

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 клапана

Обучающийся

М.С. Халилов

(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

Тема работы: Технологический процесс изготовления корпуса клапана.

«Работа включает 46 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части» [3].

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы «достигается ее цель, которая заключается в проектировании максимально эффективного технологического процесса изготовления корпуса клапана в заданных производственных условиях» [3].

«В пояснительной записке содержатся: введение, основные разделы, заключение, список используемых источников и приложения» [3]. «Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы и формулировку ее цели» [3]. «Первый раздел содержит описание имеющихся исходных данных и их критический анализ, по результатам которого ставятся задачи работы» [3]. «В частности, анализируются назначение, условия работы и показатели технологичности детали, параметры типа производства, в условиях которого предполагается изготавливать деталь» [3]. «Второй раздел содержит результаты проектирования технологии изготовления детали» [3]. В частности, проектируется заготовка, «разрабатывается план изготовления, выбираются средства технического оснащения, определяются количественные показатели технологических операций» [3]. «Третий раздел содержит результаты совершенствования технологического процесса» [3] исходя из критического анализа спроектированной технологии. «В частности, разрабатываются трехкулачковый патрон и резец» [3]. «Четвертый раздел содержит результаты анализа спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения» [3]. «Пятый раздел содержит экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [3], 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	8
2 Технологическая часть	10
2.1 Проектирование заготовки.....	10
2.2 Разработка плана изготовления	19
2.3 Технические средства оснащения	22
2.4 Определение режимов резания и нормирование	25
3 Разработка специальных технических средств оснащения	28
3.1 Разработка трехкулачкового патрона	28
3.2 Разработка токарного резца	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	34
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы	39
Заключение	43
Список используемых источников.....	44
Приложение А Технологическая документация.....	47
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	55

Введение

«Гидравлические клапана используются в технологическом оборудовании для управления и контроля потока жидкости или газа в системе» [3]. Они могут быть оснащены различными управляющими устройствами, такими как электромагнитные клапаны, пневматические исполнительные механизмы или гидравлические цилиндры, что позволяет автоматизировать процесс управления потоком среды.

Таким образом, гидравлические клапана играют важную роль в обеспечении эффективной работы технологического оборудования и обеспечивают его надежную и безопасную эксплуатацию. В связи с этим к деталям входящим в состав клапана предъявляются особые требования по надежности. 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 является ответственной деталью. 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 работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления корпуса клапана эффективного в заданных производственных условиях» [1].

1 Исходные данные и их анализ

1.1 Назначение и условия работы детали

Назначение детали – это функция или роль, которую она выполняет в рамках конкретного механизма или устройства. Это означает, что каждая деталь имеет определенное предназначение и выполняет определенные функции, которые важны для работы всей системы [7].

Корпус гидравлического клапана предназначен для защиты внутренних компонентов клапана, таких как, золотник, пружина и регулирующее устройство от механических повреждений, пыли, грязи и внешних воздействий. Он также обеспечивает уплотнение и герметичность клапана, что позволяет ему работать надежно и эффективно.

Условия работы детали отражают эксплуатационные параметры и параметры внешней среды, в которой будет эксплуатироваться деталь. Эти условия могут включать в себя такие параметры, как температура, влажность, давление, воздействие агрессивных сред и другие факторы, влияющие на работу и долговечность детали. Условия работы детали важно учитывать при проектировании и выборе материала, методов обработки и сборки, чтобы обеспечить качественную и надежную работу изделия [7].

Условия работы определяются его служебным назначением и условиями эксплуатации гидравлического клапана. В условиях нормальной эксплуатации работа исполнительного механизма не оказывает существенного влияния на корпус. Возникновение ускоренного износа внутренних посадочных и исполнительных поверхностей возможно только в случае неисправности приводного механизма. Наиболее опасными для корпуса являются внешние факторы, количество и степень воздействия которых зависят от условий эксплуатации. Технические характеристики гидравлического клапана подразумевают его эксплуатацию в условиях производственного помещения. В данном случае, наиболее вероятным

является нарушение целостности детали под влиянием механических воздействий. Следовательно, условия эксплуатации детали необходимо признать умеренно 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 [2].

«Согласно ГОСТ 4543-71 сталь 40Х имеет следующий химический состав: от 0,36% до 0,44% углерода, от 0,8% до 1,1% хрома, от 0,5% до 0,8% марганца, от 0,17% до 0,37% кремния, 0,3% никеля, не более 0,35% серы, не более 0,35% фосфора, не более 0,35% меди. Механические характеристики данной стали: предел текучести 245 МПа, предел прочности 470 МПа, относительное удлинение после разрыва 15%, относительное сужение 30%, твердость по Бринеллю 143-179» [20]. Приведенные свойства обеспечивают коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом 0,95, быстрорежущей сталью 0,85. Данные показатели обеспечивают хорошую производительность механической обработки и умеренный расход режущего инструмента.

Оценим конструктивные показатели детали с использованием данных [2]. 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 детали – это параметры или характеристики, которые характеризуют процесс производства детали или изделия. Эти показатели могут включать в себя размеры, материалы, технические характеристики, методы обработки и сборки, а также другие параметры, влияющие на качество и характеристики детали. Важно тщательно определить технологические показатели детали для обеспечения эффективного производства и высокого качества готового изделия. Заготовка может быть получена методами штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе и штамповки в открытых штампах [8]. Технологию изготовления можно проектировать на базе типовой для данной группы деталей.

1.3 Анализ параметров типа производства

На первом этапе определим тип производства с использованием методики [7]. Массу детали определим с использованием метода объемного моделирования в специализированном программном обеспечении. Результаты моделирования приведены на рисунке 1. По результатам моделирования масса детали составила 7,81 кг.



Рисунок 1 – Объемная модель

При годовой программе выпуска деталей 7000 штук в год тип

производства для данной детали соответствует среднесерийному типу» [7].

«Дальнейшее проектирование технологии изготовления детали основано на знании особенностей данного типа производства» [3].

«Отметим наиболее значимые из них. Технологический процесс организуется по непоточной форме с изготовлением деталей периодически повторяющимися партиями на специализированных рабочих местах» [3].

«Метод получения заготовок определяется экономическими показателями, физическими свойствами материала детали» [3] 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.

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.

1.4 Постановка задач работы

«По результатам проведенного анализа имеющихся данных, с учетом цели работы, сформулируем ее основные задачи» [3].

«На первом этапе проектирования технологии изготовления детали необходимо: спроектировать заготовку, разработать план изготовления, выбрать средства технического оснащения» [3], 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» [3].

«В заключении необходимо провести экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса» [3], 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, в условиях которого предполагается изготавливать деталь» [3].

2 Технологическая часть

2.1 Проектирование заготовки

Выбор метода получения заготовки зависит от нескольких факторов, таких как материал, форма и размер заготовки, требуемая точность и качество поверхности, а также производственные возможности и бюджет.

Для выбора метода получения заготовки рекомендуется учитывать следующие факторы. Материал заготовки, так как различные методы подходят для обработки различных материалов, таких как металлы, керамика, пластик и так далее. Форма и размер заготовки, так как некоторые методы могут быть более подходящими для обработки больших или сложноформованных заготовок, в то время как другие могут быть эффективнее для маленьких и простых деталей; точность и качество поверхности, так как некоторые методы могут обеспечить более высокую точность и качество поверхности, чем другие. Производственные возможности и бюджет: необходимо учитывать возможности своего производства и финансовые возможности при выборе метода получения заготовки.

При выборе метода получения заготовки рекомендуется провести анализ всех вышеперечисленных факторов и выбрать наиболее подходящий метод для конкретной ситуации. Также стоит обратить внимание на новейшие технологии и методы обработки, которые могут обеспечить более эффективный и качественный процесс производства.

«В данном случае рационально применять для получения заготовки штамповку на кривошипном горячештамповочном прессе или штамповку в открытых штампах» [8]. «Выбор варианта получения заготовок производится по формуле:

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

где $C_{ЗАГ}$ – стоимость получения заготовки данным методом, руб.;

$C_{МЕХ}$ – стоимость удаления стружки, руб.;

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

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг» [12].

«Стоимость получения заготовки:

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

где $C_{ШТ}$ – цена за 1 кг заготовки, выбранным методом, руб.;

h_T – коэффициент метода получения заготовки;

h_C – коэффициент сложности метода получения заготовки;

h_B – коэффициент массы заготовки;

h_M – коэффициент марки материала;

$h_{П}$ – коэффициент годовой программы производства» [12].

$$C_{ЗАГ} = 29,96 \cdot 0,9 \cdot 1,15 \cdot 0,8 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 29,27 \text{ р.}$$

«Стоимость удаления стружки:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (3)$$

где C_C – текущие затраты на удаление одного кг стружки, руб.;

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

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [12].

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

«Для определения массы заготовки используем формулу:

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

где K_P – коэффициент метода получения заготовки» [12].

«Для метода штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе:

$$Q = 7,81 \cdot 1,45 = 11,34 \text{ кг} \gg [12].$$

«Для метода штамповкой в открытых штампах:

$$Q = 7,81 \cdot 1,6 = 12,5 \text{ кг} \gg [12].$$

«Для метода штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе получаем:

$$C_{T1} = 29,27 \cdot 11,34 + 6,04 \cdot (11,34 - 7,81) - 1,4 \cdot (11,34 - 7,81) = 348,3 \text{ р.} \gg [12].$$

«Для метода штамповкой в открытых штампах получаем:

$$C_{T2} = 27,27 \cdot 12,5 + 6,04 \cdot (12,5 - 7,81) - 1,4 \cdot (12,5 - 7,81) = 387,64 \text{ р.} \gg [12].$$

«Метод получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе имеет лучшие экономические показатели» [7].

«В случае его применения для получения заготовки будет получен эффект, определяемый выражением:

$$\mathcal{E} = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска, шт.» [7].

$$\mathcal{E} = (387,64 - 348,3) \cdot 7000 = 275380 \text{ р.}$$

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» [13].

Для формирования маршрута обработки поверхностей необходимо выполнить следующие шаги. Определить тип поверхности, которую

необходимо обработать (металлическая, деревянная, пластиковая и так далее). Выбрать подходящий инструмент или оборудование для обработки данного типа поверхности (шлифовальная машина, фрезерный станок, сварочный аппарат и так далее). Оценить состояние поверхности и определить необходимые шаги для ее обработки (шлифовка, полировка, сварка и так далее). Создать последовательный план действий, определяющий порядок обработки поверхности (например, сначала провести шлифовку, затем полировку и закончить сваркой). При необходимости использовать специальные защитные средства (очки, маски, перчатки) для безопасной работы с материалом. Постоянно контролировать процесс обработки, чтобы достичь требуемого качества и результата. После завершения обработки провести контрольный осмотр и оценить полученный результат.

Важно помнить, что маршрут обработки поверхностей должен быть адаптирован под конкретные требования материала и высокие стандарты качества обработки.

Формирование маршрута обработки поверхностей производится путем определения требуемой последовательности методов обработки, обеспечивающей минимальное значение суммарного коэффициента удельных затрат [13]. На рисунке 2 приведена нумерация поверхностей детали. «В таблице 1 приведены результаты составления маршрутов обработки поверхностей» [3].

Таблица 1 – Результаты разработки маршрутов обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет	Шероховатость	Маршрут обработки
1, 27, 30	12	3,2	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование
2	7	0,63	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
3, 4, 7, 13, 14, 15, 19, 20, 22, 28, 29	12	12,5	точение черновое, термическая обработка

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет	Шероховатость	Маршрут обработки
5	6	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
6, 17, 21, 24, 25	12	12,5	точение чистовое, термическая обработка
8, 35	10	6,3	резьбонарезание, термическая обработка
16	6	0,63	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
18	12	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
23, 36, 34, 37, 38	12	12,5	сверление, термическая обработка
26	7	1,25	точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое
31, 39, 40	12	12,5	фрезерование, термическая обработка
32, 33	12	12,5	зенкование, термическая обработка

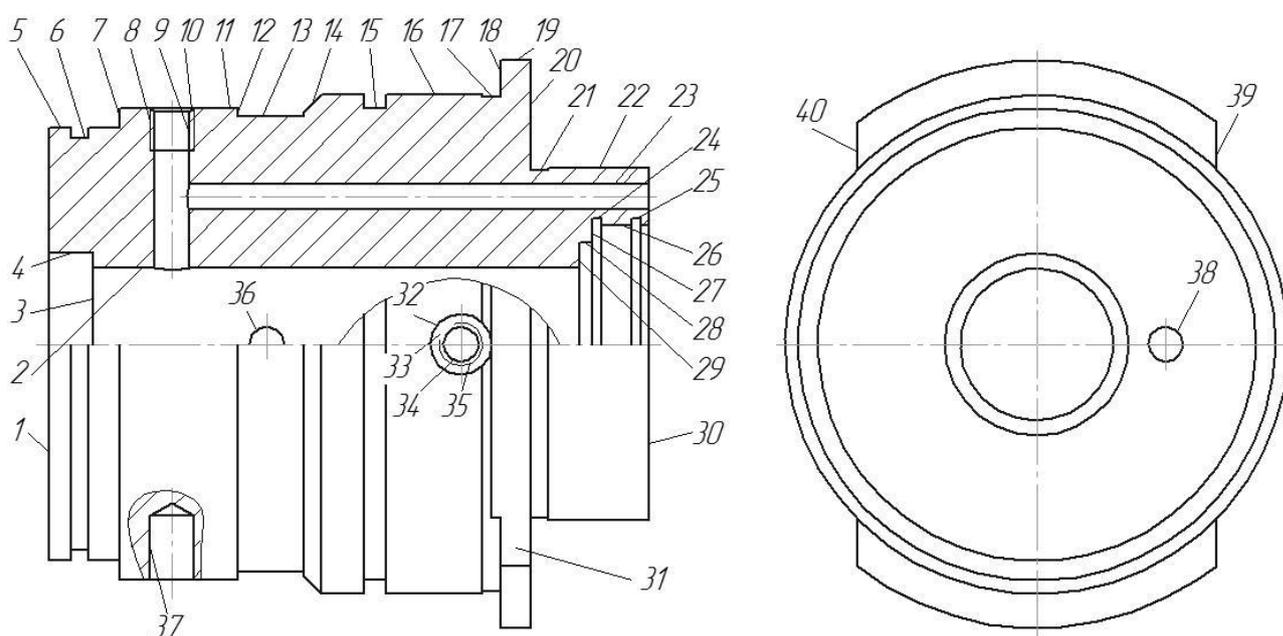


Рисунок 2 – Номера поверхностей

Определение припусков выполняется на основе приведенных в таблице 1 маршрутов обработки поверхностей. «Припуски на поверхности, имеющие

высокую точность необходимо определять с использованием расчетно-аналитического метода» [15]. 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» [21].

«В соответствии с расчетно-аналитической методикой производим расчеты для поверхности диаметром $35H7(+0.025)$ мм» [15].

«Минимальный припуск определяется:

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

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» [15].

$$\ll z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,400 + \sqrt{0,280^2 + 0,080^2} = 0,691 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,100 + \sqrt{0,060^2 + 0,020^2} = 0,163 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{\text{ТО}} + \sqrt{\Delta_{\text{ТО}}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,090^2 + 0,020^2} = 0,242 \text{ мм} \gg [15].$$

«Расчет максимального припуска производится по формуле:

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

где TD – операционный допуск на размер, мм» [15].

$$\ll z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5(TD_0 + TD_1) = 0,691 + 0,5 \cdot (0,620 + 0,250) = 1,146 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,163 + 0,5 \cdot (0,250 + 0,025) = 0,226 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{T0} + TD_3) = 0,421 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,039) = 0,460 \text{ мм.}$$

$$z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,242 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,274 \text{ мм} \gg [15].$$

«Расчет среднего припуска производится по формуле:

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

$$\ll z_{cp1} = 0,5(z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,146 + 0,691) = 0,919 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5(z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,226 + 0,163) = 0,195 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5(z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,460 + 0,421) = 0,441 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5(z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм} \gg [15].$$

«Максимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i \max} - 2 \cdot z_{i \min}. \quad (9) \gg [15]$$

«Минимальные размеры определяются по формуле:

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1}. \quad (10) \gg [15]$$

«Среднее значение операционных размеров определяется по формуле:

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

«Производим расчеты.

$$D_{4 \max} = 35,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \min} = 35,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4 \max} + D_{4 \min}) = 0,5 \cdot (35,025 + 35,000) = 35,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \max} = D_{4 \max} - 2 \cdot z_{4 \min} = 35,025 - 2 \cdot 0,242 = 34,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \min} = D_{3 \max} - TD_3 = 34,580 - 0,039 = 34,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3 \max} + D_{3 \min}) = 0,5 \cdot (34,580 + 34,541) = 34,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО} \max} = D_{3 \max} - 2 \cdot z_{3 \min} = 33,738 - 2 \cdot 0,421 = 33,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО} \min} = D_{\text{ТО} \max} - TD_3 = 33,738 - 0,039 = 33,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО} \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{ТО} \max} + D_{\text{ТО} \min}) = 0,5 \cdot (33,738 + 33,699) = \\ = 33,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \max} = D_{3 \max} \cdot 0,999 = 33,738 \cdot 0,999 = 33,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \min} = D_{2 \max} - TD_2 = 33,701 - 0,250 = 33,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (33,701 + 33,451) = 33,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \max} = D_{2 \max} - 2 \cdot z_{2 \min} = 33,701 - 2 \cdot 0,125 = 33,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \min} = D_{1 \max} - TD_1 = 33,449 - 0,100 = 33,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1 \text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2 \max} + D_{2 \min}) = 0,5 \cdot (33,449 + 33,023) = 33,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \max} = D_{1 \max} - 2 \cdot z_{1 \min} = 33,023 - 2 \cdot 0,691 = 31,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \min} = D_{0 \max} - TD_0 = 31,641 - 0,62 = 31,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0 \text{ ср}} = 0,5(D_{\max} + D_{\min}) = 0,5(31,641 + 31,021) = 31,331 \text{ мм} \gg [15].$$

«Величина минимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\min} = D_{4 \max} - D_{0 \min}. \quad (12)$$

$$2z_{\min} = 46,025 - 42,021 = 4,004 \text{ мм} \gg [15].$$

«Величина максимального общего припуска определяется по формуле:

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_0 + TD_4. \quad (13)$$

$$2z_{\max} = 4,004 + 0,62 + 0,039 = 4,663 \text{ мм} \gg [15].$$

«Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

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

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (4,004 + 4,663) = 4,334 \text{ мм} \gg [15].$$

Припуски с использованием статистического метода [21] определяем для всех оставшихся поверхностей. В данном случае минимальные значения припусков определяются по статистическим данным, исходя из размеров обрабатываемой поверхности и точности обработки, обеспечиваемой рассматриваемым методом обработки. Максимальный припуск определяется аналогично расчетно-аналитическому методу, то есть с использованием выражения (7). Результаты определения припусков в соответствии с описанной методикой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей

Поверхность	Переход	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм	Средний припуск, мм
1, 30	точение черновое	2,0	3,3	2,65
	точение чистовое	1,0	1,28	1,14
	шлифование	0,5	0,66	0,58
5	точение черновое	1,5	2,675	2,088
	точение чистовое	0,15	0,395	0,273
	шлифование	0,18	0,277	0,229
	шлифование чистовое	0,03	0,068	0,049
11	точение черновое	1,5	2,675	2,088
16	точение черновое	1,5	2,675	2,088
	точение чистовое	0,15	0,395	0,273
	шлифование	0,18	0,277	0,229
	шлифование чистовое	0,03	0,068	0,049
18	точение черновое	2,5	3,625	3,063
	точение чистовое	1,0	1,175	1,088
	шлифование	0,5	0,6	0,55
19	точение черновое	2,1	3,4	2,75
20	точение черновое	2,5	3,47	2,985
22	точение черновое	1,5	2,675	4,175
26	точение черновое	0,45	1,625	1,038
	точение чистовое	0,35	0,245	0,298
	шлифование	0,25	0,347	0,299
	шлифование чистовое	0,15	0,188	0,169
27	точение черновое	2,5	3,5	3,0
	точение чистовое	1,0	1,4	1,2
	шлифование	0,5	0,9	0,7

«Напуски и допуски, необходимые для проектирования заготовки, а также исходные параметры заготовки определяем с использованием данных» [5]. «Получаем следующие значения: группа материала М2, степень точности Т4, степень сложности С2, исходный индекс И11, смещение по поверхности разъема штампов 0,5 мм, плоскостность поверхностей 0,8 мм, величина остаточного облоя 1,0 мм, concentricность отверстий 1,0 мм, уклоны наружные 5°, уклоны внутренние 7°, радиусы скруглений 4,0 мм» [5].

«Результаты проектирования заготовки приведены на соответствующем листе графической части работы» [7].

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.

Технологический процесс организуется в зависимости от сложности проектируемых технологических операций, с учетом применения методов достижения точности на заранее настроенном оборудовании.

При формировании плана изготовления детали будем использовать следующие рекомендации [19].

Подготовка материала: выбрать правильное сырье и обработать его в соответствии с требованиями чертежа (например, обрезка, прокатка, сверление).

Обработка детали: выполнить точную обработку детали с помощью станков или ручных инструментов (точение, фрезерование, шлифовка); следить за качеством и точностью выполнения каждого этапа обработки.

Окончательная отделка: провести дополнительную обработку для придания детали нужной формы и размера, а также для удаления лишних неровностей и заусенцев; проверить деталь на соответствие требованиям чертежа.

Контроль качества: провести проверку готовой детали на соответствие всем техническим требованиям; убедиться, что деталь готова для использования и не имеет дефектов.

Упаковка и доставка: упаковать деталь в соответствии с требованиями безопасности и транспортировки; подготовить документацию и отправить деталь заказчику.

Ведение отчёта: отчитать выполненную работу, зарегистрировать результаты деятельности; проанализировать процессы изготовления детали для возможного улучшения.

Этот план поможет эффективно организовать процесс изготовления детали, соблюдая все требования качества и сроки выполнения заказа.

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 [19] приведен в таблице 3» [7].

Таблица 3 – Маршрут изготовления детали

Наименование операции	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности
005 Токарная	точение	1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18
010 Токарная	точение	2, 19, 20, 22, 26, 27, 28, 29, 30
015 Токарная	точение	1, 5, 6, 15, 16, 17, 18
020 Токарная	точение	2, 21, 24, 25, 26, 27, 30
025 Фрезерная	фрезерование	39, 40
030 Сверлильная	сверление, зенкование, резбонарезание	8, 9, 32, 33, 34, 35, 36, 37
035 Сверлильная	сверление	23
040 Сверлильная	сверление	38
045 Термическая	закалка, отпуск	все
050 Плоскошлифовальная	шлифование	1, 30
055 Круглошлифовальная	шлифование	5, 16, 18
060 Внутришлифовальная	шлифование	2, 26, 27
065 Круглошлифовальная	шлифование	5, 16, 18
070 Внутришлифовальная	шлифование	2, 26
075 Моечная	мойка	все
080 Контрольная	контроль	все

Далее, на основе таблицы 3, с использованием рекомендаций [13] 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 [13].

Схемы базирования разрабатываются с учетом основных положений теории базирования и с использованием типовых схем базирования [3] 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» [7].

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.

Исходя из типа производства, при выборе средств оснащения технологического процесса будем придерживаться следующих рекомендаций [3]. Определить тип обработки, которую вы планируете проводить на металлорежущем станке - фрезеровка, токарная обработка, сверление и так далее. Установить необходимую точность обработки и производительность станка в зависимости от задач. Обратит внимание на размеры и типы обрабатываемых материалов, чтобы выбрать станок с соответствующими характеристиками. Провести исследование рынка и ознакомиться с различными производителями металлорежущих станков, их репутацией и отзывами пользователей. Обратит внимание на доступность запасных частей и сервисного обслуживания для выбранной модели станка. Сравнить цены и условия поставки у различных поставщиков, чтобы выбрать оптимальное предложение.

Технологическое оборудование рекомендуется использовать оснащенное CNC-системами. Также возможно использование специализированного оборудования и в обоснованных случаях универсального. При этом оборудование должно обеспечивать заданную точность и производительность обработки. Режущий инструмент и технологическая оснастка используются в зависимости от принятых схем обработки и технологического оборудования, с учетом схем базирования. 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], [11], [14], [16], [17]. Результаты выбора приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические средства оснащения

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый специальный	резец токарный канавочный Т5К10 ГОСТ 188874-73	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый специальный	резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	оправка цанговая	резец токарный канавочный Т15К6 ГОСТ 188874-73	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый специальный	резец контурный Т15К6 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т15К6 специальный	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
025 Фрезерная	горизонтально-фрезерный 6Т12	головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89	фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80
030 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89	сверло спиральное ГОСТ 19544-74Р6М5 специальное	штангенцир кули ШЦ-I ГОСТ 166-80, калибры
035 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н125	приспособление специальное	метчик М10 Р6М5 ГОСТ 3266-81, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74	калибры
040 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н125	приспособление специальное	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74	калибры
050 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Е711	плита магнитная ГОСТ16528-87	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74	скоба СР150 ГОСТ11098-75
055 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	оправка цанговая	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
060 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	патрон цанговый	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А	нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75

Продолжение таблицы 4

Операция	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Средства контроля
065 Круглошлифовальная	круглошлифовальный 3М151	оправка цанговая	круг шлифовальный 1-32×40×10 23А50N8V 30м/с1А	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
070 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	патрон цанговый	круг шлифовальный 1-500×45×305 24А60М5V 30м/с1А	нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75
075 Моечная	моечная машина	–	–	–

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» [7].

2.4 Определение режимов резания и нормирование

«В соответствии с серийностью производства режимы резания определяются исходя из требуемой точности обработки статистическим методом» [18]. «Нормирование операций предпочтительно выполнять с использованием расчетно-аналитического метода» [18].

«Определение скорости резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (15)$$

где V_T – скорость резания по нормативам, м/мин;

K_1 – коэффициент материала детали;

K_2 – коэффициент материала инструмента;

K_3 – коэффициент вида обработки» [18].

«Определение частоты вращения:

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

где d – размер поверхности обработки, мм» [18].

«Определение действительной скорости резания:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (17)$$

где n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [18].

«Штучное время рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}, \quad (18)$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{пер}$ – время перерывов в работе, мин» [18].

«Оперативное время рассчитывается по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_b, \quad (19)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_b – вспомогательное время обработки, мин» [18].

«Время обслуживания рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (20)$$

где $T_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин» [18].

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
005 Токарная					
1	0,15	92	250	5	0,13
2	0,32	161	360	151	1,31
010 Токарная					
1	0,32	161	360	73	0,63
2	0,25	141	820	140	0,68
015 Токарная					
1	0,25	201	480	99	0,83
2	0,1	115	360	4	0,11
020 Токарная					
1	0,25	214	860	18	0,08
2	0,15	176	980	113	0,77
025 Фрезерная					
1	0,05	41	630	308	2,45
2	0,05	41	630	308	2,45
030 Сверлильная					
1	0,08	36	1400	40	0,36
2	1,0	4,0	125	22	0,18
035 Сверлильная					
1	0,04	30	1600	110	1,72
040 Сверлильная					
1	0,06	33	1250	97	1,29
050 Плоскошлифовальная					
1	25	0,07		543	3,25
055 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	120	62	1,28
060 Внутришлифовальная					
1	25	5,6	0,011	127	2,45
065 Круглошлифовальная					
1	35	0,011	160	62	2,01
070 Внутришлифовальная					
1	30	0,003	280	0,65	0,77

Приведенные в таблице 5 данные заносятся в «технологическую документацию приложения А» [7].

В ходе выполнения данного раздела спроектирована заготовка, разработан план изготовления, выбраны средства технического оснащения, определены количественные показатели технологических операций.

3 Разработка специальных технических средств оснащения

3.1 Разработка трехкулачкового патрона

«Снизить время выполнения 005 токарной операции, можно за счет механизации процесса закрепления» [6]. Исходя из имеющихся данных, проектирование проводим по методике [6].

«Расчет основных составляющих силы резания:

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (21)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степеней, зависящие от конкретных условий обработки;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

V – фактическая скорость резания, м/мин;

K_p – коэффициент условий обработки» [6].

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,32^{0,6} \cdot 161^{-0,3} \cdot 0,9 = 549 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,32^{0,75} \cdot 161^{-0,15} \cdot 0,9 = 1341 \text{ Н.}$$

«Момент от составляющей силы резания P_Z определяется по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_o}{2}, \quad (22)$$

где d_o – диаметр обрабатываемой поверхности, мм» [6].

«Момент от силы закрепления:

$$M_{3P_Z} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

где W – расчетное усилие зажима, Н;

f – коэффициент;

d_3 – диаметр за который происходит закрепление, мм» [6].

«Выводим формулу для определения расчетного усилия зажима:

$$W = \frac{P_Z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (24)$$

где K – коэффициент условий выполнения операции» [6].

«Коэффициента условий выполнения операции:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (25)$$

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» [6].

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

«Из рекомендаций следует коэффициент принять равным 2,5» [6].

Выполняем расчет.

$$W = \frac{1341 \cdot 131}{3 \cdot 0,2 \cdot 81} \cdot 2,5 = 11106 \text{ Н.}$$

«Составляющая силы резания P_Y создает момент равный:

$$M_{P_Y} = P_Y \cdot l, \quad (26)$$

где l – плечо приложения силы, мм» [6].

«Уравновешивающий его момент силы зажима равен:

$$M_{3PY} = \frac{2 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{3}. \quad (27) \gg [6]$$

«Определяем силу зажима:

$$W = \frac{3 \cdot P_Y \cdot l}{2 \cdot f \cdot d_3} \cdot K. \quad (28) \gg [6]$$

$$W = \frac{2 \cdot 549 \cdot 65,5}{3 \cdot 0,3 \cdot 81} \cdot 2,52 = 5594 \text{ Н.}$$

«Усилие зажима на постоянных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (29)$$

где l – вылет кулачка, мм;

H – длина направляющей постоянного кулачка, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [6].

$$W_1 = \frac{11106}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 14470 \text{ Н.}$$

«Усилие силового привода:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (30)$$

где i_c – передаточное отношение зажимного механизма» [6].

«Передаточное отношение зажимного механизма:

$$i_c = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}, \quad (31)$$

где α – угол клина, град;

φ – угол трения наклонной поверхности клина, град;

φ_1 – угол трения плоской поверхности клина, град» [6].

$$i_c = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ+6^\circ)+\operatorname{tg}6^\circ} = 1,1.$$

$$Q = \frac{14470}{1,1} = 13155 \text{ Н.}$$

«Диаметр поршня гидроцилиндра:

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

где d – диаметр штока поршня, мм;

P – давление в гидросистеме, МПа» [6].

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 13155}{2,5} + 25^2} = 86 \text{ мм.}$$

«Произведем расчет спроектированного приспособления на точность.

Схема погрешностей приспособления, приведена на рисунке 3» [6].

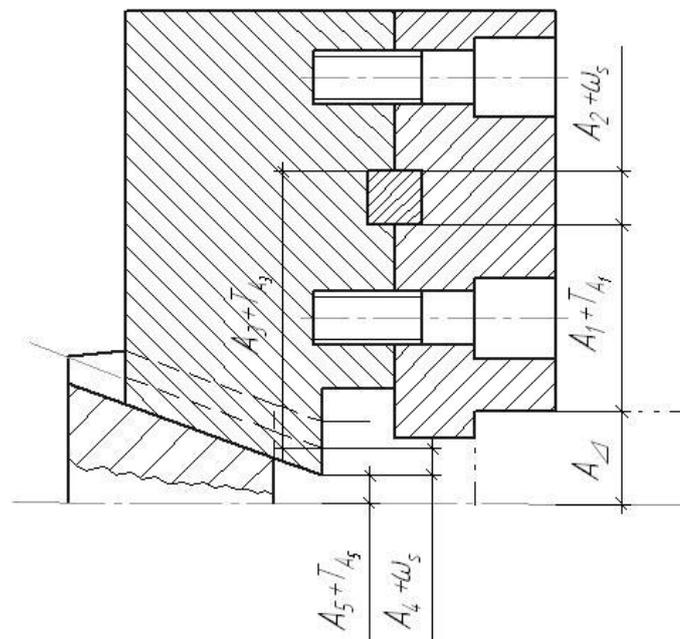


Рисунок 3 – Схема погрешностей приспособления

«Погрешность установки в приспособлении составит:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (33)$$

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» [6].

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,025^2 + 0,030^2 + 0,015^2 + 0,010^2 + 0,010^2} = 0,021 \text{ мм.}$$

«Полученное значение погрешности установки меньше, чем треть погрешности самого точного размера на данной операции. Следовательно, приспособление отвечает всем предъявляемым к нему требованиям» [6].

«Результаты проектирования станочного приспособления приведены на соответствующем листе графической части работы» [7], а также в приложении Б пояснительной записки.

3.2 Разработка токарного резца

Дальнейшее совершенствование лимитирующей 005 токарной операции возможно путем модернизации режущего инструмента. В частности, в данном случае целесообразно модернизировать расточной резец. Проведем проектирование по методике [1].

«Площадь сечения срезаемого слоя по формуле:

$$F = t \cdot S, \quad (34)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об» [1].

$$F = 2,5 \cdot 0,32 = 0,8 \text{ мм}^2.$$

«Данному сечению резца соответствуют диаметр державки 20 мм, рабочая высота 25 мм, длина 170 мм» [1].

«Диаметр винта, прижимающего прихват к пластине:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_d}}, \quad (35)$$

где Q_1 – сила, действующая на винт в процессе обработки, Н;

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

«Сила, действующая на винт в процессе обработки:

$$Q_1 = \frac{P_{Zmax}}{0,7}, \quad (36)$$

где P_{Zmax} – максимальное значение составляющей силы резания, возникающей в процессе обработки, Н» [1].

Выполняем расчеты.

$$Q_1 = \frac{1341}{0,7} = 1916 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1916}{\pi \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

«Система крепления режущей пластины принята по рекомендациям» [1]. «Результаты проектирования приведены на листе графической части работы, а также в приложении Б пояснительной записки» [7].

«В ходе выполнения данного раздела усовершенствована токарная операция, для которой разработаны механизированный трехкулачковый патрон и расточной резец. Это позволило снизить время на снятие и установку детали и исключить появление брака при растачивании» [7].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Конструктивно-технологические характеристики технологического процесса приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Конструктивно-технологические характеристики

Операции	Оборудование	Приспособления	Инструменты
токарные	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый	резец контурный Т5К10 ГОСТ 18879-73, резец расточной Т5К10 специальный
сверлильные	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	приспособление специальное	метчик М10 Р6М5 ГОСТ 3266-81, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 19544-74
шлифовальные	круглошлифовальный 3М151, внутришлифовальный 3К227В	патрон цанговый	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А, круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А

«Также в ходе изготовления детали применяется сталь 40Х ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость и смазочные материалы для станков» [6].

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски определяются исходя из приведенных в таблице 6 данных, опасных и/или вредных производственно-технологических факторов определенных по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ

«Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», а также 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».

«В результате выявлены следующие опасные и вредные производственные факторы: 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 части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; разрушающиеся конструкции; обрушивающиеся горные породы; падающие деревья и их части; опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризуемые повышенным уровнем общей вибрации; опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума; монотонность труда; опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4].

«Результатом перечисленных выше опасных и вредных производственных факторов является возникновение следующих рисков: удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования, наезд транспорта на человека, заболевания кожи (дерматиты), воздействие общей вибрации на тело работника, снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, психоэмоциональные перегрузки, контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, отсутствие заземления или неисправность электрооборудования, нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования» [4].

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Мероприятия по улучшению условий труда разрабатываются на основе «Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [4]. Средства и методы снижения профессиональных рисков выбираются на основе «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [4].

«В результате получаем следующие мероприятия по улучшению условий и охраны труда: устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов; 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; проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований); устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов; проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения; внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4].

«Необходимо применить следующие методы и средства снижения профессиональных рисков: использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты – специальных рабочих

костюмов, халатов или роб, исключаяющих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования» [4]; «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» [4]; «применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4]; «изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение» [4]; «ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [4].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Выбор технических средств и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности производится исходя из опасных факторов пожара, которые определяются исходя из класса пожара. «Класс пожара определяем как В, то есть пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов» [4]. «Основными опасными факторами данного класса пожаров: пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах). Сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара являются: образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий,

инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей» [4].

«В качестве мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предлагается разработать инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации и проводить инструктажи по пожарной безопасности» [4].

«В результате выполнения данного раздела работы решена задача обеспечения безопасности выполнения спроектированного технологического процесса» [7]. «Для этого проведен анализ безопасности выполнения, экологичности и пожарной безопасности технологического процесса, а также выработаны предложения по устранению, выявленных проблем» [7].

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 касается только модернизации и оптимизации технологии изготовления детали «Корпус клапана». Результат принципиальной переделки технологии и ее итог, представлены на рисунке 4.

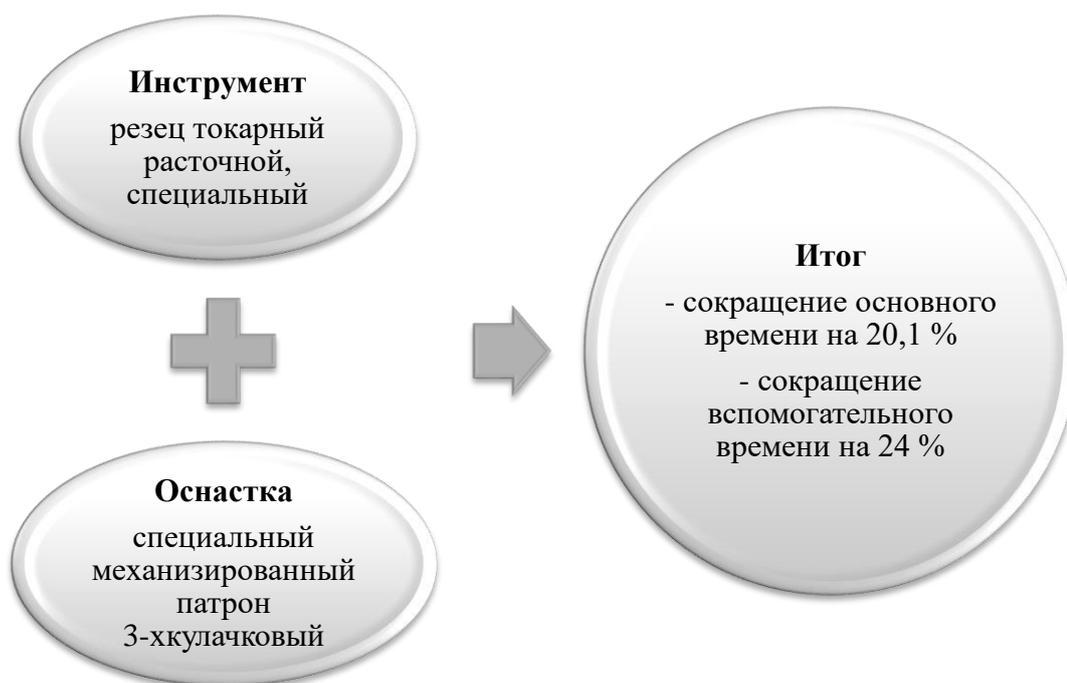


Рисунок 4 – Результат принципиальной переделки технологии и ее итог

Слева, на рисунке 4, представлены измененные инструмент и оснастка. Их предложено использовать вместо резца токарного расточного по ГОСТ 20878-80 и патрона 3-хкулачкового с ручным зажимом, соответственно.

Справа, итог по трудоемкости выполнения измененной операции технологии изготовления детали «Корпус клапана».

Для определения экономического эффекта, первым пунктом необходимо определить капитальные вложения в модернизацию процесса или выражаясь научными терминами – необходимую сумму инвестиций. Чтобы определить сумму инвестиций применим специальную «методику расчета капитальных вложений (инвестиций) по сравниваемым вариантам технологического процесса» [9]. Так как изменения технологии затрачивают только такие элементы как инструмент и оснастка. Поэтому сумма инвестиций будет учитывать «затраты на проектирование (K_{IP}), оснастку (K_O), инструмент (K_{II}) и корректировку управляющей программы ($K_{У.ПР}$)» [9]. Числовое значение перечисленных показателей и общая сумма инвестиций, представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Общая сумма инвестиций и входящих в ее затрат, руб.

Детализация рисунка 5, позволяет сделать вывод о том, что самыми крупными тратами является проектирование, его доля в общей сумме

инвестиций составляет 82,1 %. Самыми наименьшими вложениями для предприятия будут траты, связанные с оснасткой, так как их доля составит всего 3,8 %.

Вслед за проведенными расчетами возникает необходимость подсчитать технологическую себестоимость. Она определяется по методике «расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [9]. Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину, показателей, отображены на рисунке 6.

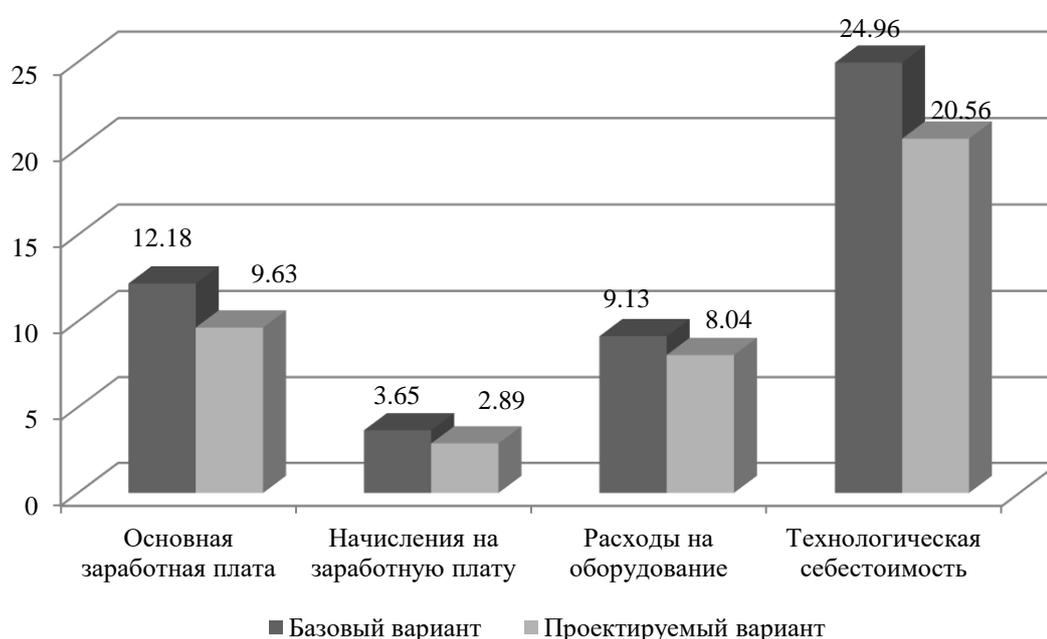


Рисунок 6 – Значение технологической себестоимости и, влияющих на ее величину показателей, руб.

Как следует из диаграммы (рисунок 6), максимально полная зависимость значения технологической себестоимости обеспечивается основной заработной платой. Ее долевая величина составили около 48% в обоих представленных вариантах.

После установления значения технологической себестоимости, следует выяснить значения таких показателей как: «срок окупаемости и интегральный экономический эффект» [9]. Чтобы их рассчитать,

используется «методика расчета показателей экономической эффективности проектируемого варианта технологического процесса» [9]. Значения перечисленных показателей представлены на рисунке 7.

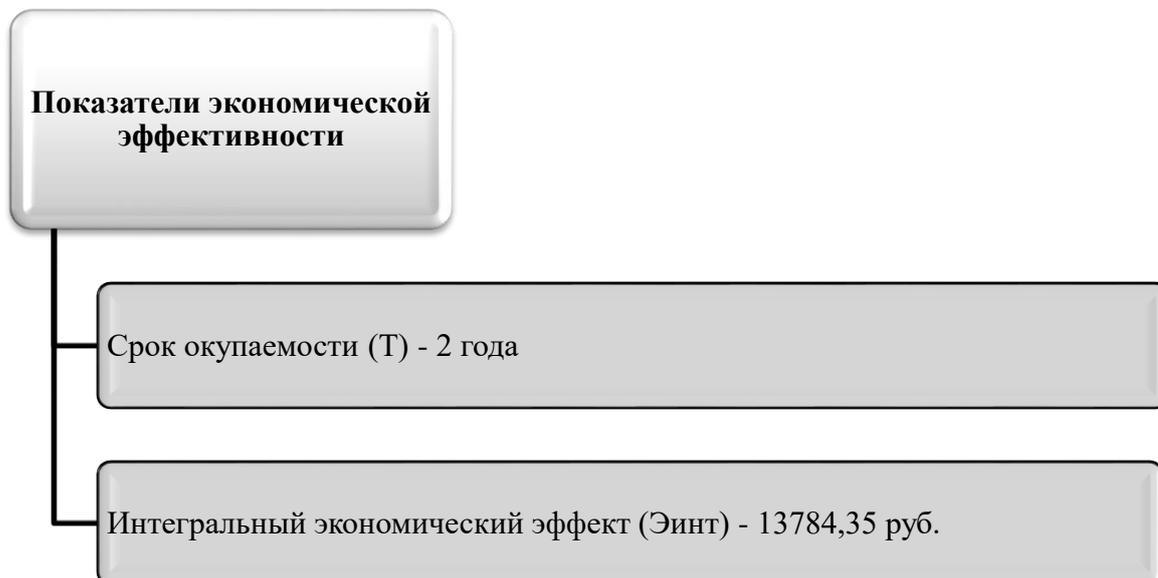


Рисунок 7 – Значения показателей экономической эффективности

Вследствие экономических расчетов была показана польза внедрения предложенной модернизации технологии изготовления детали «Корпус клапана». Соответственно, такой процесс можно считать эффективным, так как в результате ее внедрения будет получен интегральный экономический эффект в размере 13784,35 рублей.

В результате выполнения данного раздела работы проведен экономический расчет эффективности спроектированного технологического процесса, по результатам которого принимается решение о внесении предлагаемых 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» [7]. 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» [7]. «Усовершенствованию подверглась токарная операция, для которой разработаны механизированный трехкулачковый патрон и резец» [7]. «Это позволило снизить время на снятие и установку детали, увеличить скорость обработки и исключить появление брака при растачивании» [7]. «В работе проведен анализ спроектированной технологии на соответствие требованиям безопасности и экологичности ее выполнения» [7], 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 клапана в заданных производственных условиях» [7].

Список используемых источников

1. Артамонов Е.В. Расчет и проектирование сменных режущих пластин и сборных инструментов: монография / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – 152 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/28284> (дата обращения: 10.09.2024).
2. 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: 21.09.2024).
3. 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.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб. –метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти.: Изд –во ТГУ, 2021. – 22 с.
5. ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990 –01 –07. – М.: Изд –во стандартов, 1990. – 83 с.
6. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 12.10.2024).
7. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 29.09.2024).
8. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.:

ИНФРА –М, 2019. – 269 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 17.09.2024).

9. 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: 25.10.2024).

10. Металлорежущие станки : учебник : в 2 томах / Т. М. Авраимова, В. В. Бушуев, Л. Я. Гиловой [и др.] ; под редакцией В. В. Бушуева. – 2-е изд. – Москва : Машиностроение, 2023 – Том 1 – 2023. – 608 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/307280> (дата обращения: 16.09.2024).

11. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.]; Под редакцией И. А. Иванова и С. В. Урушева. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 356 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/208667> (дата обращения: 16.09.2024).

12. 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: 02.09.2024).

13. 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: 19.09.2024).

14. 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.

15.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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/387530> (дата обращения: 22.09.2024).

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

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

18.Технологические процессы в машиностроении. Назначение режимов резания и нормирование операций механической обработки заготовок в машиностроении : учебное пособие для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев, М. А. Афанасенков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 248 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/197529> (дата обращения: 11.10.2024).

19.Трофимов А. В. Основы технологии машиностроения. Типовые технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для студентов / А. В. Трофимов, И. А. Зверев ; под редакцией А. В. Трофимова. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2022. – 64 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/257828> (дата обращения: 16.09.2024).

20.Химический состав и физико-механические свойства стали 40Х [Электронный ресурс] – URL: <http://enginiger.ru/materials/legirovannaya/konstruktsionnaya-legirovannaya-stal-40h/> (дата обращения: 05.09.2024).

21.Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок / А.С. Ямников, Е.Ю. Кузнецов, М.Н. Бобков; под редакцией А.С. Ямникова. – Вологда: Инфра –Инженерия, 2020. – 328 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148337> (дата обращения: 21.09.2024).

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
0 19	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10; 392152															
0 20	Резец расточной специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.															
21																
А 22	XX XX XX 015 4114 Токарная															
Б 23	38114.8 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3					3	18219	312	1Р	1	1	1	1500	1		134
0 24	Точить поверхности 1, 5, 6, 15, 16, 17, 18 в размер $\phi 95_{-0,35}$, $\phi 100,42_{-0,14}$, $\phi 109_{-0,35}$, $\phi 115,42_{-0,35}$, $140_{+0,10}$															
0 25	$129,5_{+0,10}$, $143_{+0,14}$, $60,5_{+0,12}$, $35_{+0,1}$, $4_{+0,1}$, $5_{+0,1}$															
Т 26	396171 Оправка цанговая; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392115 Резец канавочный															
Т 27	ГОСТ 188874-73 Т15К6; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.															
28																
А 29	XX XX XX 020 4114 Токарная															
Б 30	38114.8 Токарный с ЧПУ 16К20Ф3					3	18219	312	1Р	1	1	1	1500	1		122
0 31	Точить поверхности 2, 21, 24, 25, 26, 27, 30 в размер $\phi 33,49_{+0,1}$, $\phi 58_{+0,04}$, $\phi 54,2_{+0,12}$, $\phi 80,5_{-0,35}$, $139_{+0,10}$															
0 32	$136,5_{+0,10}$, $125,5_{+0,14}$, $123,5_{+0,1}$, $111,5_{+0,14}$, $2_{+0,1}$															
Т 33	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т15К6; 392115															
Т 34	Резец канавочный ГОСТ 188874-73 Т15К6; ; 392152 Резец расточной специальный Т15К6; 393311															
Т 35	Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.															
36																
А 37	XX XX XX 025 4262 Фрезерная															
Б 38	381631 Горизонтально-фрезерный 6Т12 З					18632	312	1Р	1	1	1	1500	1		6,13	
0 39	Фрезеровать поверхности 39, 40 в размеры $82_{+0,14}$, $104,5_{-0,14}$															
Т 40	396141 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 391821 Фреза концевая $\phi 20$															
Т 41	ГОСТ 17025-71 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-80.															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Т 94	ГОСТ 11098-75.														
95															
А 96	XX XX XX 055 4131 Круглошлифовальная														
Б 97	381311 Круглошлифовальный ЗМ151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 1,6														
О 98	Шлифовать поверхности 5, 16, 18 в размеры $\phi 100,06_{-0,05/1}$, $\phi 115,06_{-0,05/1}$, $34_{+0,1}$.														
Т 99	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90.														
100															
А 101	XX XX XX 060 4132 Внутришлифовальная														
Б 102	381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,06														
О 103	Шлифовать поверхность 2, 26, 27 в размер $\phi 34,541_{+0,03/0}$, $\phi 54,7_{+0,04/0}$, $125_{+0,4}$.														
Т 104	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.														
105															
А 106	XX XX XX 065 4131 Круглошлифовальная														
Б 107	381311 Круглошлифовальный ЗМ151 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 2,51														
О 108	Шлифовать поверхности 5, 16, 18 в размеры $\phi 100_{-0,022}$, $\phi 115_{-0,022}$, $34_{+0,1}$.														
Т 109	396171 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90.														
110															
А 111	XX XX XX 070 4132 Внутришлифовальная														
Б 112	381312 Внутришлифовальный ЗК227В 3 18873 312 1Р 1 1 1 1500 1 3,25														
О 113	Шлифовать поверхность 2, 26 в размер $\phi 35_{+0,025}$, $\phi 55_{+0,03}$.														
Т 114	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный; 394253 Нутромер НМ-50 ГОСТ 9244-75.														
А 115	XX XX XX 075 Моечная.														
А 116	XX XX XX 080 Контрольная.														
МК															

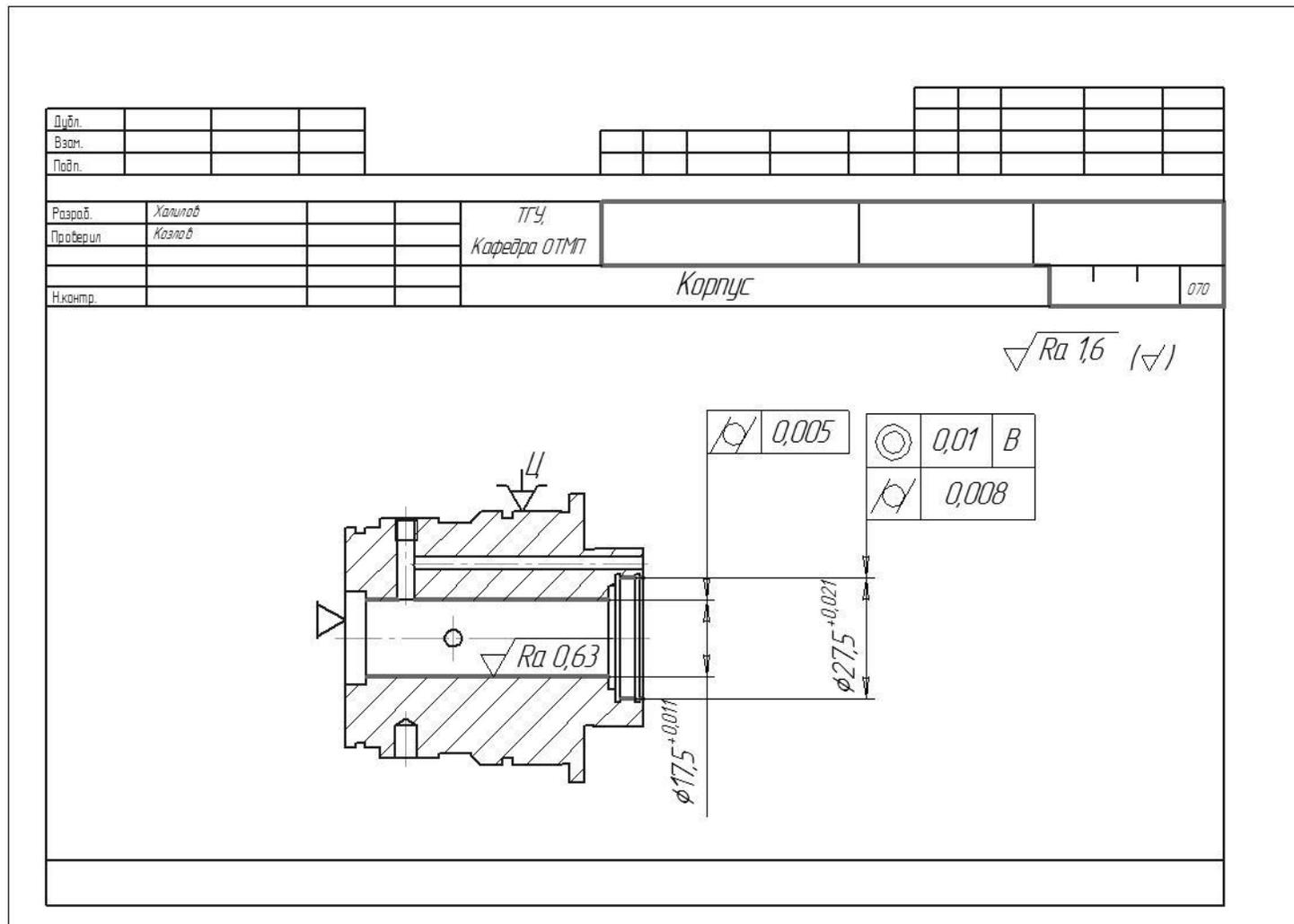
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Халилов			ТГУ,									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Исполн.				Корпус						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Исполн.												005	
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД		
Токарная		Сталь 40X ГОСТ 4543-71			166	7,81	#136,6x146,4			11,34	1		
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тв	тгв	тип	слож					
16K20Ф3				151			189	Универс-1					
		пи	о или в	L	r	i	s	p	v				
0 _{ст}	1. Установить заготовку												
T _{за}	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 T5K10; 392152												
T _{за}	Резец расточной специальный T5K10.												
0 _{за}	2. Точить поверхности 1, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 18 выдерживая размеры согласно эскиза												
P _{за}		1				2,5		0,15	250	28			
P _{за}		2				2,5		0,32	360	8			
P _{ст}		3				9,0		0,25	980	18			
0 _{за}	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
0 _{ст}													
0 _{ст}													

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 2118-82										Форм 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Халилов			ТГУ									
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП									
Н.контр.				Корпус						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры		MB	КОИД			
Внутришлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			166	7,81	#136,6x146,4		11,34	1			
Оборудование, устройства ЧПУ		Обозначение программы		то	тЪ	Тне	тип	СОЖ					
ЭК227В				2,6			3,25	Ужюнал-1					
			пи	о или в	L	f	i	s	п	V			
0 _{ст}	1. Установить заготовку												
T _з	396171 Патрон цанговый; 39810 Круг шлифовальный.												
0 _{об}	2. Шлифовать поверхность: 3 выдерживая размеры согласно эскиза												
P _в		1						0,003	280	30			
P _ж		2						0,008	280	30			
0 _з	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
0 _т													
0 _в													
0 _с													
0 _д													

