

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 сверлильного приспособления

Обучающийся

Д.И. Горячев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов

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

Консультанты

А.Н. Кирюшкина

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

М.А. Кривова

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

Тольятти 2025

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается технологический процесс изготовления корпуса сверлильного приспособления.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения эффективности и надежности станочных приспособлений, так как они влияют на производительность и экономические показатели технологического процесса.

Цель работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления корпуса сверлильного приспособления, который может быть использован как для улучшения существующей технологии, так и для разработки новых технологий, соответствующих современным тенденциям.

Разработка техпроцесса начинается с анализа имеющихся данных, а также современных методов проектирования и производства, включая анализ материала, эксплуатационных характеристик и технологичности. В ходе дальнейшего проектирования технологии изготовления описаны основные стадии технологического процесса, такие как получение заготовки, механическая обработка, контроль качества. Особое внимание уделяется выбору оптимальных технологий, направленных на снижение производственных затрат и обеспечение эксплуатационных характеристик детали.

С применением современных методов проектирования, таких как CAD моделирование, выполняется проектирование специальных средств оснащения. Произведена экономическая оценка преимуществ и рисков их внедрения, а также предложены рекомендации по реализации спроектированной технологии на практике.

«Работа состоит из 48 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части» [17].

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	6
1.3 Анализ типа производства.....	9
1.4 Задачи работы	10
2 Разработка технологии изготовления	12
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	12
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
2.4 Проектирование операций технологического процесса	23
3 Разработка специальной технологической оснастки	26
3.1 Разработка токарного патрона	26
3.2 Разработка токарного резца.....	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.....	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	39
5 Экономическая эффективность работы	40
Заключение	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	59

Введение

Динамичное развитие современной промышленности предъявляет высокие требования к повышению эффективности производства различных агрегатов и механизмов, что требует применения технологических процессов, обеспечивающих не только стабильность их параметров, но и обеспечение конкурентоспособности. Одним из ключевых факторов повышения эффективности механообработки выступает использование сверлильных приспособлений, обеспечивающих точное и производительное сверление. Изготовление корпуса этого устройства играет важную роль, так как от его характеристик и качества зависят функциональные показатели всего механизма.

Актуальность темы обусловлена необходимостью оптимизации производственных процессов при ограниченных ресурсах и необходимости повышения требований к качеству продукции. Также, необходимо выявить возможные пути снижения производственных затрат и повышения эффективности технологического процесса. «В ходе выполнения работы необходимо рассмотреть различные подходы к проектированию технологии обработки корпуса, а также используемое оборудование и инструменты» [17]. Особое внимание следует уделить выбору методов обработки и их влиянию на эксплуатационные характеристики изделия.

Цель работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления корпуса сверлильного приспособления, который может быть использован как для улучшения производственных показателей существующих предприятий, так и для разработки новых решений, соответствующих современным требованиям рынка.

В результате разработки необходимо предложить документацию, описывающую этапы технологического процесса, а также рекомендации по внедрению разработанных решений в производство.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Корпус сверлильного приспособления является базовым элементом станочного приспособления, который выполняет несколько функциональных задач. «В первую очередь корпус обеспечивает прочность и жесткость конструкции. Это позволяет выдерживать нагрузки, возникающие при сверлении. Кроме этого, в корпус вставляются другие компоненты приспособления» [17]. «Также корпус защищает внутренние механизмы от внешнего воздействия, пыли и влаги» [17], что увеличивает надежность и срок службы всего приспособления.

Анализ условий эксплуатации корпуса сверлильного приспособления включает в себя несколько ключевых показателей, которые влияют на обеспечение его надежности и эффективности.

В процессе эксплуатации корпус подвергается механическим нагрузкам, величина которых учитывается при его проектировании. Приспособление используется в условиях агрессивной среды, так как в процессе сверления активно используются смазочно-охлаждающие жидкости. Возможно воздействие температурных колебаний, возникающих при механической обработке, которые могут влиять на механические свойства материалов. В ходе выполнения технологических операций возможно влияние вибраций, что влияет не только на точность сверления, но и на долговечность приспособления.

Если сверлильное приспособление используется в условиях повышенной запыленности, необходимо предусмотреть защиту от загрязнений. Необходимо обеспечить возможность регулярной смазки подшипников и других подвижных частей, чтобы продлить срок службы.

Корпус оборудован средствами защиты для предотвращения травм

оператора. Утилизация корпуса предусматривает его повторную переплавку, что важно для оценки условий эксплуатации.

Анализ условий эксплуатации корпуса сверлильного приспособления показал, что на него в процессе эксплуатации воздействует множество факторов, что важно для обеспечения его надежной и безопасной работы [8].

1.2 Анализ технологических показателей детали

Анализ детали на технологичность представляет собой оценку её конструкции с точки зрения эффективности производства, минимизации затрат и сложности изготовления. В качестве критериев технологичности обычно используются конструктивные особенности детали, соответствие стандартам, характеристики материала, применимость методов получения заготовок и механической обработки [17].

Серый чугун СЧ-15 ГОСТ 1412-85 [4] относится к классу материалов с пластинчатым графитом. Его маркировка указывает на предел прочности при растяжении 150 МПа. «Основные технологические свойства определяются микроструктурой, с матрицей перлит-феррит плюс графит и химическим составом, в который входят углерод от 3,2% до 3,5%, кремний от 1,4% до 2,4%, марганец от 0,5% до 0,9%, фосфор менее 0,3%, сера менее 0,15%» [4]. Данные характеристики обеспечивают высокую жидкотекучесть, благодаря содержанию углерода и кремния, что облегчает заполнение сложных форм. Умеренную усадку около 1%, что снижает риск образования горячих трещин. При литье возможны дефекты в виде раковин и пористости при нарушении режимов охлаждения, что требует контроля скорости кристаллизации. При механической обработке графит выступает внутренней смазкой, уменьшая износ инструмента. Низкая твердость от 163 до 229 единиц по шкале Бринелля упрощает точение, сверление, фрезерование, но хрупкость требует аккуратной фиксации заготовок для избегания сколов. Данный чугун подвергается отжигу для снятия литейных напряжений и улучшения

обрабатываемости. Графит создает антифрикционные свойства, но низкая твердость ограничивает применение в узлах с высокими ударными нагрузками.

Таким образом, чугун СЧ-15 обладает высокой технологичностью в литье и механической обработке, но ограничен в нагрузочных характеристиках. Его применение рационально в серийном производстве ненагруженных деталей с требованиями к экономичности и простоте изготовления.

«К конструктивным критериям технологичности детали относят геометрические характеристики, точность и качество поверхностей» [17]. Форма поверхностей детали простая, состоит из плоских и цилиндрических поверхностей. «К нетехнологичным элементам можно отнести большое количество отверстий, в том числе глубоких, которые расположены относительно друг друга в строго определенной последовательности» [17], а также наличие резких перепадов толщины, что может привести к деформациям. В конструкции детали использованы стандартные элементы, такие как крепёжные отверстия, а также уплотнительные канавки. К проблемным элементам конструкции детали можно отнести наличие тонких стенок и глубоких отверстий.

Проведем оценку точности и качества поверхностей. В рассматриваемой детали наиболее точная поверхность выполнена по восьмому качеству точности, наименьшая шероховатость составляет 0,32 мкм по параметру Ra.

Исходя из проведенного анализа конструктивных критериев технологичности детали, следует считать ее технологичной, так как для их обеспечения не потребуется применения специальных средств технологического оснащения. Наиболее сложным является обеспечение выполнения точных поверхностей.

Проанализируем технологичность заготовки для рассматриваемой детали [14]. Для заготовок из чугуна СЧ-15 единственным возможным

вариантом получения является литьё, что объясняется свойствами материала. Его применение оптимально для условий серийного производства. «При этом заготовка будет максимально приближена к форме детали, что сократит объём мехобработки» [14]. «Заготовку из чугуна СЧ-15 для корпуса сверлильного приспособления можно считать технологичной при использовании различных методов литья с минимальными припусками» [14].

«Классифицируем поверхности детали с использованием методики» [8]. «На рисунке 1 приведен эскиз детали с номерами поверхностей» [8]. «В результате проведения классификации получаем: поверхности 1, 3 являются основными конструкторскими базами; поверхности 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 27, 30 являются вспомогательными конструкторскими базами, поверхности 3, 16, 18, 30 являются исполнительными; все остальные поверхности являются свободными» [8]. Из полученных данных видно, что количество поверхностей, являющихся ответственными значительное. Размерные и геометрические допуски данных поверхностей предполагают использование точных методов обработки.

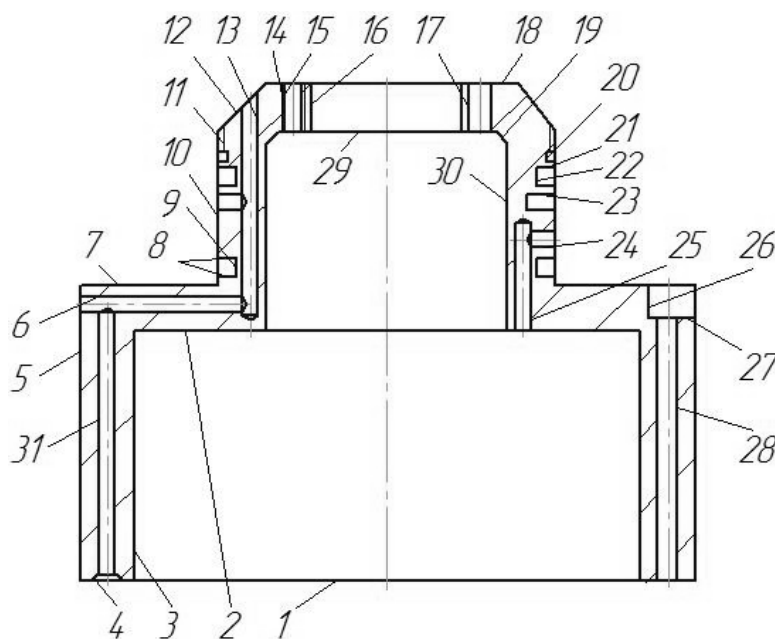


Рисунок 1 – Эскиз корпуса

Следует отметить, что в ходе проектирования технологии изготовления детали можно применять типовые технологии. Это позволит сократить время на проектирование и повысит качество разработки за счет применения отработанных технологических решений. В ходе проектирования отдельных технологических операций возможно использование «типовых схем базирования, что позволит выполнить основные требования принципов единства и постоянства баз» [17], а также применить для их реализации стандартные станочные приспособления.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что корпус представляет собой высокотехнологичную деталь, которая играет важную роль в обеспечении надежности и эффективности работы сверлильного приспособления. Высокая технологичность детали не только повышает показатели производительности технологического процесса, но и способствует значительному снижению эксплуатационных рисков.

1.3 Анализ типа производства

Выбор типа производства при механической обработке зависит от нескольких факторов, включая объем продукции, сложность деталей, их массу и требования к качеству. «В соответствии с рекомендациями [11], при массе детали равной 16,61 кг и годовой производственной программы составляющей 5000 штук в год тип производства соответствует среднесерийному» [11].

Среднесерийное производство – это форма организации производственного процесса, которая занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Рассмотрим ключевые характеристики среднесерийного типа производства.

Среднесерийное производство в машиностроении характеризуется балансом между гибкостью и специализацией. Для него характерен выпуск

продукции средними по величине, периодически повторяющимися партиями. Номенклатура выпускаемых изделий при этом ограничена, но достаточно разнообразна, что требует циклической перенастройки производства между разными типами продукции.

В организации такого производства преобладает предметно-замкнутое построение участков, где оборудование чаще группируется по технологическому признаку. Характерно сочетание универсального и частично специализированного оборудования. Широко применяется универсально-сборная оснастка и быстросменные приспособления для сокращения времени переналадки при смене партий. Для особо ответственных операций используется специализированная оснастка.

Технологические процессы разрабатываются для каждой детали на основе типовых технологических процессов.

Затраты на единицу продукции могут быть выше по сравнению с массовым производством, но ниже, чем в единичном. Это связано с необходимостью соблюдения гибкости при большом разнообразии выпускаемых изделий.

Контроль качества продукции осуществляется универсальными и специализированными средствами контроля.

1.4 Задачи работы

«На основе анализа технических требований и условий эксплуатации детали, а также характеристик типа производства сформулируем задачи выпускной квалификационной работы» [17].

- сравнить альтернативные методы производства заготовки и выбрать оптимальный;
- составить маршрут изготовления детали с детализацией операций;
- рассчитать режимы обработки и нормы времени;

- «спроектировать технологическую оснастку, инструмент и приспособления» [17];
- «изучить вопросы утилизации отходов и минимизации экологической нагрузки» [17];
- «провести расчёт себестоимости изготовления крышки, оценить эффективность предложенного процесса» [17].

Проведенный в данном разделе анализ исходных данных для проектирования технологического процесса изготовления корпуса сверлильного приспособления позволил сформулировать задачи работы.

На основе анализа исходных данных определены рациональные пути реализации технологического процесса. Выбор чугуна СЧ-15, учет его технологических особенностей и минимизация рисков обеспечат изготовление корпуса, соответствующего требованиям точности, надежности и экономической целесообразности. Полученные результаты служат основой для разработки детального маршрута обработки и выбора оборудования на следующих этапах работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

«Анализ технологичности показал, что оптимальный метод получения заготовки для детали из чугуна СЧ-15 является отливка» [9]. «Такое решение позволит максимально эффективно реализовать свойства материала, обеспечить минимизацию припусков на обработку, а также обладает требуемой производительностью» [9]. «Проанализировав конструктивные особенности детали, приходим к выводу, что в данном случае наиболее целесообразно применять литьем в землю и литьем в кокиль» [9]. «Проведем экономический анализ затрат получения детали из заготовок предлагаемыми методами» [20].

«Стоимость заготовки рассчитывается:

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

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

Q – масса заготовки, кг;

$C_{\text{МЕХ}}$ – стоимость снятия одного кг стружки механической обработкой, руб.;

q – масса детали, кг;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость одного кг стружки, руб.» [20].

«Стоимость получения одного кг заготовок рассчитывается:

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

где i – индекс метода получения отливки;

$C_{\text{ОТ}}$ – базовая стоимость получения отливок в зависимости от метода, руб.;

h_T – коэффициент точности отливки;

h_c – коэффициент группы сложности отливки;

h_B – коэффициент массы отливки;

h_M – коэффициент марки материала отливки;

h_{II} – коэффициент программы выпуска» [20].

«Индекс 1 присваиваем заготовке полученной литьем в землю, 2 заготовке полученной литьем в кокиль» [17].

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

«Масса заготовки:

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

где K_P – коэффициент метода получения и формы заготовки» [20].

$$Q_1 = 16,61 \cdot 1,4 = 23,25 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 16,61 \cdot 1,3 = 21,59 \text{ кг.}$$

«Расчет стоимости снятия одного кг стружки механической обработкой:

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

где C_c – приведенные затраты на один кг стружки, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения на один кг стружки, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [20].

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

Выполняем расчеты по формуле (1).

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 50,28 \cdot 23,25 + 4,6 \cdot (23,25 - 16,61) - 1,4 \cdot (23,25 - 16,61) = \\ &= 1190,26 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 50,28 \cdot 21,59 + 4,6 \cdot (21,59 - 16,61) - 1,4 \cdot (21,59 - 16,61) = \\ &= 1101,48 \text{ р.} \end{aligned}$$

«Выбираем литье в кокиль для дальнейшего проектирования

заготовки» [20].

«На следующем этапе проектирования заготовки необходимо составить маршруты обработки поверхностей детали» [23]. Для этого необходимо выполнить разделение поверхностей на группы по точности на критические, которые требуют высокой точности восьмого качества и второстепенные с допусками от десятого до двенадцатого качества. Также необходимо учесть требования к шероховатости.

Переходы назначаются в следующей последовательности:

- обдирочные операции (удаление основного припуска);
- получистовые (достижение предварительной точности, с параметрами шероховатости до 3,2 мкм);
- «чистовые (с параметрами шероховатости до 1,6 мкм)» [23];
- «отделочные (с параметрами шероховатости до 0,32 мкм)» [23].

Как правило, имеется несколько вариантов маршрутов обработки поверхности, поэтому его окончательный выбор проводится на основе определения суммарных удельных затрат [23]. Результаты проектирования маршрутов обработки поверхностей отражены на листе плана изготовления детали в графической части работы и в таблице 1.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер	Квалитет	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
1	10	3,2	точение черновое, чистовое, тонкое
2	12	12,5	точение черновое
3	8	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
4	12	12,5	сверление
5	12	12,5	точение черновое
6	12	12,5	сверление
7	10	0,32	точение черновое, чистовое, тонкое
8	10	3,2	точение чистовое
9	12	12,5	точение чистовое
10	8	0,32	точение черновое, чистовое, тонкое
11	10	12,5	нарезание резьбы
12	12	12,5	точение черновое
13	12	12,5	сверление
14	10	12,5	нарезание резьбы

Продолжение таблицы 1

Номера поверхностей	Точность обработки	Шероховатость, мкм	Маршрут обработки
15	12	12,5	сверление
16	8	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
17	12	12,5	сверление
18	10	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
19	12	12,5	точение черновое
20	12	12,5	точение чистовое
21	10	3,2	точение чистовое
22	12	12,5	точение чистовое
23	10	3,2	точение чистовое
24	12	12,5	сверление
25	12	12,5	сверление
26	12	12,5	фрезерование
27	12	12,5	фрезерование
28	12	12,5	сверление
29	12	12,5	точение черновое
30	7	1,25	точение черновое, чистовое, тонкое
31	12	12,5	сверление

На основе маршрутов обработки поверхностей назначают припуск на обработку для каждого технологического перехода. Величина припуска назначается из следующих соображений. Припуск должен:

- компенсировать погрешности заготовки, устранять деформаций, возникающих при механической или термической обработке;
- ликвидировать дефекты заготовки и обеспечивать снятие слоя с изменёнными свойствами;
- минимизировать влияние неточностей базовых поверхностей на финальную геометрию детали;
- обеспечить снижение себестоимости обработки за счёт минимизации объёмов снимаемого металла.

«Припуск на самую точную поверхность диаметром $90H7(^{+0,035})$ мм рассчитываем расчетно-аналитическим методом» [19].

«Расчет минимального припуска:

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

где a – дефектный слой, мм;

Δ – пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – индекс текущего перехода;

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

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,600^2 + 0,025^2} = 0,900 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,763 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,090 + \sqrt{0,035^2 + 0,020^2} = 0,130 \text{ мм} \gg [19].$$

«Расчет максимального припуска:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5(TD_{i-1} + TD_i), \quad (6)$$

где TD – операционный допуск на размер, мм» [19].

$$\ll z_{1max} = z_{1min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,900 + 0,5 \cdot (2,400 + 0,350) = 2,275 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,292 + 0,5 \cdot (0,350 + 0,140) = 0,537 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,130 + 0,5 \cdot (0,140 + 0,035) = 0,218 \text{ мм} \gg [19].$$

«Расчет среднего припуска:

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

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (2,275 + 0,900) = 1,588 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,537 + 0,292) = 0,896 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,218 + 0,130) = 0,171 \text{ мм} \gg [19].$$

«Расчет максимальных операционных размеров:

$$D_{(i-1)max} = D_{i max} - 2 \cdot z_{i min}. \quad (8)» [19]$$

«Расчет минимальных операционных размеров:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (9)» [19]$$

«Расчет средних операционных размеров:

$$D_{i cp} = 0,5 \cdot (D_{i max} + D_{i min}). \quad (11)» [19]$$

Выполняем расчеты.

$$«D_{3 max} = 90,035 \text{ мм.}$$

$$D_{3 min} = 90,000 \text{ мм.}$$

$$D_{3 cp} = 0,5 \cdot (D_{3 max} + D_{3 min}) = 0,5 \cdot (90,035 + 90,000) = 90,018 \text{ мм.}$$

$$D_{2 max} = D_{3 max} - 2 \cdot z_{3 min} = 90,035 - 2 \cdot 0,130 = 89,775 \text{ мм.}$$

$$D_{2 min} = D_{2 max} - TD_2 = 89,775 - 0,140 = 89,635 \text{ мм.}$$

$$D_{2 cp} = 0,5 \cdot (D_{2 max} + D_{2 min}) = 0,5 \cdot (89,775 + 89,635) = 89,705 \text{ мм.}$$

$$D_{1 max} = D_{2 max} - 2 \cdot z_{2 min} = 89,775 - 2 \cdot 0,292 = 89,191 \text{ мм.}$$

$$D_{1 min} = D_{1 max} - TD_1 = 89,191 - 0,350 = 88,841 \text{ мм.}$$

$$D_{1 cp} = 0,5 \cdot (D_{1 max} + D_{1 min}) = 0,5 \cdot (89,191 + 88,841) = 89,016 \text{ мм.}$$

$$D_{0 max} = D_{1 max} - 2 \cdot z_{1 min} = 89,191 - 2 \cdot 0,900 = 87,391 \text{ мм.}$$

$$D_{0 min} = D_{0 max} - TD_0 = 87,391 - 2,400 = 84,991 \text{ мм.}$$

$$D_{0cp} = 0,5(D_{0max} + D_{0min}) = 0,5(87,391 + 84,991) = 86,191 \text{ мм}» [19].$$

«Расчет минимального общего припуска:

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

$$2z_{min} = 120,000 - 117,391 = 2,681 \text{ мм} \gg [19].$$

«Расчет максимального общего припуска:

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

$$2z_{max} = 2,681 + 2,400 + 0,030 = 5,111 \text{ мм} \gg [19].$$

«Расчет среднего общего припуска:

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

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,681 + 5,111) = 3,896 \text{ мм} \gg [19].$$

«Припуски на обработку оставшихся поверхностей определяются, используя табличный метод» [16].

«Данный способ определения припусков на обработку основан на использовании нормативных таблиц, разработанных на основе статистических данных» [16].

Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	2,5	4,33
	2	1,0	1,268
	3	0,5	0,129
3	1	1,0	2,83
	2	0,7	1,023
	3	0,25	0,36
7	1	2,5	3,875
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,597
10	1	2,1	3,3
	2	0,15	0,43
	3	0,11	0,222
16	1	0,9	2,25
	2	0,7	0,91
	3	0,2	0,283

Продолжение таблицы 2

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
18	1	2,5	4,33
	2	1,0	1,268
	3	0,5	0,129

«На заключительном этапе проектирования заготовки определяем ее характеристики по ГОСТ Р 53464-2009» [5].

«Характеристики заготовки: степень точности поверхности 12, класс точности массы 11, класс размерной точности 9, ряд припусков 6» [5].

«Значения напусков: сдвиг не более 0,64 мм, эксцентricность отверстий не более 0,64 мм» [5].

Спроектированный чертеж заготовки приведен на листе графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

«В соответствии с типом производства принимаем следующий порядок проектирования плана изготовления» [17]:

- «разработка технологического маршрута изготовления детали;
- разработка эскизов операций;
- проектирование схем базирования;
- простановка операционных размеров;
- расчет технических требований на выполнение операций» [17].

«Разработка технологического маршрута изготовления детали заключается в формировании отдельных операций на основе маршрутов обработки поверхностей и типовых технологических маршрутов» [22], [23]. «Все операции при этом разделяются на этапы: подготовительные, черновые, получистовые, чистовые, отделочные» [17].

Сформированный маршрут обработки приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Маршрут изготовления корпуса

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	7, 10, 12, 18
010 Токарная	точение	1, 2, 3, 5, 19, 29
015 Токарная	точение	7, 8, 9, 10, 11, 16, 18, 23
020 Токарная	точение	1, 3
025 Сверлильная	сверление, фрезерование, резьбонарезание	13, 14, 15, 17, 26, 27
030 Сверлильная	сверление	6, 24
035 Сверлильная	сверление	4, 28, 31
040 Токарная	точение	7, 10, 16, 18
045 Токарная	точение	1, 3, 30
050 Моечная	мойка	все
055 Контрольная	контроль	все

Схемы базирования определяют, как заготовка фиксируется на станке для обеспечения точности обработки. Их разработка включает, прежде всего, выбор технологических баз. Для этого необходимо определить поверхности детали, требующие высокой точности обработки, а также выявить технологические требования, такие как, соосность, перпендикулярность, радиальное биение. «В качестве черновых баз используются необработанные поверхности для первой установки. В качестве чистовых баз используются обработанные поверхности для последующих операций» [17]. «Разработка схем базирования ведется на основе типовых схем базирования» [17]. «Полученные результаты отражены на листе плана изготовления графической части работы» [17].

«Назначение операционных технических требований заключается в назначении допусков на размеры, шероховатости, допусков формы поверхностей и пространственных отклонений» [2].

«По результатам выполнения данного этапа, в соответствии с рекомендациями [8] формируется плана изготовления в виде листа графической части работы, а также маршрутная карта (приложение А «Технологическая документация»)» [17].

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор оборудования и средств технологического оснащения требует комплексного подхода и зависит от множества факторов.

В первую очередь на выбор влияют:

- требования к качеству и точности изготовления детали, включая размеры, допуски и шероховатости поверхности;
- материал, из которого будет изготовлена деталь и его физико-механические свойства.
- содержание операций технологического процесса;
- необходимость применения средств автоматизации и механизации;
- вид механической обработки;
- объемы производства большие;
- наличие стандартных средств оснащения;
- стоимость инвестиций в оборудование и средства технологического оснащения, а также затраты на их эксплуатацию и обслуживание.

Выбор конкретных средств технологического оснащения производится на основании данных [1], [7], [12], [13], [18].

Результаты выбора средств технологического оснащения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Оснастка	Инструменты	Средства контроля
005 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый	резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89
010 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый	резец контурный DNMG 15 06 16-KR «Sandvik», резец расточной DNMG 15 06 16-KR «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89, нутромер

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Оснастка	Инструменты	Средства контроля
–	–	–	–	НМ ГОСТ 10-88
015 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый	резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 «Sandvik», резец токарный расточной специальный GC3205, резец токарный канавочный N123L2-0700-0003-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный канавочный N123K2-0600-0004-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный канавочный N123G2-0350-0003-GM GC3115 «Sandvik», резец токарный резьбовой R166.0G-16MM02-150 GC1020 «Sandvik»	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88
020 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон трехкулачковый	резец токарный контурный CNMG 16 06 08-WMX GC3205 «Sandvik», резец токарный расточной специальный GC3205	штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89, нутромер НМ-80 ГОСТ10-88
025 Сверлильная	VF 320	оправка цанговая	фреза концевая R216.24-14050GAK26H GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R842-0840-30-A1A GC1640 «Sandvik», сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 «Sandvik», фреза резьбовая R217.14C060125AK17N GC1640 «Sandvik»	калибры
030 Сверлильная	SBL 300	патрон трехкулачковый	сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	калибры
035 Сверлильная	VF 320	оправка цанговая	сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 «Sandvik»	калибры

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Оснастка	Инструменты	Средства контроля
040 Токарная	SAMAT 135 NC	оправка цанговая	резец контурный DNMX 15 06 12-WF «Sandvik», резец расточной DNMX 15 06 12-WF «Sandvik»	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
045 Токарная	SAMAT 135 NC	патрон цанговый ГОСТ2877-80	резец контурный DNMX 15 06 12-WF «Sandvik», резец расточной DNMX 15 06 12-WF «Sandvik»	скоба рычажная СР ГОСТ11098-75
050 Моечная	моечная машина	—	—	—
055 Контрольная	контрольный стол	—	—	—

«Данные таблицы 4 используются при проектировании плана изготовления, приведенного в графической части работы, а также маршрутной карты и операционных карт, приведенных в приложении А «Технологическая документация»» [17].

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Расчет режимов резания на операциях механической обработки является важным этапом в подготовке производства. Он позволяет оптимизировать параметры обработки, увеличить производительность, улучшить качество обрабатываемых деталей и продлить срок службы инструмента. «Режимы резания определим по методике» [12], так как при выборе металлорежущего инструмента было отдано предпочтение инструменту данной фирмы.

Нормирование проведем по методике [6].

«Длина рабочего хода инструмента:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (15)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [6].

«Основное время на обработку:

$$T_o = \frac{L_{р.х.}}{S \cdot n}, \quad (16)$$

где S – подача, мм/об» [6].

«Штучное время на выполнение операции:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{пер}, \quad (17)$$

где T_v – вспомогательное время, мин;

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

$T_{пер}$ – время на регламентируемые перерывы в работе, мин» [6].

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операции:

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

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

n – количество заготовок в партии запуска, шт.» [6].

«Результаты определения режимов резания и нормирования технологических операций представим в виде таблицы 5» [17].

«Полученные данные используются для заполнения маршрутной карты и операционных карт, приведенных в приложении А «Технологическая документация»» [17].

Дальнейший анализ режимов резания поможет оптимизировать производственные процессы и добиться повышения качества обработки.

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование

Опера ция	Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота, об/мин	Рабочий хода, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	1	0,5	231	320	164	1,03	1,86
	2	0,5	210	1200	20	0,03	
010	1	0,5	231	320	132	0,83	3,11
	2	0,5	224	320	235	1,47	
015	1	0,25	357	500	129	1,03	2,22
	2	0,15	351	2000	20	0,07	
	3	0,2	238	630	8	0,06	
	4	0,2	231	630	12	0,1	
	5	0,2	243	630	5	0,04	
	6	1,5	126	320	39	0,08	
020	1	0,25	357	500	22	0,18	1,92
	2	0,15	347	1200	169	0,94	
025	1	0,018	74	1600	60	0,7	2,25
	2	0,1	68	3500	88	0,25	
	3	0,2	72	2800	60	0,11	
	4	0,2	71	3200	60	0,09	
	5	0,025	85	4500	60	0,27	
030	1	0,1	68	3500	63	0,18	0,93
	2	0,1	68	3500	10	0,03	
035	1	0,1	68	3500	102	0,3	2,86
	2	0,1	68	3500	42	0,12	
	3	0,1	68	3500	560	1,6	
040	1	0,15	456	630	129	1,37	2,26
	2	0,1	448	2500	20	0,08	
045	1	0,15	456	630	22	0,23	3,77
	2	0,1	452	630	169	2,68	

Оптимальные параметры резания, обеспечивают максимальную эффективность и минимизацию времени обработки, снижают износ инструмента, позволяют улучшить качество поверхности, способствуют снижению себестоимости.

В качестве результата выполнения раздела можно отметить, что проведенные мероприятия позволили создать оптимальный процесс. Разработанные технологические операции, позволяют значительно повысить эффективность производства и сократить сроки изготовления. Особое внимание было уделено внедрению современных технологий, что способствует повышению стабильности производственных показателей.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка токарного патрона

Необходимость проектирования патрона для токарной чистовой операции (рисунок 2) объясняется особенностями среднесерийного типа производства, связанных с требованиями к точности, качеству обработки и эффективностью производственного процесса.

Токарный патрон должен обеспечивать высокую точность зажима заготовки. При чистовой обработке допустимые отклонения часто находятся в районе сотых долей миллиметра, что требует надежного и точного зажима без смещения заготовки. Надежный патрон обеспечивает стабильность заготовки во время вращения, что минимизирует вибрации и колебания, способствующие качеству поверхности и точности размеров. Это особенно важно при чистовой токарной обработке, где вибрация может привести к дефектам на поверхности.

Вид и конструкция токарного патрона должны учитывать различные размеры и формы заготовок. Простая и быстрая установка заготовки в патрон сократит время на наладку, что актуально для среднесерийного производства. Эффективный патрон позволит избежать дополнительных настроек перед обработкой.

«Проектирование токарного патрона для чистовой операции с механизированным приводом выполним при помощи методики» [21].

«Сначала нужно установить схему крепления заготовки. Основываясь на эскизе операции, следует выбрать консольную схему. Для проверки целесообразности необходимо определить соотношение среднего диаметра детали и её длины. В данном случае это соотношение меньше 2,5, что подтверждает правильность выбранной схемы» [21].

Расчеты проводим исходя из расчетной схемы, представленной на рисунке 3.

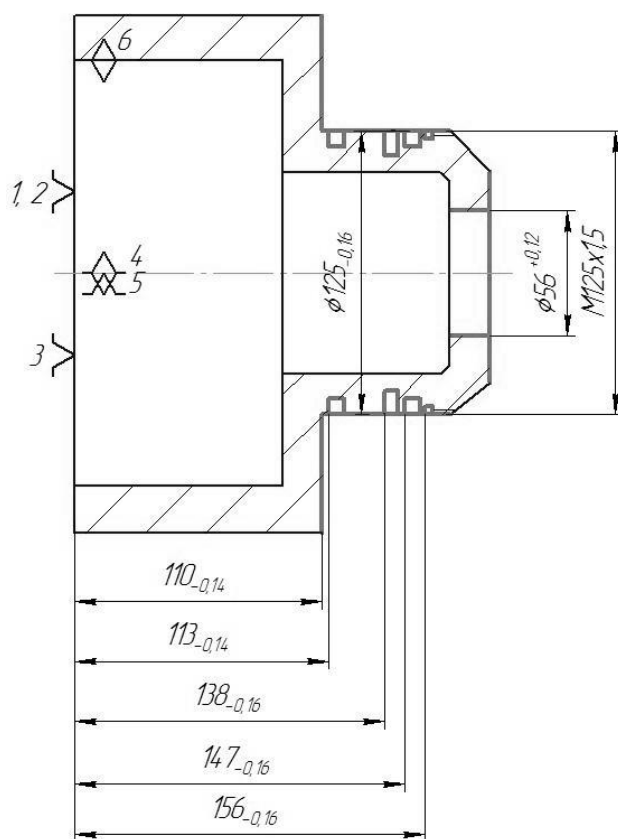


Рисунок 2 – Эскиз операции

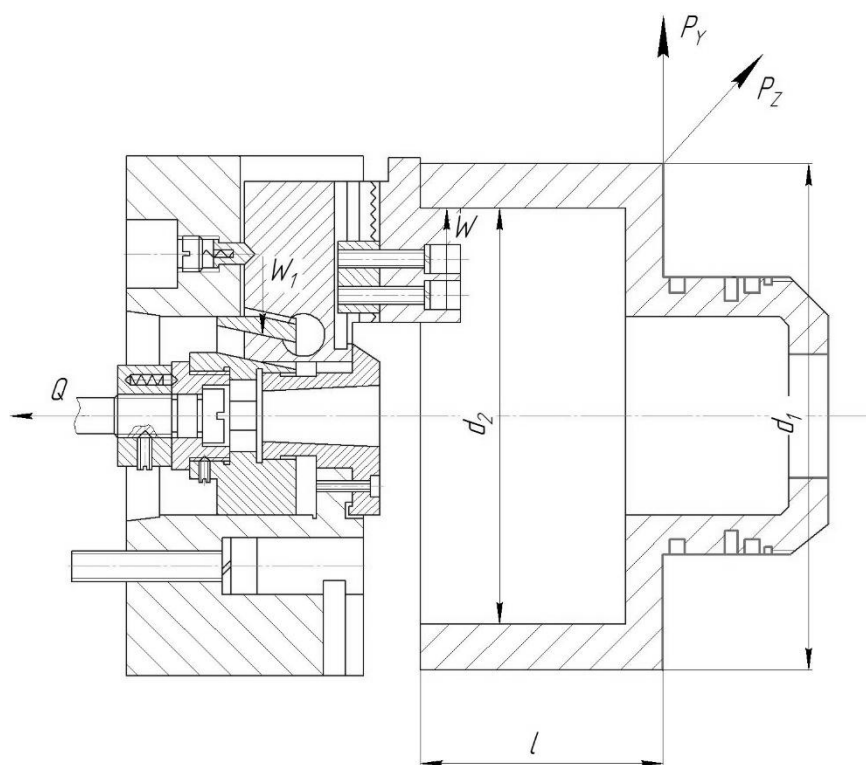


Рисунок 3 – Расчетная схема закрепления

«Момент от основной составляющей силы резания P_Z :

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2}, \quad (19)$$

где d_1 – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [21].

«Момент от силы закрепления:

$$M_{3P_Z} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}, \quad (20)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_2 – диаметр закрепления, мм» [21].

«Тогда расчетное усилие зажима:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_1}{3 \cdot f \cdot d_2} \cdot K, \quad (21)$$

где K – коэффициент условий выполнения операции» [21].

«Коэффициента условий выполнения операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (22)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий влияние неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент, учитывающий состояние режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий непостоянство сил резания;

K_4 – коэффициент, учитывающий колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент, учитывающий эргономические характеристики зажимного механизма» [21].

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

$$W = \frac{492 \cdot 230}{3 \cdot 0,3 \cdot 189} \cdot 1,8 = 7185 \text{ Н.}$$

«Момент от тангенциальной составляющей силы резания:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (23)$$

где l – плечо приложения силы, мм» [21].

«Момент от силы закрепления:

$$M_{3P_Y} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_2}{2}. \quad (24) \gg [21]$$

«Расчетное усилие зажима по формуле:

$$W = \frac{2 \cdot P_Y \cdot l}{3 \cdot f \cdot d_2} \cdot K. \quad (25) \gg [21]$$

Проводим расчеты.

$$W = \frac{2 \cdot 197 \cdot 110}{3 \cdot 0,3 \cdot 189} \cdot 2,52 = 1445 \text{ Н.}$$

Дальнейший расчет выполняем по наибольшей силе закрепления.

«Усилие зажима на постоянных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (26)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [21].

$$W_1 = \frac{7185}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 9368 \text{ Н.}$$

«Исходя из необходимости обеспечения широкого диапазона регулировок в конструкции предполагается использовать клиновой зажимной механизм» [21].

«Усилие, создаваемое данным зажимным механизмом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (27)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [21].

«Передаточное отношение зажимного механизма:

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (28)$$

где α – угол клина, град;

φ – угол трения наклонной поверхности клина, град;

φ_1 – угол трения плоской поверхности клина, град» [21].

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 50') + \operatorname{tg}5^\circ 50'} = 2,1.$$

$$Q = \frac{9368}{2,1} = 4461 \text{ Н.}$$

«Далее рассчитываем диаметр поршня гидроцилиндра для создания требуемого усилия закрепления по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (29)$$

где d – диаметр штока поршня, мм;

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

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4461}{1,0} + 30^2} = 87 \text{ мм.}$$

«По данному значению подбираем гидроцилиндр стандартного исполнения с округлением диаметра поршня до ближайшего большего

значения равного 90 мм» [21].

«Приспособление должно обеспечивать требуемую точность выполнения операции. В данном случае она составляет 0,012 мм. Выполнение данного требования проверяется путем определения погрешность установки исходя из расчетной схемы (рисунок 4)» [21].

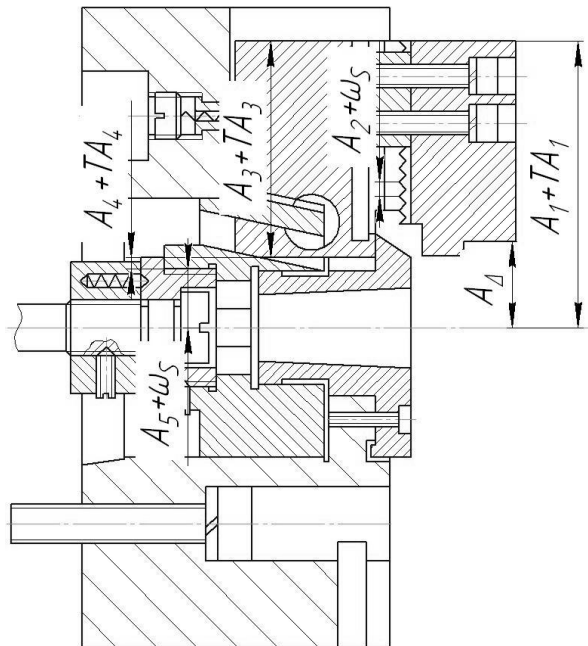


Рисунок 4 – Расчетная схема

«Из представленной схемы составляем уравнение:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (30)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления размера A_1 , мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении A_2 , мм;

Δ_3 – погрешность изготовления размера A_3 , мм;

Δ_4 – колебание зазора в сопряжении A_4 , мм;

Δ_5 – погрешность изготовления размера A_5 , мм» [21].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,010^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,010^2} = 0,010 \text{ мм.}$$

Требование по точности приспособления выполнено, следовательно, приспособление может быть использовано на данной операции.

Рассмотрим подробнее конструкцию приспособления. Основной частью патрона является корпус, выполненный из устойчивых к коррозии материалов, которая обеспечивает защиту внутренних компонентов. В корпус устанавливается клиновой механизм, соединенный штоком с приводом. Перемещение клина происходит под воздействием давления, создаваемого гидроцилиндром. Подробно конструкция приспособления представлена на чертеже графической части работы и в спецификации (приложение Б «Спецификации»).

Патрон для закрепления заготовок работает по принципу создания равномерного давления на поверхность детали за счет одновременного движения кулачков, которое происходит под воздействием внешнего давления. Это позволяет эффективно и надежно удерживать заготовку. Заготовка помещается в патрон по установочным элементам. Кулачки сходятся к центру и закрепляют заготовку в патроне.

Основным преимуществом такого патрона является обеспечение равномерного распределения давления по всей поверхности заготовки. Это предотвращает ее деформацию и обеспечивает надежное закрепление.

3.2 Разработка токарного резца

Необходимость проектирование токарного резца с модернизированным креплением режущей пластины объясняется следующими недостатками применяемой системы крепления: сложность замены пластины, нестабильность качества обработки, узкий диапазон применения, отсутствие возможности регулировки положения и давления, ограниченность использования при работе в сложных или ограниченных условиях.

Наиболее простым и эффективным решением в данном случае является применение резца с креплением пластины прихватом [10].

«Проектирование резца выполняем с использованием методики» [10].

«Параметры державки резца рассчитываются по площади сечения стружки:

$$F = t \cdot S, \quad (31)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [10].

$$F = 1,245 \cdot 0,25 = 0,32 \text{ мм}^2.$$

«Следовательно, резец должен иметь державку круглого сечения диаметром 32 мм» [10].

«Минимально допустимый диаметр винта, удерживающего прихват:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (32)$$

где Q_1 – усилие от сил резания при обработке, Н;

σ_d – максимально допустимое напряжение, МПа» [10].

«Усилие от сил резания при обработке:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (33)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение силы резания, Н» [10].

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{\pi \cdot 98}} = 3,7 \text{ мм.}$$

Конструкция резца подробно представлена на листе графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

Использование прихватного крепления позволяет быстро заменять изношенные или поврежденные режущие пластины, что значительно

сократит время на наладку и повысит общую производительность.

Предложенная система крепления обеспечивает стабильное и надежное удержание пластины, что способствует повышению качества механической обработки.

Таким образом, проектирование токарного резца с креплением режущей пластины прихватом обеспечивает повышение эффективности, производительности и качества обработки.

В результате выполнения данного раздела, спроектирован токарный патрон и токарный резец с креплением режущей пластины прихватом. Разработанные решения позволяют значительно повысить эффективность и точность обработки. Патрон обеспечивает равномерное зажатие заготовок, что минимизирует возможность их повреждения и улучшает качество обработки. «Токарный резец обеспечивает хорошие эксплуатационные характеристики, такие как устойчивость к внешним нагрузкам и долговечность» [17].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Проведем краткое описание спроектированного технологического процесса изготовления.

Технологический процесс состоит из токарных и сверлильных операций разной степени сложности. Для их выполнения используются: «станок токарно-винторезный SAMAT 135 NC, патрон трехкулачковый, резец контурный DNMG 15 06 16-KR, резец расточной DNMG 15 06 16-KR; станок сверлильный VF 320, патрон трехкулачковый, сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640» [3]. «Используются следующие материалы и вещества: чугун СЧ–15 ГОСТ 1412-85, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь» [3]. «Операции технологического процесса осуществляют операторы станков с числовым управлением» [3].

Приведенные данные по рассматриваемому технологическому процессу используем для его дальнейшего анализа на наличие профессиональных рисков, обеспечение пожарной безопасности и соответствие экологическим нормам.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«Идентификацию профессиональных рисков проводим по ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и по Приказу Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» » [3]. Результаты заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
вращающийся шпиндель/патрон	физические (движущиеся части)	затягивание одежды, волос; травмы конечностей
металлическая стружка	физические (механические)	порезы, попадание стружки в глаза
шум от станка (до 90 дБ)	физические (шум)	снижение слуха, повышенная утомляемость
смазочно-охлаждающие жидкости	химические	раздражение кожи, аллергические реакции
статическая поза оператора	психофизиологические (физические перегрузки)	боли в спине, суставах, усталость
нагретая заготовка	физические (термические)	ожоги при контакте с кожей
металлическая пыль	физические (пыль)	заболевания дыхательных путей (пневмокониоз), аллергия, интоксикация
монотонные движения	психофизиологические (монотонность)	снижение концентрации, ошибки в работе
острые кромки детали	физические (механические)	порезы рук при финишной обработке

«Из таблицы 6 видно, что количество опасных и вредных производственных факторов и возникающих рисков достаточно велико. Это требует разработки мероприятий по снижению их влияния на работников производства» [3].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Методы и средства снижения профессиональных рисков выбираются в соответствии с Приказом Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» и Приказом Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»» [3]. Полученные данные приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда (Приказ № 771н)	Методы и средства снижения рисков (Приказ № 776н, иерархия контроля рисков)
травмы от вращающихся частей станка	установка защитных экранов и блокировок (п. 9 приказа № 771н), обучение работников безопасным методам работы (п. 4)	модернизация станков с автоматической блокировкой при открытии кожуха, регулярные инструктажи, защитные очки, спецодежда
поражение металлической стружкой	внедрение систем местной вытяжки для удаления стружки (п. 10), оснащение рабочих мест крючками для безопасного удаления стружки (п. 9)	установка стружколомателей на резцах, контроль за использованием СИЗ, перчатки с антипорезным покрытием
воздействие шума (до 90–95 дБ)	установка шумопоглощающих кожухов на оборудование (п. 10), проведение аудиометрических обследований работников (п. 7)	замена оборудования на менее шумное, ограничение времени работы в шумной зоне, противошумные наушники
вдыхание абразивной пыли и паров СОЖ	монтаж пылеулавливающих установок с НЕРА-фильтрами (п. 10), замена токсичных СОЖ на менее опасные аналоги (п. 11)	системы принудительной вентиляции, обучение правилам работы с химикатами, респираторы
термические ожоги при контакте с заготовкой	автоматизация подачи/снятия деталей (п. 9), обеспечение рабочих термостойкими средствами защиты (п. 12)	использование роботов-манипуляторов, введение «холодных зон» для остывания заготовок, термостойкие перчатки
психофизиологические перегрузки	внедрение эргономичной мебели и подъемников (п. 9), организация производственной гимнастики (п. 6)	оптимизация рабочего пространства, график с перерывами каждые 50 минут, профилактика профзаболеваний

«Приведенные в таблице 7 мероприятия по улучшению условий труда и снижению профессиональных рисков, разработанные с учетом действующих нормативных документов, являются достаточными для обеспечения безопасности работников, осуществляющих спроектированный технологический процесс» [3].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Определим потенциальные классы пожара на производственном участке. Класс D (металлы) может представлять опасность из-за образования

искр и металлической пыли в процессе механической обработки. «Класс В (смазочно-охлаждающие жидкости и масла) может привести к возгоранию промасленной ветоши или утечкам смазочно-охлаждающие жидкости» [3]. «Класс Е (электрооборудование) связан с возможностью короткого замыкания на станках» [3].

«К числу опасных факторов пожара относятся: открытое пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, высокая концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, а также пониженный уровень кислорода» [3].

«Для обеспечения пожарной безопасности можно использовать следующие технические средства» [3]. Системы обнаружения и сигнализации: дымовые и тепловые извещатели, газовые анализаторы и системы видеонаблюдения. Системы автоматического пожаротушения включают водяные (спринклерные), порошковые, газовые (углекислотные) и аэрозольные установки. К средствам первичного пожаротушения относятся огнетушители ОП-8 (порошковые), огнетушители ОУ-5 (углекислотные), пожарные краны и ящики с песком (объемом 0,5 м³). Инженерные меры защиты включают противодымную вентиляцию, огнестойкие перегородки, искрогасители и огнезащитную обработку. Защита электрооборудования достигается за счет установки устройств защитного отключения, огнестойкой изоляции кабелей и молниезащиты. Средства для эвакуации и оповещения включают световые табло «выход», звуковые оповещатели и аварийное освещение.

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо проводить ряд организационных мероприятий, таких как обучение и инструктаж сотрудников, разработка планов эвакуации, создание соответствующей документации, организация тренировок и учений, а также контроль и аудит соблюдения норм безопасности.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Источниками экологических рисков в ходе выполнения технологического процесса приведены в таблице 8» [3].

Таблица 8 –Источники экологических рисков

Источник	Воздействие
металлическая стружка	загрязнение почвы и воды при неправильной утилизации
СОЖ и масла	химическое загрязнение грунта и водоемов (токсичные компоненты)
металлическая пыль	выбросы в атмосферу
шум и вибрация	акустическое загрязнение (превышение 80 дБ)
энергопотребление	углеродный след (выбросы CO ₂ от станков и печей)

С целью снижения рисков предлагается проведение следующих организационно-технических мероприятий. Для снижения выбросов в атмосферу предлагается использовать пылеулавливающих фильтров циклон или рукавных фильтров, использовать смазочно-охлаждающие жидкости с низкой токсичностью. «При обращении с отходами предлагается выполнять сепарацию стружки и смазочно-охлаждающей жидкости, рециклинг металла, утилизацию масел и смазочно-охлаждающей жидкости» [3]. Защита от шума и вибрации предполагает использование звукоизоляции оборудования и вибропоглощающих опор.

В ходе выполнения данного раздела были выявлены ключевые проблемы. Во-первых, необходимо уделить особое внимание соблюдению норм и стандартов охраны труда. Во-вторых, технологические методы, применяемые при обработке чугуна, могут иметь значительное влияние на окружающую среду. «Таким образом, комплексный подход к обеспечению безопасности и экологии в процессе изготовления позволяет не только улучшить условия труда, но и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду» [3], что соответствует современным требованиям развития и социальной ответственности производства.

5 Экономическая эффективность работы

Задача раздела – «рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта. Произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений» [15].

Решение поставленной задачи основано на данных предыдущих разделов. Обобщенная схема изменений процесса производства представлена на рисунке 5.

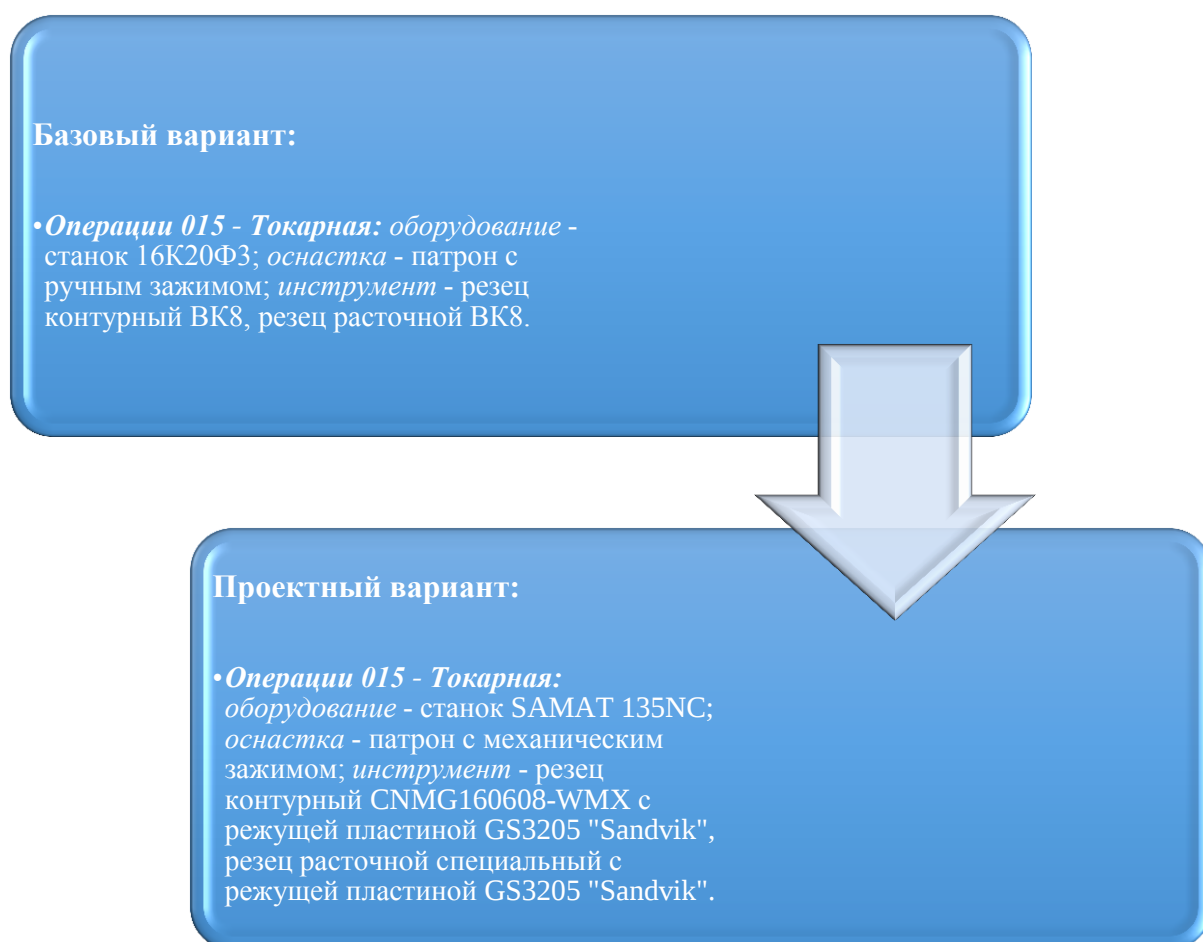


Рисунок 5 – Обобщенная схема изменений процесса производства

Обобщенная схема выделяет операции, наиболее значимые с точки зрения формирования затрат. Количественная оценка этих операций стартует

с расчета технологической себестоимости по установленной методике [15]. «Величина технологической себестоимости и показатели, ее определяющие, представлены на рисунке 6» [15].

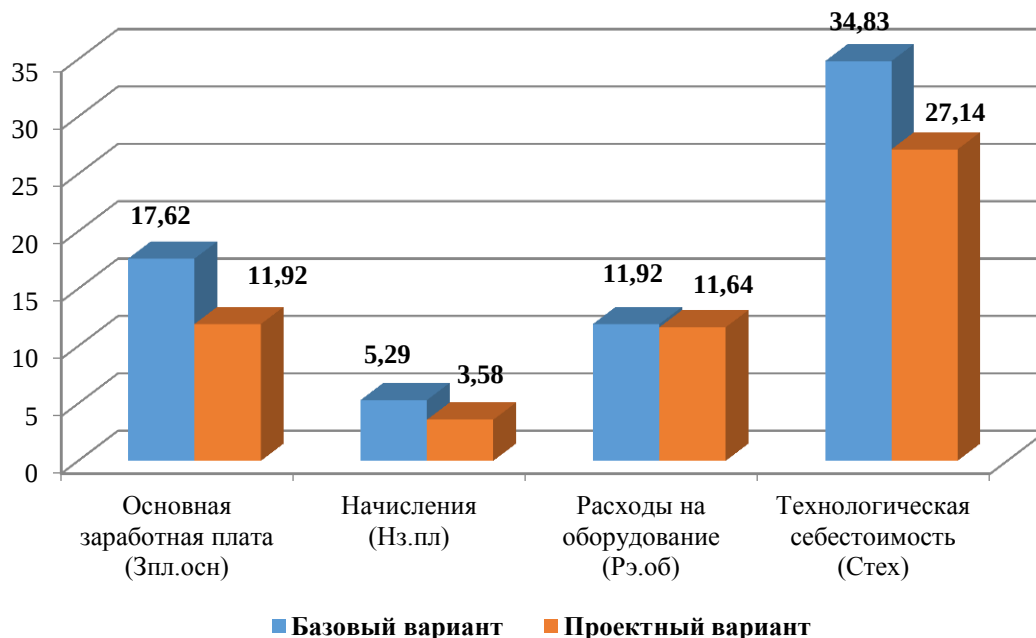


Рисунок 6 – Величина технологической себестоимости, а также, показатели из которых она формируется, руб.

Из рисунка 6 наглядно просматривается зависимость величины технологической себестоимости от основной заработной платы, которые составляют около 50 % от общего объема, в обоих вариантах. При этом, технологическая себестоимость не значительно зависит от величины начислений на заработную плату, доля которых составляет около 14 %, также в обоих вариантах.

После выполнения всех требуемых вычислений, следующим шагом является определение объема капиталовложений в данный процесс производства, иначе говоря, требуется оценить необходимый масштаб инвестиций. Для этого прибегнем к «методике расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [15]. «По причине того, что изменения технологического процесса

касаются всего технического оснащения на операциях, масштаб инвестиций будет основываться на полном перечне затрат» [15]. «Это будут: затраты на оборудование, доставку и транспорт ($K_{ОБ}$), затраты на проектирование ($K_{ПР}$), оснастку и инструмент ($K_{ОИ}$), площадь ($K_{ПЛ}$) и программное обеспечение ($K_{П.ОБ}$)» [15]. На рисунке 7 выразительно изложены цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций.

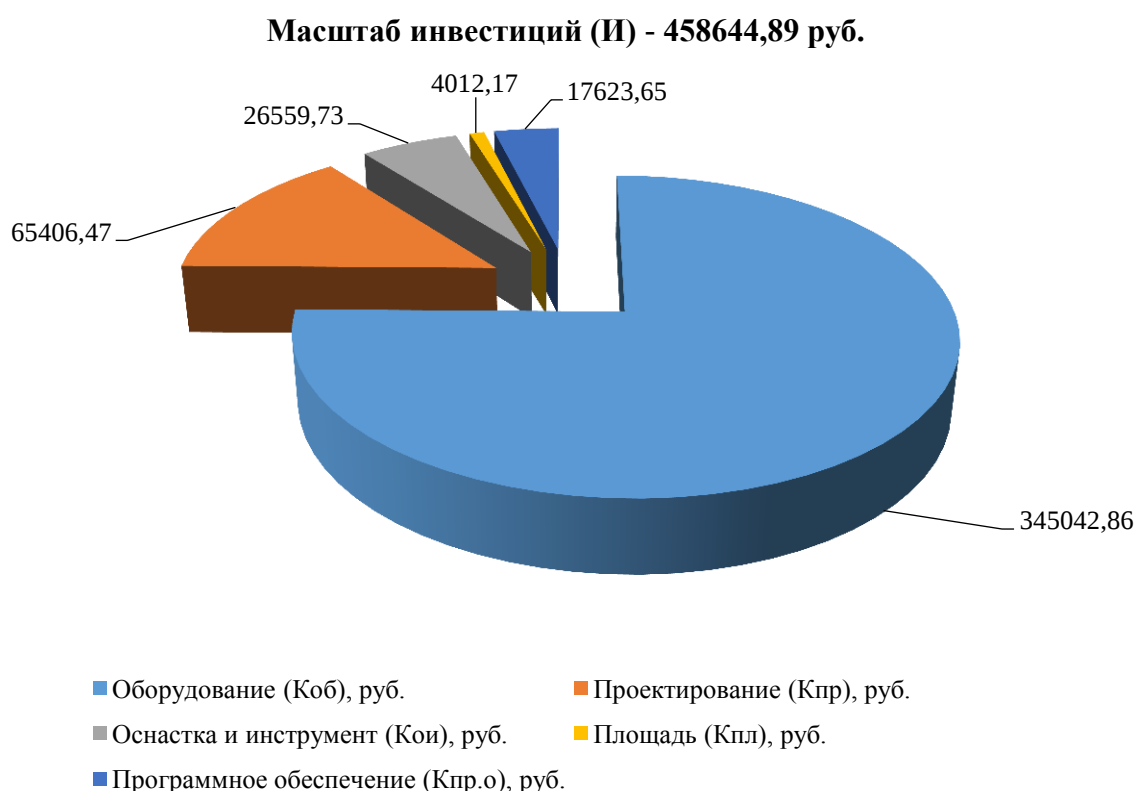


Рисунок 7 – Цифровые данные заявленных показателей и общий масштаб инвестиций, руб.

Анализ данных рисунка 7 показывает, что подавляющая часть инвестиций (75,23 %) приходится на технологическое оснащение ($K_{ОБ}$). В то же время, затраты на площадь составляют лишь 0,87 %, что является незначительной долей общих вложений.

Следующим шагом является расчет количественных значений ключевых экономических показателей: «чистой прибыли, срока окупаемости и интегрального экономического эффекта» [15]. «Расчет выполняется в

соответствии с методикой расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [15]. Полученные значения данных показателей отражены на рисунке 8.

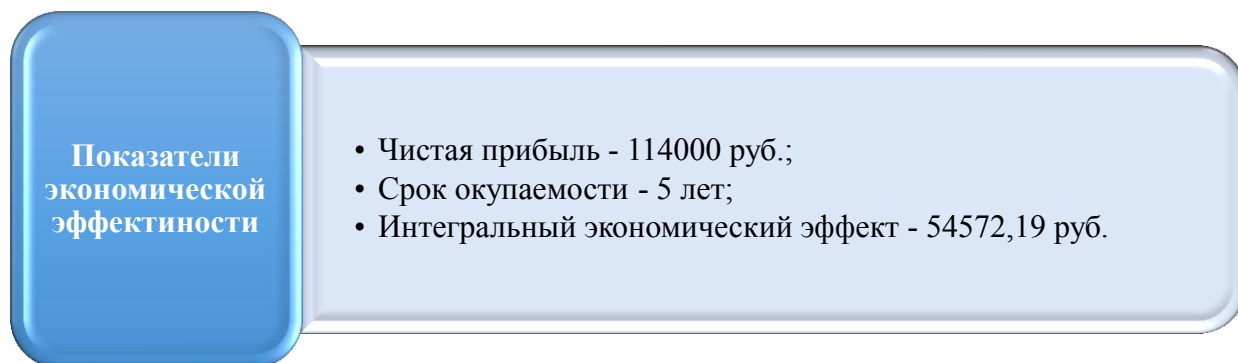


Рисунок 8 – Демонстрация параметров экономических показателей

Основываясь на проделанных расчетах, можно сделать заключение об эффективности данного технологического процесса. Все проведенные экономические исследования, подтверждают его эффективность, поскольку его реализация приведет к получению совокупного экономического эффекта в размере 54572,19 рублей.

«В данном разделе произведена экономическая оценка преимуществ и рисков их внедрения предлагаемых изменений. В результате определен экономический эффект от реализации спроектированной технологии на практике» [17].

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы на были проработаны ключевые вопросы, связанные с подготовкой, обработкой и контролем качества изделий из данного материала. Чугун СЧ-15, благодаря своим механическим свойствам и хорошей обрабатываемости, оказался оптимальным выбором для создания корпуса сверлильного приспособления, обеспечивающего высокую точность и стабильность в процессе работы.

В ходе выполнения работы были разработаны основные этапы технологического процесса, включая заготовительный, механическую и термическую обработку. Подробно рассмотрены вопросы выбора инструментов, оборудования и режимов обработки, а также технологических маршрутов, которые позволяют минимизировать затраты времени и ресурсов, одновременно повышая качество обработки.

Также следует отметить, что в ходе проектирования технологического процесса большое внимание было уделено контролю качества на каждом этапе производства. Это позволило предотвратить потенциальные дефекты и гарантировать соответствие изделия требованиям технического задания. Проведенные экономические расчеты подтвердили целесообразность предложенной технологии корпуса сверлильного приспособления.

Разработанный технологический процесс изготовления корпуса сверлильного приспособления из чугуна СЧ-15 является рациональным и обоснованным, способен обеспечить необходимую надежность и долговечность изделия, что в свою очередь положительно скажется на эксплуатационных характеристиках оборудования. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации производства и внедрения инновационных решений в данную область, что будет способствовать дальнейшему развитию технологий обработки чугуна и повышению конкурентоспособности изделий на рынке.

Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. Василевская С. И. Технология машиностроения. Точность механической обработки : учебное пособие / С. И. Василевская. – Новосибирск : НГТУ, 2023. – 164 с. – ISBN 978-5-7782-5053-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/404756> (дата обращения: 10.03.2025).
3. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
4. ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – Введ. 1987–01–01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 5 с.
5. ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 2010–07–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 45 с
6. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки : методические указания / С. В. Грубый. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с. – ISBN 978-5-9729-0665-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/192451> (дата обращения: 12.03.2025).
7. Жидяев А. Н. Режущий инструмент для станков с ЧПУ : учебное пособие / А. Н. Жидяев. – Самара : Самарский университет, 2023. – 80 с. – ISBN 978-5-7883-1980-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/406526> (дата обращения: 29.04.2025).
8. Забирова Г. Р. Технология машиностроения : учебно-методическое пособие / Г. Р. Забирова. – Ульяновск : УлГУ, 2022. – 272 с. – Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/314603> (дата обращения: 05.03.2025).

9. Зубарев Ю. М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-507-44101-3. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/215714> (дата обращения: 02.04.2025).

10. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент : учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков ; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 432 с. – ISBN 978-5-8114-9510-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 22.04.2025).

11. Зубарев Ю. М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 312 с. – ISBN 978-5-8114-9826-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/199496> (дата обращения: 18.04.2025).

12. Каталог продукции «Sandvik coromant». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.coromant.com> (дата обращения: 10.03.2025).

13. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 10.03.2025).

14. Ковшов А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-0833-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/212438> (дата обращения: 19.04.2025).

15. 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: 28.04.2025).

16. Максимов Ю. В. Расчет операционных припусков и определение операционных размеров : учебно-методическое пособие / Ю. В. Максимов, В. Н. Балашов. – Москва : РУТ (МИИТ), 2020. – 32 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175818> (дата обращения: 26.04.2025).

17. 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: 02.03.2025).

18. Справочник технолога : справочник / А. Г. Суслов, В. Ф. Безъязычный, Б. М. Базров [и др.] ; под общей редакцией А. Г.Суслова. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023. – 800 с. – ISBN 978-5-907523-51-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387530> (дата обращения: 16.04.2025).

19. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х тт : справочник / В. И. Аверченков, А. В. Аверченков, Б. М. Базров [и др.] ; под редакцией А. С. Васильева, А. А. Кутина. – 7-е изд. испр. – Москва : Машиностроение, 2023. – 1574 с. – ISBN 978-5-907523-26-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307325> (дата обращения: 16.04.2025).

20. Стародубов С. Ю. Проектирование заготовок в машиностроении : учебное пособие / С. Ю. Стародубов, С. Н. Кучма. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 228 с. – ISBN 978-5-9729-1630-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/428483> (дата обращения: 05.03.2025).

21. 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. – ISBN 978-5-8114-1421-5. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/211214> (дата обращения: 21.04.2025).

22. 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. – ISBN 978-5-8114-7288-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/174961> (дата обращения: 09.04.2025).

23. Технология машиностроения. Проектирование технологии изготовления деталей : учебное пособие / В. А. Лебедев, И. В. Давыдова, А. П. Шишкина, Е. Н. Колганова. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 176 с. – ISBN 978-5-9729-1298-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/346985> (дата обращения: 12.04.2025).

Приложение А Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дизайн																					
Взам																					
Подп																					
Разработал	Горячев					ТГУ, кафедра ОТМП															
Проверил	Козлов																				
Утвердил						Корпус															
Н. контр																					
М01	СЧУ ГОСТ 1412-85																				
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ								
М02		166	16,61	1		0,77		φ233,4x190				1	2159								
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт					
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																				
Б04	Литейная машина																				
О5																					
А06	XX XX XX 005 4114 Токарная																				
Б07	381148Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 186																				
О 08	Точить поверхности 7, 10, 16, 17, 18 в размер φ125,52 ^{+0,46} ; φ54,2 ^{+0,35} ; 115,5 ^{+0,46} ; 190,5 ^{+0,46}																				
Т09	396110Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104Резец контурный DNMG150616-KR "Sandvik"GS3215;																				
Т 10	392104 Резец расточной DNMG150616-KR "Sandvik"GS3215, 393311Штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-89.																				
11																					
А 12	XX XX XX 010 4114 Токарная																				
Б 13	381148Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 311																				
О 14	Точить поверхности 1, 2, 3, 5, 19, 29, 30 в размер φ230 ^{+0,46} ; φ187,1 ^{+0,46} ; φ88,841 ^{+0,35} ; 19,5 ^{+0,18} ; 93,5 ^{+0,35}																				
О 15	187 ^{+0,46}																				
Т 16	396110Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104Резец контурный DNMG150616-KR "Sandvik"GS3215;																				
МК																					

Продолжение таблицы А.1

50

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпоз	Тшт
0 42	резьбу поверхности 14 в размер М8, фрезеровать поверхности 26, 27 в размер 98,5 ^{+0,14} , R7 _{0,15} .														
Т 43	396171 Оправка цанговая; 391821 Фреза концевая R216,24-14050GAK26H GC1640 "Sandvik", 391290														
Т 44	Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik", 391290 Сверло спиральное R842-0840-30-A1A														
Т 45	GC1640 "Sandvik", 391290 Сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 "Sandvik", 391818 Фреза														
Т 46	резьбовая R217,14 CO60125AK17N GC1640 "Sandvik", 3393610 Калибр.														
47															
А 48	XX XX XX 030 4121 Сверлильная														
Б 49	381213 Обработывающий центр SBL 300 3 15292 422 1P 1 1 1 100 1 0,93														
0 50	Сверлить поверхности 6, 24 в размер $\phi 6_{0,12}$.														
Т 51	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391290 Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640														
Т 52	"Sandvik", 3393610 Калибр.														
53															
А 54	XX XX XX 035 4121 Сверлильная														
Б 55	381213 Обработывающий центр VF 320 3 15292 422 1P 1 1 1 100 1 2,86														
0 56	Сверлить поверхности 25, 28, 31 в размер $\phi 6_{0,12}$.														
Т 57	396171 Оправка цанговая; 391290 Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik", 3393610 Калибр.														
58															
А 59	XX XX XX 040 4114 Токарная														
Б 60	381148 Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1P 1 1 1 100 1 2,26														
0 61	Точить поверхности 7, 10, 16, 18 в размер $\phi 125_{-0,085}^{+0,085}$, $\phi 90_{-0,148}^{+0,035}$, $110,5_{-0,054}^{+0,054}$, $185,5_{-0,072}^{+0,072}$.														
Т 62	396171 Оправка цанговая; 392104 Резец контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" CB 7050; 392104														
Т 63	Резец расточной DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" CB 7050; 393121 Скоба рычажная CP ГОСТ 11098-75.														
64															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпрз	Тшт
А 65	XX XX XX 045 4114 Токарная														
Б 66	381148Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC 3 18217 422 1Р 1 1 1 100 1 3,77														
О 67	Точить поверхности 1, 3, 30 в размер $\phi 189^{+0,046}$, $\phi 90^{+0,035}$, $185^{+0,072}$														
Т 68	396171 Патрон цанговый ГОСТ2877-80; 392104 Резец контурный DNMX150612-WF "Sandvik" CB7050;														
Т 69	392104 Резец расточной DNMX150612-WF "Sandvik" CB7050; 393121 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
70															
А 71	XX XX XX 050 Маячная														
72															
А 73	XX XX XX 055 Контрольная														
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
МК															

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

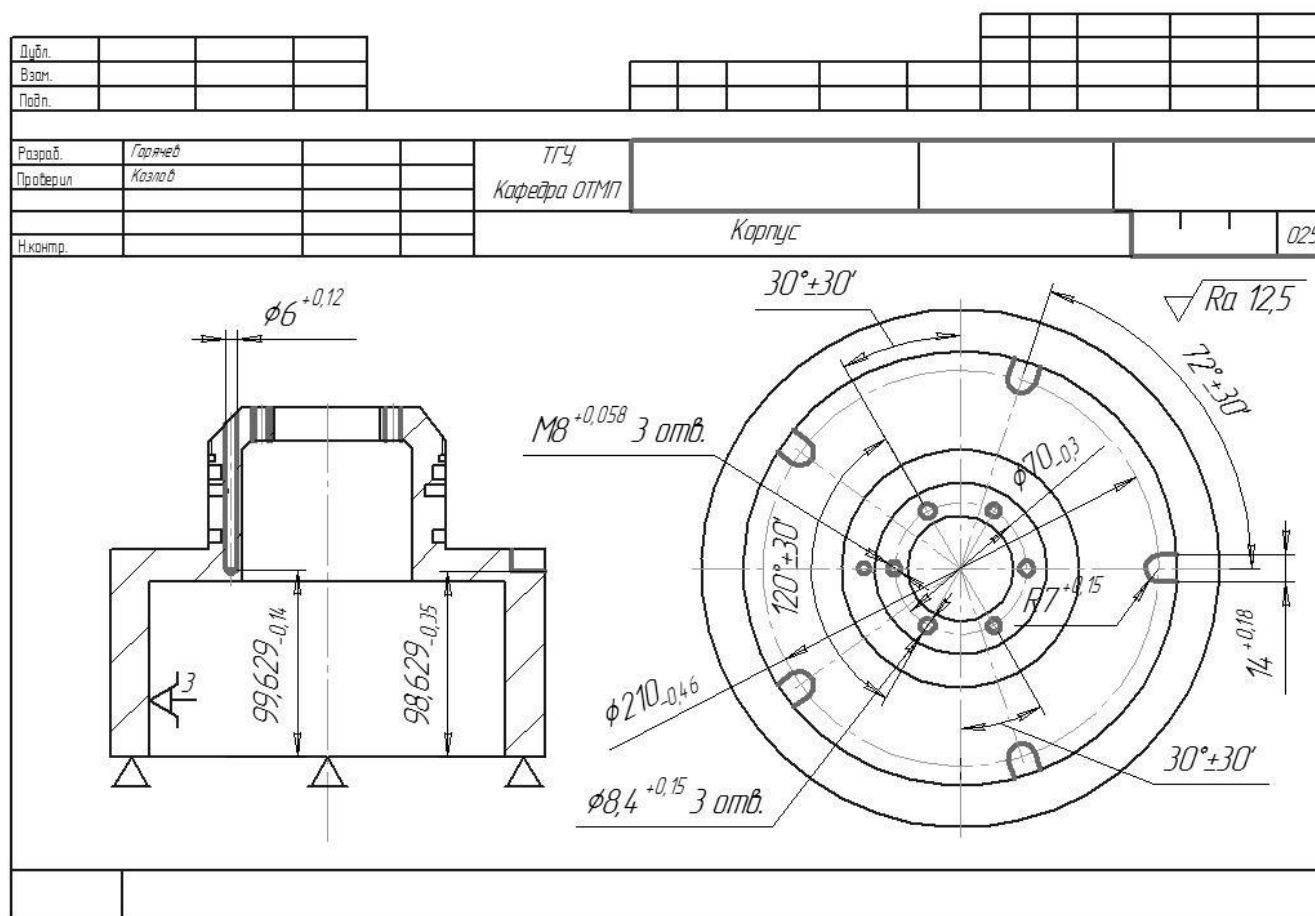
ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Горячев										
Проверил	Козлов										
Н.контр.											
Карпус										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										015	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарная		СЧ15 ГОСТ 14-85			166	16,61	Ø233,4х190		2159	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		То	ТБ	Тнв	Тшт	Слож			
SAMAT 135 NC				1,38			2,22	Blasocut			
		пи	о или в	Л	т	и	с	п	у		
от	1. Установить заготовку										
т.з.	396110Патрон 3-х кулачковый специальный; 392104Резец контурный CNMG160608-WMX "Sandvik"										
т.з.	GS3205; 392104 Резец расточной специальный GS3205; 392104Резец токарный канавочный										
т.з.	N123L2-0700-0003-GM "Sandvik"GS3115; 392104Резец токарный канавочный N123K2-0600-0004-GM										
т.з.	GC3115 "Sandvik"; 392104Резец токарный канавочный N123G2-0350-0003-GM GC3115 "Sandvik";										
т.з.	392104Резец токарный резьбовой R166.0G-16MM02-150 GC1020 "Sandvik"; 393311Штангенциркуль ШЦ-3										
т.з.	ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер ГОСТ10-88.										
о.з.	2. Точить поверхности выдерживая размеры согласно эскиза.										
Р.з.		1				1,268		0,25	500	357	
Р.з.		2				0,91		0,15	2000	351	
Р.з.		3				7,0		0,2	630	238	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Горячев										
Проверил	Козлов										
Исполн.											
Наименование операции	Карпус					Цех	Уч.	РМ	Опер.		
Материал	СЧ45 ГОСТ 1412-85					ТВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД	
Твердость	166					16,61	#233,4x190		2159	1	
Оборудование, устройства ЧПУ	Обозначение программы					То	ТБ	Тнс	Тшт	Сож	
SAMAT 135 NC						1,38		2,22	Blasocut		
		пи	о или в	L	t	i	s	n	v		
P ₁₂		4			6,0		0,2	630	231		
P ₁₃		5			3,5		0,2	630	243		
P ₁₄		6			0,1		15	320	126		
T ₁₅	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.										
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Горячев										
Проверил	Козлов										
Н.контр.											
Карпус										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										025	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Сверлильная		СЧ15 ГОСТ 14-85			166	16,61	Ø233,4х190		2159	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тр	ТБ	Тгв	Тшт	Слож			
VF 320(Fanuc)				1,42			2,25	Blasocut			
		пи	о или в	Л	т	и	с	п	в		
ст	1. Установить заготовку										
Т.оп	396171 Оправка цанговая; 391821 Фреза концевая R216.24-140505AK28H GC1640 "Sandvik"; 391290										
Т.ос	Сверло спиральное R842-0600-30-A0A GC1640 "Sandvik"; 391290 Сверло спиральное R842-0840-30-A1A										
Т.ок	GC1640 "Sandvik"; 391290 Сверло спиральное R841-0740-30-A1A GC1640 "Sandvik"; 391818 Фреза										
Т.ос	резьбовая R217.14C060125AK17N GC1640 "Sandvik"; 3393810 Калибр.										
О.ос	2. Сверлить, фрезеровать, нарезать резьбу выдерживая размеры согласно Эскиза										
Р.от		1			14		0,018	1600	74		
Р.ос		2			3		0,1	3500	68		
Р.от		3			4,2		0,2	2800	72		
Р.от		4			3,7		0,2	3200	71		
Р.от		5			0,3		0,025	4500	85		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Горячев										
Проверил	Козлов										
И.контр.											
Карпус										Цех	Уч.
										Р.М.	Опер.
										025	
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Сверлильная		СЧ15 ГОСТ 14-85			166	16,61	#233,4x190		2159	1	
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		Тр	ТБ	Тпр	Тшт	Слож			
VF 320(Fanuc)				142			2,25	Blasocut			
		пи	о или в	l	t	i	s	p	v		
Т ₁₂	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.										
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											

Спецификации к сборочным чертежам

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

60

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Лист		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Лист 1								
		A1		25.БР.ОТМП.032.70.00.000СБ	Сборочный чертеж			
Лист 2								
		A3	1	25.БР.ОТМП.032.70.00.001	Державка	1		
		A4	2	25.БР.ОТМП.032.70.00.002	Пластина опорная	1		
		A4	3	25.БР.ОТМП.032.70.00.003	Винт	1		
Лист 3		A4	4	25.БР.ОТМП.032.70.00.004	Прихват	1		
		A4	5	25.БР.ОТМП.032.70.00.005	Пластина режущая	1		
Лист 4								
			6		Винт М2 ГОСТ17475-80	1		
Лист 5								
Лист 6								
Лист 7								
Лист 8								
Лист 9								
Лист 10								
Лист 11								
Лист 12								
Лист 13								
Лист 14								
Лист 15								
Лист 16								
Лист 17								
Лист 18								
Лист 19								
Лист 20								
Лист 21								
Лист 22								
Лист 23								
Лист 24								
Лист 25								
Лист 26								
Лист 27								
Лист 28								
Лист 29								
Лист 30								
Лист 31								
Лист 32								
Лист 33								
Лист 34								
Лист 35								
Лист 36								
Лист 37								
Лист 38								
Лист 39								
Лист 40								
Лист 41								
Лист 42								
Лист 43								
Лист 44								
Лист 45								
Лист 46								
Лист 47								
Лист 48								
Лист 49								
Лист 50								
Лист 51								
Лист 52								
Лист 53								
Лист 54								
Лист 55								
Лист 56								
Лист 57								
Лист 58								
Лист 59								
Лист 60								
Лист 61								
Лист 62								
Лист 63								
Лист 64								