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 конечной передачи ДТ-75

Обучающийся М.Ю. Бахтин _____
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель канд. техн. наук, доцент А.А. Козлов
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Выпускная квалификационная работа рассматривает технологический процесс изготовления корпуса конечной передачи ДТ-75.

Работа включает 45 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы «достигается ее цель, которая заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления корпуса конечной передачи ДТ-75 в заданных производственных условиях» [5].

«В пояснительной записке содержатся: введение, основные разделы, заключение, список используемых источников и приложения» [5]. «Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы и формулировку ее цели» [5]. «Первый раздел содержит описание имеющихся исходных данных и их критический анализ, по результатам которого ставятся задачи работы» [5]. «В частности, анализируются назначение, условия работы и показатели технологичности детали, параметры типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь» [5]. «Второй раздел содержит результаты проектирования технологии изготовления детали» [5]. «В частности, проектируется заготовка, разрабатывается план изготовления, выбираются средства технического оснащения, определяются количественные показатели технологических операций» [5]. «Третий раздел содержит результаты совершенствования технологического процесса исходя из критического анализа спроектированной технологии» [5]. «В частности, разрабатываются цанговая оправка и сверло» [5]. «Четвертый раздел содержит результаты анализа спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения» [5]. Пятый раздел содержит экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса, по результатам которого принимается решение о внесении изменений в базовую технологию.

Содержание

Введение 4
1 Исходные данные и их анализ 5
1.1 Назначение и условия работы детали 5
1.2 Оценка технологичности детали 6
1.3 Анализ параметров типа производства 7
1.4 Постановка задач работы 9
2 Технологическая часть 10
2.1 Проектирование заготовки 10
2.2 Разработка плана изготовления 19
2.3 Технические средства оснащения 21
2.4 Определение режимов резания и нормирование 23
3 Разработка специальных технических средств оснащения 27
3.1 Разработка цанговой оправки 27
3.2 Разработка сверла 31
4 Безопасность и экологичность технического объекта 33
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта 33
4.2 Идентификация профессиональных рисков 33
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков 35
4.4 Обеспечение экологической безопасности объекта 37
5 Экономическая эффективность работы 38
Заключение 42
Список используемых источников 43
Приложение А Технологическая документация 46
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам 54

Введение

Гусеничные трактора ДТ-75 получили широкое распространение в самых различных отраслях народного хозяйства от производства сельскохозяйственных работ до транспортировки грузов в условиях труднопроходимой местности. Это объясняется простотой их конструкции, что обеспечивает хорошие показатели надежности и ремонтопригодности при относительно низкой стоимости.

Исходя из условий эксплуатации, наиболее важным является требование обеспечения надежности, так как выход трактора из строя может привести не только к остановке работ и экономическим потерям, но и в некоторых случаях к возникновению чрезвычайных ситуаций. Надежность является комплексным показателем, который обеспечивается как конструктивными решениями в целом, так и отдельными узлами, агрегатами и деталями, входящими в конструкцию.

Рассматриваемый в работе корпус конечной передачи является одной из самых ответственных деталей, что объясняется ее служебным назначением. Формирование показателей надежности данной детали обеспечивается, прежде всего, на стадии ее изготовления. Соответственно, в ходе разработки технологии изготовления детали, необходимо создать такие производственные условия, при которых будет обеспечиваться выполнение всех требований заложенных конструктором. Другим немаловажным фактором является стоимость детали. Достижение минимальной стоимости возможно путем применения оптимальных средств производства и методов организации, что напрямую определяется типом производства. Это также необходимо учесть в ходе проектирования технологического процесса.

«Из сказанного следует, что цель данной выпускной квалификационной работы заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления корпуса конечной передачи ДТ-75 в заданных производственных условиях» [5].

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

«Корпус конечной передачи используется для размещения в нем передаточного механизма, обеспечивающего передачу крутящего момента на приводное колесо» [5]. Выполнение служебного назначения детали обеспечивается внутренними поверхностями под подшипники. Кроме этого корпус выполняет защитные функции размещенного в нем передаточного механизма. Для этого корпус герметично соединяется с нижней частью корпуса редуктора с помощью винтов и штифтов, обеспечивающих базирование соединяемых деталей относительно друг друга.

Конструкция корпуса является типичной для деталей данного класса. Большая часть поверхностей сформирована цилиндрическими и плоскими поверхностями симметрично расположенными относительно осей детали. Из особенностей конструкции можно выделить наличие бобышек под резьбовые отверстия и штифты.

Условия работы корпуса определяются его служебным назначением и условиями эксплуатации трактора. В условиях нормальной эксплуатации работа передаточного механизма не оказывает существенного влияния на корпус. Возникновение ускоренного износа внутренних посадочных поверхностей под подшипники возможно только в случае неисправности подшипников. Наиболее опасными для корпуса являются внешние факторы, количество и степень воздействия которых зависят от условий эксплуатации. Под влиянием механических воздействий возможно нарушение целостности детали. Экстремальные температуры и большое количество влаги могут привести к ускоренному износу наружных поверхностей детали, появлению очагов коррозии, локальным разрушениям. Следовательно, условия эксплуатации детали необходимо признать агрессивными.

1.2 Оценка технологичности детали

Технологичность детали характеризуется показателями характеризующими материал, из которого она изготавливается, конструктивными показателями и технологическими показателями, определяемыми в соответствии с методикой [1].

«Сталь 40ХЛ ГОСТ 977–88 имеет следующий химический состав: углерод от 0,35% до 0,45%, хром от 0,45% до 0,75%, сера 0,04%, фосфор 0,04%, кремний от 0,2% до 0,4%, марганец от 0,4% до 0,9%, медь 0,3%» [22]. «Физико-механические свойства: предел текучести 500 МПа, временное сопротивление разрыву 650 МПа, относительное удлинение после разрыва 12%, относительное сужение 25%, твердость от 196 до 207 единиц по шкале Бринелля» [22]. Приведенные свойства обеспечивают коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом 1,1, быстрорежущей сталью 0,6. Данные показатели обеспечивают хорошую производительность механической обработки и умеренный расход режущего инструмента.

Оценим конструктивные показатели детали с использованием данных [11]. Количество поверхностей, формирующих контур детали, незначительное. Форма поверхностей простая. Преобладают цилиндрические и плоские поверхности. Размерные и точностные характеристики поверхностей соответствуют стандартным значениям. Параметры качества поверхностей детали также соответствуют стандартным значениям. Таким образом, конструкция детали позволяет производить механическую и термическую обработку ее поверхностей с применением стандартных методов обработки.

Технологические показатели рассматриваемой детали также следует признать приемлемыми. Заготовка может быть получена различными методами, но, исходя из годовой программы и материала детали, наиболее рационально применять методы литья в кокиль и в землю [9]. Технологию изготовления можно проектировать на базе типовой для данной группы

деталей. «В этом случае можно применять типовые схемы для базирования детали, что позволит снизить погрешность при обработке за счет соблюдения принципов базирования» [5]. «Также это позволит использовать для реализации технологических операций стандартизированных и стандартных средств технологического оснащения и технологического оборудования» [5].

«Из приведенного анализа следует признать деталь технологичной» [5]. Также отметим, что при проектировании технологического процесса можно использовать типовые технологические процессы.

1.3 Анализ параметров типа производства

На первом этапе определим тип производства с использованием методики [2]. Массу детали определим с использованием метода объемного моделирования в специализированном программном обеспечении. Результаты моделирования приведены на рисунке 1. По результатам моделирования масса детали составила 21,97 кг.

Рисунок 1 – Объемная модель корпуса

«При годовой программе выпуска деталей 8000 штук в год тип производства для данной детали соответствует среднесерийному» [5].

Метод получения заготовок определяется экономическими показателями, физическими свойствами материала детали и возможностями

имеющегося заготовительного производства предприятия. Определение размерных параметров заготовки, таких как припуски и допуски, производится в зависимости от точности и качества поверхности детали. Возможно применение как расчетного, так и статистического методов. Заготовка формируется путем прибавления припусков и напусков к контуру детали. В свою очередь припуски определяются для каждой поверхности исходя из ее точности и требуемого качества отделки. Напуски определяются исходя из формы детали и особенностей выбранного метода получения заготовки.

Технологический процесс строится на базе типовой технологии изготовления деталей данной группы в виде маршрутной и маршрутно-операционной технологии, в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании. Для чистовых и отделочных операций для достижения точности рекомендуется применять активный контроль и системы адаптивного управления, что существенно снизит количество возможного брака. Режимы резания определяются исходя из требуемой точности обработки расчетным или статистическим методами. «Нормирование операций предпочтительно выполнять с использованием расчетно-аналитического метода» [5].

«Технологическое оборудование рекомендуется использовать оснащенное CNC-системами» [5]. Также возможно использование специализированного оборудования и в обоснованных случаях универсального.

«Средства технологического оснащения используются в зависимости от принятых схем обработки и технологического оборудования, с учетом схем базирования» [5]. «Предпочтительно использование универсальных средств технологического оснащения. Допускается использование специализированных и в исключительных случаях специальных средств технологического оснащения» [5]. При этом режущий инструмент и

технологическая оснастка должны отвечать требованиям производительности, надежности и безопасности эксплуатации.

1.4 Постановка задач работы

«По результатам проведенного анализа имеющихся данных, с учетом цели работы, сформулируем ее основные задачи» [5].

«На первом этапе проектирования технологии изготовления детали необходимо: спроектировать заготовку, разработать план изготовления, выбрать средства технического оснащения» [5], определить количественные показатели технологических операций.

Исходя из критического анализа спроектированной технологии, необходимо провести совершенствование технологического процесса. Усовершенствованию необходимо подвергнуть, прежде всего, лимитирующую операцию.

«Далее необходимо провести анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения, а также соответствия нормам пожарной безопасности» [5].

«В заключении необходимо провести экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [5], по результатам которого принять решение о внесении предлагаемых изменений в базовую технологию.

В ходе выполнения данного раздела было описание имеющихся исходных данных и их критический анализ, по результатам которого поставлены задачи работы. «В частности, проведен анализ назначения, условий работы и показателей технологичности детали, параметров типа производства» [5], в условиях которого предполагается изготавливать деталь.

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Метод получения заготовок определяется экономическими показателями, физическими свойствами материала детали и возможностями имеющегося заготовительного производства предприятия. Определение размерных параметров заготовки, таких как припуски и допуски, производится в зависимости от точности и качества поверхности детали. Возможно применение как расчетного, так и статистического методов.

«В данном случае заготовка может быть получена различными методами, но, исходя из годовой программы и материала детали, наиболее рационально применять методы литья в кокиль и в землю» [9]. «Выбор конкретного варианта получения заготовок производится путем сравнения технологических себестоимостей методов:

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

где $C_{\text{ЗАГ}}$ – стоимость получения заготовки, руб.;

$C_{\text{МЕХ}}$ – стоимость снятия стружки, руб.;

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

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [5].

«Стоимость заготовки:

$$C_{\text{ЗАГ}} = C_{\text{ОТ}} \cdot h_{\text{Т}} \cdot h_{\text{С}} \cdot h_{\text{В}} \cdot h_{\text{М}} \cdot h_{\text{П}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{ОТ}}$ – цена за 1 кг заготовки, анализируемым методом, руб.;

$h_{\text{Т}}$ – коэффициент метода получения заготовки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент сложности метода получения заготовки;

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

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

$h_{\text{П}}$ – коэффициент годовой программы производства» [5].

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

«Стоимость снятия стружки:

$$C_{\text{МЕХ}} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (3)$$

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

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

$E_{\text{Н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [5].

$C_{\text{МЕХ}} = 35{,}6 + 0{,}1 \cdot 103{,}5 = 46$ р.

«Масса заготовки:

$$Q = q \cdot K_P, \quad (4)$$

где K_P – коэффициент, который учитывает характеристики метода получения заготовки» [5].

«Для метода получения заготовки литьем в кокиль получаем:

$Q = 21{,}97 \cdot 1{,}33 = 29{,}28$ кг» [5].

«Для метода получения заготовки литьем в землю:

$Q = 21{,}97 \cdot 1{,}6 = 35{,}15$ кг» [5].

Далее по формуле (1) рассчитываем технологические себестоимости.

«Для метода получения заготовки литьем в кокиль:

$C_{\text{Т1}} = 132 \cdot 29{,}28 + 46 \cdot (29{,}28 - 21{,}97) - 1{,}4 \cdot (29{,}28 - 21{,}97) =$

$= 4190{,}98$ р.» [5].

«Для метода получения заготовки методом литьем в землю:

$C_{\text{Т2}} = 132 \cdot 35{,}15 + 46 \cdot (35{,}15 - 21{,}97) - 1{,}4 \cdot (35{,}15 - 21{,}97) =$

$= 5227{,}63$ р.» [5].

«Метод получения заготовки литьем в кокиль имеет лучшие экономические показатели» [5]. «В случае его применения для получения заготовки будет получен эффект, определяемый выражением:

$$Э = (С_{Т1} - С_{Т2}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска, шт.» [5].

$$Э = (5227{,}63 - 4190{,}98) \cdot 8000 = 8293200 \text{ р.}$$

«Как видно из расчетов, экономический эффект при использовании метода получения заготовки литьем в кокиль значительный, поэтому дальнейшее проектирование заготовки будем проводить для данного метода получения» [5].

Заготовка формируется путем прибавления припусков и напусков к контуру детали. В свою очередь припуски определяются для каждой поверхности исходя из ее точности и требуемого качества отделки. Напуски определяются исходя из формы детали и особенностей выбранного метода получения заготовки.

«Определение припусков основано на знании маршрута обработки каждой поверхности» [5]. Формирование маршрута обработки поверхностей производится путем определения требуемой последовательности методов обработки, обеспечивающей минимальное значение суммарного коэффициента удельных затрат [4]. На рисунке 2 приведена нумерация поверхностей детали. В таблице 1 приведены результаты составления маршрутов обработки поверхностей.

Таблица 1 – Маршруты обработки поверхностей

Номер поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
1, 21	плоская	12	2,5	точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование

Продолжение таблицы 1

Номер поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость, мкм	Последовательность обработки
2, 3	плоская	12	12,5	точение, термическая обработка
4, 22	цилиндрическая	12	12,5	точение, термическая обработка
5, 8	цилиндрическая	12	12,5	сверление, термическая обработка
6, 9	винтовая	12	12,5	резьбонарезание, термическая обработка
10	плоская	12	12,5	фрезерование, термическая обработка
15	плоская	10	6,3	точение, точение чистовое, термическая обработка
16	цилиндрическая	10	6,3	точение, точение чистовое, термическая обработка
17	цилиндрическая	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
18 ,34	коническая	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
19, 24	цилиндрическая	7	1,25	точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое
20, 23	плоская	10	2,5	точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое
30	цилиндрическая	8	1,25	сверление, зенкерование, развертывание, термическая обработка

Поверхности неуказанные в таблице, механической обработке не подвергаются. Следовательно, припуски на обработку для данных поверхностей не определяются.

Определение припусков выполняется на основе приведенных в таблице 1 маршрутов обработки поверхностей. «В соответствии с данными [5] припуски на поверхности, имеющие высокую точность необходимо определять с использованием расчетно-аналитического метода» [20]. Это позволит обеспечить необходимую точность расчетов, что необходимо для настройки оборудования на операциях окончательной обработки. «Припуски

на поверхности, имеющие невысокую точность, определяются с использованием статистического метода» [18].

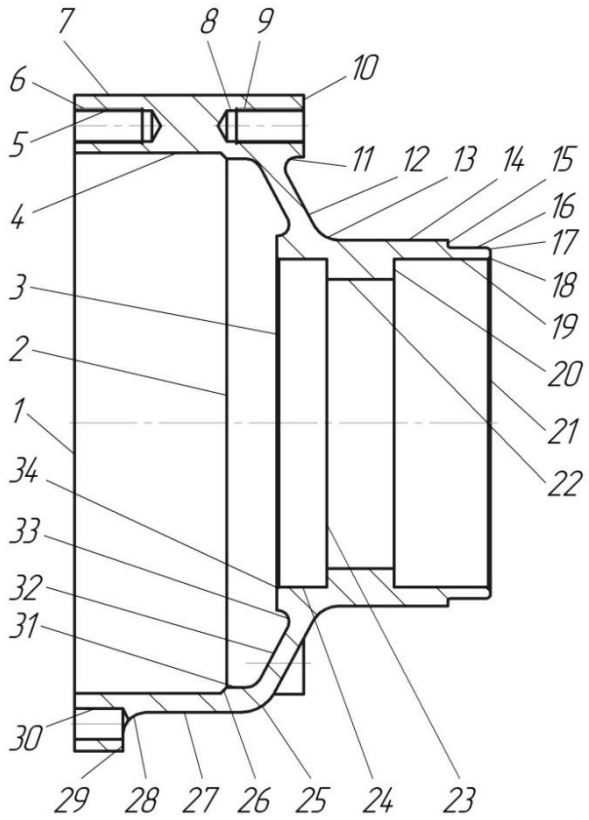


Рисунок 2 – Номера поверхностей

«В соответствии с расчетно-аналитической методикой производим расчеты для поверхности диаметром 170 мм» [5].

«Минимальный припуск определяется:

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

где a_{i-1} – глубина дефектного слоя после выполнения предыдущего перехода, мм;

Δ_{i-1} – величина суммарных пространственных отклонений поверхности на предыдущем переходе, мм;

ε_i – величина погрешности установки заготовки на текущем

переходе, мм» [20].

«$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0{,}3 + \sqrt{0{,}8^2 + 0{,}03^2} = 1{,}105$ мм.

$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0{,}2 + \sqrt{0{,}1^2 + 0{,}03^2} = 0{,}304$ мм.

$z_{3min} = a_{\text{то}} + \sqrt{\Delta_{\text{то}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0{,}25 + \sqrt{0{,}04^2 + 0{,}02^2} = 0{,}295$ мм.

$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0{,}09 + \sqrt{0{,}016^2 + 0{,}02^2} = 0{,}155$ мм» [20].

«Значение максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{i\,max} = z_{i\,min} + 0{,}5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i), \qquad (7)$$

где TD_i – допуск размера текущего перехода, мм;

TD_{i-1} –допуск размера предыдущего перехода, мм» [20].

«$z_{1\,max} = z_{1\,min} + 0{,}5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1{,}105 + 0{,}5 \cdot (3{,}2 + 0{,}4) =$
$= 2{,}905$ мм.

$z_{2\,max} = z_{2\,min} + 0{,}5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0{,}304 + 0{,}5 \cdot (0{,}4 + 0{,}16) =$
$= 0{,}584$ мм.

$z_{3\,max} = z_{3\,min} + 0{,}5 \cdot (TD_{\text{то}} + TD_3) = 0{,}295 + 0{,}5 \cdot (0{,}16 + 0{,}063) =$
$= 0{,}339$ мм.

$z_{4\,max} = z_{4\,min} + 0{,}5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0{,}155 + 0{,}5 \cdot (0{,}063 + 0{,}04) =$
$= 0{,}207$ мм» [20].

«Среднее значение припусков определяется по формуле:

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

«$z_{\text{ср1}} = 0{,}5 \cdot (z_{1\,max} + z_{1\,min}) = 0{,}5 \cdot (2{,}905 + 1{,}105) = 2{,}005$ мм.

$z_{\text{ср2}} = 0{,}5 \cdot (z_{2\,max} + z_{2\,min}) = 0{,}5 \cdot (0{,}584 + 0{,}304) = 0{,}961$ мм.

$z_{\text{ср3}} = 0{,}5 \cdot (z_{3\,max} + z_{3\,min}) = 0{,}5 \cdot (0{,}339 + 0{,}295) = 0{,}317$ мм.

$z_{\text{ср4}} = 0{,}5 \cdot (z_{4\,max} + z_{4\,min}) = 0{,}5 \cdot (0{,}207 + 0{,}155) = 0{,}181$ мм» [20].

«Максимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)max} = D_{i\,max} - 2 \cdot z_{i\,min}. \quad (9)$$» [20]

«Для термической обработки максимальный размер определяется по формуле:

$$D_{(\text{то}-1)max} = D_{(i-1)\,max} \cdot 0{,}999. \quad (10)$$» [20]

«Минимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)min} = D_{(i-1)max} - TD_{i-1}. \quad (11)$$» [20]

«Среднее значение операционных размеров определяется по формуле:

$$D_{i\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{i\,max} + D_{i\,min}). \quad (12)$$» [20]

«Производим расчеты.

$D_{4\,\text{max}} = 170{,}040$ мм.

$D_{4\,min} = 170{,}000$ мм.

$D_{4\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{4\,max} + D_{4\,min}) = 0{,}5 \cdot (170{,}040 + 170{,}000) =$

$= 170{,}020$ мм.

$D_{3\,\text{max}} = D_{4\,\text{max}} - 2 \cdot z_{4\,min} = 170{,}040 - 2 \cdot 0{,}155 = 169{,}730$ мм.

$D_{3\,min} = D_{3\,max} - TD_3 = 169{,}730 - 0{,}063 = 169{,}667$ мм.

$D_{3\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{3\,max} + D_{3\,min}) = 0{,}5 \cdot (169{,}730 + 169{,}667) =$

$= 169{,}699$ мм.

$D_{\text{то}\,\text{max}} = D_{3\,\text{max}} - 2 \cdot z_{3\,min} = 169{,}730 - 2 \cdot 0{,}295 = 169{,}140$ мм.

$D_{\text{то}\,min} = D_{\text{то}\,max} - TD_{\text{то}} = 169{,}140 - 0{,}160 = 168{,}980$ мм.

$D_{\text{то}\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{\text{то}\,max} + D_{\text{то}\,min}) = 0{,}5 \cdot (169{,}140 + 168{,}980) =$

$= 169{,}060$ мм.

$D_{2\,max} = D_{\text{то}\,max} \cdot 0{,}999 = 169{,}140 \cdot 0{,}999 = 168{,}971$ мм.

$D_{2\,min} = D_{2\,max} - TD_2 = 168{,}971 - 0{,}160 = 168{,}811$ мм.

$D_{2\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{2\,max} + D_{2\,min}) = 0{,}5 \cdot (168{,}971 + 168{,}811) =$

$= 168{,}891$ мм.

$D_{1\,max} = D_{2\,max} - 2 \cdot z_{2\,min} = 168{,}971 - 2 \cdot 0{,}304 = 168{,}363$ мм.

$D_{1\,min} = D_{1\,max} - TD_1 = 168{,}363 - 0{,}400 = 167{,}963$ мм.

$D_{1\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{1\,max} + D_{1\,min}) = 0{,}5 \cdot (168{,}363 + 167{,}963) =$

$= 168{,}163$ мм.

$D_{0\,max} = D_{1\,max} - 2 \cdot z_{1\,min} = 168{,}363 - 2 \cdot 1{,}105 = 166{,}153$ мм.

$D_{0\,min} = D_{0\,max} - TD_0 = 166{,}153 - 4{,}4 = 161{,}753$ мм.

$D_{0\,\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (D_{0\,max} + D_{0\,min}) = 0{,}5 \cdot (166{,}153 + 161{,}753) =$

$= 163{,}953$ мм.» [20].

«Величина минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{min} = D_{4\,max} - D_{0\,min}. \quad (13)$$

$2z_{min} = 170{,}000 - 166{,}153 = 3{,}847$ мм.» [20].

«Величина максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_4. \quad (14)$$

$2z_{max} = 3{,}847 + 4{,}400 + 0{,}040 = 8{,}287$ мм.» [20].

«Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (15)$$

$2z_{\text{ср}} = 0{,}5 \cdot (8{,}287 + 3{,}847) = 6{,}067$ мм.» [20].

Припуски с использованием статистического метода [18] определяем для всех оставшихся поверхностей. Результаты определения припусков представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	3,0	5,73
	2	1,2	1,523
	3	0,6	0,785
3	1	2,5	4,675
4	1	3,0	6,06
7	1	2,53	5,615
10	1	2,5	4,475
16	1	2,1	4,53
	2	0,15	0,473
20	1	2,5	4,075
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,64
	4	0,1	0,24
21	1	2,5	5,23
	2	1,0	1,323
	3	0,5	0,685
22	1	2,1	4,1
23	1	2,5	4,075
	2	1,0	1,245
	3	0,5	0,64
	4	0,1	0,24
30	1	0,375	0,5
	2	0,125	0,174

«Напуски и допуски определяем с использованием данных» [7]. «Получаем следующие значения: степень точности поверхности 15; класс точности массы 11; класс размерной точности 10; ряд припусков 7; степень коробления 3; минимальный литейный припуск 0,8 мм; сдвиг не более 1,4 мм; эксцентричность отверстий не более 1,6 мм; плоскостность торцев не более 1,2 мм; неуказанные радиусы 2 мм» [7].

«Результаты проектирования заготовки приведены на соответствующем листе графической части работы» [5].

2.2 Разработка плана изготовления

Технологический процесс строится на базе типовой технологии изготовления деталей данной группы в виде маршрутной и маршрутно-операционной технологии, в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании. Для чистовых и отделочных операций для достижения точности рекомендуется применять активный контроль и системы адаптивного управления, что существенно снизит количество возможного брака.

Количество поверхностей, формирующих контур детали, незначительное. Форма поверхностей простая. Преобладают цилиндрические и плоские поверхности. Размерные и точностные характеристики поверхностей соответствуют стандартным значениям. Параметры качества поверхностей детали также соответствуют стандартным значениям. Таким образом, конструкция детали позволяет производить механическую и термическую обработку ее поверхностей с применением стандартных методов обработки.

При формировании плана изготовления детали будем использовать следующие рекомендации [17]. Технологический процесс организуется в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании.

«Маршрут изготовления детали, разработанный на основе типовых технологических процессов [2], [4], [11], [17] приведен в таблице 3» [5].

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 2, 3, 4, 7, 22
010 Токарная	точение	15, 16, 17, 19, 20, 21

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
015 Токарная	точение	1, 23, 24, 34
020 Токарная	точение	15, 16, 17, 19, 20, 21
025 Сверлильная	сверление	5, 30
025 Сверлильная	зенкерование	30
025 Сверлильная	развертывание	30
025 Сверлильная	резьбонарезание	6
030 Сверлильная	фрезерование	10
030 Сверлильная	сверление	8
030 Сверлильная	резьбонарезание	9
035 Термическая	закалка, отпуск	все
040 Плоскошлифовальная	шлифование	1, 21
045 Внутришлифовальная	шлифование	19, 20
050 Внутришлифовальная	шлифование	23, 24
055 Внутришлифовальная	шлифование	19, 20
060 Внутришлифовальная	шлифование	23, 24
065 Хонинговальная	хонингование	19
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

Далее с использованием рекомендаций [17] формируем план изготовления в виде графического документа. Кроме маршрута изготовления детали на плане изготовления необходимо указать операционные размеры, технические требования и схемы базирования. Для назначения операционных технических требований используется методика и данные [16].

Схемы базирования разрабатываются с учетом основных положений теории базирования и с использованием типовых схем базирования [16] в следующей последовательности:

- определить общие требования к операциям механической обработки, такие как точность, скорость обработки, размер детали;
- выбрать подходящие механические операции для каждой детали в процессе производства;
- разработать схему последовательности операций механической обработки для каждой детали или изделия;

– учесть возможные технологические ограничения и особенности конструкции деталей при выборе операций и последовательности их выполнения;
– определить необходимое оборудование и инструменты для каждой операции, а также учитывать возможность их использования в комплексе;
– разработать схему технологической оснастки и крепежных средств для обеспечения точности и надежности обработки;
– учитывать возможность автоматизации и роботизации операций механической обработки для повышения производительности и качества изделий;
– провести анализ рабочего процесса и оптимизировать схему базирования на операциях механической обработки для достижения оптимальных результатов.

«Результаты проектирования плана изготовления приведены на соответствующих листах графической части работы» [5].

2.3 Технические средства оснащения

Технические средства оснащения технологического процесса механической обработки – это все оборудование, инструменты, машины и устройства, которые используются для выполнения механической обработки заготовок. К ним относятся станки, фрезеры, токарные и шлифовальные станки, сверлильные машины, приспособления для крепления и удержания деталей, измерительные приборы, специализированное программное обеспечение и другие инструменты. Они помогают автоматизировать и ускорить процесс обработки, обеспечивая высокое качество и точность изготовления деталей.

Предпочтительно использование универсального режущего инструмента и технологической оснастки. Допускается использование

специализированного и, в исключительных случаях, специального режущего инструмента и технологической оснастки. При этом режущий инструмент и технологическая оснастка должны отвечать требованиям производительности, надежности и безопасности эксплуатации.

Выбор технологического оборудования, режущего инструмента и технологической оснастки производим по данным [10], [12], [14], [15], [19], [21]. Результаты выбора приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические средства оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон ГОСТ2675-80	резец расточной ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89,
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	оправка цанговая	резец контурный ГОСТ 18879-73	нутромер ГОСТ 10-88
005 Токарная	токарный16К20Ф3	патрон ГОСТ2675-80	резец расточной ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ГОСТ 166-89
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	оправка цанговая	резец расточной ГОСТ 18879-73	нутромер ГОСТ 10-88
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	оправка цанговая	резец канавочный ГОСТ 18879-73	скоба ГОСТ 11098-75
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	оправка цанговая	резец расточной ГОСТ 18879-73	нутромер ГОСТ 10-88
025 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2С135Ф2	оправка цанговая	сверло специальное	калибры
030 Сверлильная	обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC	оправка цанговая	фреза концевая ГОСТ 17024-82, сверло специальное	калибр
035 Термическая	установка закалки	–	–	–
040 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Д723	плита магнитная ГОСТ 16528-87	круг 1 – 500×40×127 23А46К5V	скоба ГОСТ 11098-75
045 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	оправка специальная	круг 11-50×32×13 23А60К7V30	скоба ГОСТ 11098-75
050 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	оправка цанговая специальная	круг 11-50×32×13 23А60К7V	скоба ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
055 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	оправка специальная	круг 11-50×32×13 24А50К6V40	скоба ГОСТ 11098-75
060 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К228В	оправка специальная	круг 11-50×32×13 24А50К6V40	скоба ГОСТ 11098-75
065 Хонинговальная	хонингговальный 3Р84	оправка цанговая	хон 23А80N	нутромер ГОСТ 10-88
070 Моечная	моечная машина	–	–	–
075 Контрольная	контрольный стол	–	–	–

Приведенные в таблице 4 данные «заносятся в технологическую документацию приложения А данной работы, а также в соответствующие графы плана изготовления, представленного в графической части работы» [5].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«Режимы резания определяются исходя из требуемой точности обработки расчетным или статистическим методами» [8]. «Нормирование операций предпочтительно выполнять с использованием расчетно-аналитического метода» [8].

«Для определения скорости резания используется формула:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (16)$$

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» [8].

«Частота вращения шпинделя определяется с использованием формулы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (17)$$

где d – диаметр обработки, мм» [8].

«Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (18)$$» [8]

«Определение основного времени выполняется по формуле:

$$t_{\text{о}} = \sum t_{oi}, \quad (19)$$

где t_{oi} – время выполнения перехода обработки поверхности, мин» [8].

«Время выполнения перехода обработки поверхности определяется по формуле:

$$t_{\text{о}} = \frac{(L+l) \cdot i}{S \cdot n}, \quad (20)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

l – длина перебега и врезания, мм.;

i – количество рабочих ходов» [8].

«Определение вспомогательного времени выполняется по формуле:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{с.у}} + t_{\text{м.в}}, \quad (21)$$

где $t_{\text{с.у.}}$ – время на установку и снятие заготовки, мин;

$t_{м.в}$ – машинно-вспомогательное время, мин» [8].

«Определение времени на обслуживание, и личные потребности выполняется по формуле:

$$t_{обс} + t_{п} = 0{,}1 \cdot t_{оп}, \quad (22)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин» [8].

«Оперативное время определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_{о} + t_{в}. \quad (23)$$» [8]

«Определение штучного времени выполняется по формуле:

$$T_{шт} = t_{о} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}. \quad (24)$$» [8]

«Штучно-калькуляционное время на выполнение операций рассчитывается по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n_{з}}, \quad (25)$$

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

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

$n_{з}$ – размер партии деталей, шт.» [8].

«Результаты расчетов представлены в таблице 5» [8].

Таблица 5 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Длина рабочего хода, мм	Основное время, мин	Штучное время, мин
005 Токарная						
1	0,4	171	160	60	0,94	5,23
2	0,32	141	160	166	3,24	
010 Токарная						
1	0,4	143	250	36	0,36	1,45
2	0,32	134	250	64	0,8	
020 Токарная						
1	0,2	286	500	36	0,36	1,88
2	0,15	286	500	54	0,72	
3	0,1	65	120	5	0,42	
025 Сверлильная						
1	0,2	7	150	210	7,0	15,65
2	0,2	7	150	81	2,7	
3	0,25	24	500	81	0,65	
4	0,4	16	320	81	0,63	
5	1,5	9	150	370	1,54	
040 Плоскошлифовальная						
1	0,015	10		526	4,8	6,0
045 Внутришлифовальная						
1	0,010	40	360	12	1,6	5,0
2	0,014	30	360	52	2,4	
050 Внутришлифовальная						
1	0,010	40	360	12	1,6	3,5
2	0,014	30	360	28	1,2	

Приведенные в таблице 5 данные заносятся в «технологическую документацию приложения А данной работы» [5].

Из полученных данных следует, что лимитирующей является 025 сверлильная операция. Следовательно, необходимо предложить технические мероприятия, направленные на ее совершенствование.

В ходе выполнения раздела получены результаты проектирования технологии изготовления. В частности, спроектирована заготовка, разработан план изготовления, выбраны средства технического оснащения, определены количественные показатели технологических операций.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка цанговой оправки

Снизить время выполнения лимитирующей сверлильной операции, эскиз которой приведен на рисунке 3, можно за счет механизации процесса закрепления.

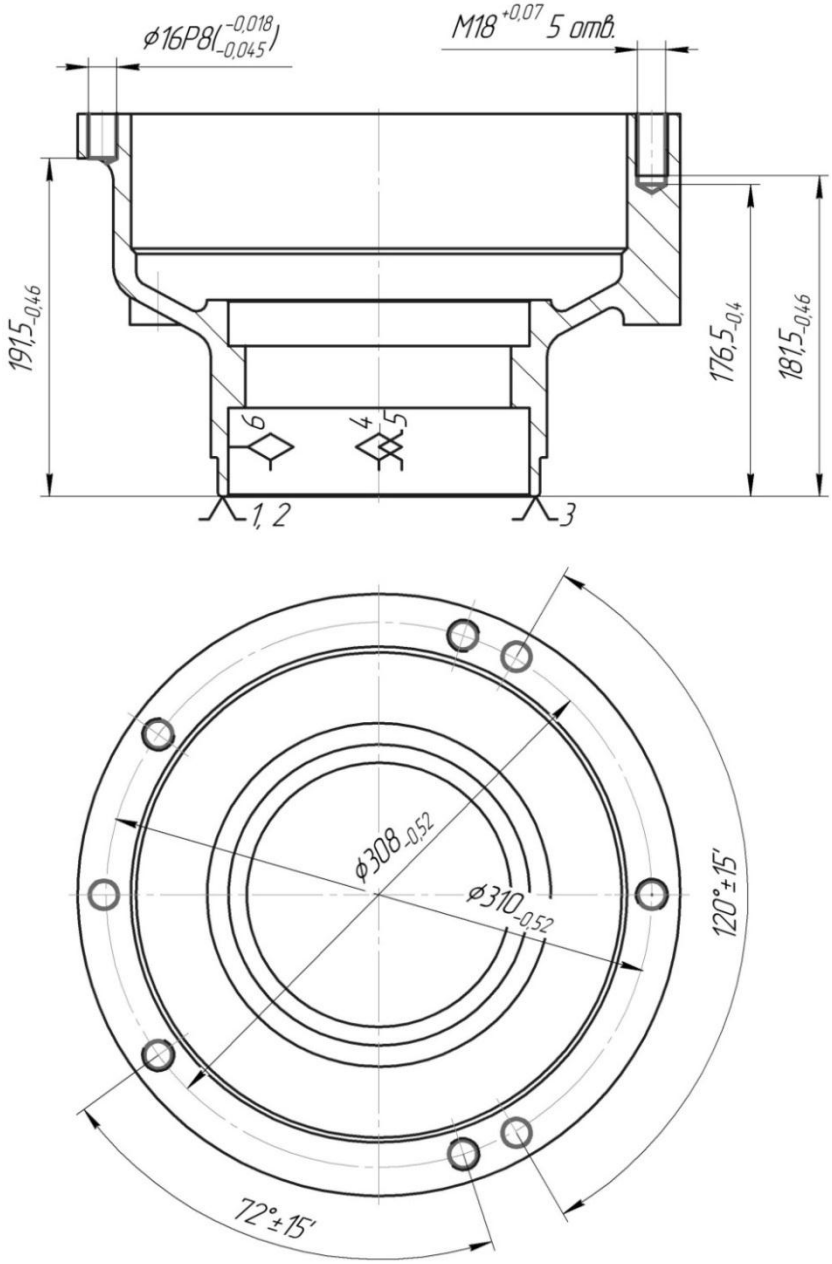


Рисунок 3 – Эскиз сверлильной операции

Исходя из приведенной на рисунке 3 схемы базирования, с учетом особенностей схемы обработки на данной операции, в качестве установочного и зажимного элемента приспособления выбираем цангу с закреплением по внутренней цилиндрической поверхности. Проектирование проводим по методике [3].

Сила закрепления, которую должно обеспечивать приспособление, зависит от усилий, возникающих в процессе обработки. В нашем случае это усилия, возникающие при сверлении.

«Крутящий момент определяется выражением:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_{\text{м}} \cdot D^{q} \cdot S^{y} \cdot K_{p}, \quad (26)$$

где $C_{\text{м}}$, q, y, K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;

D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

S – продольная подача, мм/об» [3].

$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0{,}041 \cdot 15{,}465^{2{,}0} \cdot 0{,}2^{0{,}8} \cdot 1{,}07 = 34{,}01$ Н·м.

«Осевая сила определяется выражением:

$$P_{\text{о}} = 10 \cdot C_{\text{р}} \cdot D^{q} \cdot S^{y} \cdot K_{p}, \quad (27)$$

где $C_{\text{р}}$ – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [3].

$P_{\text{о}} = 10 \cdot 143 \cdot 15{,}465^{1{,}0} \cdot 0{,}2^{0{,}7} \cdot 1{,}07 = 7669{,}91$ Н.

«Момент от силы закрепления для цангового приспособления определяется выражением:

$$M_{\text{З}} = 2 \cdot W \cdot f \cdot d_{\text{з}}, \quad (28)$$

где W – сила закрепления, Н;

f – коэффициент трения поверхностей закрепления;

$d_з$ – диаметр закрепления, мм» [3].

«Из условия равенства моментов силы закрепления и резания выводим выражение для определения силы закрепления:

$$W = \frac{M_{кр}}{2 \cdot f \cdot d_з} \cdot K, \quad (29)$$

где K – коэффициент запаса» [3].

$$W = \frac{34,1}{2 \cdot 0,16 \cdot 170} \cdot 2,48 = 1,55 \text{ Н}.$$

От сдвига заготовки в процессе обработки от действия осевой силы резания удерживает сила трения, определяемая выражением:

$$«F_{тр} = 8 \cdot W \cdot f. \quad (30)» [3]$$

Аналогично предыдущему случаю выводим выражение для определения силы закрепления:

$$«W = \frac{P_o}{8 \cdot f} \cdot K, \quad (31)$$

где K – коэффициент запаса» [3].

$$W = \frac{7669,91}{8 \cdot 0,16} \cdot 2,5 = 14980 \text{ Н}.$$

«Далее необходимо произвести расчет силового привода по большему из полученных значений требуемой силы закрепления» [5].

«Диаметр поршня штоковой полости:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (32)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление в цилиндре, МПа» [3].

$$D = \sqrt{\frac{1{,}27 \cdot 14980}{0{,}4} + 50^2} = 118 \text{ мм.}$$

«С целью упрощения конструкции приспособления и его удешевления предлагается применить стандартный диаметром 120 мм» [3].

«Произведем расчет спроектированного приспособления на точность. Размерная схема приспособления, приведена на рисунке 4» [3].

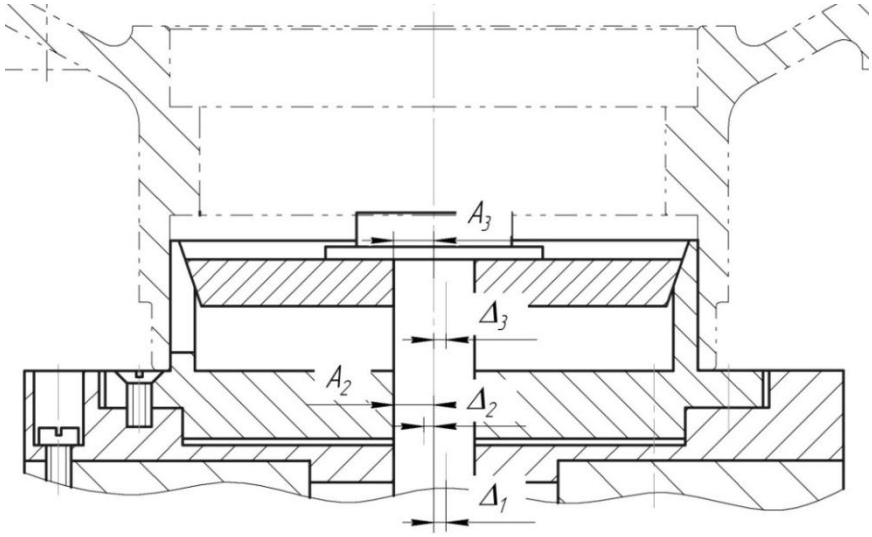


Рисунок 4 – Размерная схема приспособления

«Из схемы выводим формулу для расчета точности установки в приспособлении:

$$\varepsilon_{\text{у}} = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (33)$$

где Δ_1 – погрешность неперпендикулярности штока, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении тяги и цанги, мм;

Δ_3 – погрешность изготовления цанги, мм» [3].

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

«Полученное значение погрешности установки меньше, чем треть погрешности самого точного размера на данной операции, то есть 0,09 мм. Следовательно, приспособление отвечает всем предъявляемым к нему требованиям» [3].

«Результаты проектирования станочного приспособления приведены на соответствующем листе графической части работы, а также в приложении Б пояснительной записки» [5].

3.2 Разработка сверла

Дальнейшее совершенствование лимитирующей сверлильной операции возможно путем модернизации режущего инструмента. В частности, в данном случае целесообразно модернизировать сверло для выполнения отверстия диаметром 15,5 мм под дальнейшее нарезание резьбы. Проведем проектирование по методике [10].

«Расчетный диаметр инструмента определяется из соотношения:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (34)$$

где D_{min} – минимально допустимый диаметр, мм;

TD – допуск на изготовление размера, мм» [10].

$D = 15{,}43 + \frac{0{,}07}{2} = 15{,}465$ мм.

Материал режущей части сверла предлагается не изменять, и принять быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73.

«Выполним проверку хвостовика на максимальный передаваемый крутящий момент, производится по формуле:

$$M = \mu \cdot P_з \cdot D, \quad (35)$$

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

$P_з$ – сила закрепления, Н;

D – диаметр хвостовика, мм» [10].

$M = 0{,}1 \cdot 80 \cdot 16 = 480$ Н·мм.

Расчеты показали, что хвостовик обеспечивает передачу необходимого крутящего момента равного 34,01 Н·мм.

Геометрические параметры сверла принимаем исходя из требуемых параметров обработки в соответствии с данными [10].

Результаты проектирования сверла приведены в приложении Б пояснительной записки.

В ходе выполнения данного раздела усовершенствованию подверглась сверлильная операция, для которой разработаны механизированная цанговая оправка и сверло. Это позволило снизить время на снятие и установку детали и исключить появление брака при выполнении отверстий под дальнейшее нарезание резьбы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

«Основные средства технологического оснащения, используемые в рассматриваемом технологическом процессе, приведены в таблице 4» [5]. «Основные производственные рабочие участка: оператор станков с числовым программным управлением, сверловщик, шлифовщик» [5].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Опасные и/или вредные производственно-технологические факторы определяются согласно ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Идентификация профессиональных рисков производится 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».

Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация профессиональных рисков

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
«станки, станочные приспособления, режущий инструмент, средства контроля» [5]	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные» [6]	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [6]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
–	«части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; струи и волны, включая цунами; ветер и вихри, включая смерчи и торнадо)» [6]	–
	«производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [6]	«заболевания кожи (дерматиты)» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [6]	«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации» [6]	«воздействие общей вибрации на тело работника» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [6]
	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [6]	«психоэмоциональные перегрузки» [6]
	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [6]	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования,» [6]

Продолжение таблицы 6

Перечень источников опасностей	Опасные и вредные производственные факторы	Риски
–	–	«нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение средств индивидуальной защиты» [6]

«Приведенные в таблице риски имеют наибольшую вероятность возникновения в ходе выполнения рассматриваемого технологического процесса» [6].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 7 приведены методы и средства снижения профессиональных рисков 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» [6].

Таблица 7 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания,» [6]	«устройство ограждений элементов» [6]	«использование блокировочных устройств,» [6]
«наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека» [6]	«производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие» [6]	«применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды» [6]

Продолжение таблицы 7

Риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
–	«фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [6]	«на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [6]
«заболевания кожи (дерматиты)» [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]	«использование станков и инструментов для механической обработки материалов и изделий, сопровождающихся выделением газов, паров и аэрозолей, совместно с системами удаления указанных веществ» [6]
«ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру» [6]	«проведение обучения по охране труда, в том числе обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, обучения по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучения по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, инструктажей по охране труда, стажировки на рабочем месте (для определенных категорий работников) и проверки знания требований охраны труда» [6]	«организация обучения, инструктажей, стажировки, проверки знаний, установка предупреждающих знаков, визуальных и звуковых предупреждающих сигналов, утверждение правил поведения на рабочих местах, правильное применение средств индивидуальной защиты» [6]
«воздействие общей вибрации на тело работника» [6]	«проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [6]	«применение вибропоглощения и виброизоляции» [6]

В таблице 7 приведены мероприятия по улучшению условий и охраны труда, а также методы и средства снижения профессиональных рисков,

обеспечивающие безопасность выполнения рассматриваемого технологического процесса для основных производственных рабочих.

4.4 Обеспечение экологической безопасности объекта

«Антропогенное воздействие рассматриваемого технологического процесса связано с использованием в ходе него горюче-смазочных материалов, технологических жидкостей, возникновением отходов, таких как частицы абразива, металлическая стружка и лом, мусор и пыль» [6]. В таблице 8 приведено основное антропогенное воздействие на окружающую среду рассматриваемого технологического процесса.

Таблица 8 – Антропогенное воздействие

Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
«незначительные выбросы металлической и абразивной пыли при шлифовании» [6]	«горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, загрязнение частицами абразива, металлической стружкой, ломом и мусором» [6]	«горюче-смазочные материалы, технологические жидкости, металлическая стружка, лом и мусор» [6]

«Устранение и снижение антропогенного влияния, возникающего в ходе выполнения технологического процесса проводятся мероприятия отвечающие требованиям ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [6] и ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»» [6].

«В данном разделе проведен анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения, а также соответствия нормам пожарной безопасности» [5].

5 Экономическая эффективность работы

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

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

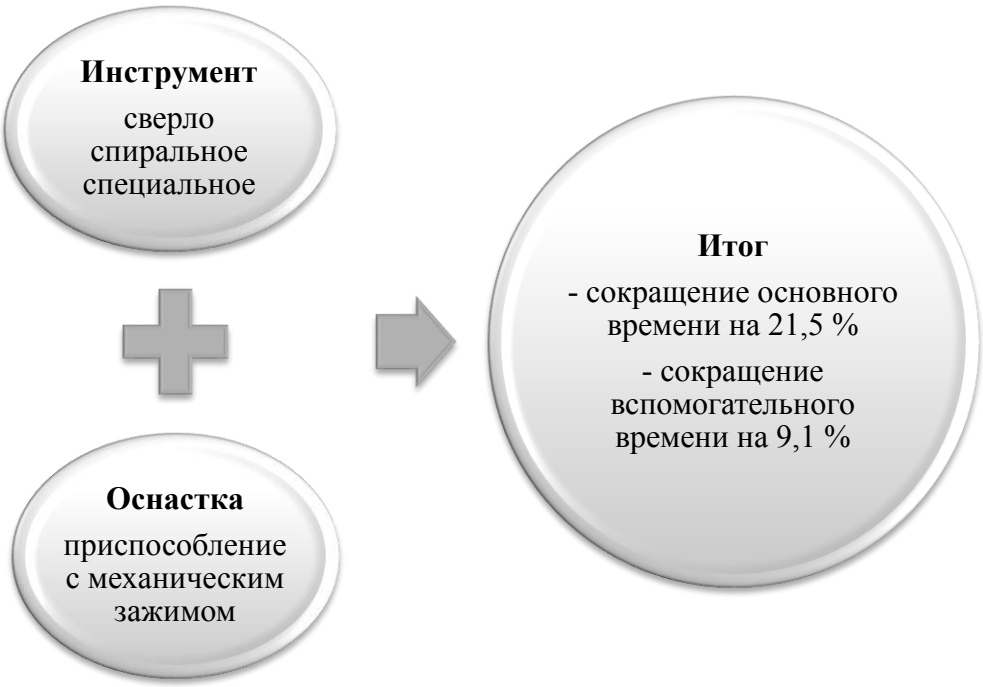


Рисунок 5 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 5, представлены измененные инструмент и оснастка, которые предложено использовать вместо сверла спирального ГОСТ 10902-477 и приспособления с ручным зажимом, соответственно. Справа, результат

по трудоемкости выполнения измененной операции технологического процесса изготовления детали «Корпус».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимая сумма инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [13]. Так как изменения технологического процесса затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка, сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование ($К_{ПР}$), оснастку ($К_О$), инструмент ($К_И$) и корректировку управляющей программы ($К_{У.ПР}$)» [13]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 6.

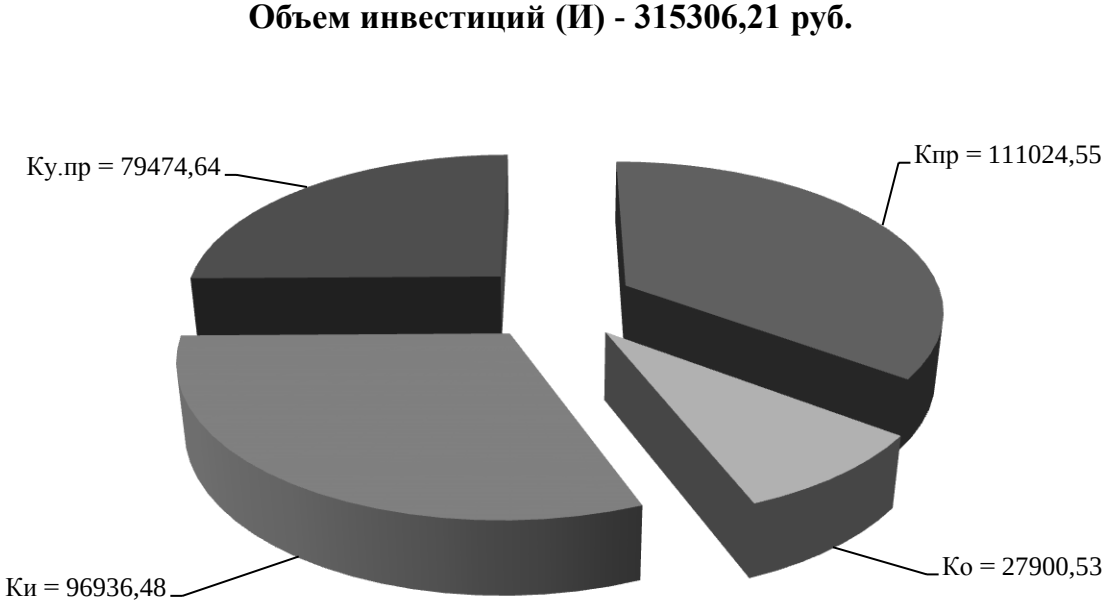


Рисунок 6 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 6, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами являются: проектирование, инструмент и корректировка

управляющей программы, их доля в общей сумме инвестиций составляет от 25,2 % до 35,2 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 8,8%.

Вслед за проведенными расчетами, возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость, которая определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [13]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 7.

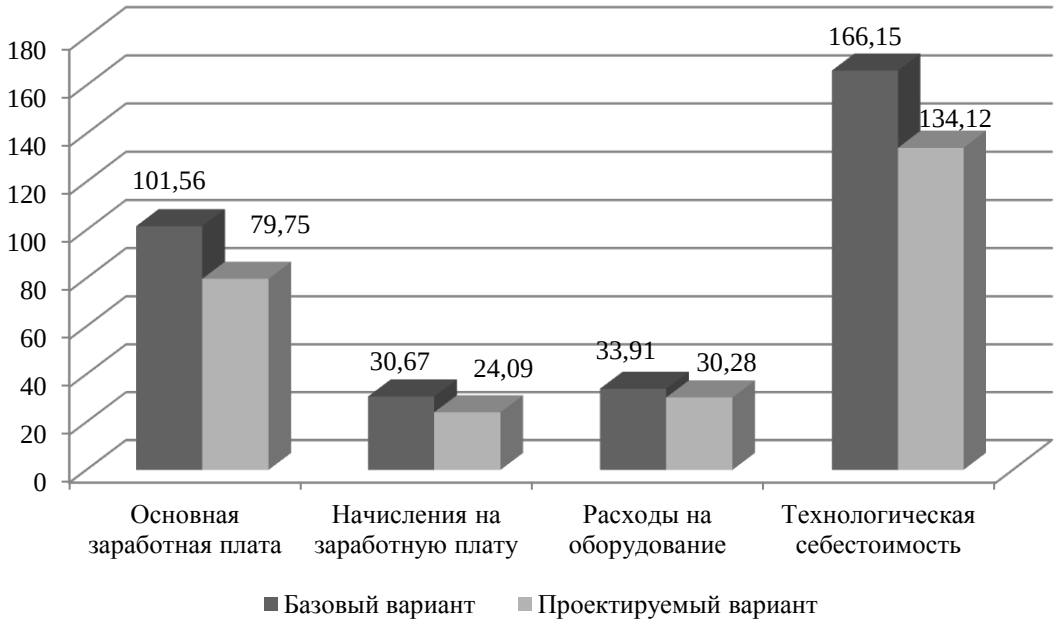


Рисунок 7 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 7), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой, с долевой величиной около 60% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения такие показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [13]. Чтобы их рассчитать,

используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [13]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 8.

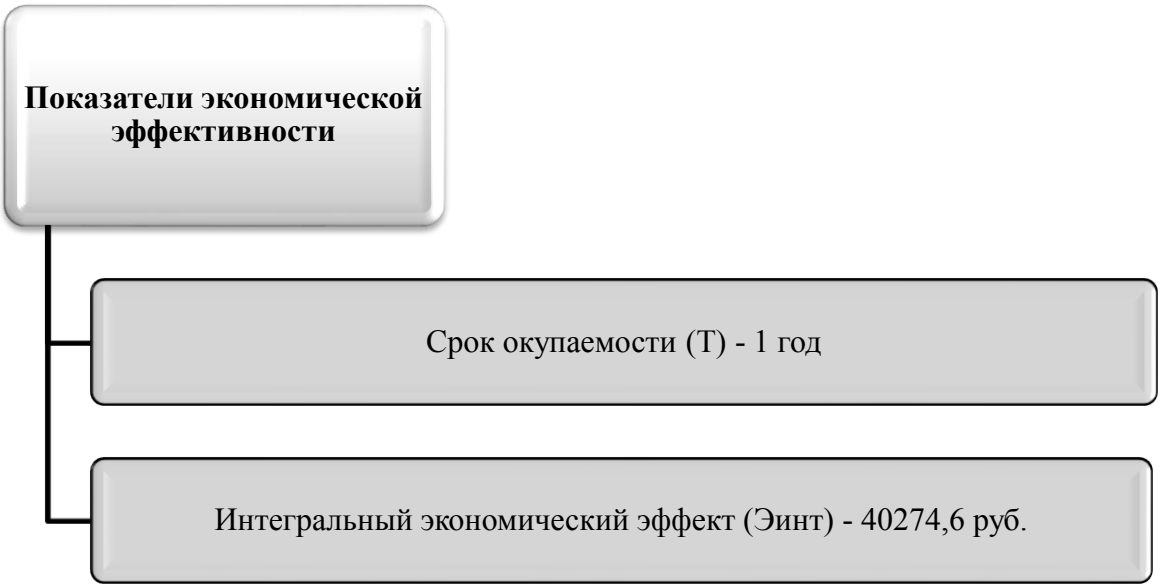


Рисунок 8 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовлении детали «Корпус». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 40274,6 рублей.

В ходе выполнения данного раздела выполнен экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса, по результатам которого принимается решение о внесении изменений в базовую технологию.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы было проведено обоснование актуальности выбранной темы и сформулирована ее цель. «Далее описаны имеющиеся исходные данные и проведен их критический анализ. Проанализированы назначение, условия работы и показатели технологичности детали, параметры типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь. В результате сформулированы задачи работы, выполнение которых необходимо для достижения ее цели» [5]. Исходя из проведенного анализа имеющихся данных произведено проектирование технологии изготовления детали. Спроектирована заготовка, разработан план изготовления, выбраны средства технического оснащения, определены количественные показатели технологических операций. Исходя из критического анализа спроектированной технологии проведено совершенствование технологического процесса. Усовершенствованию подверглась сверлильная операция, для которой разработаны механизированная цанговая оправка и сверло. Это позволило снизить время на снятие и установку детали и исключить появление брака при выполнении отверстий под дальнейшее нарезание резьбы. В работе проведен анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения, а также соответствия нормам пожарной безопасности. Проведен экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса, по результатам которого принимается решение о внесении предлагаемых изменений в базовую технологию.

Полученные результаты свидетельствуют о достижении цели работы, которая заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления корпуса конечной передачи ДТ-75 в заданных производственных условиях.

Список используемых источников

1. Антимонов А. М. Основы технологии машиностроения : учебник / А. М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/143717 (дата обращения: 20.09.2024).

2. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра –Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/148334 (дата обращения: 12.09.2024).

3. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2023. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/166346 (дата обращения: 18.09.2024).

4. Бурчаков Ш. А. Технология машиностроения : учебное пособие / Ш. А. Бурчаков. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/346982 (дата обращения: 29.09.2024).

5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, 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 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.

8. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра –

Инженерия, 2021. – 200 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1833110 (дата обращения: 25.09.2024).

9. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебреницкий. – Электрон. дан. – СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с.

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. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/254675 (дата обращения: 12.09.2024).

11. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1723512 (дата обращения: 15.09.2024).

12. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1836736 (дата обращения: 15.09.2024).

13. 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: 12.10.2024).

14. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация / О. А. Леонов, Н. Ж. Шкаруба, В. В. Карпузов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 198 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://e.lanbook.com/book/316970 (дата обращения: 29.09.2024).

15. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://znanium.com/catalog/product/1062069 (дата обращения: 08.09.2024).

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

17. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр –ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс]. – URL: http://hdl.handle.net/123456789/6204 (дата обращения: 16.09.2024).

18. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2 –е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Химический состав и физико-механические свойства стали 40ХЛ [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sto/40XL (дата обращения: 29.08.2024).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дубл			
Взам			
Подп			

Разработал	Бахтин	ТГУ кафедра ОТМП
Проверил	Козлов	
Утвердил		Корпус
Н. контр		

М01	Сталь 40ХЛ ГОСТ 977–88									
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ
М02		166	21,97	1		0,75	4112Х	ϕ344,66х226,4	1	29,28

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт

А03	ХХ ХХ ХХ 000 Заготовительная
Б04	Литейная машина
05	
А06	ХХ ХХ ХХ 005 4110 Токарная
Б07	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 5,23
О08	Точить поверхности 1, 2, 3, 4, 7, 22 в размер $\phi 340_{0,57}$, $\phi 280^{+0,52}$, $\phi 167,963^{+0,4}$, $\phi 150^{+0,4}$, $221,8^{+0,46}$, $141^{+0,4}$
09	$115^{+0,35}$, $86,5^{+0,35}$.
О10	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10;
Т11	392190 Резец контурный ГОСТ18879-73 Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89; 393450
Т12	нутромер НМ-600 ГОСТ10-88.
13	
А14	ХХ ХХ ХХ 010 4110 Токарная
Б15	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 1,45
О16	Точить поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21 в размер $\phi 182,3_{0,46}$, $\phi 167,93^{+0,4}$, $219,2_{0,46}$, $195,8_{0,46}$, $167,8_{0,4}$.
МК	

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
Т 19	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392190 Резец															
Т20	контурный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ10-88.															
21																
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 23	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1		1,88
О 24	Точить поверхности 1, 23, 24, 34 в размер $\phi 168{,}811^{+0{,}16}$, $218{,}1_{-0{,}185}$, $87{,}4_{-0{,}14}$.															
Т 25	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец															
Т 26	контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба															
Т 27	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-150 ГОСТ10-88.															
28																
А 29	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 30	381101 Токарный 16К20Ф3					3	18217	422	1Р	1	1	1	1200	1		1,88
О 31	Точить поверхности 15, 16, 17, 19, 20, 21 в размер $\phi 182^{+0{,}185}$, $\phi 168{,}811^{+0{,}16}$, $217{,}1_{-0{,}185}$, $167{,}2_{-0{,}16}$.															
Т 32	396190 Оправка цанговая специальная; 392190 Резец расточной ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392190 Резец															
Т 33	контурный специальный Т30К4; 392190 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 394300 Скоба															
Т 34	индикаторная СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ10-88.															
35																
А 36	XX XX XX 025 4120 Сверлильная															
Б 37	381210 Вертикально-сверлильный2С135Ф2					3	17335	312	1Р	1	1	1	1200	1		15,65
О 38	Сверлить, нарезать резьбу поверхности 5, 30 в размер $\phi 16^{-0{,}018}_{-0{,}045}$; М18; $191{,}5_{-0{,}46}$, $181{,}5_{-0{,}46}$, $176{,}5_{-0{,}4}$.															
Т 39	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло $\phi 15{,}465$ специальное, 391213 Сверло $\phi 15$															
Т 40	ГОСТ10902-77 Р6М5; 391603 Зенкер $\phi 15{,}75$ ГОСТ12489-71 Р6М5; 391722 Развертка $\phi 16$ ГОСТ1672-80															
Т 41	Р6М5, 391311 Метчик М18ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр.															
МК																

Продолжение таблицы А.1

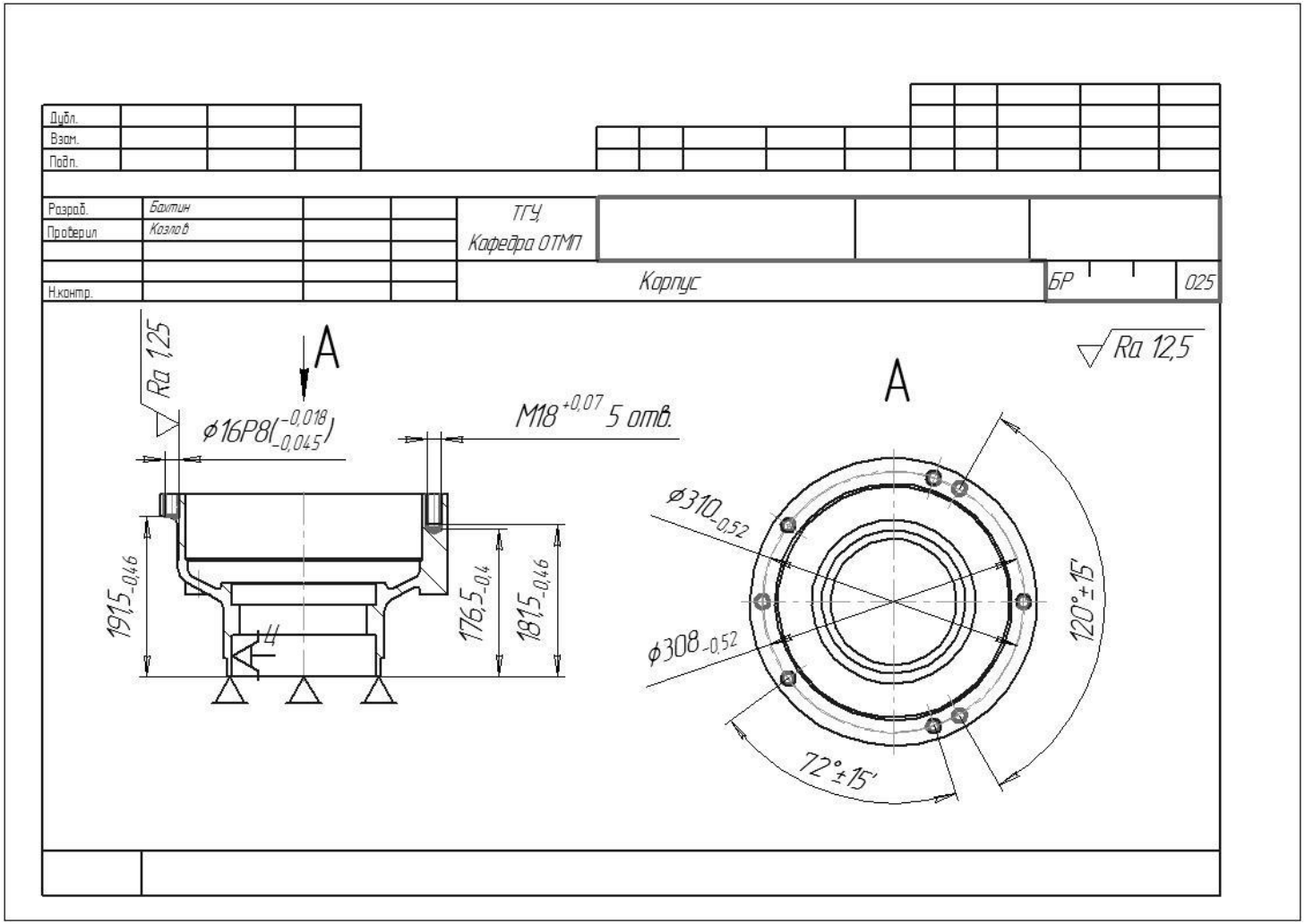
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 42	ХХ ХХ ХХ 030 4120 Сверлильная														
Б 43	381210 Обрабатывающий центр JET JVC-4S CNC				3	17335	312	1Р	1	1	1	1200	1		11,46
О 44	Фрезеровать, сверлить, нарезать резьбу поверхности 8, 9, 10 в размер М18; 119,6 $_{0,35}$; 84,6 $_{0,35}$; 79,6 $_{0,3}$.														
Т 45	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло ⌀15,465 специальное, 391821 Фреза концевая														
Т 46	⌀36 ГОСТ17024-82 Р6М5; 391311 Метчик М18 ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибр.														
47															
А 48	ХХ ХХ ХХ 035 Термическая														
49															
А 50	ХХ ХХ ХХ 040 4133 Плоскошлифовальная														
Б 51	381313 Плоскошлифовальный 3Д723				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		6,0
О 52	Шлифовать поверхности 1, 21 в размер 216 $_{0,185}$.														
Т 53	396161 Плита магнитная ГОСТ16528-87; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная														
Т 54	СИ-300 ГОСТ 11098-75.														
55															
А 56	ХХ ХХ ХХ 045 4132 Внутришлифовальная														
Б 57	381312 Внутришлифовальный 3К228В				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		5,0
О 58	Шлифовать поверхности 19, 20 в размер ⌀169,667 $^{+0,063}$; 166,1 $_{0,16}$.														
Т 59	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная														
Т 60	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.														
61															
А 62	ХХ ХХ ХХ 050 4132 Внутришлифовальная														
Б 63	381312 Внутришлифовальный 3К228В				3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1		3,5
О 64	Шлифовать поверхности 23, 24 в размер ⌀169,667 $^{+0,063}$; 85,1 $_{0,14}$.														
МК															

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	
Т 65	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная																	
Т 66	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.																	
67																		
А 68	ХХ ХХ ХХ 055 4132 Внутришлифовальная																	
Б 69	381312 Внутришлифовальный 3К228В					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1			5,63	
О 70	Шлифовать поверхности 19, 20 в размер $\phi 170^{+0,04}$; $166_{0,16}$.																	
Т 71	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная																	
Т 72	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.																	
73																		
А 74	ХХ ХХ ХХ 060 4132 Внутришлифовальная																	
Б 75	381312 Внутришлифовальный 3К228В					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1			4,0	
О 76	Шлифовать поверхности 23, 24 в размер $\phi 170^{+0,04}$; $85_{0,14}$.																	
Т 77	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба индикаторная																	
Т 78	СИ-300 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.																	
79																		
А 80	ХХ ХХ ХХ 065 4192 Хонинговальная																	
Б 81	381836 Хонинговальный 3Р84					3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1			0,63	
О 82	Хонинговать поверхность 19 в размер $\phi 170^{+0,04}$; $196_{0,16}$.																	
Т 83	396190 Оправка цанговая специальная; 397717 Хон; 393450 Нутромер НМ-175 ГОСТ 10-88.																	
84																		
А 85	ХХ ХХ ХХ 070 Моечная.																	
86																		
А 87	ХХ ХХ ХХ 075 Контрольная.																	
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

Разраб.	Бахтин			ТГУ, Кафедра ОТМП					
Проверил	Козлов								
Н.контр.				Корпус			Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 025

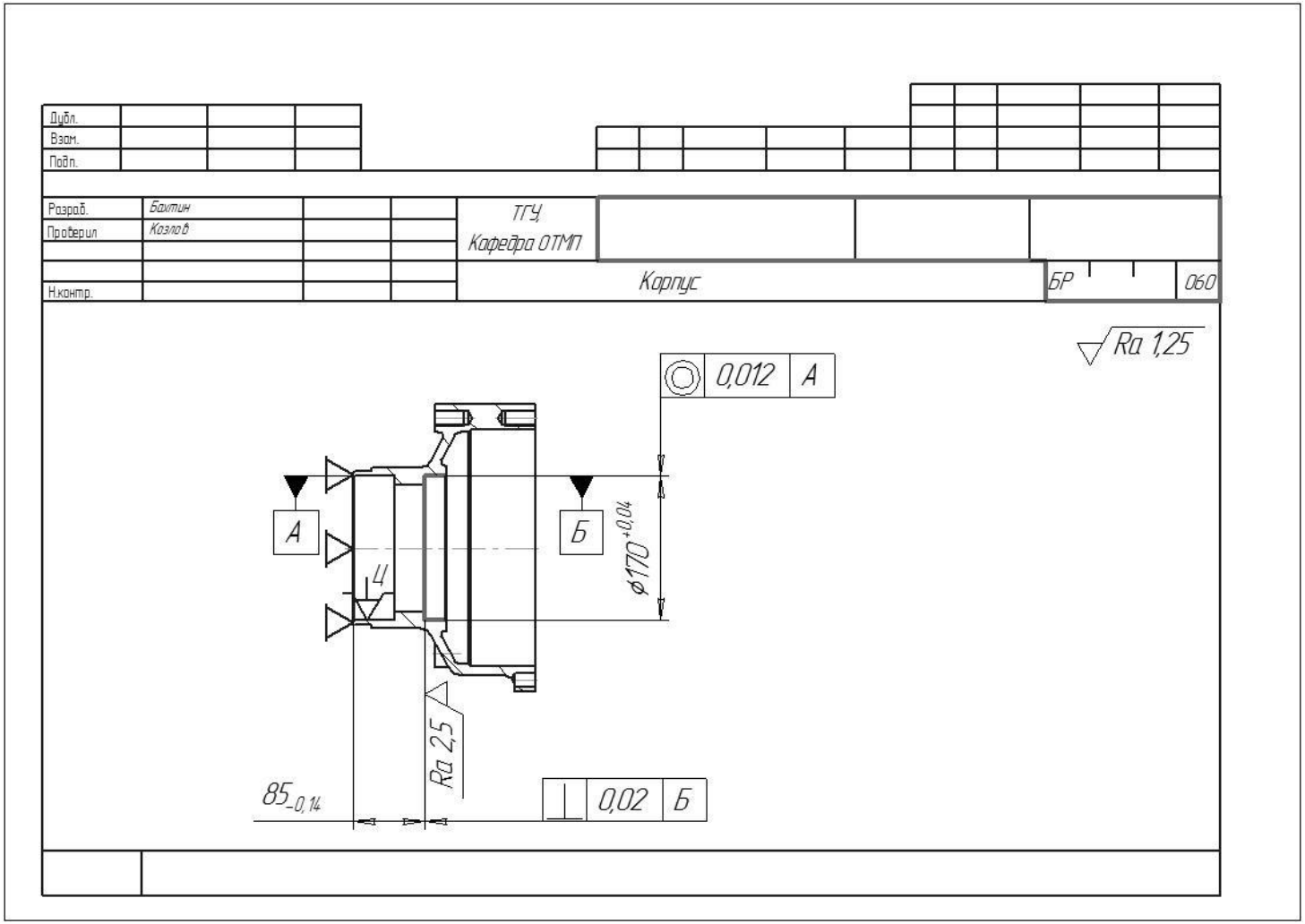
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Сверлильная	Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88	НВ 210	166	21,97	⌀344,66х226,4	29,28	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	Тo	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
2С135Ф2		12,52			15,65	Укринол-1

		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01	1. Установить заготовку								
T 02	396190 Оправка цанговая специальная; 391213 Сверло ⌀15,465 специальное, 391213 Сверло ⌀15								
T 03	ГОСТ10902-77 Р6М5; 391603 Зенкер ⌀15,75 ГОСТ12489-71 Р6М5;391722 Развертка ⌀16 ГОСТ1672-80								
T 04	Р6М5, 391311 Метчик М18ГОСТ3266-81 Р6М5.								
O 05	2. Сверлить, зенкеровать поверхности 5, 30 выдерживая размеры согласно эскиза.								
P 06		1			7,5		0,2	150	7
P 07		2			7,5		0,2	150	7
P 08		3			0,375		0,25	500	24
P 09		4			0,125		0,4	320	16
P 10		5			2,5		1,5	150	9
T 11	3. Открепить, снять деталь с писпособления, уложить на тележку.								

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Бахтин			ТГУ, Кафедра ОТМП										
Проверил	Козлов													
Н.контр.				Корпус								Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 060

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Шлифовальная	Сталь 40ХЛ ГОСТ 977-88	HRC 25	166	21,97	ф344,66х226,4	29,28	1

Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ
3К228В		3,2			4,0	Укринол-1

		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01	1. Установить заготовку								
T_{02}	396190 Оправка цанговая специальная; 39810 Круг шлифовальный.								
O_{03}	2. Шлифовать поверхности 23, 24 выдерживая размеры согласно эскиза.								
P_{04}		1					0,008	360	30
P_{05}		2					0,005	360	25
T_{06}	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.								
07									
08									
09									
10									

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А1			24.БР.ОТМП.020.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3		1	24.БР.ОТМП.020.65.00.001	Корпус	1	
А4		2	24.БР.ОТМП.020.65.00.002	Крышка	1	
А4		3	24.БР.ОТМП.020.65.00.003	Цанга	1	
А4		4	24.БР.ОТМП.020.65.00.004	Тяга	1	
А4		5	24.БР.ОТМП.020.65.00.005	Втулка	1	
А3		6	24.БР.ОТМП.020.65.00.006	Шток	1	
А3		7	24.БР.ОТМП.020.65.00.007	Пневмоцилиндр	1	
А4		8	24.БР.ОТМП.020.65.00.008	Поршень	1	
А4		9	24.БР.ОТМП.020.65.00.009	Крышка пневмоцилиндра	1	
А4		10	24.БР.ОТМП.020.65.00.010	Шпонка	1	
				Стандартные изделия		
		11		Винт М8х22 ГОСТ17475-80	4	
		12		Винт М8х32 ГОСТ1491-80	8	
		13		Винт М12х30 ГОСТ11738-84	2	
		14		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	5	
		15		Винт М12х20 ГОСТ11738-84	8	
		16		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		17		Демпфер ГОСТ8756-79	1	
		18		Уплотнение ГОСТ8752-79	2	
		19		Гайка М40 ГОСТ 11878-87	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.020.65.00.000		
Разраб.		Бахтин			Приспособление станочное	Лит.	Лист 1 / Листов 2
Пров.		Козлов				ТГУ, ИМ, гр. ТМбд-1901а	
Н.контр.							
Утв.							

Копировал Формат А4

Продолжение таблицы Б.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		20		Шайба ГОСТ6403-70	1	
		21		Уплотнение ГОСТ 8752-79	1	
		22		Демпфер ГОСТ 8758-79	1	

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.020.65.00.000	Лист 2

Копировал Формат А4