

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)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления крышки двухконтурного
насоса

Студент	<u>И.С. Неведров</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2020

Аннотация

Неведров Иван Сергеевич. Технологический процесс изготовления крышки двухконтурного насоса. Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2020 г.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления обеспечивающего выпуск заданной годовой программы крышки двухконтурного насоса отвечающего техническим требованиям и обеспечивающим минимум затрат на производство.

В первом разделе представлен комплексный анализ исходных данных. Подробно проанализированы служебное назначение детали, условия ее эксплуатации и технологичность по всем основным критериям. Результатом выполнения данного раздела является формирование основных задач работы, которые необходимо решить для достижения поставленной цели. Во втором разделе отражены результаты решения технологических задач. В частности решены следующие задачи: выбран метод получения заготовки, определен маршрут обработки поверхностей, рассчитаны припуски на обработку, выбраны средства технологического оснащения техпроцесса, разработаны схемы базирования заготовок на операциях техпроцесса, разработан план изготовления, определены режимы резания и нормы времени на выполнение технологических операций, разработана соответствующая технологическая документация. В третьем разделе отражены результаты решения конструкторских задач. В частности решены задачи проектирования станочного приспособление и режущего инструмент для технически несовершенных операций. В четвертом разделе содержатся результаты анализа безопасности выполнения технологического процесса. В пятом разделе определены экономические показатели технологического процесса.

Работа состоит из 65 страниц пояснительной записки и 7 листов формата А1 графической части.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации.....	5
1.2 Технологические характеристики детали.....	6
1.3 Выбор параметров техпроцесса.....	8
1.4 Формулировка задач работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Проектирование заготовки.....	11
2.2 Проектирование плана изготовления.....	19
2.3 Определение средств оснащения техпроцесса.....	21
2.4 Разработка технологических операций.....	23
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	27
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	27
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	38
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	44
5 Экономическая эффективность работы.....	47
Заключение.....	51
Список используемых источников.....	52
Приложение А Технологическая документация.....	56
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	64

Введение

Гидравлические насосы применяются для преобразования механической энергии привода в гидравлическую энергию жидкости. Необходимость такого рода преобразования возникает при использовании в конструкциях машин и механизмов гидравлических приводов, гидромоторов и других исполнительных органов. Насосы отличаются компактностью, простотой конструкции и надежностью, что делает возможным их применение в различных областях промышленности для обеспечения функционирования различных гидравлических систем строительной техники, станочного оборудования, систем управления и других технических систем.

Количество типов и размеров гидравлических насосов достаточно большое, однако все они функционируют на основе принципа вытеснения жидкости. В связи с этим данные насосы называют объемными. Особенности конструкции позволяют встраивать данные насосы в гидросистемы для создания высокого давления.

Наиболее производительными являются двухконтурные насосы, что объясняется наличием двух зон всасывания и двух зон нагнетания. Данные насосы отличаются низким уровнем шума, пониженными пульсациями, возможностью изменения рабочего объема, невысокими радиальными нагрузками на роторе, возможностью использовать умеренно загрязненную рабочую жидкость, большими значениями создаваемого давления, невысокой стоимостью. Все перечисленные достоинства обеспечиваются соблюдением выполнения требований к сборке насоса и изготовлению деталей входящих в его состав, в том числе и рассматриваемой в данной работе крышке.

Из вышесказанного следует, что цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления обеспечивающего выпуск заданной годовой программы крышки двухконтурного насоса отвечающего техническим требованиям и обеспечивающим минимум затрат на производство.

1 Анализ исходных данных

1.1 Назначение детали и условия ее эксплуатации

Назначение крышки двухконтурного насоса заключается в базировании и установке в ней подшипника приводного вала. Конструкция детали достаточно простая и состоит из цилиндрических и плоских наружных и внутренних поверхностей. Крышка устанавливается в корпусе по наружной цилиндрической и торцевой поверхности.

Условия работы крышки зависят от множества факторов, таких как область применения гидравлической системы, создаваемого давления, применяемой рабочей жидкости и ряда других.

Внешние условия так же могут оказывать существенное влияние, в случае если оборудование работает вне производственных корпусов, где поддерживаются соответствующие микроклиматические условия. В этом случае влияние климатических факторов может привести к возникновению коррозии и различного рода механическим повреждениям.

Наибольшее влияние оказывают факторы, возникающие в ходе работы оборудования. Возможно возникновение ударных нагрузок вследствие особенностей работы технической системы, а также влияние вибраций от другого технологического оборудования. Возможно возникновение больших по величине динамических нагрузок. Велико влияние используемой рабочей жидкости, которое зависит от ее химического состава и химической активности входящих в него элементов. В худшем случае жидкость может привести к коррозии крышки.

Влияние данных факторов в комплексе или по отдельности может привести к повреждению поверхностей, нарушению их размерной точности и как следствие преждевременному выходу из строя крышки.

1.2 Технологические характеристики детали

Определение технологических характеристик детали подразумевает оценку на технологичность исходя из ее материала, конструкции, возможных методов получения заготовки и механической обработки. Данные характеристики оцениваем по методике [7].

Оценка технологичности детали основана на знании ее химического состава и физико-механических свойств [28]. Химический состав стали 20Х: «углерода от 0,17 до 0,23%, хрома от 0,7 до 1,0%, никеля от 0 до 0,3%, марганца от 0,5 до 0,8%, кремния от 0,17 до 0,37%, меди не более 0,3%, серы не более 0,035%, фосфора не более 0,035» [28]. Физико-механические свойства данной стали характеризуются ее пределом прочности, который в состоянии поставки составляет 450 МПа. Такие характеристики позволяют обеспечить хорошую обрабатываемость резанием, что подтверждается соответствующими коэффициентами обрабатываемости, которые составили 0,9 для твердосплавного инструмента и 0,7 для быстрорежущего инструмента.

Конструкция детали простая, количество поверхностей небольшое. Форма поверхностей детали позволяет получить их стандартными методами обработки. Размеры поверхностей детали соответствуют нормальному размерному ряду. Требования к твердости детали позволяют их обеспечить применением стандартной термической обработки.

Применимые для получения заготовки данной детали методы ограничиваются материалом детали, ее габаритными характеристиками и годовой программой выпуска. Согласно рекомендациям [12] наиболее рационально в данном случае использовать методы получения заготовки обработкой давлением штамповкой в открытых штампах или штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе.

Оценка показателей технологичности механической обработки детали зависит от количества и качественных характеристик наиболее

ответственных поверхностей. Выявление таких поверхностей осуществляется на основе классификации поверхностей с использованием методики [11]. На эскизе крышки, представленном на рисунке 1, каждой поверхности присваиваем индивидуальный номер.

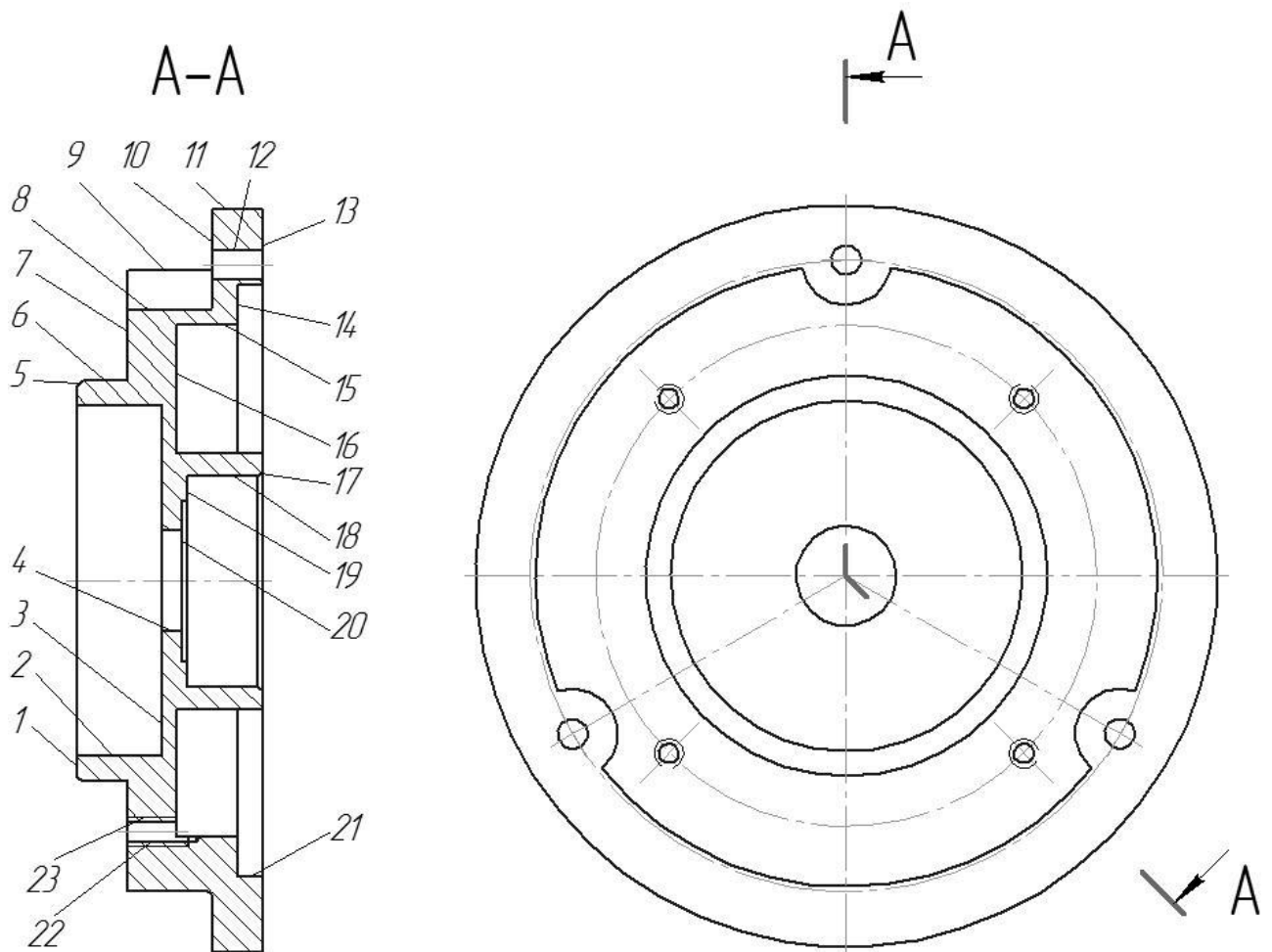


Рисунок 1 – Эскиз крышки

Исходя из служебного назначения, поверхности классифицируются следующим образом. Основной конструкторской базой являются поверхности 13, 21. Вспомогательной конструкторской базой является поверхность 6, 7, 12, 18. Исполнительными поверхностями являются поверхности 18, 23.

Анализируя данные поверхности можно сделать вывод, что их форма,

а также требования к характеристикам их исполнения не требуют применения специальных методов обработки. Возможно применение типовых технологий изготовления. С точки зрения построения операций механической обработки технологичность также можно считать достаточной. Это объясняется простотой базирования на операциях техпроцесса с применением типовых схем и обеспечением принципов единства и постоянства баз. Базы могут быть реализованы при помощи цилиндрических и плоских поверхностей детали. Реализация схем базирования может быть осуществлена стандартными средствами оснащения. Механическая обработка также может быть осуществлена стандартным режущим инструментом.

На основании вышеприведенного анализа можно охарактеризовать показатели технологичности детали как высокие, а крышку двухконтурного насоса отнести к типовым деталям данного класса.

1.3 Выбор параметров техпроцесса

«Выбор параметров технологического процесса зависит от класса детали, ее характеристик и типа производства в котором предполагается ее изготовление» [14]. Из всех перечисленных характеристик определяющих параметры техпроцесса неизвестным является тип производства, поэтому необходимо провести его определение. В соответствии с рекомендациями [14] тип производства с достаточной для стадии начального проектирования точностью определяется исходя из массы детали и годовой производственной программы. При массе детали равной 1,68 кг и годовой производственной программы составляющей 7000 штук в год тип производства соответствует среднесерийному.

Имея все необходимые характеристики, с использованием рекомендаций [8] выбираем параметры проектируемого техпроцесса:

- разработка техпроцесса ведется на основе последовательной стратегии, с включение разветвленных, циклических и адаптивных этапов;
- организации техпроцесса на основе группового метода с выпуском изделий периодическими партиями;
- заготовка на основе методов получения поверхностно-пластическим деформированием с выбором конкретного метода на основе экономических расчетов;
- формирование маршрутов обработки поверхностей на основе определения суммарных удельных затрат;
- определение припусков в зависимости от точности поверхности применением расчетно-аналитического или статистического методов;
- проектирование техпроцесса на основе типового с детализацией до маршрутной технологии или маршрутно-операционной технологии;
- операции проектируются на основе экстенсивной концентрации переходов, соблюдения принципов единства и постоянства баз, последовательной временной структуры;
- обеспечение точности обработки путем настройки оборудования на размер методом использования измерительных приборов, возможно применение систем адаптивного управления оборудованием;
- режимы резания допускается определять по эмпирическим зависимостям или опытно-статистическим данным;
- нормирование операций выполняется на основе расчетно-аналитического метода, допускается применение метода хронометража;
- технологическое оборудование полуавтоматическое, оснащенное системами числового управления, специализированное;
- станочные приспособления универсальные, стандартизированные, в обоснованных случаях специальные;

- металлорежущие инструменты стандартные, в обоснованных случаях специальные;
- контрольные средства нормализованные, стандартные, универсальные;
- формирование участков на основе группового принципа.

1.4 Формулировка задач работы

Анализ исходных данных и технологичности детали позволяют поставить задачи, решение которых позволит достигнуть сформулированную во введении цель проектирования технологического процесса. Основываясь на проведенном выше анализе и характеристиках типа производства необходимо провести проектирование максимально эффективной технологии изготовления детали. Для этого необходимо выбрать и спроектировать заготовку. Спроектировать оптимальный план изготовления детали на основе наиболее эффективных в условиях данного типа производства временных структур проведения операций. Выбрать наиболее эффективные технологическое оборудование и средства технологического оснащения. Произвести расчеты режимов резания и нормирование всех операций технологического процесса. Необходимо минимизировать затраты на проведение лимитирующих операций за счет проектирования и применения специальных средств оснащения на данных операциях. Далее необходимо произвести анализ спроектированного технологического процесса на безопасность его выполнения и влияния на окружающую среду. На заключительном этапе выполнения работы необходимо провести экономические расчеты эффективности принятых решений.

В результате выполнения раздела проведен анализ исходных данных исходя из назначения, условий эксплуатации и технологических характеристик детали. В результате данного анализа сформулированы задачи работы, решению которых посвящены все последующие ее разделы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Проектирование заготовки

В соответствии с принятой методикой проектирования и характеристиками среднесерийного типа производства необходимо спроектировать заготовку. Решение этой задачи предусматривает последовательное выполнение нескольких этапов. Сначала необходимо выбрать метод получения заготовки. В ходе выполнения анализа заготовки на технологичность было выяснено, что заготовку для рассматриваемой детали наиболее рационально получать методом штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе или штамповки в открытых штампах. Окончательный выбор из двух предполагаемых методов выполняется путем сравнительного экономического анализа затрат на получение детали из заготовки полученной каждым из сравниваемых методов [2, 10]. Затраты определяются с использованием выражения:

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

где $C_{ЗАГ}$ – приведенные затраты метода получения заготовки, руб.;

$C_{МЕХ}$ – приведенные затраты на снятие стружки, руб.;

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

Q – масса заготовки, кг;

q – масса детали, кг.

Для определения приведенных затрат метода получения заготовки используется выражение:

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

где $C_{ШТ}$ – базовая стоимость получения одного кг заготовок рассматриваемым методом, руб.;

h_T – коэффициент, характеризующий точность метода штамповки;
 h_C – коэффициент, характеризующий сложности метода штамповки;
 h_B – коэффициент, характеризующий массу заготовки полученной данным методом штамповки;
 h_M – коэффициент, характеризующий марку материала;
 h_{Π} – коэффициент, характеризующий годовую программу выпуска;
 i – индекс метода получения заготовки.

Здесь и далее примем индекс метода получения заготовки 1 для метода получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе, индекс метода получения заготовки 2 для метода получения заготовки штамповкой в открытых штампах.

$$C_{\text{ЗАГ } 1,2} = 29,96 \cdot 0,90 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 36,59 \text{ р.}$$

Определение массы заготовки с достаточной для данной стадии проектирования точностью можно произвести по формуле:

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

где K_P – коэффициент, зависящий от метода получения заготовки и геометрических особенностей детали.

$$Q_1 = 1,68 \cdot 1,95 = 3,27 \text{ кг.}$$

$$Q_2 = 1,68 \cdot 2,1 = 3,53 \text{ кг.}$$

«Для определения приведенных затрат на снятие стружки используется выражение:

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

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

C_K – капитальные вложения на снятие одного кг стружки, руб.;

E_H – коэффициент, характеризующий эффективности капитальных вложений» [2].

$$C_{\text{МЕХ } 1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ р.}$$

Подставляя полученные значения в формулу (1) получаем следующие значения:

$$\begin{aligned} C_{T1} &= 36,59 \cdot 3,27 + 6,04 \cdot (3,27 - 1,68) - 1,4 \cdot (3,27 - 1,68) = \\ &= 127,03 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{T2} &= 36,59 \cdot 3,53 + 6,04 \cdot (3,53 - 1,68) - 1,4 \cdot (3,53 - 1,68) = \\ &= 137,75 \text{ р.} \end{aligned}$$

Рассчитаем экономическую эффективность от применения более дешевого метода получения заготовки:

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

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E} = (137,75 - 127,03) \cdot 7000 = 75040 \text{ р.}$$

Экономические расчеты показали, что метод получения заготовки штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе имеет лучшие показатели. Выбираем данный метод получения заготовки для дальнейшего ее проектирования.

Составление маршрутов обработки поверхностей детали в соответствии с определенными ранее параметрами производства проводится на основе определения суммарных удельных затрат, характеристик точности размера поверхности и параметров ее поверхностного слоя по данным [15].

Маршруты обработки поверхностей являются основой для определения припусков на обработку поверхностей на каждом переходе. Определение припуска один из важнейших этапов проектирования технологического процесса. От правильности принятых на данном этапе решений зависит

обеспечение требований по точности выполняемых размеров и характеристикам поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей. Недостаточное значение припуска приведет к невыполнению данных требований. Избыточное значение припуска приведет к увеличению затрат на получение заготовки и ее механическую обработку. Припуск на обработку поверхности диаметром $42H7(+0,025)$ с требуемой точностью можно определить расчетно-аналитическим методом [24].

В соответствии с принятым методом проектирования значение минимального припуска для каждого перехода определяется по формуле:

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

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» [24].

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

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

$$z_{3min} = a_{T0} + \sqrt{\Delta_{T0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,250 + \sqrt{0,016^2 + 0,060^2} = 0,421 \text{ мм.}$$

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

«Значение максимальных припусков по переходам определяется по формуле:

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

где TD_i – операционный допуск размера текущего перехода, мм;

TD_{i-1} – операционный допуск размера предыдущего перехода, мм»
[24].

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

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

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

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

Значение средних припусков по переходам определяется по формуле:

$$z_{\text{ср}i} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (8)$$

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

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

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

$$z_{\text{ср}4} = 0,5(z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5(0,274 + 0,242) = 0,258 \text{ мм.}$$

По величине данных припусков рассчитываем операционные размеры.

Максимальные величины операционных размеров определяются по формуле:

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

При выполнении термической обработки максимальный размер определяется по формуле:

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

«Минимальные величины операционных размеров определяются по формуле:

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

Средние величины операционных размеров определяются по формуле:

$$D_{i\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{i\text{ max}} + D_{i\text{ min}}). \quad (12) \gg [24]$$

Ниже приведены результаты проведения расчетов.

$$D_{4\text{ max}} = 42,025 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ min}} = 42,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{4\text{ max}} + D_{4\text{ min}}) = 0,5 \cdot (42,025 + 42,000) = 42,012 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ max}} = D_{4\text{ max}} - 2 \cdot z_{4\text{ min}} = 42,025 - 2 \cdot 0,242 = 41,580 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ min}} = D_{3\text{ max}} - TD_3 = 41,580 - 0,039 = 41,541 \text{ мм.}$$

$$D_{3\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{3\text{ max}} + D_{3\text{ min}}) = 0,5 \cdot (41,580 + 41,541) = 41,561 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО max}} = D_{3\text{ max}} - 2 \cdot z_{3\text{ min}} = 40,738 - 2 \cdot 0,421 = 40,738 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО min}} = D_{\text{ТО max}} - TD_3 = 40,738 - 0,039 = 40,699 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ТО ср}} = 0,5 \cdot (D_{\text{ТО max}} + D_{\text{ТО min}}) = 0,5 \cdot (40,738 + 40,699) = \\ = 40,719 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ max}} = D_{3\text{ max}} \cdot 0,999 = 40,738 \cdot 0,999 = 40,701 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ min}} = D_{2\text{ max}} - TD_2 = 40,701 - 0,250 = 40,451 \text{ мм.}$$

$$D_{2\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{2\text{ max}} + D_{2\text{ min}}) = 0,5 \cdot (40,701 + 40,451) = 40,576 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ max}} = D_{2\text{ max}} - 2 \cdot z_{2\text{ min}} = 40,701 - 2 \cdot 0,125 = 40,449 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ min}} = D_{1\text{ max}} - TD_1 = 40,449 - 0,100 = 40,023 \text{ мм.}$$

$$D_{1\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{1\text{ max}} + D_{1\text{ min}}) = 0,5 \cdot (40,449 + 40,023) = 40,073 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ max}} = D_{1\text{ max}} - 2 \cdot z_{1\text{ min}} = 40,023 - 2 \cdot 0,691 = 38,641 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ min}} = D_{0\text{ max}} - TD_0 = 38,641 - 0,62 = 38,021 \text{ мм.}$$

$$D_{0\text{ ср}} = 0,5 \cdot (D_{0\text{ max}} + D_{0\text{ min}}) = 0,5 \cdot (38,641 + 38,021) = 38,331 \text{ мм.}$$

«Величина минимального общего припуска определяется по формуле»

[24]:

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

$$2z_{min} = 42,025 - 38,021 = 4,004 \text{ мм.}$$

«Величина максимального общего припуска определяется по формуле»

[24]:

$$2z_{max} = 2z_{min} + TD_0 + TD_3. \quad (14)$$

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

Величина среднего общего припуска определяется по формуле:

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

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

Припуски на обработку других поверхностей с достаточной точностью можно определить, используя опытно-статистическим методом [6]. При использовании данного метода значения минимальных припусков определяются на основе статистических данных в зависимости от метода обработки, требуемой точности и размеров поверхности. Максимальный припуск определяется исходя из допусков на выполнение размера на текущем и предыдущем переходах по формуле (7).

Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей крышки занесены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов припусков на обработку поверхностей

Поверхность	Номер перехода	Минимальное значение припуска, мм	Максимальное значение припуска, мм	Среднее значение припуска, мм
1	1	1,5	2,325	1,913
	2	0,7	0,875	0,788
	3	0,3	0,4	0,35
2	1	0,45	1,4	0,925
3	1	1,5	2,305	1,903
6	1	1,0	1,95	1,475
	2	0,15	0,36	0,255
	3	0,13	0,213	0,172
	4	0,03	0,063	0,047
7	1	2,0	2,805	2,403
	2	1,0	1,147	1,074
	3	0,4	0,484	0,442
9	1	1,4	2,6	2,0
10	1	2,0	2,775	2,388
11	1	1,4	2,6	2,0
13	1	2,0	2,825	2,413
	2	1,0	1,175	1,088
	3	0,4	0,5	0,45
15	1	0,5	1,675	1,088
16	1	1,5	2,305	1,903
19	1	1,3	2,105	1,703
21	1	0,5	1,588	1,044
	2	0,35	0,595	0,473
	3	0,3	0,397	0,349
	4	0,15	0,195	0,173

Следующим этапом проектирования заготовки является определение ее основных характеристик, а также допусков на выполняемые размеры и напусков. Для этого используются данные ГОСТ 7505-89 [5].

«Получаем следующие основные характеристики заготовки:

- класс точности заготовки Т4;
- группа марки материала заготовки М1;
- степень сложности заготовки С2;
- исходный индекс для определения допусков размеров заготовки

И10» [5].

«Значения напусков составят:

- штамповочные уклоны наружные 5° , внутренние 7° ;
- concentricity of holes 1,0 mm;
- radius of rounding 3,5 mm;
- flatness of end surfaces 0,8 mm;
- displacement on the surface of the stamp 0,6mm;
- admissible values of residual burr not more than 0,8 mm» [5].

Контур заготовки получаем путем прибавления к контуру детали соответствующих припусков и напусков. Чертеж заготовки со всеми необходимыми параметрами представлен в графической части работы.

2.2 Проектирование плана изготовления

План изготовления проектируется по следующему алгоритму [20]:

- формируется маршрут обработки поверхностей;
- разрабатываются схемы базирования;
- определяются операционные технические требования;
- формируется графическое отображение плана изготовления.

Формирование маршрута обработки детали в соответствии с характеристиками типа производства производится на основании типовых технологических маршрутов [1, 17, 19]. Результаты формирования маршрута обработки представлены ниже.

На операции 005 Токарной выполняется точение поверхностей 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10.

На операции 010 Токарной выполняется точение поверхностей 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21.

На операции 015 Токарной выполняется точение поверхностей 1, 5, 6, 7.

На операции 020 Токарной выполняется точение поверхностей 13, 17, 18, 19, 21.

На операции 025 Фрезерной выполняется фрезерование поверхности 8.

На операции 030 Сверлильной выполняется сверление поверхностей 12, 22, нарезание резьбы поверхности 23.

На операции 035 Термической выполняется закалка и отпуск всех поверхностей.

На операции 040 Плоскошлифовальной выполняется шлифование поверхностей 1, 13.

На операции 045 Круглошлифовальной выполняется шлифование поверхностей 6, 7.

На операции 050 Внутришлифовальной выполняется шлифование поверхностей 18, 21.

На операции 055 Круглошлифовальной выполняется шлифование поверхностей 6, 7.

На операции 060 Внутришлифовальной выполняется шлифование поверхностей 18, 21.

На операции 065 Моечной выполняется мойка и сушка всех поверхностей.

На операции 070 Контрольной выполняется контроль поверхностей детали согласно карте контроля.

Разработка схем базирования производится, основываясь на основных положениях теории базирования [22], с учетом особенностей конструкции детали, ее габаритных размеров, технологических возможностей производства, требуемой точности обработки и ряда других. Схемы базирования представлены на операционных эскизах на листе плана изготовления графической части работы.

Операционные технические требования назначаются в соответствии с реализуемым методом обработки с учетом применяемого оборудования и принятых на операции схем базирования по рекомендациям [18].

Формирование графического отображения плана изготовления производится на основании маршрута обработки детали, схем базирования, операционных технических требований с соблюдением правил оформления и

рекомендаций, представленных в литературе [20].

Результаты выполнения данного этапа отражены в маршрутной карте (приложение А) и в графической части работы.

2.3 Определение средств оснащения техпроцесса

«Средства технологического оснащения технологического процесса включают станочное оборудование, станочные приспособления, металлорежущий инструмент, а также средства и приспособления для осуществления контроля» [27].

Определение средств оснащения техпроцесса многовариантная задача. Эффективность ее решения зависит от множества факторов [27], определяющие из которых:

- тип производства;
- габаритные и конструктивные характеристики детали;
- реализуемые методы обработки поверхностей;
- схемы базирования;
- структура операции;
- точность обработки;
- производительность обработки;
- характеристики обрабатываемых поверхностей;
- требования к надежности технологической системы;
- требования по безопасности эксплуатации;
- экономическая эффективность.

Выбор конкретных средств технологического оснащения и их наименований производится на основании данных [3, 9, 18, 23, 25].

Результаты выбора средств технологического оснащения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты выбора средств оснащения техпроцесса

Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Металлорежущий инструмент	Средство контроля
005 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 10902-77, резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80
010 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	резец контурный Т5К10 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80
015 Токарная	токарный 16К20Ф3	Оправка цанговая	резец контурный Т15К6 специальный	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80
020 Токарная	токарный 16К20Ф3	патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80	резец контурный Т15К6 специальный, резец расточной Т5К10 ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80
025 Фрезерная	вертикально-фрезерный 6Р12	Оправка цанговая	фреза концевая Р6М5 ГОСТ 17025-71	штангенциркуль ШЦ-I-ГОСТ 166-80, калибры
030 Сверлильная	вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	оправка цанговая специальная	сверло спиральное Р6М5 специальное, метчик М6 ГОСТ 3266-81 Р6М5, сверло спиральное ГОСТ 19544-74 Р6М5	калибры
040 Плоскошлифовальная	плоскошлифовальный 3Г71	плита магнитная ГОСТ16528-87	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	скоба рычажная СР75 ГОСТ 11098-75
045 Круглошлифовальная	круглошлифовальный IS-40 CNC	оправка цанговая	круг шлифовальный 1-500×45×305 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90
050 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный 1-32×40×10 23А46N8V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	нутромер НМ-150 ГОСТ 9244-75
055 Круглошлифовальная	круглошлифовальный IS-40 CNC	оправка цанговая	круг шлифовальный 1-500×45×305 24А60М5V 30м/с1А ГОСТ 52781-2007	микрометр МК-100 ГОСТ 6507-90

Продолжение таблицы 2

Операция	Оборудование	Станочное приспособление	Металлорежущий инструмент	Средство контроля
060 Внутришлифовальная	внутришлифовальный 3К227В	патрон мембранный специальный	круг шлифовальный 1-32×40×13 24А46К6V 40м/с1А ГОСТ 52781-2007	нутромер НМ-150 ГОСТ 9244-75
065 Моечная	моечная машина			

Результаты определения средств оснащения техпроцесса заносятся в графы маршрутной карты и операционных карт приложения А, а также частично отражаются на чертеже плана изготовления детали.

2.4 Разработка технологических операций

Разработка технологических операций предусматривает разработку маршрутной карты, операционных карт с картами эскизов, а также операционных технологических наладок. «Для проведения разработки необходимо определить режимы резания для всех операций технологического процесса и выполнить их нормирование» [23].

Режимы резания на операции технологического процесса рассчитываются с применением расчетно-аналитического метода и справочных данных [16].

Согласно принято методике скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (16)$$

где « V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, учитывающий свойства материала детали;

K_2 – коэффициент, учитывающий свойства материала инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий метод обработки» [16].

«Определение частоты вращения производится по формуле:

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

где d – размер обрабатываемой поверхности, мм» [16].

«Определение действительной скорости резания производится по формуле:

$$V_d = \frac{\pi \cdot d \cdot n_d}{1000}, \quad (18)$$

где n_d – действительная частота вращения шпинделя, об/мин» [16].

Выполнение нормирования операций технологического процесса основано на применении расчетного метода [19].

Основное время на выполнение операции определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{рх}}}{S_0 \cdot n_d}, \quad (19)$$

где $L_{\text{рх}}$ – длина рабочего хода инструмента в процессе обработки, мм;

S_0 – подача инструмента, мм/об.

Длина рабочего хода инструмента определяется по формуле:

$$L_{\text{рх}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (20)$$

где l_1 – длина врезания инструмента, мм;

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

l_2 – длина перебега инструмента, мм.

Полученные результаты расчетов режимов резания и нормирования технологических операций заносим в таблицу 3.

«Результаты разработки технологических операций должны отражать метод обработки, структуру операции, схемы базирования, оборудование для осуществления операции, станочные приспособления, металлорежущий инструмент, результаты определения режимов резания и нормирования операций» [23].

Таблица 3 – 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	0,4	23	360	8	0,06
2	0,32	116	250	68	0,85
3	0,16	80	360	44	0,77
010 Токарная					
1	0,32	116	250	32	0,4
2	0,16	80	360	81	1,4
015 Токарная					
1	0,25	203	520	40	0,31
020 Токарная					
1	0,25	205	450	22	0,2
2	0,12	156	450	22	0,41
025 Фрезерная					
1	0,03	32	500	57	0,95
030 Сверлильная					
1	0,05	20	1600	104	1,3
2	1,0	9	450	104	0,23
3	0,08	31	1600	39	0,31
040 Плоскошлифовальная					
1	25	0,07		604	5,16
045 Круглошлифовальная					
1	30	0,017	120	35	1,14
050 Внутришлифовальная					
1	25	0,01	250	0,349	0,34
2	25	0,01	250	0,441	0,38
055 Круглошлифовальная					
1	35	0,011	160	35	1,48
060 Внутришлифовальная					
1	30	0,008	360	0,173	0,36
2	30	0,008	360	0,258	0,39

На основе данных таблицы 3, а также полученных ранее маршрутов

обработки разрабатывается необходимая технологическая документация [20]. В данном случае в соответствии с типом производства необходимо спроектировать маршрутные карты. В маршрутных картах отражается маршрут изготовления детали, результаты определения режимов резания и нормирования, содержание технологических операций с указанием операционных размеров и средств технологического оснащения.

Для наиболее сложных и ответственных операций необходимо провести более детальное проектирование операций в виде операционных карт с картами эскизов и технологических наладок. Операционные карты с картами эскизов содержат более детальное описание операций, включая эскиз ее выполнения со всеми необходимыми размерами. Технологические наладки представляют подробный чертеж выполнения операций с указанием подлежащих выполнению операционных размеров, допусков на их выполнение, средств оснащения, циклограмм работы рабочих органов оборудования, режимов резания и нормирования.

Результаты проектирования маршрутных и операционных карт представлены в приложении А, технологических наладок в графической части работы.

Полученные результаты проектирования технологических операций используются для дальнейшего совершенствования технологии изготовления крышки. Для этого выявляются лимитирующие операции, а также операции, имеющие явные технологические недостатки. Затем проводится анализ данных операций, по результатам которого делаются выводы о необходимости устранения выявленных недостатков.

В ходе выполнения данного раздела проведены выбор параметров техпроцесса, проектирование заготовки, проектирование плана изготовления, определение средств оснащения техпроцесса, разработка технологических операций.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Применяемое в базовом технологическом процессе на 060 Внутришлифовальной операции станочное приспособление обладает рядом существенных недостатков. Во-первых, данное приспособление не реализует теоретическую схему базирования, что вызывает необходимость увеличения припусков на обработку вследствие несовпадения измерительных и технологических баз. Во-вторых, в конструкции приспособления отсутствует механизированный зажимной привод, что приводит к увеличению вспомогательного времени данной операции и снижению точности обработки вследствие изменения силы закрепления. Для решения данных проблем осуществим проектирование соответствующего зажимного приспособления по методике и данным [26].

Исходя из приведенной схемы базирования, а также необходимой точности обработки принимаем мембранный зажимной механизм.

Расчет сил резания при шлифовании основан на определении мощности резания по формуле:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (21)$$

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

v_3 – скорость заготовки в процессе обработки, м/мин;

s – продольная подача, мм/об;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

b – ширина шлифования, мм.

$$N = 0,36 \cdot 28^{0,35} \cdot 0,173^{0,4} \cdot 0,008^{0,4} \cdot 118^{0,3} = 0,4 \text{ кВт.}$$

Составляющая силы резания P_z рассчитывается по формуле:

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

где K_{PZ} – коэффициент условий операции.

Составляющая силы резания P_Y рассчитывается по формуле:

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

где K_{PY} – коэффициент условий операции.

Проводим расчеты составляющих силы резания.

$$P_Z = \frac{0,4 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 146 \text{ Н.}$$

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 146 \cdot 1,25 = 329 \text{ Н.}$$

Необходимую силу закрепления, прикладываемую в радиальном направлении к одному кулачку, определяем по формуле:

$$Q = \frac{k \cdot M_P}{n \cdot f \cdot b'}, \quad (24)$$

где k – коэффициент, учитывающий условия выполнения операции;

M_P – момент резания, Н;

n – количество кулачков, шт.;

f – коэффициент трения по поверхностям контакта детали и кулачка;

b – половина диаметра базовой поверхности детали, мм.

$$Q = \frac{1,5 \cdot 6355}{3 \cdot 0,15 \cdot 3,6} = 5884 \text{ Н.}$$

Необходимый для деформации мембраны изгибающий момент определяем по формуле:

$$M_{\text{изг}} = \frac{Q \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b'}, \quad (25)$$

где l – расстояние между средней плоскостью мембраны и серединой кулачков, мм.

$$M_{\text{изг}} = \frac{5884 \cdot 3 \cdot 50}{2 \cdot \pi \cdot 3,6} = 156 \text{ Н.}$$

Момент закрепления определяется по формуле:

$$M_3 = 0,58 \cdot M_{\text{изг}}. \quad (26)$$

$$M_3 = 0,58 \cdot 156 = 90,5 \text{ Н.}$$

Жесткость мембраны определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h}{12 - (1 - \mu^2)}, \quad (27)$$

где E – модуль упругости мембраны, МПа;

h – толщина мембраны, см.

μ – коэффициент Пуассона.

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,7}{12 - (1 - 0,3^2)} = 13462 \text{ Н} \cdot \text{см.}$$

Необходимый угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \cdot (1 + \mu)}. \quad (28)$$

$$\varphi = \frac{90,5 \cdot 3,6}{13462 \cdot (1 + 0,3)} = 0,0186.$$

Наибольший угол разжима мембраны определяется по формуле:

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}. \quad (29)$$

где δ – допуск на диаметр, мм;

Δ – зазор для обеспечения закладывания заготовки в кулачки, мм;

$$\varphi' = 0,0186 + \frac{0,025}{2 \cdot 5} + \frac{0,35}{2 \cdot 5} = 0,0561.$$

Сила для обеспечения деформации мембраны, которая должна

прикладываться штокам определяется по формуле:

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot D \cdot \varphi'}{2,3 \cdot \lg \frac{a}{b}}, \quad (30)$$

где a – половина диаметра мембраны, мм.

$$P = \frac{4 \cdot \pi \cdot 13462 \cdot 0,0561}{2,3 \cdot \lg \frac{1,1}{3,6}} = 8506 \text{ Н.}$$

Возникающее при таком давлении напряжение в мембране определяется по формуле:

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot P \cdot (1 + \mu)}{2 \cdot \pi \cdot h^2} \cdot \left(\ln \frac{a}{r_0} + \frac{r_0^2}{4 \cdot a^2} \right), \quad (31)$$

где r_0 – радиус окружности контакта штока и мембраны, мм.

$$\sigma_2 = \frac{3 \cdot 8506 \cdot (1 + 0,3)}{2 \cdot \pi \cdot 0,7^2} \cdot \left(\ln \frac{11}{0,3} + \frac{0,3^2}{4 \cdot 11^2} \right) = 10778 \text{ МПа}$$

Полученное напряжение следует учесть при выборе материала мембраны.

Усилие на штоке создается при помощи гидроцилиндра, основным расчетным параметром которого является диаметр поршня определяемого по формуле:

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

где d – диаметр штока, мм;

P – давление воздуха, МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 8506}{1,0} + 30^2} = 89 \text{ мм.}$$

С целью удешевления проектируемого приспособления в его конструкции необходимо применять как можно больше стандартных узлов и

элементов, поэтому применим стандартный гидроцилиндр с диаметром поршня 90 мм.

Далее необходимо выяснить соответствие спроектированного приспособления требуемой точности установки на данной операции.

Рассчитанную погрешность установки в приспособлении необходимо сравнить с допустимой для данного приспособления исходя из необходимой точности данной операции, которая составляет 0,0075 мм.

«Расчетная погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad (33)$$

где ε_6 – погрешность базирования от несовпадения измерительной и технологической баз, мм;

ε_3 – погрешность возникающая при закреплении вследствие смещения измерительных баз, мм;

$\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность точности изготовления базирующих элементов приспособления, мм» [26].

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,003^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

Расчетное значение погрешности установки в проектируемом приспособлении меньше, чем допустимая погрешность, то есть точность приспособления соответствует предъявляемым требованиям.

Конструкция проектируемого приспособления состоит из двух основных элементов зажимного механизма и силового привода на основе гидроцилиндра.

Зажимной механизм спроектирован на основе мембраны, к которой крепятся кулачки. Мембрана устанавливается в корпусе присоединяющегося к шпинделю станка. Также в конструкции имеются упоры, которые присоединены к корпусу патрона. Гидроцилиндр состоит из следующих основных элементов: корпус, поршень, шток, вращающаяся муфта для

подачи воздуха. Более подробно конструкция и элементы проектируемого приспособления представлены на чертеже графической части работы и в спецификации (приложение Б).

Процесс установки заготовки в приспособлении следующий. Заготовка устанавливается на упоры. При этом мембрана находится в разжатом положении. В полость гидроцилиндра содержащую шток подается масло, под действием которого поршень движется в противоположную сторону и тянет за собой шток, соединенный с толкателем. Таким образом, мембрана освобождается и выпрямляется под действием сил упругости, тем самым осуществляя центрирование и закрепление заготовки. Раскрепление заготовки после обработки осуществляется в обратном порядке. Масло подается в полость гидроцилиндра не содержащую шток, и система движется в исходное положение. При этом мембрана деформируется толкателем, принимая исходное состояние.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Анализ 005 токарной черновой операции показал, что данная операция проходит в условиях больших подач и глубин резания. Под влиянием данных факторов велико влияние температурного фактора в зоне резания. При работе в таких условиях ключевым требованием к инструменту является высокая жесткость и стойкость. Согласно данным [21] больше всего данным требованиям удовлетворяет резец с клеевым соединением пластины. Проектирование осуществляем по методике [23].

Определение размера стороны сечения державки резца производится по формуле:

$$b = \sqrt[3]{6 \cdot P_z \cdot \frac{l}{2.56} \cdot \sigma_{ид}}, \quad (34)$$

где P_z – составляющая силы резания, Н;

l – вылет, мм;

$\sigma_{ид}$ – допускаемое напряжение на изгиб, МПа.

$$b = \sqrt[3]{6 \cdot 1576 \cdot \frac{60}{2.56} \cdot 200} = 15,6 \text{ мм.}$$

Округляем данное значение до ближайшего большего стандартного равного 16 мм.

Рабочую высоту резца находим по формуле:

$$h = 1,6 \cdot b. \quad (35)$$

$$h = 1,6 \cdot 16 = 25,3 \text{ мм.}$$

Далее необходимо провести проверочные расчеты резца на прочность и жесткость.

Максимально допустимая нагрузка прочностью резца рассчитывается по формуле:

$$P_{здоп} = \frac{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{ид}}{6 \cdot l}. \quad (36)$$

$$P_{здоп} = \frac{16 \cdot 10^{-3} \cdot (25 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 200 \cdot 10^6}{6 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = 2500 \text{ Н.}$$

«Максимально допустимая нагрузка жесткостью резца рассчитывается по формуле:

$$P_{зжест} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot J}{l^3}. \quad (37)$$

где f – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении, мм;

E – модуль упругости материала корпуса резца, Па;

J – модуль инерции сечения державки, мм⁴» [23].

Модуль инерции рассчитывается по формуле:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12}. \quad (38)$$

Проводим расчеты.

$$J = \frac{16 \cdot 25^3}{12} = 20800 \text{ мм}^4.$$

$$P_{\text{жест}} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 11^{11} \cdot 2,08 \cdot 10^{-8}}{(60 \cdot 10^{-3})^3} = 2770 \text{ Н}.$$

Жесткость и прочность резца считаются достаточными, если выполняется условие:

$$P_{\text{здоп}} > P_z < P_{\text{жест}}. \quad (39)$$

Условие выполнено, значит, резец отвечает всем необходимым требованиям.

Конструктивные параметры назначаем в соответствии с рекомендациями [9]:

- рабочая высота резца 25 мм;
- длина державки 140 мм;
- радиус скругления рабочей кромки 0,4 мм;
- длина твердосплавной пластины 25,5 мм;
- задний угол 6° ;
- передний угол 20° ;
- главный угол в плане 92° ;
- вспомогательный угол в плане 8° .

Конструкция спроектированного резца представлена на листе графической части работы Б.

В результате выполнения данного раздела проведено совершенствование технологических операций путем проектирования специальных средств оснащения. Спроектировано станочное приспособление и режущий инструмент.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Выполнение данного раздела позволит обеспечить безопасность выполнения спроектированного технологического процесса изготовления крышки двухконтурного насоса, обеспечить пожарную безопасность производства и минимизировать его влияние на экологию. Решение данных задач будем выполнять по данным [4].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Согласно принятой методике необходимо составить паспорт рассматриваемого технологического процесса (таблица 4). В данном паспорте необходимо описать краткую характеристику технологического процесса включая необходимых для его осуществления работников, оборудование, средства оснащения, материала и другие применяемые в ходе его выполнения вещества.

Таблица 4 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [4]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [4]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [4]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [4]	«Материалы, вещества» [4]
технологический процесс изготовления крышки двухконтурного насоса	токарная операция	оператор станков с числовым управлением	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон трехкулачковый, сверло ступенчатое, резец расточной	20Х ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь
	шлифовальная операция	шлифовщик	внутришлифовальный станок 3К227В,	

Продолжение таблицы 4

«Технологический процесс» [4]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [4]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [4]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [4]	«Материалы, вещества» [4]
			патрон мембранный специальный, круг шлифовальный 1-32×40×13 24A46K6V 40м/с1А ГОСТ 52781-2007	

Основываясь на полученных данных, производится дальнейшее рассмотрение технологического процесса на наличие профессиональных рисков, обеспечение пожарной безопасности и соответствие экологическим нормам.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Оценка профессиональных рисков в соответствии с рекомендациями [4] заключается в выявлении опасных и вредных факторов, возникающих в ходе выполнения технологического процесса и источников их возникновения.

Следует отметить, что опасные и вредные факторы выбираются исходя из списка государственного стандарта и рекомендаций [4]. В таблице 5 приведены результаты идентификации профессиональных рисков.

В результате были определены производственно-технологическая и эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ на которых возможно возникновение профессиональных рисков, виды возникающих опасных и вредных производственных факторов, а также источник их возникновения.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [4]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [4]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [4]
токарная операция, шлифовальная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	заготовка, режущий инструмент
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	металлорежущий станок
	отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	металлорежущий станок, станочное

Продолжение таблицы 5

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [4]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [4]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [4]
		приспособление, режущий инструмент
	вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	смазочно-охлаждающая жидкость
	стереотипные рабочие движения	металлорежущий станок

Основываясь на представленных данных по наличию профессиональных рисков и их источниках проводится разработка мероприятий и выбор средств для снижения или полного устранения влияния данных рисков на работников принимающих участие в выполнении спроектированного технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 6 приведены результаты разработки соответствующих методов и средств, которые позволят снизить влияние профессиональных рисков.

Для определенных ранее опасных и вредных производственных факторов были определены организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора, а также выбраны средства индивидуальной защиты работника.

Таблица 6 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия

опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [4]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [4]	«Средства индивидуальной защиты работника» [4]
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев	нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды,	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат
могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека		для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств	ботинки кожаные с защитным подноском

Продолжение таблицы 6

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [4]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [4]	«Средства индивидуальной защиты работника» [4]
опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение средств поглощения шума» [4]	наушники противошумные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов	«проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение заземления оборудования, изоляции токоведущих частей, систем аварийного отключения оборудования» [4]	спецодежда
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение местного освещения	
вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества/химикаты/химическая продукция)	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	«костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, респиратор, фартук для защиты от общих производственных загрязнений с нагрудником» [4]

Продолжение таблицы 6

«Опасный и/или вредный производственный фактор» [4]	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора» [4]	«Средства индивидуальной защиты работника» [4]
стереотипные рабочие движения	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, соблюдение периодичности регламентируемых перерывов	

Представленные в таблице средства и методы позволят эффективно снизить влияние профессиональных рисков на работников.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность участка выполняющего данный техпроцесс обеспечивается в зависимости от характеристик возможного пожара, то есть его класса и возникающих опасных факторов. В таблице 7 приведены полученные по результатам анализа в соответствии с рекомендациями [4] данные.

Таблица 7 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок изготовления крышки двухконтурного насоса	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон	«пожары горючих жидкостей или твердых веществ (В)» [4]	«пламя и искры, повышенная температура» [4]	«осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества.» [4]

Продолжение таблицы 7

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
	трехкулачковый, сверло ступенчатое, резец расточной, внутришлифовальный станок 3К227В, патрон мембранный специальный, круг шлифовальный 1-32×40×13 24А46К6V 40м/с1А ГОСТ 52781-2007		«окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму» [4]	«вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ» [4]

На основе данных таблицы 7 определяем рекомендованные к применению в данном случае технические средства обеспечения пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические средства пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения» [4]	«Мобильные средства пожаротушения» [4]	«Стационарные установки и системы пожаротушения» [4]	«Средства пожарной автоматики» [4]	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	«Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)» [4]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [4]
ведра, бочки с водой,	пожарные автомобили	автоматическая газовая	извещатели пожарные, приборы	гидранты, колонки,	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы,	оповещатели звуковые

Продолжение таблицы 8

«Первичные средства пожаротушения» [4]	«Мобильные средства пожаротушения» [4]	«Стационарные установки и системы пожаротушения» [4]	«Средства пожарной автоматики» [4]	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	«Пожарный инструмент (механизованный и немеханизованный)» [4]	«Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [4]
лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна, кошмы, ломы, пилы, топоры	ли, мотопомпы, передвижные огнетушители	система пожаротушения	управления пожарные, системы передачи извещений о пожаре	стволы, рукава, соединительные колонки, гидроэлеваторы	тели	багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка	автоматические, световые оповещатели

Исходя из данных таблицы 7, определяем организационные мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности. Результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [4]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [4]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [4]
технологический процесс изготовления крышки двухконтурного насоса	«разработка приказов и распоряжений для организации проведения работы по пожарной безопасности, разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара,» [4]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [4]

Продолжение таблицы 9

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта» [4]	«Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий» [4]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [4]
	«обучение работников объекта мерам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [4]	

Предложенный комплекс технических средств и организационных мероприятий, в полной мере обеспечит пожарную безопасность на участке изготовления рассматриваемой детали.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность производственного процесса обеспечивается исходя из тех негативных факторов, действие которых необходимо нейтрализовать или уменьшить. В связи с этим, сначала необходимо определить какие именно негативные факторы будут воздействовать на окружающую среду в результате выполнения данного технологического процесса. Результаты определения негативных факторов представлены в таблице 10. В данной таблице представлены: наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса, структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса, негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу, негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу, негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу. Это позволило провести качественный анализ негативных экологических факторов технического объекта

Таблица 10 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса» [4]	«Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса» [4]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу» [4]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу» [4]	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [4]
техпроцесс изготовления крышки двухконтурного насоса	станок токарно-винторезный 16К20Ф3, патрон трехкулачковый, сверло ступенчатое, резец расточной, внутришлифовальный станок 3К227В, патрон мембранный специальный, круг шлифовальный 1-32×40×13 24А46К6V 40м/с1А ГОСТ 52781-2007	аэрозоль от смазочно-охлаждающей жидкости, масляный туман	смазочно-охлаждающая жидкость, стружка, пыль, технические жидкости	металлическая стружка, ветошь, смазочно-охлаждающая жидкость

На основе полученных данных по негативным факторам, действующим на экологию, разработаем комплекс организационных и технических мероприятий, которые позволят снизить это влияние или нейтрализовать его. Полученные данные представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта» [4]	технологический процесс изготовления крышки двухконтурного насоса
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	«использование систем фильтрации воздуха на основе электрофильтров и абсорберов» [4]
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	«использование отстойников, решеток, аэраторов» [4]
Мероприятия по снижению	использование отдельной переработки отходов,

Продолжение таблицы 11

«Наименование технического объекта» [4]	технологический процесс изготовления крышки двухконтурного насоса
негативного антропогенного воздействия на литосферу	повторная переработка металлического лома

Результатом выполнения оценки экологичности технологического процесса стала разработка организационных мероприятий и применение технических средств, которые позволили снизить влияние и частично устранить все негативные факторы, воздействующие в процессе выполнения технологического процесса на экологию.

В результате выполнения данного раздела обеспечена безопасность выполнения спроектированного технологического процесса изготовления крышки двухконтурного насоса, обеспечена пожарная безопасность производства и минимизировано его влияние на экологию. Данный результат, достигнут за счет проведения тщательного анализа опасных и вредных факторов возникающих в ходе выполнения технологического процесса, а также создаваемых в результате функционирования производства. Это позволило разработать эффективные организационные мероприятия и выбрать оптимальные технические средства для обеспечения безопасности и экологичности спроектированного технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Основанием для определения экономической эффективности служат предложенные изменения в технологическом процессе изготовления детали «Крышка». Эти изменения касаются двух операций:

- токарная операция – в качестве замененного инструмента предложено использовать резец токарный контурный Т5К10 специальный, вместо резца токарного контурного Т5К10 ГОСТ 28101-89. Также применяются: сверло спиральное ГОСТ 10902-77 из быстрорежущей стали Р6М5, резец токарный расточной Т5К10 ГОСТ 28101-89, без изменения по вариантам технологического процесса. В качестве оснастки используется 3-х кулачковый патрон ГОСТ 10902-77, также без изменений;
- внутришлифовальная операция – в качестве оснастки применяют патрон мембранный с механическим зажимом, вместо патрона цангового с ручным зажимом. В качестве инструмента применяется шлифовальный круг 1-32×40×12 24А46К6V6, который не меняется по вариантам технологического процесса.

Используя данное описание изменений, рассчитаем, необходимые для определения эффективности, параметры, такие как: себестоимость, капитальные вложения, прибыль, срок окупаемости и экономический эффект. Чтобы получить значения указанных параметров воспользуемся соответствующим учебно-методическим пособием [13] и программным обеспечением Microsoft Excel.

Для определения себестоимости, в частности технологической себестоимости, необходимы последовательно определить основную

заработную плату, социальные отчисления и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Значения этих параметров, по сравниваемым вариантам выполнения описанных операций показано на рисунке 2.

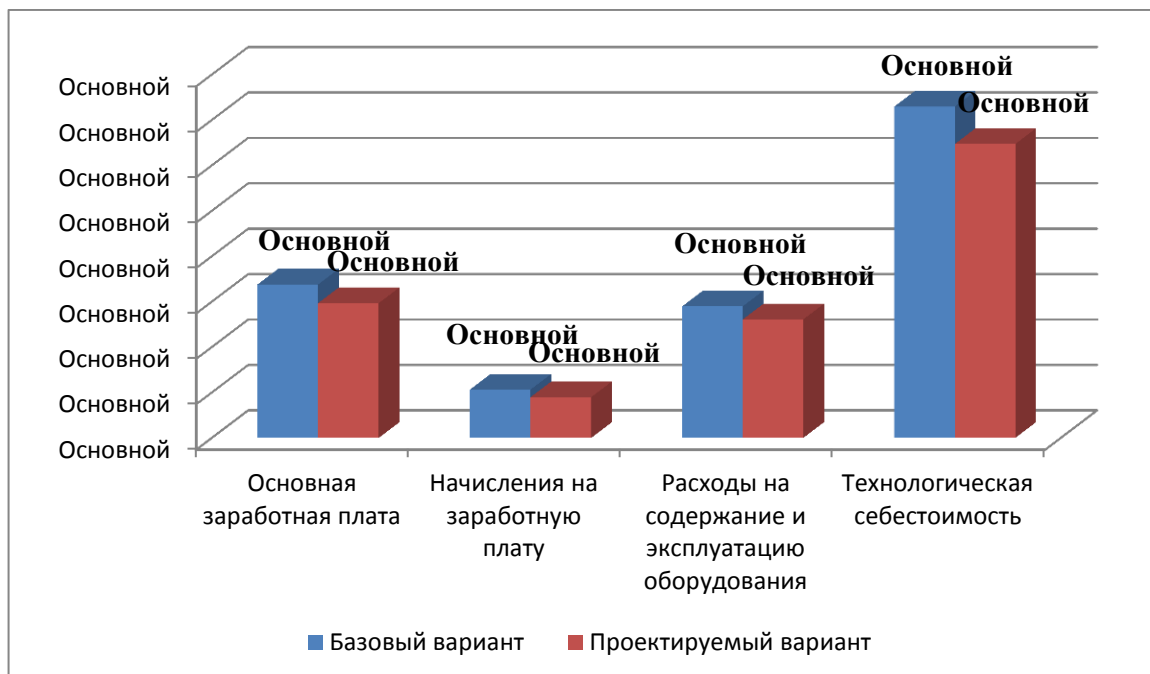


Рисунок 2 – Сравнительная характеристика параметров технологической себестоимости по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 2, все параметры имеют тенденцию к снижению, то есть проектируемый вариант предполагает снижение технологической себестоимости изготовления детали «Крышка» на 4,11 руб., что составит 11,3%.

Полученные значения основной заработной платы и технологической себестоимости по сравниваемым вариантам служат необходимыми данными для определения такого параметра как полная себестоимость. В результате проведенных расчетов полная себестоимость для базового варианта составит 98,21 рублей, а для проектируемого – 86,57 рублей. По полученным значениям можно сделать вывод о том, что полная себестоимость

проектируемого варианта меньше чем в базовом. Эта разница составляет 11,9% или 11,64 рублей.

Используя полученную разницу и годовую программу выпуска детали, определяем сначала ожидаемую прибыль, а затем, с учетом налоговой ставки для юридических лиц, чистую прибыль от внесенных изменений в технологический процесс, которая составит 65184 рублей.

Чтобы определить будут ли эффективны предложенные изменения, необходимо рассчитать инвестиции или капитальные вложение в проект. Учитывая то, что изменения технологического процесса изготовления детали «Крышка» затрагивают замену инструмента и оснастки, то капитальные вложения будут складываться из затрат на инструмент, приспособление, затраты на корректировку управляющей программы и затрат на проектирование нового технологического процесса, поэтому общая сумма инвестиций составит 65596,88 рублей. На рисунке 3 представлена структура капитальных вложений в долевом соотношении.

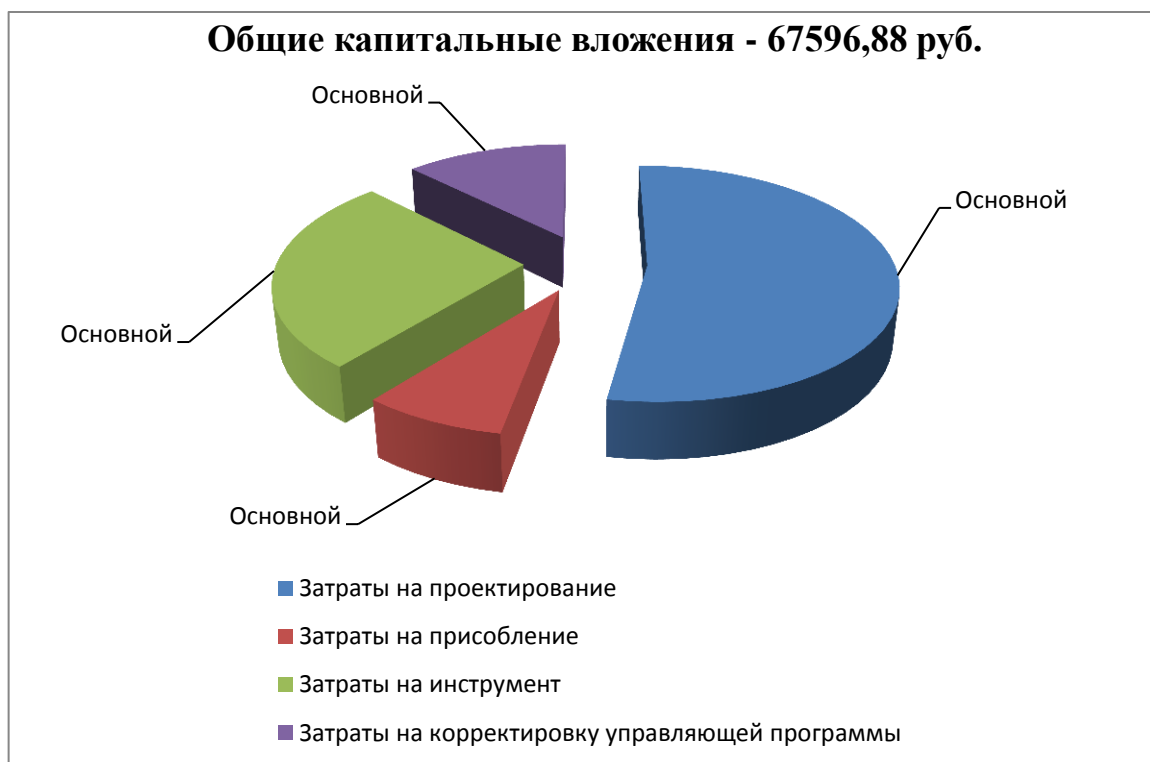


Рисунок 3 – Структура капитальных вложений в долях к общей величине

Анализируя структуру параметров инвестиций, представленную на рисунке 3, видно, что затраты на проектирование составляют большую долю в общей величине капитальных вложений, их доля равна 52,8 % и на втором месте по доле в общих инвестициях занимают затраты на инструмент, они составляет – 26,8 %.

Имея все необходимые параметры, можно обосновать эффективность предложенных изменений. Для этого необходимо определить: срок окупаемости, общий дисконтируемый доход, интегральный экономический эффект и в зависимости от величины эффекта либо индекс доходности, либо доход на капитал. Полученные значения всех перечисленных параметров представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели экономической эффективности проекта

Наименование параметра	Величина параметра
Срок окупаемости, года	2
Общий дисконтируемый доход, руб.	79817,14
Интегральный экономический эффект, руб.	12220,27
Индекс доходности, руб. / руб.	1,18

Анализируя, представленные в таблице 12, данные можно сделать вывод о том, что проект является эффективным, так как интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 12220,27 рублей, что является обязательным условием для экономического обоснования мероприятий. Так как эффект больше нуля, поэтому определяется индекс доходности, а не доход на капитал. Данный показатель дает понимание, какую прибыль может получить производитель с каждого вложенного в проект рубля, в нашем случае эта прибыль составит 0,18 рублей, что может обеспечить рентабельность в размере 18 %.

В ходе выполнения данного раздела проведен анализ экономических показателей технологического процесса, который показал эффективность предлагаемых усовершенствований базового технологического процесса.

Заключение

В ходе выполнения работы был разработан технологический процесс изготовления обеспечивающий выпуск заданной годовой программы крышки двухконтурного насоса отвечающей техническим требованиям и обеспечивающий минимум затрат на производство

Достижение данного результата стало возможным благодаря проведению следующих мероприятий. Проведен комплексный анализ исходных данных путем подробного анализа служебного назначения детали, условия ее эксплуатации и технологичность по всем основным критериям. По результатам выполнения данного анализа были сформулированы основные задачи работы. Решение технологических задач было проведено в соответствии с типом производства. В результате был выбран метод получения заготовки, определен маршрут обработки поверхностей, рассчитаны припуски на обработку, выбраны средства технологического оснащения техпроцесса, разработаны схемы базирования заготовок на операциях техпроцесса, разработан план изготовления, определены режимы резания и нормы времени на выполнение технологических операций, разработана соответствующая технологическая документация. Решение конструкторских задач позволило провести совершенствование наиболее проблемных операций. Для этого спроектировано станочное приспособление для шлифовальной операции и режущий инструмент для токарной операции. Также был проведен анализ безопасности и экологичности выполнения технологического процесса. По результатам данного анализа был разработан комплекс соответствующих мероприятий. Для оценки эффективности принятых технических решений проведено определение экономических показателей технологического процесса.

В результате цель данной выпускной квалификационной работы можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Балла О.М. Обработка деталей на станках с ЧПУ: Оборудование. Оснастка. Технология: учеб. пособие / О.М. Балла. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 364 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99228> (дата обращения: 24.04.2020).
2. Беляев С.В. Основы металлургического и литейного производства: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению бакалавриата 22.03.02 "Металлургия" / С.В. Беляев, И.О. Леушин. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону. : Феникс, 2016. – 207 с.
3. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 01.05.2020).
5. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-06-30. – М. : Стандартиформ, 2010. – 36 с.
6. Зубарев Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 15.04.2020).
7. Иванов И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 15.04.2020).
8. Клепиков В.В. Технология машиностроения / В.В Клепиков., А.Н.

Бодров. – М. : ФОРУМ ИНФРА, 2004. – 860 с.

9. Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 28.04.2020).

10.Клименков С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. – 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 13.04.2020).

11.Ковшов А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 10.04.2020).

12.Константинов И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению 22.03.02 "Металлургия" / И.Л. Константинов. – Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 549 с.

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: 06.05.2020).

14.Маталин А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.

15.Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учеб. пособие / В.М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102222> (дата обращения: 20.04.2020).

17. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 13.04.2020).

18. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 20.04.2020).

19. 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: 18.04.2020).

20. 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: 18.04.2020).

21. Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 28.04.2020).

22. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 10.04.2020).

23. Солоненко В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб.

пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. – 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 24.04.2020).

24.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.

25.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.

26.Схиртладзе А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 536 с.

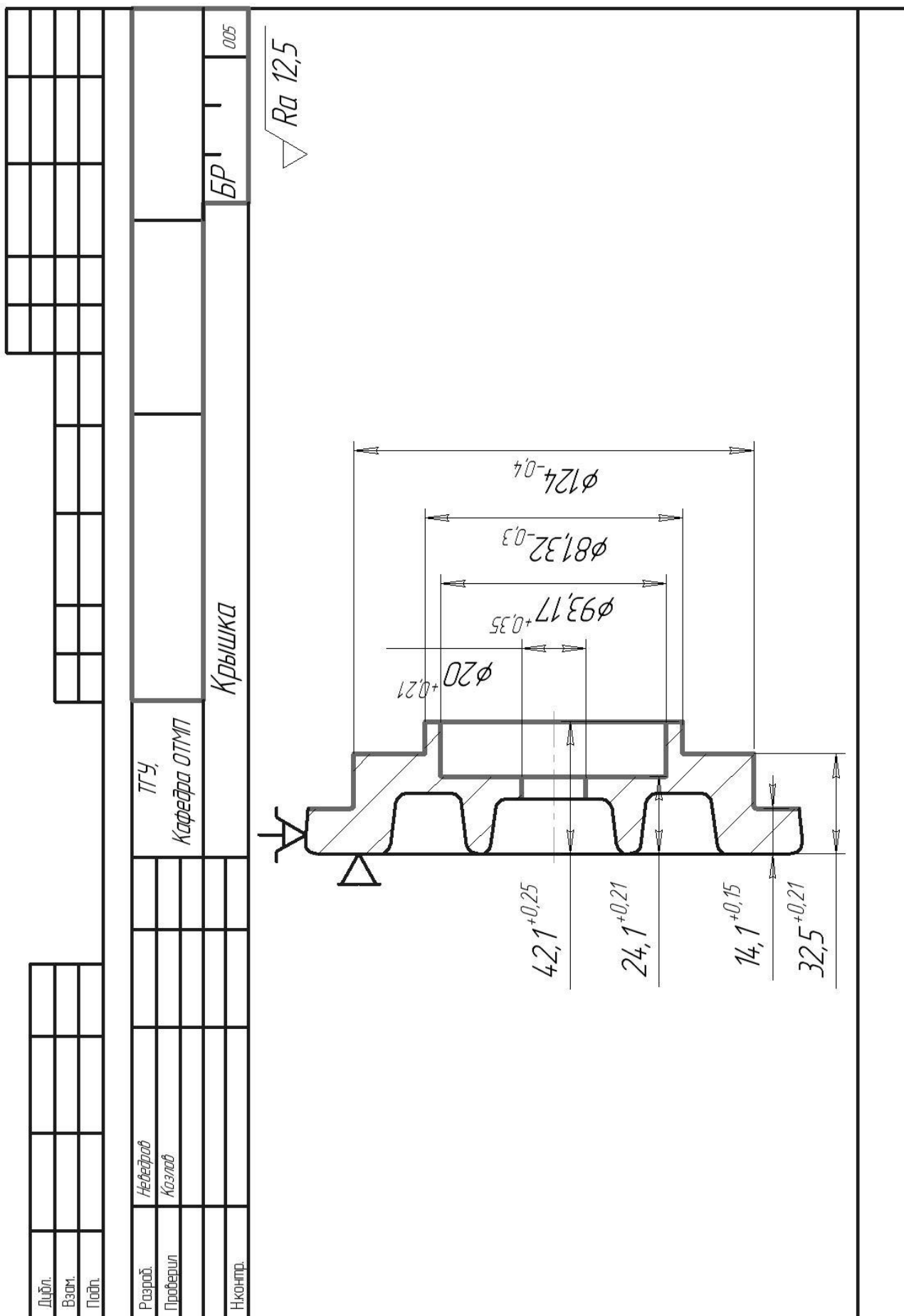
27.Сысоев С.К. Технология машиностроения: Проектирование технол. процессов: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. – 349 с.

28.Химический состав и физико–механические свойства стали 20Х [Электронный ресурс]. – URL: http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20X (дата обращения: 04.04.2020).

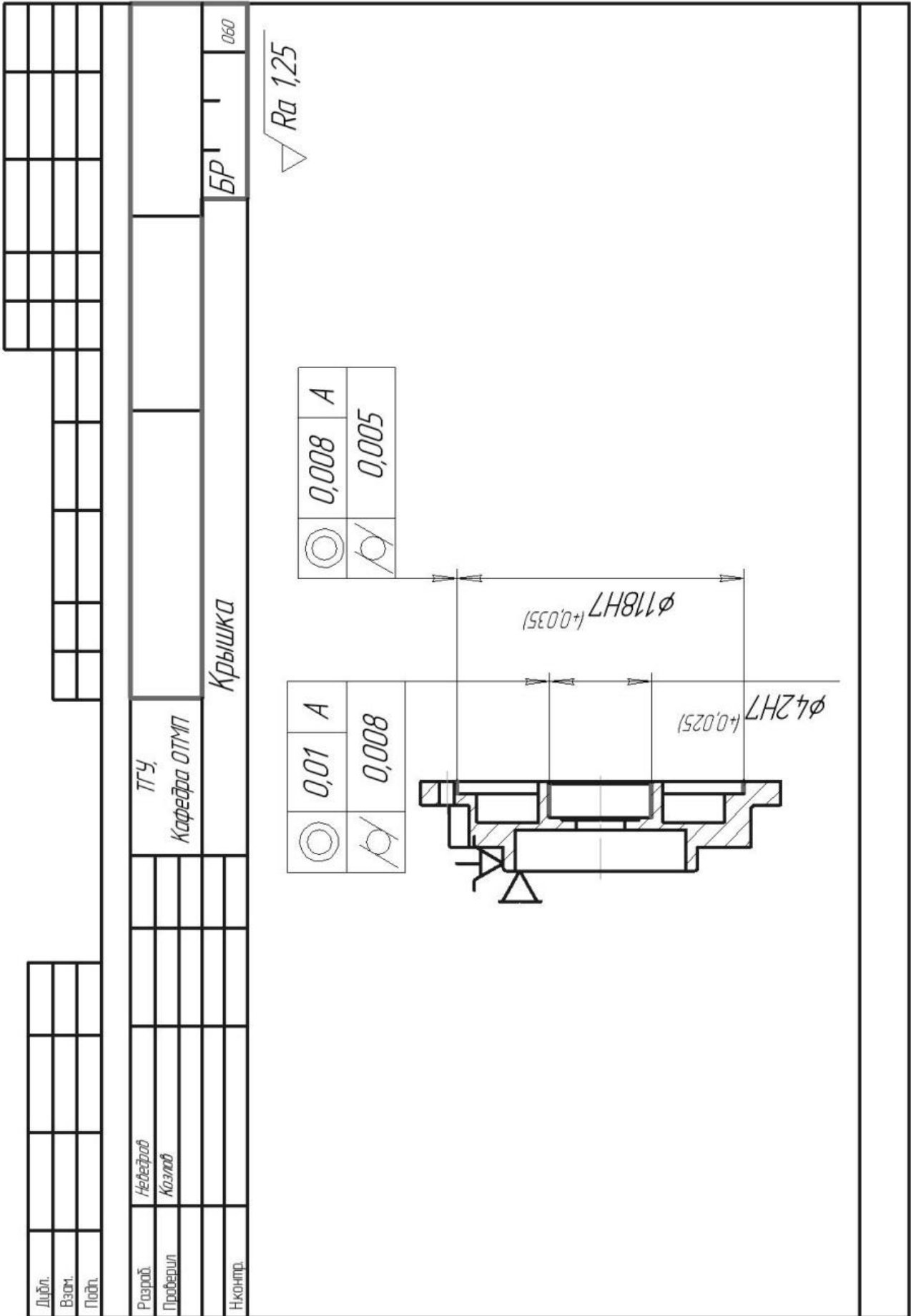
Продолжение Приложения А

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт		
Б	Код, наименование оборудования																	
А 94	XX XX XX	XX	055	4131	Круглошлифовальная													
Б 95	381311	Круглошлифовальный с XGE IS40	3	18873	312	1P	1	1	1500	1								1,85
0 96	Шлифовать поверхности 6, 7 в размеры $\phi 80_{-0,019}$, $27_{+0,004}$.																	
Т 97	396171	Оправка цанговая;	39810	Круг шлифовальный;	393413	Микрометр	МК-100	ГОСТ	6507-90.									
98																		
А 99	XX XX XX	060	4132	Внутришлифовальная														
Б 100	381312	Внутришлифовальный ЗК227В	3	18873	312	1P	1	1	1500	1								4,0
0 101	Шлифовать поверхности 18, 21 в размеры $\phi 42_{\pm 0,025}$, $\phi 118_{\pm 0,035}$.																	
Т 102	396190	Патрон мембранный;	39810	Круг шлифовальный;	394253	Циркуль	НМ-150	ГОСТ	9244-75.									
103																		
А 104	XX XX XX	065	Маячная.															
105																		
А 106	XX XX XX	070	Контрольная.															
107																		
108																		
109																		
110																		
111																		
112																		
113																		
114																		
115																		
116																		
МК																		

Продолжение Приложения А



Продолжение Приложения А



Продолжение Приложения А

Формат 1

ГОСТ 3.116-92

Дцл.	Взам.	Подп.	Цех	Уч	Р.И.	Опер.	
						060	
Разраб.	Неведлоб		Крышка				КОИД
Проверил	Козлоб						МЗ
Начинпр.							
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	КОИД	
Внутришлифовальная			166	168	Ø152,2x44,3	1	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тб	Тлз	Тшм	СОЖ	
3K227B		32			4,0	Журило-1	
0.01	1. Установить заготовку						
T.02	396190 Патрон мембранный; 39810 Круг шлифовальный						
0.03	2. Шлифовать поверхность 18. 21 выдерживая размеры согласно эскизу						
P.04	1				0,008	360 28	
P.05	2				0,008	360 28	
0.06	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку						
07							
08							
09							
10							

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
								Справ. №	Подп. и дата	Изм. № докл.
					<u>Документация</u>					
	A1			20.БР.ОТМП.773.65.00.000СБ	Сборочный чертеж					
					<u>Детали</u>					
	A3	1		20.БР.ОТМП.773.65.00.001	Корпус патрона	1				
	A4	2		20.БР.ОТМП.773.65.00.002	Сухарь	1				
	A4	3		20.БР.ОТМП.773.65.00.003	Гильза	1				
	A3	4		20.БР.ОТМП.773.65.00.004	Мембрана	1				
	A3	5		20.БР.ОТМП.773.65.00.005	Крышка гидроцилиндра	1				
	A3	6		20.БР.ОТМП.773.65.00.006	Корпус гидроцилиндра	1				
	A3	7		20.БР.ОТМП.773.65.00.007	Поршень	1				
	A4	8		20.БР.ОТМП.773.65.00.008	Упор	3				
	A3	9		20.БР.ОТМП.773.65.00.009	Толкатель	1				
	A4	10		20.БР.ОТМП.773.65.00.010	Кулачок	1				
	A3	11		20.БР.ОТМП.773.65.00.011	Шток	1				
					<u>Стандартные изделия</u>					
		12			Винт М4х22 ГОСТ 1491-80	3				
		13			Пробка М8 ГОСТ 12202-66	2				
		14			Пробка М10 ГОСТ 12202-66	1				
		15			Кольцо стопорное ГОСТ 9060-69	1				
		16			Уплотнение ГОСТ 8752-79	2				
		17			Уплотнение ГОСТ 8752-79	2				
				20.БР.ОТМП.773.65.00.000						
	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление станочное					
	Разраб. Неведров							Лит.	Лист	Листов
	Проб. Козлов								1	2
	Исполн. Утв.				ТГУ, ИМ, гр. ТМБд-1502Б					

Продолжение Приложения Б

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18		Винт М8х32 ГОСТ 1491-80	5	
		19		Подшипник 904 ГОСТ 8338-85	2	
		20		Уплотнение ГОСТ 8752-79	2	
		21		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		22		Винт М12х35 ГОСТ 1491-80	3	
		23		Прокладка ГОСТ 8756-79	1	
		24		Гайка М20 ГОСТ 11878-87	2	
		25		Шайба ГОСТ 11872-79	1	
		26		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	8	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	20.БР.ОТМП.773.65.00.000	Лист
						2