XX XX 070 Моечная.														
МК															

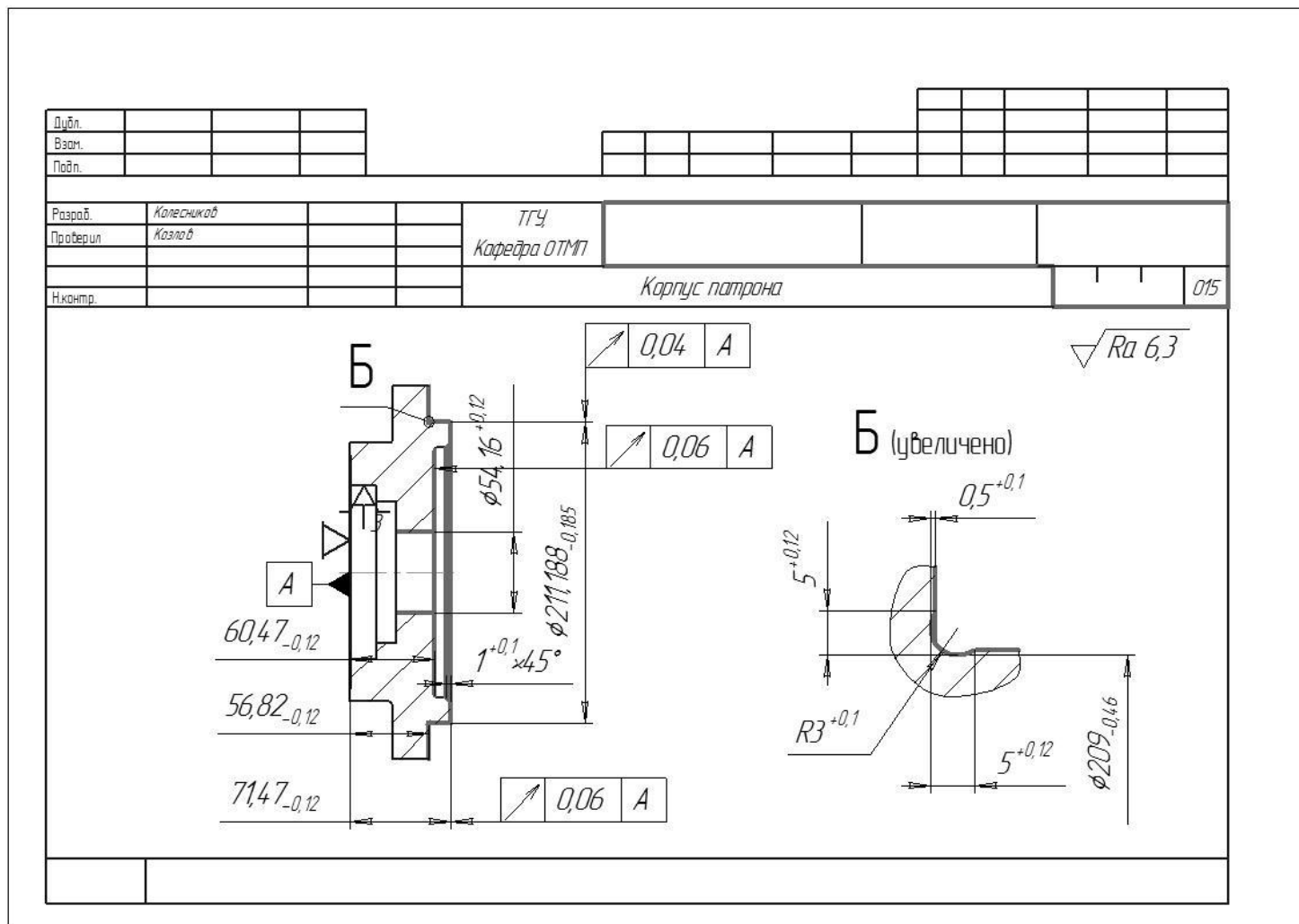
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Форма 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	<i>Колесников</i>			<i>ТГУ</i>									
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>									
Н.контр.	<i>Карпус патрона</i>									Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
<i>Токарная</i>		<i>Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</i>		<i>НВ 160</i>	<i>166</i>	<i>14,87</i>	<i>№269,2x80</i>		<i>20,82</i>	<i>1</i>			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	слож					
<i>SAMAT 135 NC</i>				<i>4,2</i>			<i>5,46</i>	<i>Уклон-1</i>					
		пи	о или в	L	f	i	s	п	v				
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>												
<i>T₀₂</i>	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ2675-80; 392190 Резец контурный В14М7К25 ГОСТ18879-73</i>												
<i>T₀₃</i>	<i>392190 Резец расточной В14М7К25 ГОСТ18879-73; 392190 Резец расточной канавочный В14М7К25</i>												
<i>T₀₄</i>	<i>ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.</i>												
<i>05</i>	<i>2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.</i>												
<i>P₀₆</i>		<i>1</i>			<i>1,21</i>		<i>0,1</i>	<i>320</i>	<i>210</i>				
<i>P₀₇</i>		<i>2</i>			<i>1,21</i>		<i>0,1</i>	<i>630</i>	<i>297</i>				
<i>P₀₈</i>		<i>3</i>			<i>0,5</i>		<i>0,05</i>	<i>320</i>	<i>260</i>				
<i>09</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.</i>												
<i>10</i>													
<i>11</i>													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



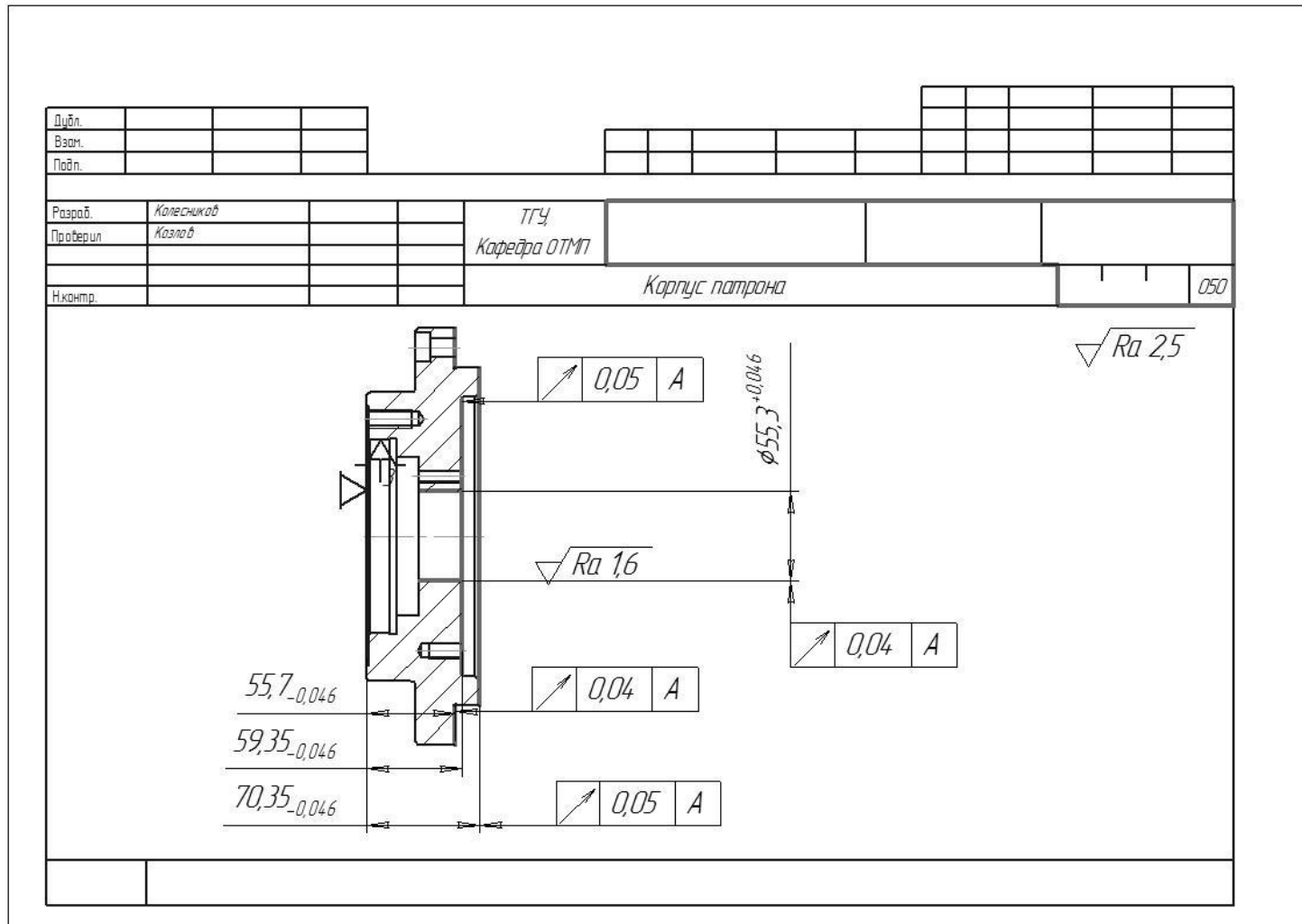
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форма 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	<i>Колесников</i>			<i>ТГУ</i>								
Проверил	<i>Козлов</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>								
Н.контр.	<i>Карпус патрона</i>								Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
												<i>050</i>
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
<i>Шлифовальная</i>			<i>Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</i>			<i>166</i>	<i>14,87</i>	<i>№269,2x80</i>		<i>20,82</i>	<i>1</i>	
Оборудование, устройства ЧПУ			Обозначение программы		то	тв	тпа	тип	слож			
<i>ЭК227В</i>					<i>5,71</i>			<i>6,12</i>	<i>Угловая-1</i>			
			пи	о или в	L	f	i	s	p	v		
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>											
<i>Т.02</i>	<i>396190 Оправка цанговая 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.</i>											
<i>0.03</i>	<i>2. Шлифовать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.</i>											
<i>Р.04</i>	<i>1</i>									<i>0,005</i>	<i>360</i>	<i>35</i>
<i>Р.05</i>	<i>2</i>									<i>0,005</i>	<i>360</i>	<i>35</i>
<i>Р.06</i>	<i>3</i>									<i>0,005</i>	<i>360</i>	<i>35</i>
<i>Р.07</i>	<i>4</i>									<i>0,033</i>	<i>360</i>	<i>35</i>
<i>08</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.</i>											
<i>09</i>												
<i>10</i>												
<i>11</i>												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			23.БР.ОТМП.010.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A3	1		23.БР.ОТМП.010.65.00.001	Корпус	1	
A4	2		23.БР.ОТМП.010.65.00.002	Корпус муфты	1	
A4	3		23.БР.ОТМП.010.65.00.003	Корпус привода	1	
A4	4		23.БР.ОТМП.010.65.00.004	Цанга	1	
A2	5		23.БР.ОТМП.010.65.00.005	Крышка привода	1	
A3	6		23.БР.ОТМП.010.65.00.006	Неподвижный корпус	1	
A3	7		23.БР.ОТМП.010.65.00.007	Поршень	1	
A4	8		23.БР.ОТМП.010.65.00.008	Плунжер	1	
A3	9		23.БР.ОТМП.010.65.00.009	Пробка	3	
A2	10		23.БР.ОТМП.010.65.00.010	Пробка	1	
A3	11		23.БР.ОТМП.010.65.00.011	Шток	1	
A4	12		23.БР.ОТМП.010.65.00.012	Конус	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		13		Винт М8х35 ГОСТ 11738-84	6	
		14		Гайка М14х1,5 ГОСТ 5927-70	2	
23.БР.ОТМП.010.65.00.000						
Изм. Лист				№ докум.		
Разраб. Колесников				Подп.		
Проб. Козлов				Дата		
Н.контр. Козлов						
Утв. Логинов						
Приспособление станочное				Лит. Лист Листов		
				1 2		
ТГУ, ИМ гр. ТМБЗ-1801а						
<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	23.БР.ОТМП.010.70.00.000			
																Лит.	Лист	Листов	
		Документация																	
A2	23.БР.ОТМП.010.70.00.000СБ	Сборочный чертеж																	
		Детали																	
A3	1	23.БР.ОТМП.010.70.00.001	Державка резца	1															
A4	2	23.БР.ОТМП.010.70.00.002	Втулка	1															
A4	3	23.БР.ОТМП.010.70.00.003	Клин	1															
		Стандартные изделия																	
	4	Пластина режущая трехгранная 01125 ГОСТ 19046-80	1																
	5	Винт М5х50 ГОСТ 17473-80	1																
	6	Гайка М5 ГОСТ 10605-94	1																
Изм. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата							Лит.	Лист	Листов						
	Разраб.	Колесников											1						
	Проб.	Козлов																	
	Н.контр.	Козлов																	
	Утв.	Логинов																	
													Резец токарный			ТГУ, ИМ гр. ТМбз-1801а			
													Копировал			Формат А4			