

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 плиты штамповой оснастки

Обучающийся	<u>А.С. Чернышёв</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент А.А. Козлов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>И.В. Резникова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2023

Аннотация

Тема работы: Технологический процесс изготовления плиты штамповой оснастки.

Цель работы – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

Структура работы включает пояснительную записку в объеме 54 страниц и графическую часть в объеме 7 листов формата А1.

В работе проанализированы исходные данные. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач работы. На первом этапе решены задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. А именно, выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение. На следующем этапе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные технические проблемы базовой технологии. Проектирование самоцентрирующих тисков позволило реализовать требуемую схему базирования на операции, а проектирование сверла с использованием методов компьютерного моделирования позволило обеспечить требуемую точность обработки и увеличить стойкость режущего инструмента. Далее решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса. На заключительном этапе определены экономические показатели технологического процесса с учетом решений по его совершенствованию.

Abstract

The topic of the work: The die tooling plate technological process of manufacturing.

The work purpose is to ensure the annual program release the parts production of the required quality by designing the technological process of its manufacture, ensuring minimal economic costs.

The structure of the work includes an explanatory note in the volume of 54 pages and a graphic part in the volume of 7 sheets of A1 format.

The work analyzes the initial data. In particular, the operating conditions analysis of the part and its purpose, the production type main characteristics. This analysis result is presented in the work tasks form. At the first stage, the tasks related to the part manufacturing technological process design. Namely, the obtaining the workpiece method was chosen, based on the part material characteristics and the production type, its design was carried out. A plan for manufacturing a part based on a typical technological process has been developed. The means of technological equipment are selected in accordance with the serial production. The tasks of determining the technological operations parameters by determining the cutting modes and the time norms for their implementation are solved. At the next stage, the technological process equipping means are designed to solve the main basic technology technical problems. The self-centering vises design made it possible to implement the required operation-based scheme, and the drill design using computer modeling methods made it possible to ensure the required processing accuracy and increase the cutting tool durability. Further, the tasks of ensuring the technological process safety are solved. At the final stage, the technological process economic indicators are determined, taking into account decisions on its improvement.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали.....	6
1.2 Анализ технологичности детали	7
1.3 Анализ характеристик типа производства	9
1.4 Формулировка задач работы.....	11
2 Разработка технологической части	12
2.1 Выбор и проектирование заготовки.....	12
2.2 Проектирование плана изготовления детали	17
2.3 Выбор средств технологического оснащения.....	18
2.4 Расчет режимов резания и нормирование	21
3 Проектирование специальных средств оснащения	24
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков	24
3.2 Проектирование сверла	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта	33
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	40
5 Экономическая эффективность работы	41
Заключение	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Технологическая документация.....	51
Приложение Б Спецификация к сборочному чертежу.....	54

Введение

В автомобилестроении большой процент деталей и заготовок для них получается различными методами пластического деформирования. Наиболее распространенным и важным методом является штамповка. Данный метод достаточно дорогой и сложный в реализации с технической точки зрения, но имеет одно важное преимущество, которое заключается в высокой производительности, что важно в условиях массового производства. Важнейшим элементом в реализации метода штамповки является технологическая оснастка. Точность и качество поверхностей детали, внутренняя структура материала и другие важные характеристики в первую очередь определяются соответствующими показателями штамповой оснастки. Одной из базовых деталей оснастки является плита, так как она обеспечивает формирование контура изготавливаемой детали. В связи с этим необходимо строго выполнять все требования конструкторской документации при изготовлении плиты штамповой оснастки.

Актуальность выбранной темы «выпускной квалификационной работы объясняется необходимостью проектирования соответствующего технологического процесса изготовления плиты штамповой оснастки» [10], отвечающего всем выше перечисленным требованиям. В ходе проектирования технологического процесса также необходимо обеспечить максимальную эффективность производства, как с технической, так и с экономической точки зрения. Это возможно достичь только путем применения средств производства и методик проектирования, соответствующих типу производства.

Исходя из приведенных соображений, цель работы можно сформулировать следующим образом – обеспечить выпуск годовой программы выпуска деталей требуемого качества путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения и условий эксплуатации детали

Плита является одной из базовых штамповой оснастки, которая предназначена для формирования поверхностей втулки направляющей клапана двигателя внутреннего сгорания. Плита устанавливается и ориентируется на столе пресса по Т-образным пазам и крепится при помощи болтов и гаек.

Условия эксплуатации детали зависят от климатических показателей, эксплуатационных нагрузок и ряда других факторов. В данном случае климатические факторы можно исключить из рассмотрения, так как пресса работают в закрытых помещениях, где поддерживаются строго заданные микроклиматические параметры, но при этом возникает ряд других агрессивных факторов, таких как наличие абразивной пыли в воздухе и попадание агрессивных технологических сред на рабочие поверхности плиты. Это может привести к возникновению очагов коррозии на рабочих поверхностях, снижению точности размерных параметров изготавливаемых деталей и ускоренному износу рабочих поверхностей плиты. Нагрузки при эксплуатации детали чаще всего имеют ударный характер, что объясняется особенностями технологического процесса штамповки. Также возможно воздействие внешних нагрузок, которые могут иметь различную природу происхождения и не ограничиваются эксплуатационными нагрузками пресса. Направление приложения нагрузок и их величина также зависят от различных факторов. Наиболее вероятно возникновение вибрационных нагрузок от внешнего источника, которым могут быть рядом находящиеся пресса, транспортные машины и механизмы, а также другие механизмы, используемые в цехе.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали определяется по группам критериев [4].

Первый и наиболее важный критерий технологичность материала детали. Деталь предполагается изготавливать из стали 4Х5МФС ГОСТ 7831-78. «Для оценки технологичности данного материала рассмотрим его характеристики» [23]. «Химический состав: углерод от 0,32% до 0,4%, хром от 4,5% до 5,5%, кремний от 0,9% до 1,2%, марганец от 0,2% до 0,5%, молибден от 1,2% до 1,5%, ванадий от 0,3% до 0,5%, никель не более 0,35%, медь не более 0,3%, сера не более 0,03%, фосфор не более 0,03%» [23]. «Предел прочности 1570 МПа, предел 1710 МПа, относительное удлинение 12%, относительное сужение 54%» [23]. Материал выбран исходя из служебного назначения детали, а его характеристики полностью соответствуют данному назначению. Как видно из «характеристик данный материал обладает неудовлетворительными литейными свойствами, но хорошими пластическими. Это определяет выбор метода получения заготовки в пользу методов штамповки или проката» [3], характеризующихся возможностью получения точных поверхностей. Обрабатываемость резанием можно оценить соответствующим коэффициентом, который для быстрорежущего инструмента равен 0,5, а для твердосплавного инструмента 0,7.

Второй критерий технологичность конфигурации детали. Выполнение оценки технологичности конфигурации детали произведем на основании ее модели, представленной на рисунке 1. Деталь имеет достаточно сложный профиль. Внутреннее отверстие является наиболее технологичным элементом, так как образовано простыми поверхностями. Контур рабочих поверхностей детали достаточно сложный, что затрудняет его получение. Имеются тонкие ребра, бобышки, и другие элементы, получение которых может вызвать трудности. Расположение отверстий под крепление потребует применения сложных средств технологического оснащения для их

получения. В целом конфигурация детали и размеры поверхностей не потребуют применения специальных методов для их получения.

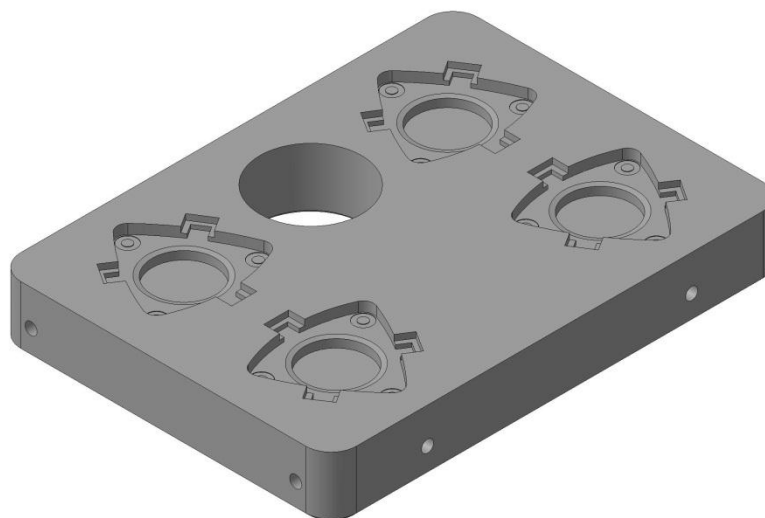


Рисунок 1 – Модель детали

Третий критерий технологичности механическая обработка. Точность поверхностей детали и параметры их качества могут быть обеспечены стандартными методами обработки с применением стандартного технологического оснащения. Значительное количество поверхностей требуют механической обработки. Имеется незначительное количество точных поверхностей, получение которых потребует применения чистовой обработки с применением средств технологического оснащения высокой точности. Базирование заготовки может быть осуществлено применением стандартных схем базирования с реализацией стандартными станочными приспособлениями. Некоторые сложности при базировании могут возникнуть из-за сложной формы ряда поверхностей детали и их взаимного расположения.

На основании проведенного анализа делаем вывод, что деталь отвечает требованиям технологичности по всем группам критериев.

1.3 Анализ характеристик типа производства

Определим тип производства с целью проведения его дальнейшего анализа. Для этого на основе проведенного ранее геометрического моделирования и используя соответствующие возможности программного обеспечения «Компас 3D» определяем массу детали. Получаем массу крышки равную 35 кг. Тип производства определяется исходя из годовой программы выпуска детали, составляющей 500 штук в год. Из полученных данных следует, что тип производства среднесерийный [13], [25].

Проводим анализ среднесерийного типа производства с целью использования полученных данных для формулирования задач работы и проектирования технологии изготовления [13].

Производство формируется по не поточной форме организации с выпуском деталей партиями, повторяющимися в течение периода планирования. Оборудование на производственных участках располагается по группам.

«Технологический процесс проектируется на основе типовых технологических процессов деталей данного типа» [10]. Точность размеров обеспечивается путем настройки станков на заданные размеры. Оформление технологического процесса производится в виде маршрутной карты. На наиболее сложные и ответственные операции оформляются операционные карты.

Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. «Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали. Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки. Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [10], для остальных поверхностей статистический метод.

Технологические операции должны иметь последовательную или

параллельно-последовательную структуру. Режимы резания на операции определяются расчетным методом и статистическим. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных. Нормирование выполняется на основе расчетного метода. Схемы базирования операций желательно использовать типовые с соблюдением принципов единства и постоянства баз.

Технологическое оборудование должно обеспечивать реализацию требуемой структуры операции, отвечать требованиям по точности изготовления, обеспечивать требуемую гибкость. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Металлорежущий инструмент должен обеспечивать требуемые режимы обработки, параметры поверхностного слоя и точность, обладать заданной стойкостью. Предпочтительным является использование универсального режущего инструмента. В случае необходимости допускается использование специального режущего инструмента.

Станочные приспособления должны обеспечивать требуемую на операции схему базирования, заданное быстродействие и требуемую точность установки, обладать высокой степенью механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Средства контроля должны обеспечивать требуемую точность контроля, быстродействие, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и средств контроля, выдающих результат в относительном виде.

1.4 Формулировка задач работы

Формулируем задачи работы на основе анализа, проведенного выше и с учетом ее цели.

На первом этапе необходимо решить задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Выбрать метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, провести ее проектирование. Разработать план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбрать средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Определить параметры технологических операций.

«На следующем этапе необходимо решить основные технические проблемы базовой технологии» [10] путем проектирования средств оснащения технологического процесса, которые позволят реализовать требуемую схему базирования на операции, а также обеспечить требуемую точность обработки и увеличить стойкость режущего инструмента.

Далее необходимо решить задачи обеспечения «безопасности выполнения технологического процесса и его экологичности» [10].

«На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели технологического процесса с учетом решений по его совершенствованию» [10].

«В первом разделе проанализированы исходные данные. В частности, проведен анализ условий эксплуатации детали и ее назначения, основных характеристик типа производства. Результат данного анализа оформлены в виде задач, решение которых позволит достичь цели работы» [10].

2 Разработка технологической части

2.1 Выбор и проектирование заготовки

Метод получения заготовки выбирается путем экономического обоснования с учетом марки материала детали. Заготовки должны иметь контуры и размеры, наиболее приближенные к контурам и размерам готовых деталей. Проанализировав все имеющиеся данные по выбору заготовки, приходим к выводу, что для рассматриваемой детали следует выполнить экономическое сравнение методов штамповки и отрезки из проката «путем сравнения технологической себестоимости изготовления» [11].

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

где $C_{ЗАГ}$ – удельная стоимость заготовки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

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

q – масса детали, кг;

$C_{ОТХ}$ – цена стружки, руб» [11].

«Удельная стоимость штамповки определяется по формуле:

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

где $C_{ШТ}$ – базовая стоимость получения штамповок, руб.;

h_T – коэффициент точности штамповки;

h_C – коэффициент группы сложности штамповки;

h_B – коэффициент массы штамповки;

h_M – коэффициент марки материала штамповки;

$h_{П}$ – коэффициент программы выпуска» [11].

$$C_{ЗАГ} = 373,0 \cdot 1,05 \cdot 1,98 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 1,0 = 639,76 \text{ руб.}$$

«Стоимость получения одного кг заготовок получаемых отрезкой из проката рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗАГ} = C_{ПР} \cdot h_{\Phi}, \quad (3)$$

где $C_{ПР}$ – базовая стоимость проката, руб.;

h_{Φ} – коэффициент формы» [11].

$$C_{ЗАГ} = 142,0 \cdot 1,0 = 142,0 \text{ руб.}$$

«Масса заготовки определяется выражением:

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

где K_P – коэффициент, учитывающий особенности метода получения заготовки и ее формы» [11].

$$Q_1 = 17,5 \cdot 1,43 = 25,0 \text{ кг. – масса заготовки получаемой штамповкой.}$$

$$Q_2 = 17,5 \cdot 1,8 = 31,5 \text{ кг. – масса заготовки получаемой из проката.}$$

«Удельная стоимость механической обработки определяется по формуле:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (5)$$

где C_C – приведенные затраты на снятие 1 кг стружки, руб.;

C_K – приведенные капитальные вложения на 1 кг стружки, руб.;

E_H – коэффициент эффективности капитальных вложений» [11].

$$C_{МЕХ 1,2} = 35,6 + 0,1 \cdot 100,35 = 45,64 \text{ р.}$$

«Подставляем в формулу (1) и производим расчеты.

$$\begin{aligned} C_{Т1} &= 639,76 \cdot 25,0 + 45,64 \cdot (25,0 - 17,5) - 14,0 \cdot (25,0 - 17,5) = \\ &= 29435,95 \text{ р.} \end{aligned}$$

$$C_{T2} = 142,0 \cdot 31,5 + 45,64 \cdot (31,5 - 17,5) - 14,0 \cdot (31,5 - 17,5) = 4915,96 \text{ р} \gg [11].$$

«Отрезка из проката имеет лучшие экономические показатели» [11].

Будем проектировать заготовку для данного метода получения.

Алгоритм проектирования заготовки следующий: определяются маршруты обработки поверхностей, затем определяются припуски на механическую обработку и напуски, формируется контур заготовки путем прибавления к контуру детали припусков и напусков, определяются параметры заготовки, выполняется рабочий чертеж заготовки [3].

«Маршрут обработки поверхностей формируется из условия обеспечения минимальных затрат на механическую обработку» [15] при получении требуемых параметров точности обработки и качества поверхностного слоя с учетом характеристик материала детали. Методика выбора маршрута обработки и необходимые данные подробно приведены в литературе [15]. Для формирования маршрута обработки на рисунке 2 представлен эскиз детали с пронумерованными поверхностями.

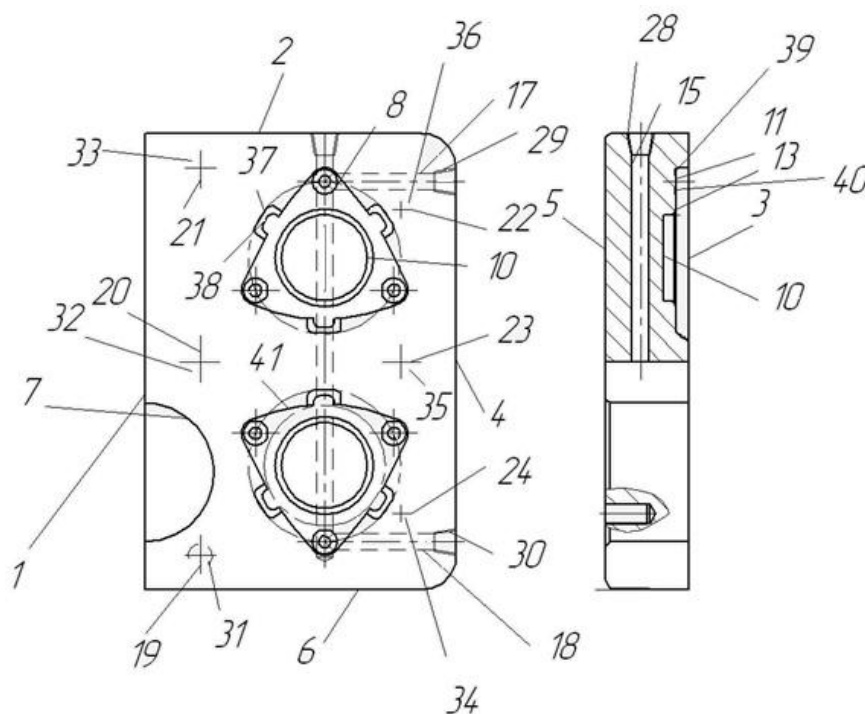


Рисунок 2 – Эскиз плиты

«Маршруты обработки поверхностей, сформированные с использованием указанной методики, представлены ниже» [16].

Поверхности 1, 2: фрезерование черновое, фрезерование чистовое, шлифование.

Поверхности 3, 4, 5, 8, 37, 38, 39, 40, 41: фрезерование черновое.

Поверхность 6: фрезерование черновое, фрезерование тонкое.

Поверхность 7: фрезерование черновое, растачивание.

Поверхности 9, 10: растачивание.

Поверхности 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24: сверление.

Поверхности 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36: нарезание резьбы.

«В соответствии с принятым алгоритмом затем определяем припуски на механическую обработку. Метод определения припусков на обработку назначается исходя из требуемой точности обработки» [4]. «Для точных поверхностей применяется эмпирический метод» [20], для остальных поверхностей статистический метод.

Расчет припусков по эмпирическому методу [20].

«Минимальный припуск определяется из выражения:

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

где a – глубина дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешность установки заготовки в приспособлении, мм;

i – текущий переход;

$i - 1$ – предыдущий переход» [20].

«Максимальный припуск определяется из выражения:

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

где TD_{i-1} – операционный допуск на предыдущем переходе, мм.;

TD_i – операционный допуск на текущем переходе, мм» [20].

«Средний припуск определяется из выражения:

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

Статистический метод определения припусков заключается в определении минимальных припусков на обработку по статистическим таблицам точности, исходя из размеров и характеристик обрабатываемой поверхности, и максимальных припусков путем их расчета по формуле (7) [22]. Припуски для менее точных поверхностей, определяются по данному методу.

Следуя принятому алгоритму проектирования, «определяем параметры заготовки: плоскостность 0,75 мм, шероховатость Rz поверхностей 160 мкм, твердость по шкале Бринелля от 220 до 230 единиц» [3]. Результаты проектирования заготовки приведены на рисунке 3.

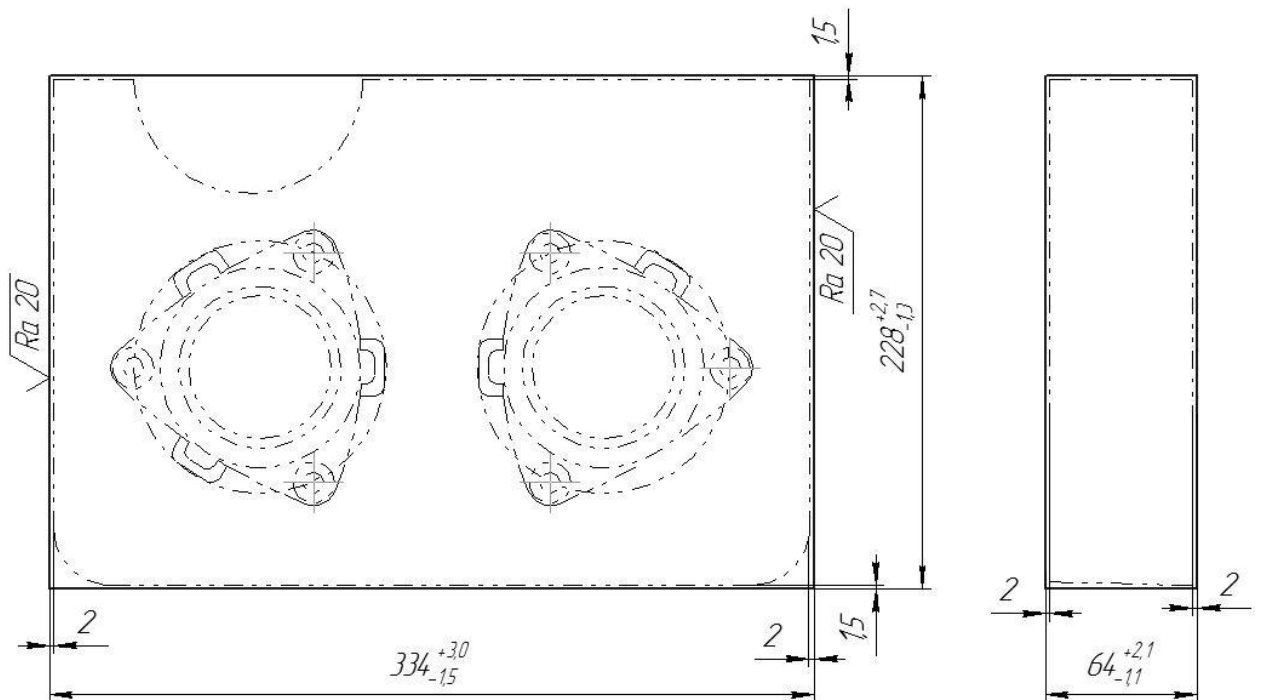


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Спроектированная заготовка является оптимальной исходя из проведенных экономических расчетов, а также учитывает все технологические особенности изготавливаемой детали.

2.2 Проектирование плана изготовления детали

План изготовления является графическим отражением технологического процесса изготовления. «Проектирование плана изготовления в соответствии с характеристиками типа производства производится на основе типовых технологических процессов» [8]. За типовые примем технологические процессы, указанные в литературе [8].

Алгоритм проектирования плана изготовления следующий: формируем маршрут изготовления детали, разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения, определяем схемы базирования на операциях, проставляем операционные размеры, определяем технические характеристики выполнения операций.

Формирование маршрута изготовления производится с учетом необходимости обеспечения последовательной и параллельно-последовательной структуры операций, а также рекомендаций [8]. Маршрут изготовления крышки приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Маршрут изготовления

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
010 Вертикально-фрезерная	фрезерование	1, 2, 3, 4, 5, 6
015 Вертикально-фрезерная	фрезерование	1, 2
020 Вертикально-фрезерная	фрезерование	7
025 Комбинированная	фрезерование, растачивание	8, 9, 10, 37, 38, 39, 40, 41
030 Комбинированная	сверление, нарезание резьбы	15,17,18, 28, 29, 30
035 Комбинированная	сверление, нарезание резьбы	19, 20, 21, 22, 23, 24, 31, 32, 33, 34, 35, 36
040 Термическая	закалка, отпуск	все
045 Плоскошлифовальная	шлифовать	1, 2
050 Сборочная	сборка	–

Продолжение таблицы 1

Операция	Содержание операции	Номера обрабатываемых поверхностей
055 Вертикально-фрезерная	фрезеровать	6
060 Расточная	расточить	7
065 Химико-термическая	нанесение покрытия	все
070 Моечная	мойка	все
075 Контрольная	контроль	все

Далее разрабатываем для каждой операции эскиз ее выполнения с учетом обеспечения требуемой концентрации переходов. Эскизы полученных операций приведены на листе графической части работы. Также на данном листе приведены «схемы базирования заготовок, разработанные на основе типовых схем базирования с учетом необходимости обеспечения принципов единства и постоянства баз и рекомендаций» [17].

«Далее проставляем операционные размеры с учетом припусков на выполнение последующих операций» [18]. «Назначение технических требований выполняется с применением таблиц среднестатистической точности обработки» [22]. «В технические требования входят: шероховатость, получаемая на операции, допуски на операционные размеры и отклонения форм и взаимного расположения поверхностей» [17].

Вся необходимая информация по формированию плана изготовления детали и назначению технических требований на выполнение операции содержится в рекомендациях [16].

Кроме плана изготовления полученная информация используется при формировании маршрутной карты и операционных карт с картами эскизов, приведенных в приложении А «Технологическая документация».

2.3 Выбор средств технологического оснащения

Решение задачи выбора средств технологического оснащения существенно влияет на экономические показатели проектируемого

техпроцесса. С целью обеспечения максимальной эффективности решения данной задачи следует придерживаться следующих рекомендаций.

Требования к технологическому оборудованию: реализация требуемой структуры операции, обеспечение требований точности изготовления, обеспечение требуемой гибкости производства. Предпочтительным является использование универсального оборудования, оснащенного системами числового управления и адаптивными системами управления. В случае необходимости допускается использование специализированного оборудования.

Требования к металлорежущему инструменту: обеспечение требуемых режимов обработки, параметров поверхностного слоя, точности обработки, заданной стойкости. Предпочтительным является использование универсального режущего инструмента. В случае необходимости допускается использование специального режущего инструмента.

Требования к станочным приспособлениям: реализация требуемой на операции схемы базирования, обеспечение заданного быстродействия и требуемой точности установки, высокая степень механизации и автоматизации. Предпочтительным является использование универсальных и сборно-разборных станочных приспособлений. В случае необходимости допускается использование специальных станочных приспособлений.

Требования к средствам контроля: обеспечение требуемой точности контроля, быстродействия, не повреждать контролируемые поверхности. Предпочтительным является использование универсальных средств контроля, выдающих результат в цифровом виде. В случае необходимости допускается использование специальных средств контроля и средств контроля, выдающих результат в относительном виде.

«Выбор средств технологического оснащения выполняем с использованием данных [2], [7], [9], [14], [19], [21], [24]. Результаты оформлены в таблице 2» [10].

Таблица 2 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
010 Вертикально-фрезерная	6P11Ф3	фреза торцовая насадная со вставными ножами ГОСТ 9473-80	штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-73	опора плоская ГОСТ 16896-71
015 Вертикально-фрезерная	6P11Ф3	фреза торцовая насадная со вставными ножами ГОСТ 9473-80	штангенциркуль ШЦ-3 ГОСТ 166-73	опора плоская ГОСТ 16896-71
020 Вертикально-фрезерная	6P11Ф3	фреза концевая Т15К6 ГОСТ 3755-78	нутромер ГОСТ 868-62	опора плоская ГОСТ 16896-71
025 Комбинированная	ИР500МФ4	расточная головка специальная 88,4 мм, расточная головка специальная 62,3 мм, фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком	нутромер ГОСТ 868-62	опора плоская ГОСТ 16896-71
030 Комбинированная	21104Н7Ф4	сверло специальное, зенковка коническая 3/8 ГОСТ 21583-76, сверло спиральное Р6М5 с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 10902-77, метчик для конической резьбы 3/8 ГОСТ 6227-80, сверло спиральное с коническим хвостовиком, ГОСТ 2092-77, зенковка коническая 3/8 ГОСТ 21583-76	нутромер ГОСТ 868-62, калибры-пробки ГОСТ 11007-66	опора плоская ГОСТ 16896-71
035 Комбинированная	21104Н7Ф4	сверло спиральное Р6М5 с цилиндрическим хвостовиком ГОСТ 10902-77, метчик короткий с проходным хвостовиком ГОСТ 3266-81	нутромер ГОСТ 868-62, калибр и контркалибр	тиски самоцентрирующие
040 Термическая	печь	—	—	—

Продолжение таблицы 2

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
045 Плоскошлифовальная	3Е721АФ1-1	шлифовальный круг 450х20х205 91А F46 L 9V А 35м/с ГОСТ Р52781-2007	скоба	опора плоская ГОСТ 16896-71
050 Сборочная	стенд сборочный	–	–	–
055 Вертикально-фрезерная	6Р11Ф3	фреза торцовая насадная со вставными ножами ГОСТ 9473-80	угломер с нониусом ГОСТ5378-66	опора плоская ГОСТ 16896-71
060 Расточная	24К40СФ4	расточная головка 100 мм	нутромер ГОСТ 868-62	опора плоская ГОСТ 16896-71
065 Химико-термическая	установка специальная	–	–	–
070 Моечная	моечная машина	–	–	–
075 Контрольная	контрольно-измерительная машина	–	–	–

Приведенные в таблице 2 средства технологического оснащения полностью соответствуют выше описанным требованиям. Далее заносим данные по средствам технологического оснащения в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация»), а также используем их в дальнейшем при проектировании технологических операций.

2.4 Расчет режимов резания и нормирование

Расчет режимов резания и нормирование технологических операций определяют не только технические параметры технологического процесса, но и позволяет определить лимитирующие операции, которые, как правило, наиболее проблемные и требуют доработки.

Режимы резания на операции определяются расчетным методом [21] и статистическим [6]. В зависимости от ответственности операции и имеющихся данных.

Рассмотрим более подробно основные положения данных методик.

«Определение скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (9)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [6].

«Исходя из полученного значения, определяется частота вращения шпинделя инструмента или заготовки по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (10)$$

где d – диаметр обработки, мм» [6].

«Исходя из технических характеристик оборудования, определяется фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}. \quad (11)» [6]$$

Нормирование выполняется на основе расчетного метода [4].

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

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n_3}, \quad (12)$$

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

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

n_3 – размер партии деталей, шт» [4].

«Штучное время операции рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{п}} \quad (13)$$

где T_0 – основное время выполнения операции, мин;

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

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

$T_{\text{п}}$ – время на личные потребности, мин» [4].

«Полученные данные заносим в технологическую документацию (приложение А «Технологическая документация»), а также используем их при проектировании технологических наладок» [10]. Анализируя данные нормирования, приходим к выводу, что лимитирующей является операция 030 Комбинированная.

Во втором разделе решены задачи, связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Произведен выбор метода получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

Одна из проблем спроектированного технологического процесса заключается в использовании на 035 Комбинированной операции приспособления, не отвечающего требованиям операции. Данное приспособление имеет в своем составе поворотные прихваты, которые перекрывают часть зоны обработки и существенно усложняют операцию. Решением проблемы является проектирование приспособления без использования прихватов и обеспечивающего закрепление заготовки в приспособлении в соответствии с принятой схемой базирования. Рассмотрим проектирование такого по методике [1], [27].

Алгоритм проектирования приспособления: расчет сил резания, определение усилия закрепления, определение усилия привода, определение точности установки в приспособлении, проектирование конструкции приспособления.

«Крутящий момент при сверлении отверстий рассчитывается по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (14)$$

где C_m , q , y , K_p – поправочные коэффициенты и показатели степеней, которые учитывают условия проведения операции;
 D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;
 S – продольная подача, мм/об» [1].

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,345 \cdot 16,0^{2,0} \cdot 0,18^{0,8} \cdot 2,33 = 40,21 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

«Осевая сила рассчитывается по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (15)$$

где C_p – поправочный коэффициент, который учитывает условия проведения операции» [1].

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 16,0^{1,0} \cdot 0,18^{0,7} \cdot 2,33 = 7632 \text{ Н.}$$

Из условия равновесия системы сила закрепления для удержания заготовки при воздействии осевой силы при сверлении определяется выражением:

$$\ll W = \frac{P_0 \cdot K}{8 \cdot f}. \quad (16)$$

где K – коэффициент запаса;

f – коэффициент трения поверхностей губок и заготовки» [1].

$$W = \frac{7632 \cdot 2,16}{8 \cdot 0,18} = 11448 \text{ Н.}$$

Усилие закрепления создается винтовым зажимным механизмом. Рассчитаем данную передачу исходя из требуемого усилия.

«Определение среднего диаметра резьбы производится по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot k \cdot [q]}}, \quad (17)$$

где k – отношение высоты гайки к среднему диаметру резьбы;

$[q]$ – допускаемое давление, МПа» [1].

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 11448}{\pi \cdot 1,2 \cdot 10}} = 24,64 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное значение диаметра 25 мм.

«Для проверки обеспечения самоторможения механизма рассчитаем угол подъема резьбы по формуле:

$$\Psi = \arctg\left(\frac{P}{\pi \cdot d}\right), \quad (18)$$

где P – шаг резьбы, мм» [1].

$$\Psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{2}{\pi \cdot 20}\right) = 1^{\circ}49'.$$

Полученное значение угла трения меньше чем справочное, значит, самоторможение обеспечивается.

Далее необходимо определить эквивалентное напряжение по формуле:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_1^2}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{M_{\text{кр}}}{0,2 \cdot d_1^3}\right)^2}, \quad (19)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент в опасных сечениях винта, Н·м;

d_1 – внутренний диаметр резьбы, мм» [1].

«Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 0,5 \cdot d \cdot Q \cdot \operatorname{tg}(\Psi + \varphi^l), \quad (20)$$

где φ^l – угол трения приведенный, град» [1].

«Угол трения приведенный определяется из выражения:

$$\varphi^l = \frac{\varphi}{\cos(\alpha/2)}, \quad (21)$$

где φ – угол трения, град;

α – угол профиля резьбы, град» [1].

Проводим расчеты для определения эквивалентного напряжения.

$$\varphi^l = \frac{5,71059}{\cos(30^{\circ}/2)} = 5,91204^{\circ}.$$

$$M_{\text{кр}} = 0,5 \cdot 20 \cdot 5820 \cdot \operatorname{tg}(1,49^{\circ} + 5,91204^{\circ}) = 7561 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot 11448}{\pi \cdot 23^2}\right)^2 + 4 \cdot \left(\frac{7561}{0,2 \cdot 23^3}\right)^2} = 24 \text{ МПа}.$$

«Допускаемое напряжение на сжатие рассчитывается по формуле:

$$[\sigma_c] = \frac{\sigma_T}{3}, \quad (22)$$

где σ_T – предел текучести материала винта, МПа» [1].

$$[\sigma_c] = \frac{600}{3} = 200 \text{ МПа.}$$

Эквивалентное напряжение меньше допустимого, значит прочность винта достаточная.

«Расчет точности звеньев приспособления выполняется по точности приспособления, которая определяется их выражения:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (23)$$

где T – допуск обрабатываемого размера, мм;

K_T – коэффициент поля рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения;

K_{T1} – коэффициент уменьшения погрешности базирования при работе на настроенном оборудовании;

ε_0 – погрешность базирования, мм;

ε_3 – погрешность закрепления, мм;

ε_y – погрешность установки, мм;

$\varepsilon_{\text{и}}$ – погрешность от износа установочных элементов, мм;

K_{T2} – коэффициент, учитывающий вклад погрешности обработки в суммарную погрешность;

ω – экономически эффективная точность обработки, мм» [1].

Проводим расчеты.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &\leq 0,1 - 1,0 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,05^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,25)^2} = \\ &= 0,087 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Из полученного значения следует, что при условии применения способа равных допусков, элементы, составляющие размерную цепь должны иметь

поле допуска не более 0,02 мм. Это необходимо учесть при проектировании конструкции приспособления.

При конструировании приспособления была разработана его объемная модель, что позволило более тщательно проработать конструкцию. Результаты моделирования самоцентрирующих тисков представлены на рисунке 4.

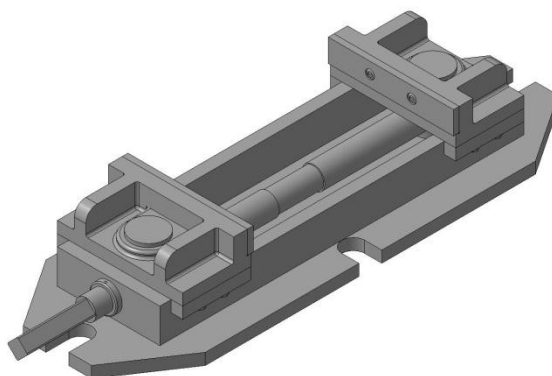


Рисунок 4 – Модель самоцентрирующих тисков

Более подробно конструкция приспособления приведена в графической части работы и в приложении Б «Спецификации к сборочным чертежам».

3.2 Проектирование сверла

Проведя дальнейший анализ полученного технологического процесса, приходим к выводу о том, что на 030 Комбинированной операции для выполнения перехода сверления отверстия диаметром 12 мм на глубину 305 мм отсутствует стандартное сверло. Определение параметров проектируемого сверла осуществим по данным [7], [26].

«Диаметр сверла определяется по формуле:

$$D = D_{min} + \frac{TD}{2}, \quad (24)$$

где D_{min} – минимальный диаметр отверстия, мм;

TD – допуск на выполняемый размер, мм» [7].

$$D = 12 + \frac{0,18}{2} = 12,09 \text{ мм.}$$

«Хвостовую часть сверла выполняем в виде конуса Морзе. Расчет диаметра для определения номера конуса Морзе выполняется по формуле:

$$d = \frac{6 \cdot \mu_{\text{ср}} \cdot \sin \theta}{\mu \cdot P_0 \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta \theta)}, \quad (25)$$

где $\mu_{\text{ср}}$ – момент сопротивления силам резания, Н·м;

θ – угол конуса, град;

μ – коэффициент трения на поверхности контакта;

P_0 – осевая сила, Н;

$\Delta \theta$ – допуск угла конуса, град» [7].

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 5724 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 8,1 \text{ мм.}$$

По полученному диаметру принимаем конус Морзе №1.

Предельные отклонения диаметра сверла по ГОСТ 885-77. Допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по IT14 с симметричным расположением предельных отклонений по ГОСТ 25347-82. Предельные отклонения размеров хвостовика по ГОСТ 2848-75. Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,15 мм.

Особенностью операции является большая глубина обработки. В связи с этим необходимо провести проверку сверла на упругие деформации и напряжения, что позволит сделать выводы о точности обработки и работоспособности инструмента. Решение данной задачи выполним с применением программного обеспечения САЕ, работающего на основе метода конечных элементов [28].

Сначала выполним моделирование сверла в модуле CAD. Результат приведен на рисунке 5.

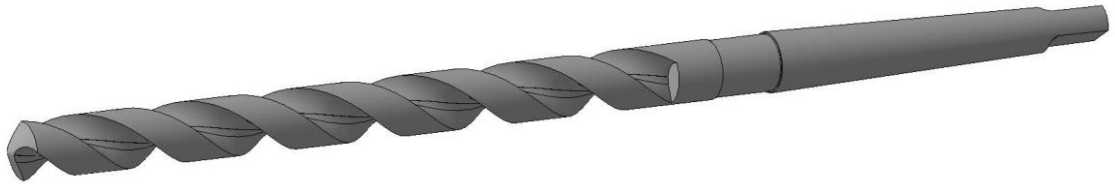


Рисунок 5 – CAD-модель сверла

Затем экспортируем полученную модель в САЕ-систему и выполняем ее разбиение сеткой конечных элементов. Результат приведен на рисунке 6.

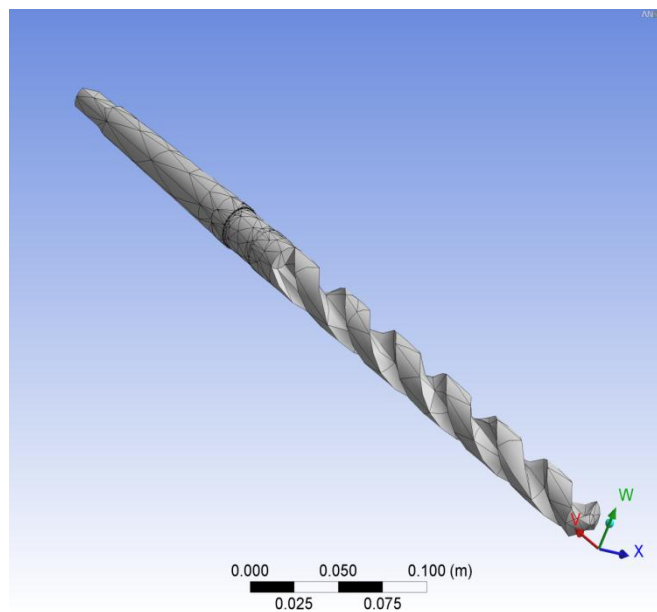


Рисунок 6 – Разбиение сеткой конечных элементов

Далее задаем условия закрепления сверла и приложения рабочих нагрузок. В результате получаем схему приложения нагрузок (рисунок 7). Величины рабочих нагрузок составляют 5724 Н для осевой силы и 129,36 Н·м для крутящего момента.

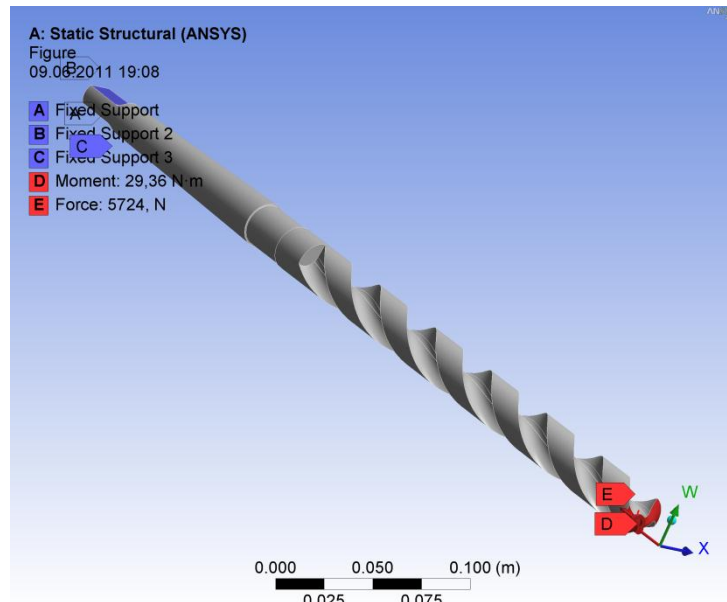


Рисунок 7 – Схема приложения нагрузок

Проводим моделирование напряженного деформируемого состояния и внутренних напряжений. Результаты моделирования приведены на рисунке 8 и рисунке 9 соответственно.

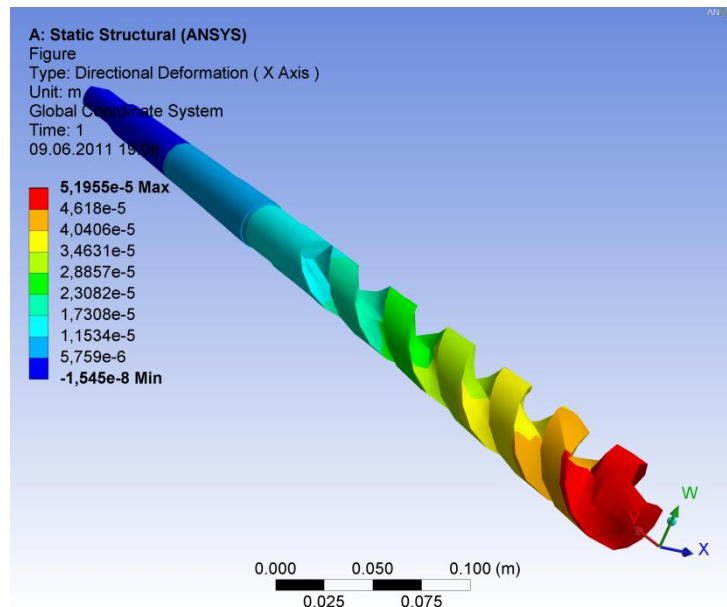


Рисунок 8 – Моделирование напряженного деформируемого состояния

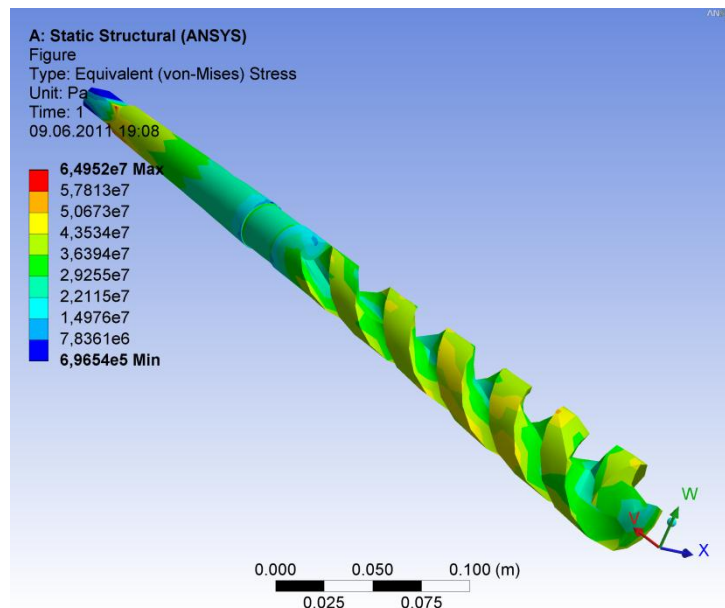


Рисунок 9 – Результат моделирования внутренних напряжений

Из проведенных исследований следует следующее. Максимальные возникающие упругие деформации инструмента не превышают 51,8 мкм. Следовательно, требуемая точность обработки обеспечивается. Максимальные возникающие напряжения не превышают 65 МПа. Данное значение не превышает предела прочности инструментального материала. Следовательно, работоспособность инструмента обеспечивается.

Подробно конструкция сверла и технические требования на его изготовление приведены в графической части работы.

В третьем разделе спроектированы средства оснащения технологического процесса, позволяющие решить основные технические проблемы базовой технологии. Проектирование самоцентрирующих тисков позволило реализовать требуемую схему базирования на операции, а проектирование сверла с использованием методов компьютерного моделирования позволило обеспечить требуемую точность обработки и увеличить стойкость режущего инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

Основными операциями механической обработки данного технологического процесса являются комбинированные, вертикально-фрезерные и шлифовальная операции.

Используются следующие средства технологического процесса. Станки: вертикальный обрабатывающий центр IP500MФ4, вертикально-фрезерный 6P11Ф3, плоскошлифовальный 3E721АФ1-1. Режущий инструмент: фрезы концевые, сверла, зенкеры, метчики, расточные головки, шлифовальный круг. Станочные приспособления специальные и самоцентрирующие тиски.

Работники производственного участка по изготовлению детали: операторы станков с числовым программным управлением, фрезеровщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 3 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 и Приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 776н.

Таблица 3 – Реестр рисков

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
операторы станков, фрезеровщики	факторы физического воздействия	станки, средства оснащения, инструменты	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов» [5]	«падение с высоты, падение предметов» [5]

Продолжение таблицы 3

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
–	–	–	«на работающего» [5]	–
			«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [5]	«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобныенештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [5]
		обработки ваемые заготовки , средства технологи ческого оснащени я, инструме нты	«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5]	«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [5]
		станки	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризуемые повышенным уровнем и другими» [5]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия ослаблении внимания)» [5]

Продолжение таблицы 3

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
—	—	—	«неблагоприятными характеристиками шума» [5]	—
			«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [5]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5]
			«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5]	«контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные нештатные состояния) от возобновления энергоснабжения после его прерывания» [5]
			факторы, обладающие свойствами и химического воздействия	смазочно-охлаждающая жидкость, масло
факторы психофизиологического воздействия	станки, средства технологического оснащения, инструменты	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [5]	«физические перегрузки» [5]	
		«перегрузки статические, связанные с рабочей позой» [5]	«физические перегрузки» [5]	

В таблице 3 проведена идентификация наиболее вероятных опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операциях на участке по изготовлению детали.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Анализируя результаты выполнения предыдущего пункта, можно сделать вывод, что значительный риск представляет воздействие электрического тока вследствие контакта с частями электрооборудования, находящимися под напряжением, из-за неисправного оборудования, неприменения средств индивидуальной защиты, а также удар работника или падение на работника тяжелого инструмента, груза при перемещении или подъеме.

Предложим мероприятия по улучшению условий и охраны труда, на основании Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н (таблица 4) [5].

Таблица 4 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«падение с высоты, падение предметов» [5]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [5]	использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда
«разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность ранения, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением» [5]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [5], «устройство ограждений элементов производственного оборудования,» [5]	«соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное» [5]

Продолжение таблицы 4

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [5]	«защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [5]	«применение систем торможения» [5], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [5]	«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» [5]	«устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным методам и приемам выполнения работ; использование средств индивидуальной защиты, герметизация технологического оборудования» [5]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [5]	«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» [5]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]

Продолжение таблицы 4

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [5]	«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» [5]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5]	«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» [5]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [5]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [5]	«проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [5]
«контакт» [5]	«внедрение и (или)» [5]	«изоляция токоведущих» [5]

Продолжение таблицы 4

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии» [5]	«модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [5]	«частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, применение ограждений, знаков безопасности» [5]

Предлагаемые мероприятия позволят обеспечить требуемые условия труда на рассматриваемом производственном участке и снизить возможность возникновения профессиональных рисков.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на производственном участке обеспечивается путем применения специальных технических средств и разработки организационных мероприятий.

«В данном случае по виду используемого горючего материала класс D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов» [5]. «Опасные факторы потенциального пожара: 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)» [5].

«Определяем технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100» [5]. «Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная» [5]. «Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141» [5]. «Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А» [5]. «Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель

охранно-пожарный звуковой Маяк-220» [5].

«Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности: разрабатываются инструкции, проводится инструктаж» [5].

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Определим негативные экологические факторы, возникающие в результате технологического процесса изготовления рассматриваемой детали.

«Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки» [5].

«Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями» [5].

«Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь» [5].

Снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду регламентируется путем проведения мероприятий регламентированных в ГОСТ Р 53692–2009 [5]. «С целью снижения и устранения загрязнения гидросферы применяются технические средства по очистке сточных вод, которые должны соответствовать ГОСТ 31952–2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»» [5].

Выполнение раздела позволило решить задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает применение более современной оснастки и более износостойкого инструмента, что приводит к снижению общей трудоемкости выполнения совершенствованных операций. Используемая оснастка и инструмент представлены в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Результаты технических изменений после совершенствований операции, а именно замены оснастки и инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 29,4 %;
- сокращение вспомогательного времени на 12,8 %;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 1,3 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 10 представлены методики, которые позволят грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.



Рисунок 10 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [12]

Используя, описанную на рисунке 10, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций ($K_{ВВ}$), которая составила 71421,79 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование проекта. На рисунке 11 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.

Анализируя рисунок 11, можно сказать, что затраты на проектирование изменений являются самыми существенными, так как их доля составила 79,3% в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 12.

Квв = 71421,79 руб.

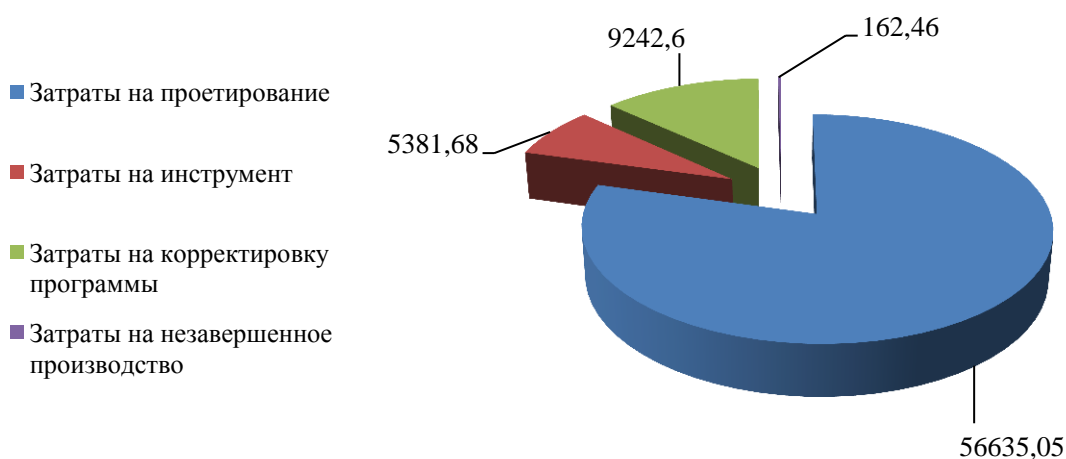


Рисунок 11 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

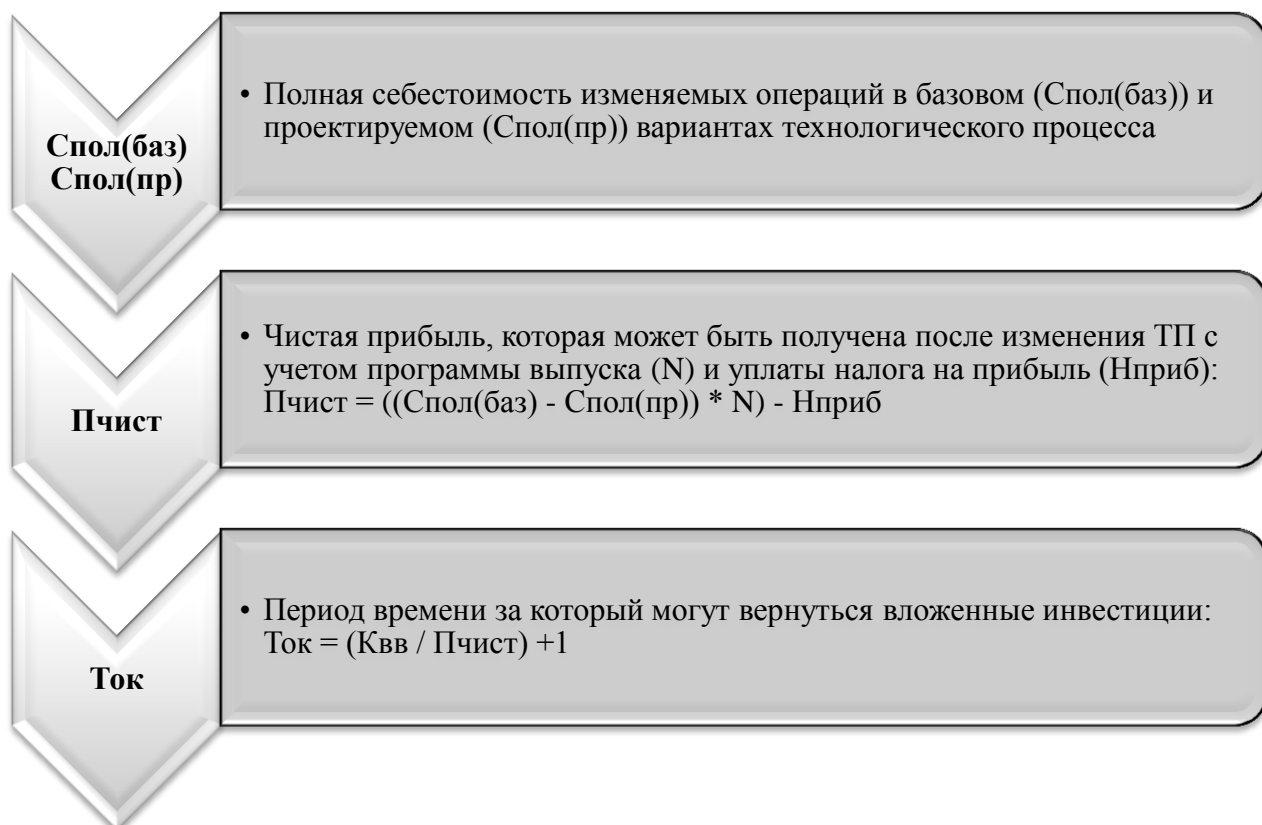


Рисунок 12 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 12, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, то есть посмотреть на сколько снизится или увеличится себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, насколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Другими словами, срок окупаемости должен быть меньше, либо равен четырем годам.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{\text{ИИТ}}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволяют максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 13 представлены рассчитанные значения следующих показателей:

- чистая прибыль,
- срок окупаемости
- и экономический эффект.

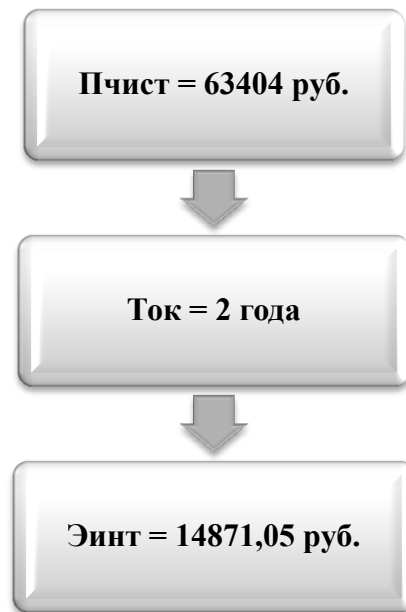


Рисунок 13 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{\text{ЧИСТ}}$), срока окупаемости ($T_{\text{ОК}}$) и экономического эффекта ($\text{Э}_{\text{ИНТ}}$)

Как показано на рисунке 13, экономический эффект является положительной величиной, то есть он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

В результате выполнения данного раздела определены экономические показатели с учетом решений по совершенствованию, которые подтвердили правильность принятых решений.

Заключение

Выполнение работы позволило получить следующие результаты. Проанализированы исходные данные, такие как условия эксплуатации детали и ее назначение, основные характеристики типа производства. Результат данного анализа оформлен в виде задач работы.

Решены задачи связанные с «проектированием технологического процесса изготовления детали. Выбран метод получения заготовки, исходя из особенностей материала детали и типа производства, проведено ее проектирование. Разработан план изготовления детали на основе типового технологического процесса» [10]. Выбраны средства технологического оснащения в соответствии с серийностью производства. Решены задачи определения параметров технологических операций путем определения режимов резания и норм времени на их выполнение.

Проведено проектирование средств технологического процесса, позволяющее решить основные технические проблемы базовой технологии. Проектирование самоцентрирующих тисков позволило реализовать требуемую схему базирования на операции, а проектирование сверла с использованием методов компьютерного моделирования позволило обеспечить требуемую точность обработки и увеличить стойкость режущего инструмента.

«Решены задачи обеспечения безопасности выполнения технологического процесса на производственном участке» [10]. В том числе обеспечена пожарная безопасность и выполнение экологических норм.

Определены экономические показатели с учетом решений по совершенствованию, которые подтвердили правильность принятых решений.

Цель работы, которая заключается в обеспечении выпуска годовой программы выпуска деталей требуемого качества, путем проектирования технологического процесса ее изготовления, обеспечивающего минимальные экономические затраты, можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки: учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4 –е изд., стер. – Санкт –Петербург: Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 28.04.2023).
2. Богомолова С. А. Метрология и измерительная техника: технические требования к средствам измерений: учебник / С. А. Богомолова, И. В. Муравьева. – Москва: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 172 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1248043> (дата обращения: 11.04.2023).
3. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства: учебно–методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2018. –203 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 06.04.2023).
4. 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.
5. 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.
6. Грубый С. В. Расчет режимов резания для операций механической обработки: учебное пособие / С. В. Грубый. – Москва; Вологда : Инфра – Инженерия, 2021. – 200 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1833110> (дата обращения: 18.04.2023).
7. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент: учебник для вузов / Ю. М. Зубарев, А. В. Вебер, М. А. Афанасенков; Под общей редакцией Ю. М. Зубарева. – Санкт –Петербург: Лань, 2022. – 432 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254675> (дата обращения: 29.04.2023).
8. Иванов И. С. Технология машиностроения: производство типовых

деталей машин: учебное пособие / И.С. Иванов. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 224 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1723512> (дата обращения: 08.04.2023).

9. Клепиков В. В. Технологическая оснастка. Станочные приспособления: учебное пособие / В. В. Клепиков. – Москва: ИНФРА –М, 2022. – 345 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836736> (дата обращения: 15.04.2023).

10. Клепиков В. В. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие / В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 229 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1081966> (дата обращения: 04.04.2023).

11. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА –М, 2019. – 269 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008022> (дата обращения: 29.03.2023).

12. 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: 10.05.2023).

13. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5 –е изд., стер. – Санкт–Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 05.04.2023).

14. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учебное пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва: ИНФРА–М, 2020. – 336 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062069> (дата обращения: 18.04.2023).

15. 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: 01.04.2023).

16. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.–метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр–ва». – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

17. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб. –метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин –т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр–ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 21.04.2023).

18. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2 –е изд. – Москва: ИНФРА –М, 2020. – 330 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088076> (дата обращения: 06.04.2023).

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

20. Справочник технолога–машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

21. Справочник технолога–машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5 –е изд., испр. – Москва : Машиностроение –1, 2003. – 941 с.

22. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – Электрон. дан. – М. : Машиностроение, 2013. – 256 с.

23. Химический состав и физико-механические свойства стали

4X5MΦC [Электронный ресурс]. – URL: https://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/4X5MFS?ysclid=lhs4ikkllpp106306168 (дата обращения: 25.03.2023).

24. Cica D. Predictive modeling of turning operations under different cooling/lubricating conditions for sustainable manufacturing with machine learning techniques. / Cica D., Sredanovic B., Tesic S., Kramar D. // Applied Computing and Informatics. 2020. P. 28 – 36

25. Ertürk S., Kayabaşı O. Investigation of the cutting performance of cutting tools coated with the thermo-reactive diffusion (trd) technique. / IEEE Access. 2019. T. 7. P. 106824 – 106838.

26. Integrated processing of ferriferous materials in blank production for mechanical engineering facilities. Predein V., Popov A., Komarov O., Zhilin S. // E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference “Problems of Complex Development of Georesources” (PCDG 2020). – 2020. С. 02009.

27. Mikołajczyk T. Predicting tool life in turning operations using neural networks and image processing. / Mikołajczyk T., Nowicki K., Bustillo A., Pimenov D.Y. // Mechanical Systems and Signal Processing. 2018. T. 104. P. 503 – 513.

28. Swic A. Method of control of machining accuracy of low-rigidity elastic-deformable shafts / A. Swic, D. Dariusz, G. Litak. // Elsevier. – 2014. V.26. P. 357-365.

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Разраб.	Чернышёв			ТГУ кафедра ОТМП											
Провер.	Козлов														
Утв.	Логинов			Плита											
Н. контр.	Козлов														
M01	Сталь 4Х5МФС														
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры			КД	МЗ			
	02	166	17,5	1		0,56		334x228x64			1	31,5			
А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
A03	XX	XX	XX	005	Заготовительная								1		
B04	XX	XX													
05															
A06	XX	XX	XX	010	4260 Фрезерная						ИОТ	ИЗ7101	7016-88		
B07	3816 Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P11Ф3				2	18632	22	1P	1	1	1	250	1	10	15,9
008	Фрезеровать торцы, выдерживая l=332-0,5 мм; 62-0,5 мм; 227-0,5 мм.														
009	Фрезеровать торцы, выдерживая l=331-0,5 мм; 61-0,5 мм; 226-0,5 мм.														
T10	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 39280 Оправка для торцевой фрезы ГОСТ 130041-83; 392811; 391854 Фреза торцевая насадная Р6М5 ГОСТ 9473-80;														
T11	393311 Штангенциркуль ШЦ-III-0-400 ГОСТ 166-73														
12															
A13	XX	XX	XX	015	4260 Фрезерная						ИОТ	ИЗ7101	7016-88		
B14	3816 Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P11Ф3				2	15292	22	1P	1	1	1	250	1	10	2,52
O15	Фрезеровать торцы, выдерживая l=330,5-0,25 мм; 60,5-0,25 мм; 225,5-0,25 мм.														
T18	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 39280 Оправка для торцевой фрезы ГОСТ 130041-83; 392811; 391854 Фреза торцевая насадная Р6М5 ГОСТ 9473-80;														
T19	393311 Штангенциркуль ШЦ-III-0-400 ГОСТ 166-73														
20															
A21	XX	XX	XX	020	4260 Фрезерная						ИОТ	ИЗ7101	7016-88		
B22	3816 Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P11Ф3				2	15292	22	1P	1	1	1	250	1	10	2,374
O23	Фрезеровать отверстие Ø 99+0,35 мм; Фрезеровать радиусы скруглений R25.														
T26	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 39280 Оправка для концевой фрезы ГОСТ 130041-83; 392811; 391854 Фреза концевая Т15К6 ГОСТ 3755-78;														
T27	Нутрометр ГОСТ 868-62														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
A01	XX	XX	XX	025	Комбинированная								ИОТ	ИЗ7101	7016-88			
B02	Сверлильно-фрезерно-расточной станок ИР500МФ4					2	18632	22	1Р	1	1	1	250	1	23	16,569		
O03	Расточить отверстие Ø88,4 на глубину 9мм;																	
O04	Расточить отверстие Ø62,3 на глубину 17,5мм;																	
O05	Фрезеровать, формирую фигуру цековки.																	
T06	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 39280 Оправка для концевой фрезы ГОСТ 130041-83; 392811; Расточная головка специальная Ø62,3; Расточная головка специальная Ø62,3 Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком Т15К6 ГОСТ 17025-71; Нутрометр ГОСТ 868-62.																	
A08	XX	XX	XX	030	Комбинированная								ИОТ	ИЗ7101	7013-88	16	22,22	
B09	Вертикально-сверлильный станок 21104Н7Ф4					2	18873	22	1Р	1	1	1	250	1				
O10	Сверлить отверстие Ø12 на глубину 305 мм; обработать зенковкой отверстие 3/8''' на глубину 16 мм; нарезать резьбу К3/8''' на глубину 16 мм.																	
O11	Сверлить 2 отверстия последовательно Ø12 на глубину 92 мм; обработать зенковкой 2 отверстия последовательно 3/8''' на глубину 16 мм; нарезать резьбу К3/8''' в двух отверстиях последовательно на глубину 16 мм.																	
T12	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 392811 Патрон сверлильный КМ2 ГОСТ 2876-80; Сверло специальное Ø12, l=320 мм; Зенковка коническая 3/8''' ГОСТ 21583-76; Метчик для конической резьбы К3/8''' ГОСТ 6227-80; Сверло спиральное с коническим хвостовиком ГОСТ 2092-77; Нутрометр ГОСТ 868-62; Калибр-пробка ГОСТ 11007-66.																	
A13	XX	XX	XX	035	Комбинированная								ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
B14	Вертикально-сверлильный станок 21104Н7Ф4					2	18873	22	1Р	1	1	1	250	1	16	4,727		
O15	Сверлить последовательно 6 отверстий Ø16 на глубину 30 мм; Нарезать резьбу в 6 отверстиях последовательно М16.																	
T16	396131 Тиски самоцентрирующиеся; 392811 Патрон сверлильный КМ2 ГОСТ 2876-80; Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Р6М5 ГОСТ 10902-77; Метчик короткий с проходным хвостовиком ГОСТ 3266-81; Нутрометр ГОСТ 868-62; Калибр и контр-калибр.																	
A17	XX	XX	XX	035	Термическая								ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
B18	Печь					2	15887	22	1Р	1	1	1	250	1	14			
A20	XX	XX	XX	040	4131 Плоскошлифовальная								ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
B21	4131 Плоскошлифовальный станок 3Е721АФ1-1					2	18873	22	1Р	1	1	1	250	1	14	2,363		
O22	Шлифовать пов. 1, выдерживая 225±0,14 мм Шлифовать пов.2, выдерживая 330±0,2 мм.																	
T23	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 398110 Шлифовальный круг 450х20х205 91А F46 L 9V А 35м/с ГОСТ Р52781-2007; 393311 Штангенциркуль ШЦ-III-0-400 ГОСТ 166-73																	
A24	XX	XX	XX	045	Сборочная								ИОТ	ИЗ7101	7017-83			
B25	Сборочный стенд					2	18873	22	1Р	1	1	1	250					
26																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Б					Код, наименование оборудования											
A01	XX	XX	XX	025	4260 Фрезерная						ИОТ	ИЗ7101	7016-88			
Б02	3816 Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6P11Ф3					2	18632	22	1P	1	1	1	250	1	10	1,656
O03	Фрезеровать пов.6 под углом 1,5 градуса.															
T04	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 39280 Оправка для торцовой фрезы ГОСТ 130041-83; 392811; 391854 Фреза торцовая насадная Р6М5 ГОСТ 9473-80;															
T05	Угломер с нониусом ГОСТ 5378-66.															
A06	XX	XX	XX	030	Расточная						ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
Б07	Координатно-расточной станок 24К40СФ4					2	18873	22	1P	1	1	1	250	1	16	3,51
O8	Расточить отверстие Ø99,965±0,035 мм.															
T9	396131 Опора плоская ГОСТ 16896-71; 392811 Расточная головка Ø100 мм; Нутрометр ГОСТ 868-62.															
A10	XX	XX	XX	035	Моечная						ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
Б11	Камерная моечная машина															
12																
A13	XX	XX	XX	035	Контрольная						ИОТ	ИЗ7101	7013-88			
Б14	Контрольный стенд															
МК																

Приложение Б

Спецификация к сборочному чертежу

Таблица Б.1 – Спецификация к сборочному чертежу

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<i>Документация</i>					
A1		23.БР.ОТМП.254.65.00.000.СБ	Сборочный чертёж	1	
<i>Детали</i>					
	1	23.БР.ОТМП.254.65.00.001	Основание	1	
	2	23.БР.ОТМП.254.65.00.002	Гайка	1	
	3	23.БР.ОТМП.254.65.00.003	Вал	1	
	5	23.БР.ОТМП.254.65.00.004	Кронштейн	2	
	6	23.БР.ОТМП.254.65.00.005	Втулка	2	
	7	23.БР.ОТМП.254.65.00.006	Планка	2	
	8	23.БР.ОТМП.254.65.00.007	Направляющая	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
	4		Штифт	2	
	9		Винт М12х30 ГОСТ14.82-84	2	
	10		Винт М5*25 Гост 17473-80	4	
23.БР.ОТМП.254.65.00.000					
Приспособление станочное					
Копировал Формат А4					