

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 рейки

Обучающийся

С.Е. Кондрашов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.А. Козлов

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Тема данной выпускной квалификационной работы «Технологический процесс изготовления рейки». Актуальность выбранной темы объясняется необходимостью разработки и совершенствования технологии изготовления рейки в условиях среднесерийного типа производства. Объектом исследования является технологический процесс изготовления рейки. Предметом исследования является рейка. Цель работы состоит в том, чтобы разработать технологию изготовления рейки способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока. Основные задачи работы заключаются в проектировании технологического процесса изготовления, его дальнейшем совершенствовании, оценке его безопасности и экологичности, а также определении его экономических показателей.

Объем пояснительной записки работы составляет 65 страниц, графической части 7 листов формата А1.

Первый раздел работы содержит критический анализ основных исходных данных и цели работы. На его основании формулируются задачи работы. Второй раздел работы содержит решение задач, направленных на проектирование максимально эффективной технологии изготовления в заданных условиях на базе известных технологических решений. Третий раздел работы содержит решение задач, направленных на совершенствование спроектированной технологии изготовления. Для этого совершенствуется технологическая оснастка и режущий инструмент. Четвертый раздел работы содержит комплексное решение задач обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности. В пятом разделе решена задача определения экономической эффективности спроектированной технологии изготовления рейки с учетом предлагаемых в третьем разделе усовершенствований.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных и постановка задач работы.....	5
1.1 Функции и условия эксплуатации детали.....	5
1.2 Анализ детали на технологичность.....	6
1.3 Определение типа производства и его характеристик.....	8
1.4 Постановка задач.....	10
2 Проектирование технологического процесса.....	11
2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование.....	11
2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали.....	20
2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	21
2.4 Проектирование технологических операций.....	24
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	28
3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков.....	28
3.2 Проектирование шлифовального круга.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	36
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта.....	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	39
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	44
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	64

Введение

В современном металлообрабатывающем производстве используется большое количество станочной оснастки разнообразного назначения. Данная оснастка должна отвечать ряду требований, связанных с точностью установки в ней заготовок, долговечности, надежности и быстродействию.

Использование в качестве зажимного механизма реечного позволяет в большинстве случаев обеспечить выполнение всех требований, предъявляемых к станочной оснастке без существенного усложнения конструкции приспособления. Основой для реечного механизма является рейка, от характеристик которой зависят практически все показатели зажимного механизма. Обеспечение этих характеристик сложная задача, решение которой требует использования в процессе изготовления современного оборудования, средств технологического оснащения и режущего инструмента. Это существенно увеличивает стоимость изготовления детали и делает необходимым тщательный анализ проектируемой технологии изготовления на предмет применения прогрессивных технических решений, способных снизить затраты на изготовление.

В ходе проектирования технологического процесса следует учесть, что базовые технологии, как правило, ориентированы на крупносерийное и массовое производство, которое имеет свою специфику и достаточно сильно отличается от среднесерийного производства по составу используемого оборудования и средств технологического оснащения, а также имеет другие особенности, которые необходимо учесть в ходе проектирования.

Следовательно, цель данной выпускной квалификационной работы состоит в том, чтобы разработать технологию изготовления рейки способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока в условиях среднесерийного типа производства.

1 Анализ исходных данных и постановка задач работы

1.1 Функции и условия эксплуатации детали

Функциональное назначение рейки заключается в перемещении по направляющей, прикрепленной к ней ползушке. Для этого в конструкции детали предусмотрены зубья, которые воспринимают крутящий момент от зубчатого колеса, соединенного с силовым приводом. В конструкции рейки также имеются отверстия, обеспечивающие ее базирование и закрепление на ползушке.

Условия эксплуатации детали в значительной мере зависят от области применения зажимного механизма, требуемых характеристик точности установки в станочном приспособлении и влияния внешних факторов. Величины нагрузок могут сильно колебаться и достигать значительных величин, что объясняется различными физическими свойствами обрабатываемых материалов и особенностями реализации различных методов обработки. В наихудшем случае возможно воздействие вибрационных нагрузок, например, при использовании реечного механизма в приспособлениях для фрезерной черновой обработки. Влияние рабочей среды зависит от применяемого метода обработки и использования смазочно-охлаждающей жидкости в процессе обработки. Так как корпус приспособления, в которое устанавливается зажимной механизм, не является полностью герметичным, то в наихудшем случае возможно попадание на рейку мелкой стружки и смазочно-охлаждающей жидкости, что может привести к повреждению рабочих поверхностей или их повышенному износу. Учитывая, что рейка находится в закрытом корпусе и не входит в непосредственный контакт с окружающей средой, а само приспособление работает в закрытом производственном помещении с определенным температурным режимом, влияние на условия эксплуатации факторов внешней среды ограничено.

1.2 Анализ детали на технологичность

Выполнение анализа детали на технологичность подразумевает комплексный анализ ее материала, конструкции и механической обработки.

Технологичность материала детали определяется его химическим составом и физико-механическими свойствами. В данном случае применяется сталь 45 ГОСТ 1050–88. «Химический состав данной стали: от 0,42% до 0,5% углерод, от 0,17% до 0,37% кремний, от 0,5% до 0,8% марганца, до 0,25% хром, до 0,25% никель, до 0,04% сера, 0,035% фосфор» [23]. «Механические свойства данной стали в состоянии поставки: предел текучести 400 МПа, предел прочности 650 МПа, твердость от 187 до 229 HRB» [23].

Анализируя полученные данные приходим к следующим выводам. Свойства стали полностью отвечают функциональному назначению и всем требованиям, предъявляемым к детали. Сталь обладает хорошими пластическими свойствами, что позволит использовать для получения заготовок высокопроизводительные методы пластического деформирования, а также обеспечивает хорошую обрабатываемость резанием.

Технологичность конструкции детали оценивается исходя из общей конфигурации детали, наличия и количества сложно профильных и точных поверхностей. Рейка имеет не сложную общую конфигурацию, что потребует для ее изготовления применения ограниченного количества разнообразных методов обработки. В конструкции детали имеются зубья со сложным профилем в поперечном сечении в сочетании с высокой размерной точностью. Изготовление данного конструктивного элемента является сложной задачей, требующей применения специализированного оборудования. Для оценки точности поверхностей детали и обоснованности ее назначения проводим классификацию поверхностей по их назначению [3]. Для этого выполняем эскиз детали и проставляем на нем номер для каждой поверхности. Эскиз приведен на рисунке 1.

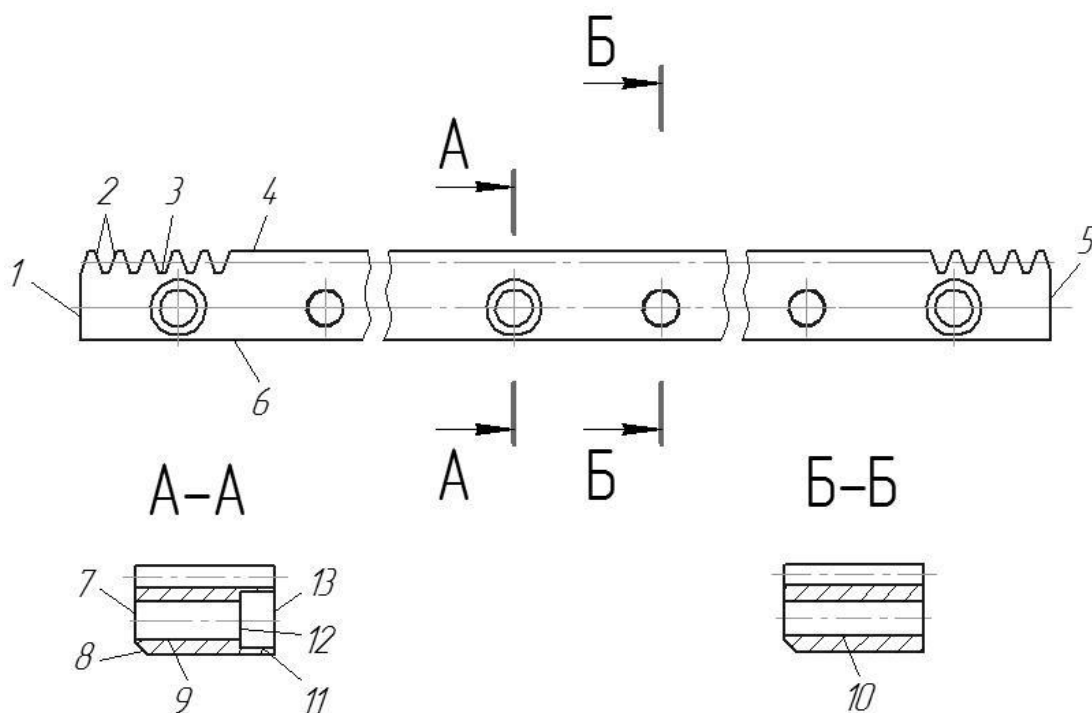


Рисунок 1 – Эскиз рейки

В соответствии с принятой классификацией поверхностей получаем следующие результаты. «Основные конструкторские базы поверхности с номерами 6, 7, 10; вспомогательная конструкторская база поверхности с номером 13; исполнительная поверхность с номером 2; свободные поверхности все оставшиеся» [3]. Из приведенной классификации следует, что точность размеров детали не является излишней и определена их функциональным назначением. Для достижения требуемой точности достаточно применения стандартных методов обработки, реализуемых на стандартном оборудовании с использованием универсальных средств технологического оснащения. Анализируя полученные данные приходим к выводу, что конструкцию детали следует признать технологичной.

Технологичность механической обработки оценивается исходя из анализа методов обработки, схем базирования, оборудования и средств технологического оснащения, требуемых для изготовления детали. Исходя из требуемой точности обработки и формы поверхностей детали, приходим к следующим выводам. Достигнуть требуемых параметров можно применяя

общепринятые методы обработки, такие как сверление, фрезерование, шлифование и другие. При проектировании технологических операций можно применять стандартные схемы базирования, что позволит применить универсальную технологическую оснастку для их реализации. Обработка может быть выполнена с применением универсального и специализированного оборудования, стандартного режущего инструмента. Исходя из формы поверхностей и требуемой точности обработки, для контроля можно использовать универсальные и стандартизированные средства контроля. Следовательно, с точки зрения механической обработки деталь является технологичной.

Анализ детали показал, что по всем рассматриваемым согласно принятой методике критериям деталь является технологичной.

1.3 Определение типа производства и его характеристик

Задача определения типа производства традиционно решается на основе определения коэффициента закрепления операций, однако, в данном случае это не представляется возможным, так как неизвестна вся номенклатура производства. В связи с этим применим упрощенную методику определения типа производства [10] по массе детали и годовой программе выпуска. Применяя данную методику, «исходя из годовой программы выпуска 4000 штук и массы 5,8 кг, тип производства среднесерийный» [10].

Среднесерийный тип производства согласно данным [10] имеет следующие характеристики.

- технологический маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов обработки с учетом конструктивных особенностей детали;
- для получения заготовок желательно использовать методы, позволяющие получить форму заготовки близкую к детали, то есть методы штамповки и отливки;

- припуски на обработку рассчитываются в зависимости от требуемой точности обработки табличным или расчетно-аналитическим методом;
- технология изготовления оформляется в виде маршрутной карты и операционных карт;
- технологические операции проектируются на основе типовых схем базирования с применением расчетных и статистических методов определения режимов резания и нормирования;
- оборудование назначается по методу обработки. Желательно использование универсального оборудования и оснащенного системами числового программного управления. Допускается применение специализированного оборудования;
- режущий инструмент назначается исходя из метода обработки, требуемой точности обработки и формы обрабатываемых поверхностей. Желательно применение универсального, стандартизированного режущего инструмента. В экономически обоснованных случаях допускается применение специального режущего инструмента;
- технологическая оснастка назначается исходя из требуемой к реализации схемы базирования. Желательно использование универсальной, универсально-сборной оснастки с применением средств механизации процессов закрепления и раскрепления заготовок;
- средства контроля выбираются исходя из требуемой точности контроля, формы контролируемых поверхностей и допустимых методов контроля. Предпочтение следует отдавать стандартным и универсальным средствам контроля;
- форма организации производственного процесса не поточная, то есть детали запускаются в производство периодически повторяющимися партиями, размер которых определяется

технологом;

- производственные участки формируются по групповому принципу.

1.4 Постановка задач

Исходя из анализа детали на технологичность и характеристик среднесерийного типа производства, поставленная цель работы может быть достигнута путем решения следующих основных задач.

Необходимо спроектировать технологический процесс изготовления детали с учетом типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого необходимо выбрать метод получения заготовки и провести ее проектирование, определить припуски на обработку поверхностей, определить маршрут обработки поверхностей, выбрать схемы базирования, определить режимы резания, определить операционные технические требования, назначить оборудование и средства технологического оснащения, провести нормирование технологических операций.

Затем необходимо дальнейшее совершенствование спроектированного технологического процесса изготовления, путем проектирования специальной технологической оснастки и режущего инструмента для операций, имеющих недостатки.

На следующем этапе необходимо оценить безопасность и экологичность выполнения спроектированного технологического процесса.

На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели спроектированного технологического процесса и предложенных изменений.

Результатом выполнения данного раздела работы стал критический анализ основных исходных данных и цели работы. На основании чего сформулированы задачи работы.

2 Проектирование технологического процесса

2.1 Выбор метода получения заготовки и ее проектирование

Задача выбора метода получения заготовки решается путем проведения экономического сравнения допустимых методов. Исходя из характеристик типа производства и особенностей конструкции детали, для получения заготовки желательно использовать методы, позволяющие получить форму заготовки близкую к детали, то есть методы штамповки, отливки или отрезкой из проката прямоугольного сечения. В данном случае ограничения на применение методов получения оказывает материал детали. При анализе его технологичности было выяснено, что рассматриваемая сталь обладает хорошими пластическими свойствами. Это позволит использовать для получения заготовки методы штамповки и делает непригодными методы литья. Проведя анализ литературы [5] приходим к выводу о том, что наиболее эффективны в данном случае для получения заготовки метод штамповкой в открытых штампах или использовать прокат.

Для окончательного выбора необходимо провести их экономическое сравнение. При проведении расчетов следует учесть, что дешевая заготовка может привести к высокой стоимости механической обработки, а дорогая заготовка привести к низкой стоимости механической обработки. Поэтому для проведения расчетов применим методику [2], которая учитывает стоимость получения заготовки и стоимость ее механической обработки. «В этом случае необходимо определить общую технологическую себестоимость по формуле:

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

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

Q – масса заготовки, кг;

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

q – масса детали, кг;

$C_{\text{ОТХ}}$ – стоимость одного кг стружки, руб» [2].

«Стоимость получения одного кг заготовок получаемых штамповкой рассчитывается по формуле:

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

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

h_{T} – коэффициент точности штамповки;

$h_{\text{С}}$ – коэффициент группы сложности штамповки;

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

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

$h_{\text{П}}$ – коэффициент программы выпуска» [2].

$$C_{\text{ЗАГ}} = 40,252 \cdot 1,00 \cdot 0,84 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,05 \text{ руб.}$$

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

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

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

$h_{\text{Ф}}$ – коэффициент формы» [2].

$$C_{\text{ЗАГ}} = 14,14 \cdot 1,0 = 14,14 \text{ руб.}$$

Для определения массы детали выполним ее моделирование в программе «Компас». В результате получаем массу детали равную 8,5 кг.

«Масса заготовки с достаточной для стадии проектирования точностью может быть определена по формуле:

$$Q = q \cdot K_{\text{Р}}, \quad (4)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий особенности метода получения заготовки и ее формы» [2].

$Q = 8,5 \cdot 1,2 = 10,38$ кг – масса заготовки получаемой штамповкой.

$Q = 8,5 \cdot 1,8 = 15,35$ кг – масса заготовки получаемой из проката.

«Стоимость механической обработки рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{МЕХ}} = C_{\text{С}} + E_{\text{Н}} \cdot C_{\text{К}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{С}}$ – приведенные затраты на снятие 1 кг стружки, руб.;

$C_{\text{К}}$ – приведенные капитальные вложения на 1 кг стружки, руб.;

$E_{\text{Н}}$ – коэффициент эффективности капитальных вложений» [2].

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

Имея все необходимые данные, определяем по формуле (1) общую технологическую себестоимость для каждого из рассматриваемых вариантов получения заготовок.

$$C_{\text{T}} = 27,05 \cdot 10,38 + 4,6 \cdot (10,38 - 5,8) - 1,4 \cdot (10,38 - 5,8) = 295,44 \text{ р.}$$

$$C_{\text{T}} = 14,14 \cdot 15,35 + 4,6 \cdot (15,35 - 5,8) - 1,4 \cdot (15,35 - 5,8) = 247,62 \text{ р.}$$

Из расчетов следует, что метод получения заготовки отрезкой из проката квадратного сечения в данном случае является предпочтительным.

Проектирование заготовки подразумевает определение технологических припусков на обработку, определение напусков, определение допусков на размеры, определение технических характеристик заготовки и формирование контура заготовки.

Расчет припусков на обработку в независимости от методики их определения подразумевает определение маршрута обработки для каждой поверхности.

Будем использовать для этого методику [11] согласно которой оптимальным является маршрут, обеспечивающий требуемые показатели качества обработки при условии обеспечения минимума суммарных

удельных затрат. При определении маршрутов следует также учесть форму поверхностей, особенности обрабатываемого материала и серийность производства. Результаты для дальнейшего удобства их использования приведены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Последовательности методов обработки поверхностей

Поверхность	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки
1	14	12,5	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка» [11]
2	9	3,2	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка, черновое шлифование» [11]
3	14	12,5	плоскость	«черновое фрезерование, термическая обработка» [11]
4	10	12,5	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка, черновое шлифование» [11]
5	14	12,5	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка» [11]
6	10	1,6	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование» [11]
7	14	1,6	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование» [11]
8	14	12,5	конус	«черновое фрезерование, термическая обработка» [11]
9	14	12,5	цилиндр	«сверление, термическая обработка» [11]
10	8	1,6	конус	«сверление, зенкерование, развертывание, термическая обработка» [11]
11	14	12,5	цилиндр	«сверление, термическая обработка» [11]
12	14	12,5	плоскость	«сверление, термическая обработка» [11]

Продолжение таблицы 1

Поверхность	Квалитет	Шероховатость Ra, мкм	Форма поверхности	Маршрут обработки
13	14	1,6	плоскость	«черновое фрезерование, чистовое фрезерование, термическая обработка, черновое шлифование, чистовое шлифование» [11]

Используя приведенные в таблице 1 маршруты обработки поверхностей, определяем припуски на механическую обработку поверхностей.

Припуски для поверхности $28,5 h10(-0,084)$ следует определять с применением расчетно-аналитического метода [17]. Это позволит минимизировать величину припусков, рассчитать операционные размеры и обеспечить заданную точность обработки. В соответствии с принятой методикой припуск определяется в следующей последовательности. Сначала определяется минимальный припуск, затем максимальный и средний припуск. После этого выполняются расчеты минимального, максимального и среднего операционных размеров. Расчеты выполняются для каждого перехода. На основании полученных данных определяются общие максимальный, минимальный и средний припуски.

«Минимальный припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

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

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [17].

«Величина дефектного слоя рассчитывается по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (7)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [17].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot TA, \quad (8)$$

где TA – поле допуска выполняемого размера, мм» [17].

«Максимальный припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + TA_{i-1} + TA_i, \quad (9)$$

где TA_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

TA_{i-1} – поле допуска размера на предыдущем переходе, мм» [17].

«Средний припуск для каждого перехода рассчитывается по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (10) \text{» [17]}$$

«Ниже приведены результаты расчетов припусков.

$$z_{1 \min} = a_0 + \Delta_0 + \varepsilon_1 = 0,20 + 0,35 + 0,20 = 0,75 \text{ мм.}$$

$$z_{2 \min} = a_1 + \Delta_1 + \varepsilon_2 = 0,200 + 0,053 + 0,130 = 0,383 \text{ мм.}$$

$$z_{3 \min} = a_{\text{то}} + \Delta_{\text{то}} + \varepsilon_3 = 0,150 + 0,033 + 0,120 = 0,303 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \Delta_3 + \varepsilon_4 = 0,070 + 0,021 + 0,110 = 0,201 \text{ мм.}$$

$$z_{1max} = z_{1min} + TA_0 + TA_1 = 0,75 + 1,40 + 0,21 = 2,36 \text{ мм.}$$

$$z_{2max} = z_{2min} + TA_1 + TA_2 = 0,383 + 0,210 + 0,084 = 0,677 \text{ мм.}$$

$$z_{3max} = z_{3min} + TA_{\text{то}} + TA_3 = 0,303 + 0,130 + 0,084 = 0,517 \text{ мм.}$$

$$z_{4max} = z_{4min} + TA_3 + TA_4 = 0,201 + 0,084 + 0,084 = 0,369 \text{ мм.}$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1max} + z_{1min}) = 0,5 \cdot (2,36 + 0,75) = 1,555 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2max} + z_{2min}) = 0,5 \cdot (0,677 + 0,383) = 0,530 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3max} + z_{3min}) = 0,5 \cdot (0,517 + 0,303) = 0,410 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4max} + z_{4min}) = 0,5 \cdot (0,369 + 0,201) = 0,285 \text{ мм} \gg [17].$$

«Минимальный размер рассчитывается по формуле:

$$A_{(i-1)min} = A_{i min} + z_{i min}. \quad (11) \gg [17]$$

«Для перехода предшествующего термическому переходу минимальный размер рассчитывается по формуле:

$$A_{(\text{то}-1)min} = A_{(i-1) min} \cdot 0,999. \quad (12) \gg [17]$$

«Максимальный размер рассчитывается по формуле:

$$A_{(i-1)max} = A_{(i-1)min} + TA_{i-1}. \quad (13) \gg [17]$$

«Средний размер рассчитывается по формуле:

$$A_{i cp} = 0,5 \cdot (A_{i max} + A_{i min}). \quad (14) \gg [17]$$

«Ниже приведены результаты расчетов операционных размеров.

$$A_{4min} = 28,416 \text{ мм.}$$

$$A_{4max} = 28,500 \text{ мм.}$$

$$A_{4cp} = 0,5 \cdot (A_{4max} + A_{4min}) = 0,5 \cdot (28,500 + 28,416) = 28,458 \text{ мм.}$$

$$A_{3min} = A + z_{4min} = 28,416 + 0,201 = 28,617 \text{ мм.}$$

$$A_{3max} = A_{3min} + TA_3 = 28,617 + 0,084 = 28,701 \text{ мм.}$$

$$A_{3cp} = 0,5 \cdot (A_{3max} + A_{3min}) = 0,5 \cdot (28,701 + 28,617) = 28,659 \text{ мм.}$$

$$A_{TO min} = A_{3min} + z_{3min} = 28,617 + 0,303 = 28,920 \text{ мм.}$$

$$A_{TO max} = A_{TO min} + TA_{TO} = 28,920 + 0,130 = 29,050 \text{ мм.}$$

$$A_{TO cp} = 0,5 \cdot (A_{TO max} + A_{TO min}) = 0,5 \cdot (29,05 + 28,92) = 28,985 \text{ мм.}$$

$$A_{2min} = A_{TO min} \cdot 0,999 = 28,920 \cdot 0,999 = 28,891 \text{ мм.}$$

$$A_{2max} = A_{2min} + TA_2 = 28,891 + 0,084 = 28,975 \text{ мм.}$$

$$A_{2cp} = 0,5 \cdot (A_{2max} + A_{2min}) = 0,5 \cdot (28,975 + 28,891) = 28,933 \text{ мм.}$$

$$A_{1min} = A_{2min} + z_{2min} = 28,891 + 0,383 = 29,274 \text{ мм.}$$

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 29,274 + 0,210 = 29,484 \text{ мм.}$$

$$A_{1cp} = 0,5 \cdot (A_{1max} + A_{1min}) = 0,5 \cdot (29,484 + 29,274) = 29,379 \text{ мм.}$$

$$A_{0min} = A_{1min} + z_{1min} = 29,274 + 0,750 = 30,024 \text{ мм.}$$

$$A_{0max} = A_{0min} + TA_0 = 30,024 + 1,400 = 31,424 \text{ мм.}$$

$$A_{0cp} = 0,5(A_{0max} + A_{0min}) = 0,5(31,424 + 30,024) = 30,724 \text{ мм} \gg [17].$$

«Общий минимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{min} = A_{0 min} - A_{4 max}. \quad (15) \gg [17]$$

$$z_{min} = 30,024 - 28,5 = 1,524 \text{ мм.}$$

«Общий максимальный припуск рассчитывается по формуле:

$$z_{max} = z_{min} + TA_0 + TA_4. \quad (16) \gg [17]$$

$$z_{max} = 1,524 + 1,4 + 0,084 = 3,008 \text{ мм.}$$

«Общий средний припуск рассчитывается по формуле:

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{min} + 2z_{max}). \quad (17) \gg [17]$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (1,524 + 3,008) = 2,266 \text{ мм.}$$

Остальные поверхности детали имеют меньшую точность, поэтому припуски на их обработку определяются с использованием упрощенной методики основанной на статистических данных [16]. Результаты определения припусков с использованием данной методики для определения минимального и максимального значений припусков по переходам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты определения припусков

Номер поверхности	Номер перехода	Минимальный припуск, мм	Максимальный припуск, мм
1	1	2,0	3,4
	2	1,0	1,56
2	1	0,8	1,165
	2	0,25	0,333
5	1	2,0	3,4
	2	1,0	1,56
7	1	1,8	2,625
	2	1,0	1,175
	3	0,35	0,45
	4	0,2	0,3
10	1	0,25	0,425
	2	0,075	0,124
13	1	1,8	2,625
	2	1,0	1,175
	3	0,35	0,45
	4	0,2	0,3

В соответствии с методикой проектирования с применением данных [5] определяем технические характеристики заготовки. Исходя из полученных значений, в качестве заготовки принимаем прокат нормальной точности квадратного сечения со стороной 52 мм с допусками $(\begin{smallmatrix} +0,4 \\ -1,0 \end{smallmatrix})$. Размер длины заготовки назначается исходя из предполагаемого метода нарезания проката с учетом напусков на отрезку.

2.2 Проектирование маршрута и плана изготовления детали

В условиях среднесерийного типа производства технологический маршрут изготовления детали проектируется на основе типовых маршрутов обработки [7, 13, 15] с учетом конструктивных особенностей детали. Тогда проектирование маршрута обработки сводится к выявлению принадлежности детали к определенному классу деталей, выбору типовых маршрутов обработки деталей данного класса, анализу данных маршрутов путем исключения избыточных операций и добавления недостающих. Такое решение в условиях среднесерийного типа производства существенно ускоряет процесс проектирования и повышает его качество.

В результате анализа имеющихся типовых маршрутов изготовления деталей данного типа получаем следующий маршрут изготовления.

Операция 000 Ленточноотрезная. Обрабатываются поверхности 1, 5.

Операция 005 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 4, 6.

Операция 010 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 1, 5.

Операция 015 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 7, 13.

Операция 020 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 4, 6.

Операция 025 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 1, 5.

Операция 030 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 7, 8, 13.

Операция 035 Сверлильная. Обрабатываются поверхности 9, 10, 11, 12.

Операция 040 Фрезерная. Обрабатываются поверхности 2, 3.

Операция 045 Термическая. Термическая обработка всех поверхностей.

Операция 050 Правильная. Обрабатываются поверхности в соответствии с результатами контроля.

Операция 055 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 4, 6.

Операция 060 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 7, 13.

Операция 065 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 6.

Операция 070 Шлифовальная. Обрабатываются поверхности 7, 13.

Операция 075 Зубошлифовальная. Обрабатываются поверхности 2.

Операция 080 Моечная. Выполняется мойка и сушка всех поверхностей.

Операция 085 Контрольная. Выполняется контроль детали согласно карте контроля.

Имея маршрут изготовления детали, формируем план изготовления. Для этого используем рекомендации [15]. Согласно им «план изготовления включает в себя перечень всех операций технологического процесса, используемое оборудование, эскизы выполнения операций с указанием на них операционных размеров и схем базирования, технические требования на выполнение операций, назначаемые исходя из экономически целесообразной точности достигаемой на операции» [15]. Результаты проектирования плана изготовления отображаются на соответствующем листе графической части работы и в маршрутной карте, представленной в приложении А.

2.3 Выбор средств оснащения технологического процесса

Средства оснащения технологического процесса будем выбирать по справочным данным [1, 6, 18, 19, 20]. При выборе необходимо учесть особенности типа производства рассмотренные ранее.

Выбор оборудования зависит от реализуемого метода обработки. В заданных условиях предпочтительным является использование универсального оборудования и оборудования с системой числового программного управления. Применение специализированного оборудования возможно только в случае если на универсальном оборудовании реализовать заданный метод обработки не представляется возможным.

Выбор режущего инструмента производится исходя из метода обработки, требуемой точности обработки и формы обрабатываемых поверхностей. Предпочтительным является использование универсального и стандартизированного режущего инструмента. Применение специального режущего инструмента допускается в обоснованных случаях.

Выбор технологической оснастки производится исходя из требуемой к реализации схемы базирования. Предпочтительным является использование универсальной, универсально-сборной оснастки с применением средств механизации процессов закрепления и раскрепления заготовок.

Выбор средств контроля производится исходя из требуемой точности контроля, формы контролируемых поверхностей и допустимых методов контроля. Предпочтительным является использование стандартных и универсальных средств контроля.

Выбранные согласно данным соображения средства технологического оснащения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Наименование операции	Станки	Зажимные приспособления	Металлорежущие инструменты	Средства контроля
000 Ленточноотрезная	ленточнопильный 8Б450Д	тиски	пила ленточная	штангенциркуль ГОСТ 166–89
005 Фрезерная	вертикально–фрезерный 6Т12	тиски самоцентрирующие	фреза торцовая Ø200 ГОСТ 24359–80 Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 166–89
010 Фрезерная	горизонтально–фрезерный 6Т82Г	тиски самоцентрирующие	фреза цилиндрическая Ø50 ГОСТ 29092–91 Р6М5	штангенциркуль ГОСТ 166–89
015 Фрезерная	вертикально–фрезерный 6Т12	тиски самоцентрирующие	фреза торцовая Ø200 ГОСТ 24359–80 Т5К10	штангенциркуль ГОСТ 166–89
020 Фрезерная	вертикально–фрезерный 6Т12	тиски самоцентрирующие	фреза торцовая Ø200 ГОСТ 24359–80 Т15К6	штангенциркуль ГОСТ 166–89
025 Фрезерная	горизонтально–фрезерный 6Т82Г	тиски самоцентрирующие	фреза цилиндрическая Ø50 ГОСТ 29092–91 Р6М5	штангенциркуль ГОСТ 166–89
030 Фрезерная	вертикально–фрезерный 6Т12	тиски самоцентрирующие	фреза торцовая Ø200 ГОСТ 24359–80 Т15К6	штангенциркуль ГОСТ 166–89
035 Сверлильная	сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2	тиски самоцентрирующие	сверло спиральное Ø12 Р6М5 ГОСТ4010–77,	штангенциркуль ГОСТ 166–89, нутромер

Продолжение таблицы 3

Наименование операции	Станки	Зажимные приспособления	Металлорежущие инструменты	Средства контроля
			сверло спиральное Ø9,7 P6M5 ГОСТ 4010–77, зенковка Ø18 P6M5 ГОСТ 14953–80, зенкер Ø10 P6M5 ГОСТ 12489–71, развертка коническая Ø10 P6M5 ГОСТ 10081–84	штангенциркуль ГОСТ 166–89, нутромер ГОСТ 160–80, калибры
040 Фрезерная	вертикально–фрезерный с ЧПУ 65A60Ф1	тиски самоцентрирующие	фреза концевая специальная	калибры
050 Правильная	пресс «Galdabini»			микрометр ГОСТ6507–90
055 Шлифовальная	плоскошлифовальный 3E711	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг 400x50x150 1–23A60M6V5 специальный	микрометр ГОСТ6507–90
060 Шлифовальная	плоскошлифовальный 3E711	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг 400x50x150 1–23A60M6V5 специальный	микрометр ГОСТ6507–90
065 Шлифовальная	плоскошлифовальный 3E711B1	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг 400x50x150 1–23A40M6V5 специальный	микрометр ГОСТ6507–90
070 Шлифовальная	плоскошлифовальный 3E711B1	плита магнитная ГОСТ 17519-81	круг 400x50x150 1–23A40M6V5 специальный	калибры
075 Зубошлифовальная	зубошлифовальный с ЧПУ УК–7332	тиски самоцентрирующие	круг 400x50x150 4–23A40M5V6 ГОСТ 52781–2007	

Приведенные в таблице 3 данные по средствам технологического оснащения используем для заполнения технологической документации, приведенной в приложении А, а также в графической части выпускной квалификационной работы.

Анализируя полученные данные по средствам технологического оснащения, приходим к следующим выводам.

Предлагаемые к использованию станки отвечают всем требованиям среднесерийного производства, при этом большая часть оснащена системами

числового программного управления. Такое оборудование позволит обеспечить требуемую производительность и гибкость производства.

Предлагаемые к использованию станочные приспособления реализуют предполагаемые на операциях схемы базирования, являются универсальными, обладают необходимым быстродействием. Однако, следует отметить использование большого количества специальных приспособлений, что потребует их проектирования и изготовления. При этом необходимо предусмотреть возможность использования данных приспособлений для изготовления других деталей, входящих в номенклатуру производства.

Предлагаемые к использованию режущие инструменты отвечают требованиям среднесерийного типа производства, в большинстве своем являются универсальными. Однако, ряд операций предусматривает использование специального режущего инструмента, что потребует их проектирования и изготовления.

Предлагаемые к использованию средства контроля отвечают всем предъявляемым к ним требованиям. Для контроля большинства размеров используются универсальные средства контроля, что удешевляет оснащение технологического процесса необходимыми средствами контроля. Для нескольких операций предполагается использование калибров. Такое решение вызвано особенностью контролируемых параметров детали и, в данном случае, его можно считать обоснованным.

2.4 Проектирование технологических операций

С целью обеспечения проектирования технологических операций необходимо произвести нормирование операций, то есть определить режимы резания, а также время на их выполнение. В ходе анализа типа производства было выяснено, что нормирование технологических операций в условиях среднесерийного типа производства основано на применении опытно-статистического метода [12, 14]. Ниже приведен алгоритм проведения

нормирования технологических операций с применением данной методики.

«Скорость резания определяется по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (18)$$

где V_T – скорость резания справочная, м/мин;

K_1 – коэффициент характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент характеристик вида обработки» [12].

«Рассчитывается частота вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (19)$$

где D – номинальный диаметр, мм» [12].

«Далее рассчитывается длина рабочего хода инструмента по формуле:

$$L_{p.x.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (20)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [14].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (21)$$

где S – подача, мм/об» [14].

Результаты нормирования технологических операций приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты нормирования технологических операций

Операция	Переход	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Частота вращения, об/мин	Рабочий ход, мм	Время, мин
005 А	1	0,06	157	250	700	3,89
005 Б	2	0,06	157	250	700	3,89
010 А	1	0,1	57	360	48	0,11
010 Б	2	0,1	57	360	48	0,11
015 А	1	0,06	157	250	700	3,89
015 Б	2	0,06	157	250	700	3,89
020 А	1	0,08	396	630	700	1,16
020 Б	1	0,08	396	630	700	1,16
025 А	1	0,05	66	420	48	0,19
025 Б	1	0,05	66	420	48	0,19
030 А	1	0,08	396	630	700	1,16
030 Б	2	0,08	396	630	700	1,16
035	1	0,25	24	630	49	0,31
	2	0,20	26	860	49	0,29
	3	0,30	11	200	12	0,2
	4	0,57	18	540	49	0,16
	5	0,5	15	480	49	0,2
040	1	0,3	16	1000	13024	10,85
	2	0,1	19	1200	13024	27,13
055 А	1	0,010	30	20	700	1,44
055 Б	1	0,010	30	20	700	1,44
060 А	1	0,010	30	20	700	1,4
060 Б	1	0,010	30	20	700	1,4
065	1	0,006	35	20	700	1,68
070 А	1	0,006	35	20	700	1,47
070 Б	1	0,006	35	20	700	1,47
075	1	–	35	10	13024	2,6

Приведенные в таблице 4 данные по нормированию технологических операций используем для формирования технологической документации, приведенной в приложении А, а также в графической части выпускной квалификационной работы.

Анализируя полученные данные, приходим к выводу, что большинство технологических операций имеют хорошие показатели по основному времени обработки, отвечающие требованиям среднесерийного типа производства. Однако ряд операций имеют время обработки, значительно превышающее остальные операции. Для таких операций следует

предусмотреть технические или организационные мероприятия, направленные на снижение времени выполнения данных операций. В частности следует обратить внимание на операции, где для закрепления заготовки используются самоцентрирующие тиски, а также на шлифовальные операции. Модернизация данных операций позволит дополнительно снизить стоимость изготовления детали.

В ходе выполнения второго раздела спроектирован технологический процесс изготовления детали с учетом типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку поверхностей, определен маршрут обработки поверхностей, выбраны схемы базирования, определены режимы резания, определены операционные технические требования, назначено оборудование и средства технологического оснащения, проведено нормирование технологических операций.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование самоцентрирующих тисков

В ходе анализа полученных данных по средствам технологического оснащения, было выявлено использование большого количества специальных приспособлений на фрезерных операциях по обработке плоскостей. Это объясняется отсутствием стандартных приспособлений, способных реализовать теоретическую схему базирования, что приводит к увеличению припусков на обработку и снижению ее точности. Эскиз выполнения фрезерной операции приведен на рисунке 2. Устраним данный недостаток путем проектирования приспособления с использованием методики и данных [19, 20]. При этом необходимо предусмотреть возможность использования проектируемых тисков для изготовления других деталей, входящих в номенклатуру производства.

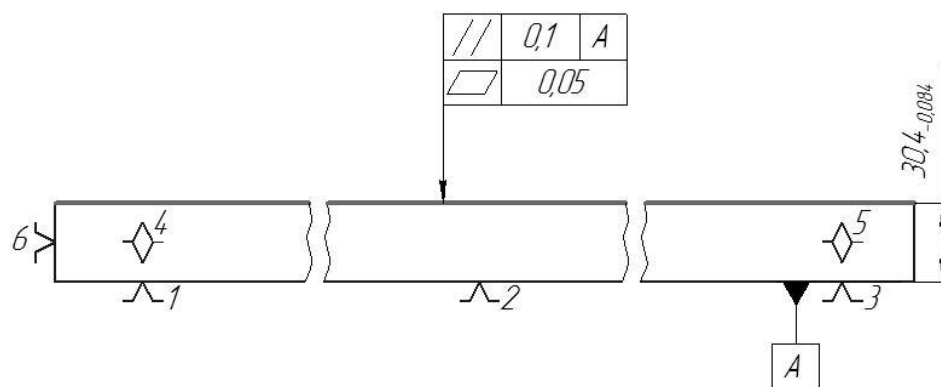


Рисунок 2 – Эскиз фрезерной операции

Силовой расчет приспособления основан на обеспечении равновесия системы сил закрепления и резания. Для этого составим схему закрепления, приведенную на рисунке 3.

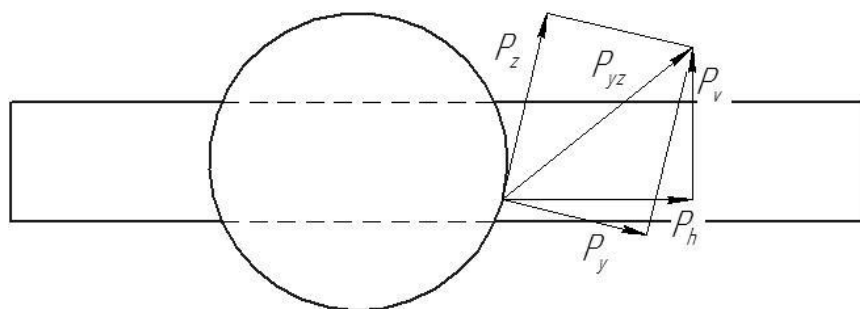


Рисунок 3 – Схема закрепления заготовки

«Составляющая силы резания P_h определяется по формуле:

$$P_h = 0,4 \cdot P_z, \quad (22)$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н» [17].

«Составляющая силы резания P_x определяется по формуле:

$$P_x = 0,55 \cdot P_z. \quad (23)» [17]$$

Тогда получим.

$$P_h = 0,4 \cdot 695 = 278 \text{ Н.}$$

$$P_x = 0,55 \cdot 695 = 383 \text{ Н.}$$

Исходя из схемы базирования на операции и конструктивных особенностей заготовки, а также необходимости обеспечения условия одновременное схождение губок в процессе закрепления, в качестве зажимного механизма принимаем винтовой механизм [19]. Расчетная схема данного механизма приведена на рисунке 4.

Из схемы следует, что заготовка удерживается от смещения в губках в приспособления при помощи силы закрепления, величина которой исходя из условия равновесия системы сил в процессе обработки, определяется уравнением:

$$\langle W = \frac{P_x \cdot K}{4 \cdot f}, \quad (24)$$

где K – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;
 f – коэффициент трения губок и заготовки» [19].

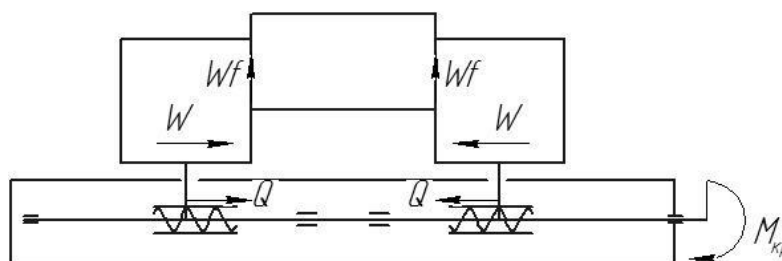


Рисунок 4 – Расчетная схема винтового зажимного механизма

«Коэффициент запаса учитывает особенности выполнения операции и рассчитывается по формуле:

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

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий состояние технологических баз;

K_2 – коэффициент, учитывающий затупление инструмента;

K_3 – коэффициент прерывистости процесса резания» [19].

Выполняем расчет.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 2,16.$$

$$W = \frac{383 \cdot 2,16}{4 \cdot 0,18} = 1149 \text{ Н.}$$

«Усилие зажима, прикладываемое к основанию губок вследствие конструктивных особенностей зажимного механизма отличается от расчетного и определяется по формуле:

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

где l – вылет губки, мм;

H – длина направляющей, мм;

f_1 – коэффициент трения в направляющих» [19].

$$W_1 = \frac{1149}{1 - \frac{3 \cdot 90}{620} \cdot 0,1} = 1197 \text{ Н.}$$

Следует учесть, что губок две, следовательно, для дальнейших расчетов следует использовать удвоенное значение усилия зажима равное 2394 Н.

«Момент, прикладываемый к винту, определяется по формуле:

$$M_{\text{кр}} = \frac{W_1 \cdot d_{\text{ср}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi)}{2}, \quad (27)$$

где $d_{\text{ср}}$ – средний диаметр резьбы, мм;

α – угол подъема резьбы, град;

φ – угол трения в резьбе, град» [19].

$$M_{\text{кр}} = \frac{5820 \cdot 27 \cdot \text{tg}(15 + 5,7)}{2} = 29689 \text{ Н мм.}$$

Определим точность элементов приспособления. Для этого составим его размерную схему (рисунок 5).

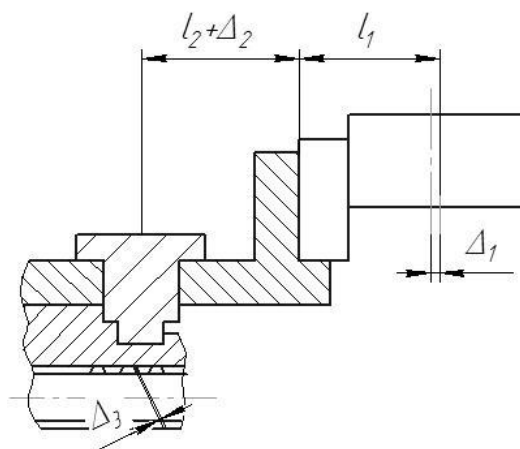


Рисунок 5 – Размерная схема приспособления

Приспособление будет отвечать заданной точности, если будет выполняться выражение:

$$\langle \varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (28)$$

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_6 – 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» [20].

Проводим расчеты.

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &\leq 0,084 - 1,0 \cdot \sqrt{(0 \cdot 0)^2 + 0^2 + 0,042^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,084)^2} = \\ &= 0,036 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Исходя из полученного значения, назначаем допуски на составляющие размерной цепи, приведенной на рисунке 5. Для этого применим способ равных допусков, то есть распределим полученное значение погрешности установки в приспособлении равномерно среди всех составляющих звеньев цепи. Тогда допуск на каждое из трех звеньев цепи составит 0,012 мм.

Конструкция приспособления подробно представлена на листе графической части работы и в спецификациях (приложение Б).

Спроектированное приспособление позволяет решить проблему реализации теоретической схемы базирования на фрезерных операциях, что

позволит уменьшить припуски на обработку и увеличить ее точность.

3.2 Проектирование шлифовального круга

Шлифовальные операции в данном технологическом процессе составляют значительную его часть. Операционный эскиз одной из операций приведен на рисунке 6. На данной операции в качестве режущего инструмента используется шлифовальный круг. При применении данного инструмента в нормальных условиях закладывается стандартная стойкость, что приводит к значительному его расходу, что связано, прежде всего, с температурным режимом в зоне резания. С целью снижения расхода режущего инструмента и увеличения его стойкости возможно несколько вариантов решения данной проблемы. Один из путей заключается в снижении режимов резания, но тогда увеличится время обработки, что неприемлемо. Второй вариант заключается в увеличении охлаждения зоны резания, однако это приводит к значительному увеличению расхода смазочно-охлаждающей жидкости и удорожанию процесса обработки. Третий вариант решения проблемы заключается в использовании прерывистого процесса резания. Проанализировав существующие варианты технической реализации последнего варианта, принимаем решение проводить проектирование по методике [21, 22].

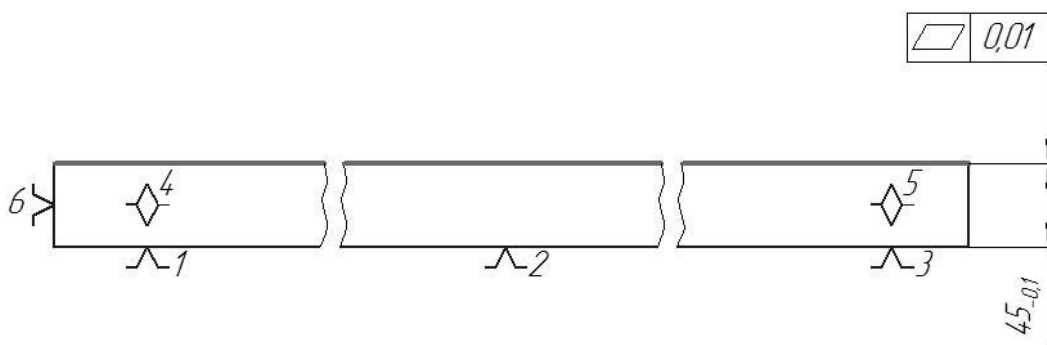


Рисунок 6 – Операционный эскиз шлифовальной операции

«Основные параметры круга для заданных условий обработки:

- материал зерна круга белый электрокорунд 24А ГОСТ3647–80;
- размер зерна 40;
- структура 6;
- содержание режущих зерен 50%;
- средняя твердость круга М;
- керамическая связка V» [21].

Связка круга состоит из: «35% борное стекло, 25% шпат полевой, 15% каолин, 15% латненская глина, 10% тальк» [21].

Проверим шлифовальный круг на разрушение от действия центробежных сил. «Предел прочности в этом случае определяется по формуле:

$$\sigma_B = \gamma \cdot V_p^2 \cdot \frac{3+\mu}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} \cdot \frac{d^2}{D^2}\right), \quad (29)$$

где γ – плотность материала, кг/м³;

V_p – разрывная скорость круга, м/с;

μ – коэффициент поперечного сжатия;

d – диаметр посадочного отверстия круга, мм;

D – наружный диаметр круга, мм» [22]

$$\sigma_B = 3950 \cdot 50^2 \cdot \frac{3+0,3}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-0,3}{3+0,3} \cdot \frac{150^2}{400^2}\right) = 5,0 \text{ МПа.}$$

Полученное значение сравниваем с допустимым значением предела прочности, которое составляет 15 МПа. Следовательно, разрушения круга при заданных режимах обработки не произойдет.

Из анализа имеющихся конструктивных решений по реализации прерывистого процесса резания принимаем конструкцию круга с прерывистой рабочей поверхностью [22]. Такое решение позволит снизить температуру в зоне резания за счет снижения времени контакта круга и изделия. Однако это снизит производительность процесса обработки.

Поэтому в данном случае важно найти оптимальный баланс между шириной пазов и режущих сегментов. Решение этой проблемы выполним в соответствии с рекомендациями [22]. «Получаем следующие параметры круга для заданных условий обработки: количество пазов 24, ширина паза 10 мм, угол наклона паза 45 градусов» [22]. Следует отметить, что выполнение пазов под углом позволит исключить удары при вхождении сегментов в рабочую зону. Подробная конструкция шлифовального круга приведена на чертеже листа графической части работы.

В ходе выполнения третьего раздела проведено совершенствование спроектированного технологического процесса изготовления. Спроектированы самоцентрирующие тиски на фрезерные операции. Это позволило решить проблему реализации теоретической схемы базирования на фрезерных операциях, что позволит уменьшить припуски на обработку и увеличить ее точность. Также спроектирован шлифовальный круг с прерывистой поверхностью, что позволило увеличить его стойкость.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта

В работе рассмотрен технологический процесс изготовления рейки. В процессе изготовления детали выполняются следующие операции: сверлильная, фрезерные, шлифовальные.

В технологическом процессе используются следующие станки: вертикально-фрезерный 6Т12, горизонтально-фрезерный 6Т82Г, сверлильный 2Р135Ф2, вертикально-фрезерный 65А60Ф1, плоскошлифовальный 3Е711, зубошлифовальный УК-7332.

В технологическом процессе используются следующие средства технологического оснащения: тиски самоцентрирующие, плита магнитная ГОСТ 17519-81.

В технологическом процессе используются следующие инструменты: фреза торцовая ГОСТ 24359-80 Т5К10, фреза цилиндрическая ГОСТ 29092-91 Р6М5, сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77, зенковка Р6М5 ГОСТ 14953-80, зенкер Р6М5 ГОСТ 12489-71, развертка коническая Р6М5 ГОСТ 10081-84, фреза концевая специальная, круг 400х50х150 1-23А60М6V5 специальный.

Исполнителями технологического процесса являются операторы станков с числовым программным управлением, станочники широкого профиля, шлифовщики.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Рассмотрим возможные профессиональные риски для основных исполнителей технологического процесса, то есть операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля,

шлифовщиков. При проведении идентификации учтем положения ГОСТ 12.0.003–2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» и Приказа Минтруда № 776н «Об утверждении примерного положения о системе управления охраной труда» [4].

Полученные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификация профессиональных рисков

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
операторы станков с числовым программным управлением, станочники и широкого профиля, шлифовщики	факторы, обладающие свойствами и физического воздействия	станки, средства технологического оснащения, инструменты	«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [4]	«падение с высоты, падение предметов» [4]
			«движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [4]	«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 подобные нештатные состояния) от неполадок или повреждения систем управления» [4]
	обрабатываемые заготовки, средства	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой	ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой	

Продолжение таблицы 5

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
		технологического оснащения, инструменты	«материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [4]	«из-за воспламенения а также теплового излучения» [4]
		станки	«производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [4]	«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия, ослаблении внимания)» [4]
			«производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [4]	«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [4]
			«производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [4]	«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» [4]
	факторы, обладающие	смазочно-охлаждающая	производственные факторы, обладающие свойствами	опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей,

Продолжение таблицы 5

Рабочее место	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности/ риски
	свойствам и химическому воздействию	жидкость, масло	«химического воздействия на организм работающего человека» [4]	«газов, пыли, тумана, дыма» [4]
	факторы, обладающие свойствами и психофизиологического воздействия	станки, средства технологического оснащения,	«монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [4]	«физические перегрузки» [4]
		инструменты	«перегрузки статические, связанные с рабочей позой» [4]	«физические перегрузки» [4]

Представленные в таблице 4 риски являются наиболее вероятными для основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

С целью обеспечения выявленных профессиональных рисков разработаем методы и средства их снижения. При разработке данных мероприятий учтем положения Приказа Минтруда России № 771н от 29 октября 2021 г. «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней» [4].

Полученные данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 - 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» [4]	«издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [4]	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 или абразивным воздействием, опасности, обусловленные выбросом жидкости, неожиданные пуски, повороты, прокручивания от неполадок или повреждения систем управления» [4]	«устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [4], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [4]	«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 применение систем торможения» [4], «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» [4]
«опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [4]	«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,» [4]	«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» [4]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
	«дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4]	«технологического оборудования» [4]
«ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения а также теплового излучения» [4]	«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» [4]	«применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [4]
«опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [4]	«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» [4]	«применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [4]
«использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [4]	«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» [4]	«своевременный ремонт машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного» [4]

Продолжение таблицы 6

Опасность / риск	Мероприятия по улучшению условий и охраны труда	Методы и средства снижения профессиональных рисков
	«средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [4]	«оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибропоглощения и виброизоляции» [4]
физические перегрузки	«проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [4]	«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» [4]
«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» [4]	«внедрение и (или) модернизация технических устройств и приспособлений, обеспечивающих защиту работников от поражения электрическим током» [4]	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение средств индивидуальной защиты, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [4]

Соблюдение описанных выше мероприятий позволит обеспечить снижение влияния профессиональных рисков на основных исполнителей рассматриваемого технологического процесса.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

С целью обеспечения эффективной системы обеспечения пожарной безопасности при выполнении рассматриваемого технологического процесса проведем классификацию потенциального пожара.

По виду используемого горючего материала класс D пожары, связанные с воспламенением и горением металлов. 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).

Определим технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения огнетушители: ОП-10, ОВП-10, ОВП-100, ОП-100. Мобильные средства пожаротушения мотопомпа пожарная. Средства пожарной автоматики пожарный извещатель ИП-212-141. Пожарное оборудование пожарный щит класса ЩП-А. Пожарные сигнализация, связь и оповещение оповещатель охранно-пожарный звуковой Маяк-220, программно-аппаратный комплекс «Стрелец-мониторинг». Индивидуальные средства защиты для операторов станков с числовым программным управлением, станочников широкого профиля, шлифовщиков не предусмотрено действующими нормативными документами.

В целях предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации, проводится инструктаж по пожарной безопасности. Каждый работник, зафиксировавший негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего непосредственного руководителя работ.

4.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

К негативным экологическим факторам, возникающим при выполнении рассматриваемого технологического процесса относятся нижеследующие.

Загрязнение гидросферы остатками масла, смазочно-охлаждающих жидкостей, смазочных материалов, частиц абразива и мелкой стружки. Загрязнение литосферы металлическим ломом, стружкой, промышленным мусором, отработанными маслами и смазочно-охлаждающими жидкостями. Загрязнение атмосферы в виде образования незначительного количества паров смазочно-охлаждающей жидкости и абразивной пыли. Количество данных выбросов мало, следовательно, ими можно пренебречь.

Мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, а также основные этапы процедуры по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации промышленных отходов прописаны в ГОСТ Р 53692–2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы» [4]. 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» [4].

Выполнение раздела позволило идентифицировать профессиональные риски, действующие на работников, разработать организационно-технические мероприятия по снижению выявленных рисков, провести анализ пожарной и экологической безопасности выполнения технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел, являющийся завершающим разделом бакалаврской работы. Поэтому его основной целью является экономическое обоснование целесообразности предлагаемых изменений в технологический процесс изготовления детали.

Для подтверждения экономической целесообразности предложенных совершенствований, необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений (рисунок 7).

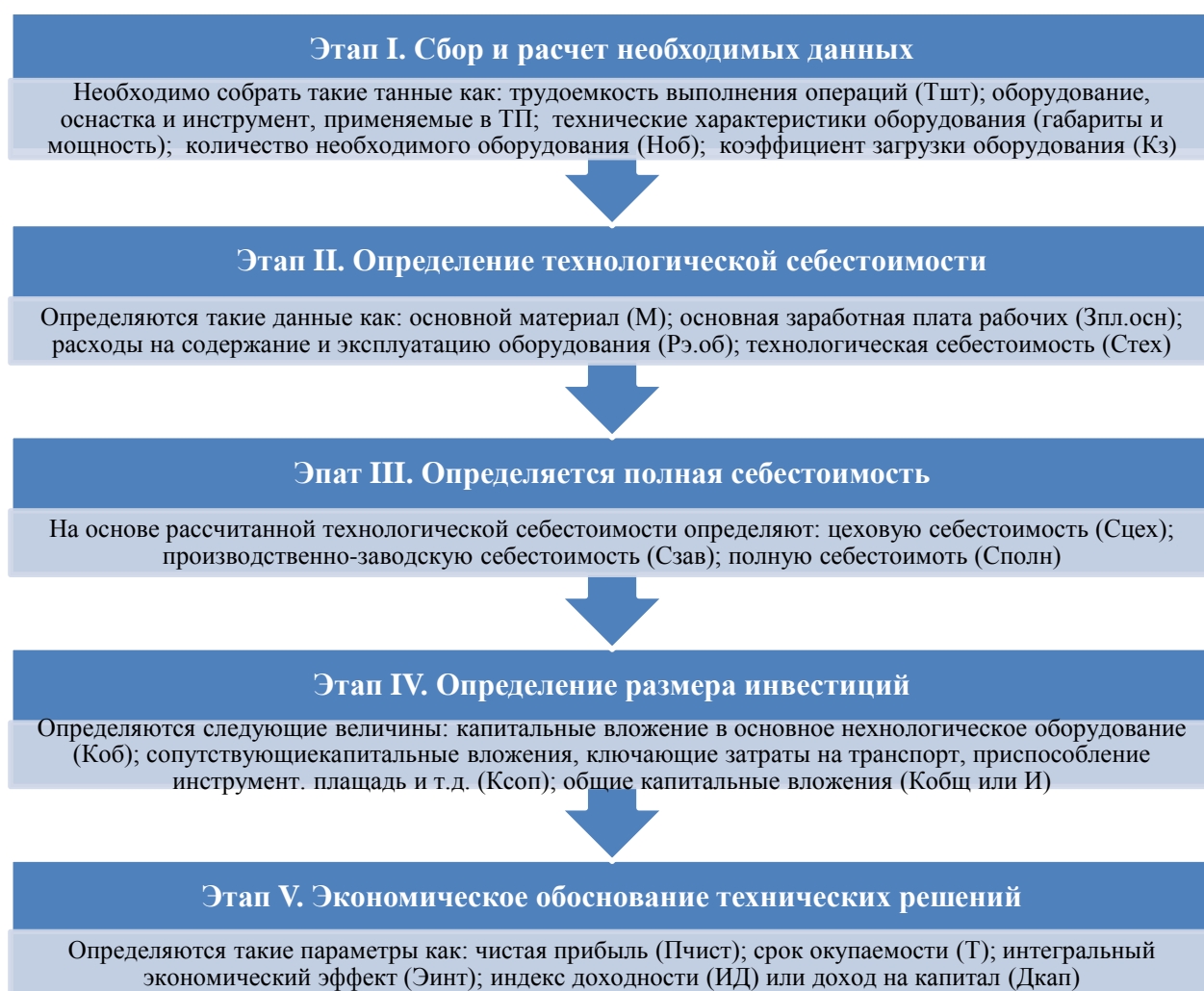


Рисунок 7 – Алгоритм определения экономической эффективности технологических решений

Как видно из рисунка 7, алгоритм предполагает выполнение пяти этапов, каждый из которых имеет обязательные расчеты ряда параметров. Подробная методика расчета этих параметров представлена в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [8].

Далее согласно описанному алгоритму необходимо провести описание каждого этапа и выполнение соответствующих расчетов.

Этап I. Сбор и расчет необходимых данных. Этот этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

В качестве исходных данных представим краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали в виде рисунка 8.

Базовый вариант технологического процесса 020 и 070 операций	Проектный вариант технологического процесса 020 и 070 операций
<p>•Операция 020:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – фрезерный станок, модель 6Т12 • <u>Оснастка</u> – тиски с ручным зажимом. • <u>Инструмент</u> – фреза торцевая Ø200 со вставными ножами Т15К6, ГОСТ 24359-80. • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 3,74 мин, То = 2,32 мин <p>•Операция 070:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – плоскошлифовальный станок, модель 3Е711В • <u>Оснастка</u> – плита электромагнитная ГОСТ 17519-81. • <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный, 23А40М6V5. • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 5,15 мин, То = 4,41 мин 	<p>•Операция 020:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – фрезерный станок, модель 6Т12 • <u>Оснастка</u> – тиски специальные с механическим зажимом. • <u>Инструмент</u> – фреза торцевая Ø200 со вставными ножами Т15К6, ГОСТ 24359-80. • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 2,9 мин, То = 2,32 мин <p>•Операция 070:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Оборудование</u> – плоскошлифовальный станок, модель 3Е711В • <u>Оснастка</u> – плита электромагнитная ГОСТ 17519-81. • <u>Инструмент</u> – круг шлифовальный с канавками, 23А40М6V5. • <u>Трудоемкость</u> – Тшт = 3,68 мин, То = 2,94 мин

Рисунок 8 – Краткое описание изменений технологического процесса

Как видно из рисунка 8, изменениям подвергается модель оборудования и применяемый инструмент. Так как в процессе предложенного технического решения материал и способ получения заготовки не изменены, поэтому в дальнейшем, расчеты, применяемые для определения стоимости материалов, будут исключены. Это связано с тем, что в обоих вариантах расходы на материалы останутся одинаковыми и на конечный результат расчетов влияния не окажут.

Этап II. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Применение необходимой методики, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel, позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов, как по данному этапу, так и по всем последующим.

Результаты выполнения этапа II представлены на рисунке 9.

Анализируя рисунок 9 можно сделать вывод о том, что в проектируемом варианте все расходы представленных параметров снижаются. Такие изменения позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 22,24%.

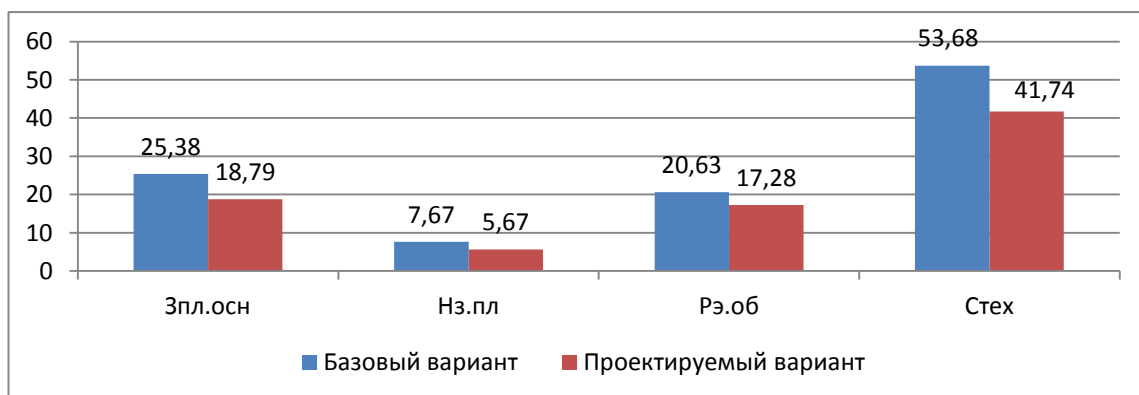


Рисунок 9 – Формирование технологической себестоимости 020 и 070 операций по вариантам, руб.

Этап III. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Результаты выполнения этапа III представлены на рисунке 10. Анализируя методику расчета полной себестоимости, можно сказать, что основой для ее определения является величина технологической себестоимости. Поэтому, чтобы показать связь между перечисленными видами себестоимости, на этом рисунке представлены все их виды.

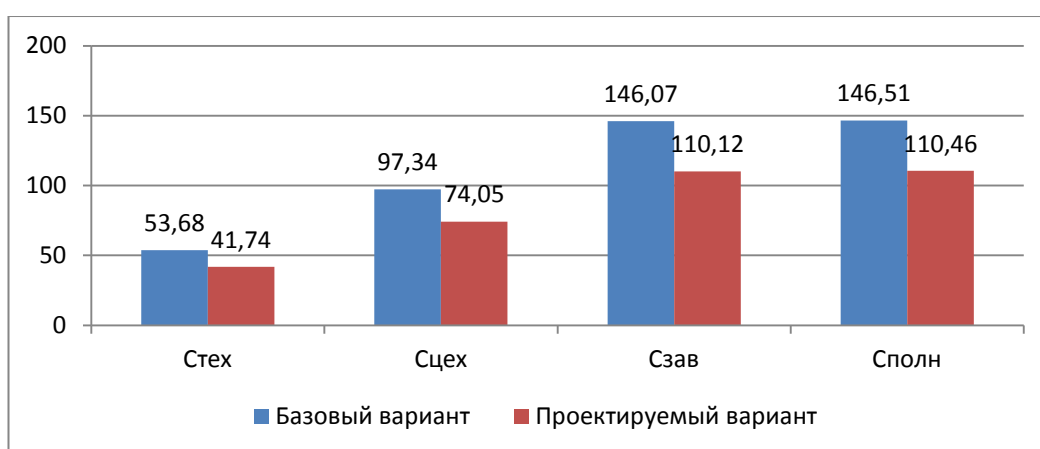


Рисунок 10 – Формирование полной себестоимости 020 и 070 операций по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 10, все значения в проектируемом варианте, также имеют тенденцию к снижению. Так полная себестоимость 020 и 070 операций проектируемого процесса уменьшилась на 36,05 рубля, что составляет 24,61%.

Этап IV. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Результаты выполнения этапа IV представлены на рисунке 11.

Как видно из рисунка 11, инвестиции потребуются на: проектирование ($Z_{ПР}$), приспособление ($K_{ПР}$) и инструмент ($K_{И}$). Учитывая размеры

перечисленных параметров, общий объем инвестиций (*И*) составит 82297,46 рублей.

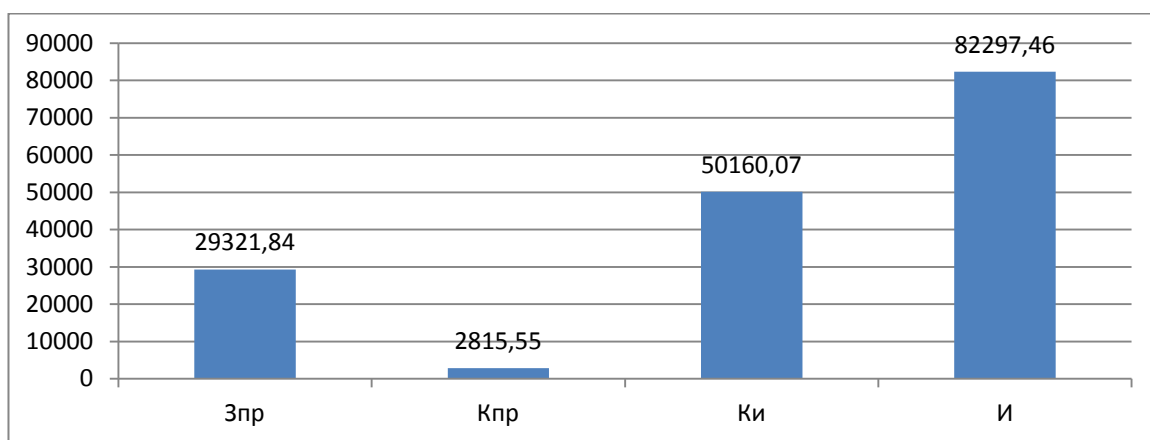


Рисунок 12 – Формирование размера инвестиций на выполнение измененных 020 и 070 операций, руб.

Этап V. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых технических решений.

Из всех перечисленных параметров данного этапа, описанных в рисунке 7 (алгоритм определения экономической эффективности технологических решений), наибольший интерес для итоговых выводов представляют величина интегрального экономического эффекта.

Согласно проведенным расчетам, с учетом размера прибыли на заданную программу выпуска и размера инвестиций, интегральный экономический эффект составит 12687,16 рубля при 2 годах окупаемости инвестиций. Данная величина является положительной, что подтверждает целесообразность финансовых вложений в предложенное техническое решение.

В данном разделе решена задача определения экономической эффективности спроектированной технологии изготовления рейки с учетом предлагаемых в третьем разделе усовершенствований.

Заключение

В результате выполнения данной выпускной квалификационной работы решены следующие задачи.

Проведена разработка технологического процесс изготовления детали на основе типовых технологических процессов, а также особенностей среднесерийного типа производства. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование, определены припуски на обработку поверхностей, определен маршрут обработки поверхностей, выбраны схемы базирования, определены режимы резания, определены операционные технические требования, назначены оборудование и средства технологического оснащения, проведено нормирование технологических операций.

Проведено совершенствование операций спроектированного технологического процесса изготовления. Спроектированы самоцентрирующие тиски на фрезерные операции. Это позволило решить проблему реализации теоретической схемы базирования на фрезерных операциях, что позволило уменьшить припуски на обработку и увеличить ее точность. Также спроектирован шлифовальный круг с прерывистой поверхностью, что позволило увеличить его стойкость.

Произведена оценка на безопасность и экологичность выполнения спроектированного технологического процесса.

Эффективность принятых решений подтверждена путем определения экономических показателей спроектированного технологического процесса и предложенных изменений.

Решение данных задач позволило достигнуть цели данной выпускной квалификационной работы, то есть разработать технологию изготовления рейки способную обеспечивать выпуск годовой программы деталей требуемого качества с минимальными экономическими затратами в течение заданного срока в условиях среднесерийного типа производства.

Список используемых источников

1. Болтон У. Карманный справочник инженера–метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.
2. 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: 08.04.2022).
3. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с
4. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учеб.–метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд–во ТГУ, 2021. – 22 с.
5. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Электрон. дан. –СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с.
6. Клепиков В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА–М, 2019. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 25.04.2022).
7. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт–Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 09.04.2022).
8. 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: 08.05.2022).

9. Макаров В.Ф. Выбор абразивных инструментов и режимов резания для высокоэффективного шлифования заготовок : учебное пособие / В.Ф. Макаров. – Пермь : ПНИПУ, 2011. – 231 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160502> (дата обращения: 21.04.2022).

10. 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. – Санкт–Петербург [и др.] : Лань, 2010. – 512 с.

11. 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.

12. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3–е изд., стер. – Санкт–Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 25.04.2022).

13. Погонин А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. – 3–е изд., доп. – Москва : ИНФРА–М, 2020. – 530 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1045711> (дата обращения: 12.04.2022).

14. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: учеб.–метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин–т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр–ва". – Тольятти : ТГУ, 2015. – 140 с.

15. 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: 18.04.2022).

16. Седых Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. – 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 15.04.2022).

17. 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.

18. 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.

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

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

21. Стратиевский И. Х. Абразивная обработка: справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. – Москва : Машиностроение, 2012. – 352 с.

22. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 28.04.2022).

23. Химический состав и физико–механические свойства стали 45 [Электронный ресурс]. – URL: https://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/45? (дата обращения: 02.04.2022).

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	Тпоэ	Тшт
Б	Код, наименование обработки					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт
А 19	XX	XX	XX	015	4260 Фрезерная											
Б 20	381610	Вертикально-фрезерный	6Т12	3	18632	312	1Р	1	1	1	800	1			9,72	
О 21	Фрезеровать поверхности 7, 13 в размер 48,85 _{0,25} .															
Т 22	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая φ200 ГОСТ 24359-80 Т5К10;															
Т 23	393311 Штангенциркуль ШЦ ГОСТ166-89.															
24																
А 25	XX	XX	XX	020	4260 Фрезерная											
Б 26	381610	Вертикально-фрезерный	6Т12	3	18632	312	1Р	1	1	1	800	1			2,9	
О 27	Фрезеровать поверхности 4, 6 в размер 28,975 _{0,081} .															
Т 28	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая φ200 ГОСТ 24359-80 Т15К6;															
Т 29	393311 Штангенциркуль ШЦ ГОСТ166-89.															
30																
А 31	XX	XX	XX	025	4260 Фрезерная											
Б 32	381620	Горизонтально-фрезерный	6Т82Г	3	18632	312	1Р	1	1	1	800	1			1,08	
О 33	Фрезеровать поверхности 1, 5 в размер 695 _{0,32} .															
Т 34	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391831 Фреза цилиндрическая φ50 ГОСТ29092-91 Р6М5;															
Т 35	393311 Штангенциркуль ШЦ ГОСТ166-89.															
36																
А 37	XX	XX	XX	030	4260 Фрезерная											
Б 38	381610	Вертикально-фрезерный	6Т12	3	18632	312	1Р	1	1	1	800	1			2,9	
О 39	Фрезеровать поверхности 7, 8, 13 в размер 46,5 _{0,4} , 4 _{0,12} ×45°.															
Т 40	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая φ200 ГОСТ 24359-80 Т15К6;															
Т 41	393311 Штангенциркуль ШЦ ГОСТ166-89.															
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	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование обработки					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 69	XX XX XX	035	4120	Сверлильная												
Б 70	381210	Сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2	3	17335	312	1Р	1	1	1	800	1			1		182
О 71	Сверлить поверхности 9, 10, 11, 12 в размеры $\phi 18^{+0,18}$, $\phi 12^{+0,18}$, $\phi 10,4^{+0,027}$, 315 _{0,1} , 34,55 _{0,1} , 79 _{0,12} .															
О 72	3805 _{0,22} , 429 _{0,22} , 617 _{0,2} , 6635 _{0,2} .															
Т 73	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391213 Сверло спиральное $\phi 12$ Р6М5 ГОСТ 4010-77,															
Т 74	391213 Сверло спиральное $\phi 9,7$ Р6М5 ГОСТ 4010-77, 391641 Зенковка $\phi 18$ Р6М5 ГОСТ 14953-80, 391611															
Т 75	Зенкер $\phi 10$ Р6М5 ГОСТ 12489-71, 391724 Развертка коническая $\phi 10$ Р6М5 ГОСТ 10081-84, 393311															
Т 76	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89, 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ 160-80, 393110 Калибр.															
77																
А 78	XX XX XX	040	4260	Фрезерная												
Б 79	381610	Вертикально-фрезерный 65А60Ф1	3	18632	312	1Р	1	1	1	800	1			1		39,14
О 80	Фрезеровать поверхности 2, 3 в размеры 10,333 _{0,15} , 4,493 _{0,15} , 22,386 _{0,18} , 26,886 _{0,18} .															
Т 81	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391821 Фреза концевая специальная Р6М5; 393110															
Т 82	Калибр.															
83																
А 84	XX XX XX	045		Термическая												
85																
А 86	XX XX XX	050		Правильная												
87																
А 88	XX XX XX	055	4133	Шлифовальная												
Б 89	381313	Плоскошлифовальный 3Е711	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1			1		3,6
О 90	Шлифовать поверхности 4, 6 в размер 28,701 _{0,001} .															
Т 91	396161 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 39810 Круг шлифовальный 400x50x150 1-23А60М6V5															
МК																

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование обработки				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоэ	Тшт
Т 94	<i>специальный; 3934.21 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.</i>														
95															
А 96	<i>XX XX XX 060 4133 Шлифовальная</i>														
Б 97	<i>381313 Плоскошлифовальный ЗЕ711 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,5</i>														
О 98	<i>Шлифовать поверхности 7, 13 в размер 45,6_{0,1}.</i>														
Т 99	<i>396161 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 39810 Круг шлифовальный 400x50x150 1-23А60М6V5</i>														
Т 100	<i>специальный; 3934.21 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.</i>														
101															
А 102	<i>XX XX XX 065 4133 Шлифовальная</i>														
Б 103	<i>381313 Плоскошлифовальный ЗЕ711 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 2,38</i>														
О 104	<i>Шлифовать поверхности 4, 6 в размер 28,5_{0,08}.</i>														
Т 105	<i>396161 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 39810 Круг шлифовальный 400x50x150 1-23А40М6V5</i>														
Т 106	<i>специальный; 3934.21 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.</i>														
107															
А 108	<i>XX XX XX 070 4133 Шлифовальная</i>														
Б 109	<i>381313 Плоскошлифовальный ЗЕ711 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,68</i>														
О 110	<i>Шлифовать поверхности 7, 13 в размер 45_{0,1}.</i>														
Т 111	<i>396161 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 39810 Круг шлифовальный 400x50x150 1-23А40М6V5</i>														
Т 112	<i>специальный; 3934.21 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.</i>														
113															
А 114	<i>XX XX XX 075 4162 Зубшлифовальная</i>														
Б 115	<i>381850 Зубшлифовальный с ЧПУ УЖ-7332 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 3,25</i>														
О 116	<i>Шлифовать поверхность 2 в размеры 10_{0,15}, 4, 16_{0,09}, 22_{0,1}.</i>														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпаз	Тшт
Т 117	<i>396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 39810 Круг шлифовальный 400x50x150 4-23A40M5V6</i>														
Т 118	<i>ГОСТ52781-2007; 393110 Калибры.</i>														
119															
А 120	<i>XX XX XX 080 Мечная</i>														
121															
А 122	<i>XX XX XX 085 Контрольная</i>														
123															
124															
125															
126															
127															
128															
129															
130															
131															
132															
133															
134															
135															
136															
137															
138															
139															
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Формат 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Кандрович			ТГУ								
Проверил	Козлов			Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Козлов								Цех	Уч.	Р.М.	Опер. 020
Наименование операции		Материал			Твердость	EB	MD	Профиль и размеры			MB	КОИД
Фрезерная		Сталь 45 ГОСТ 1050-88				166	8,5	52x52x700			15,35	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			Ta	Tb	Tra	Tup	СОЖ			
6T12					2,32			2,9	Ужидол-1			
		пи	д или в	L	f	i	s	п	y			
01	1. Установить заготовку											
T ₀₂	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391801 Фреза торцовая Ø200 ГОСТ 24359-80 Т15К6											
03	2. Фрезеровать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза											
P ₀₄		1			0,53		0,08	630	396			
05	3. Открепить, переустановить деталь.											
06	4. Фрезеровать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза											
P ₀₇		1			0,53		0,08	630	396			
08	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.											
09												
10												

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Формат 1		
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	<i>Кандрашов</i>			<i>ТГУ</i>								
Проверил	<i>Козлов</i>				<i>Кафедра ОТМП</i>							
Н.контр.	<i>Козлов</i>			<i>Рейка</i>					Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МБ	КОИД	
<i>Сверлильная</i>		<i>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</i>			<i>166</i>	<i>8,5</i>	<i>52x52x700</i>			<i>15,35</i>	<i>1</i>	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		то	тб	тга	тшп	сож				
<i>2F135Ф2</i>				<i>1,16</i>			<i>1,82</i>	<i>Укромол-1</i>				
		пи	д или в	L	f	i	s	п	у			
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>											
<i>T₀₂</i>	<i>396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391213 Сверло спиральное φ12 Р6М5 ГОСТ 4010-77,</i>											
<i>T₀₃</i>	<i>391213 Сверло спиральное φ9,7 Р6М5 ГОСТ 4010-77, 391641 Зенковка φ18 Р6М5 ГОСТ 14953-80, 391611</i>											
<i>T₀₄</i>	<i>Зенкер φ10 Р6М5 ГОСТ 12489-71, 391724 Развертка коническая φ10 Р6М5 ГОСТ 10081-84.</i>											
<i>05</i>	<i>2. Обрабатывать поверхности выдерживая размеры согласно эскиза</i>											
<i>P₀₆</i>		<i>1</i>				<i>6,0</i>	<i>0,25</i>	<i>630</i>	<i>24</i>			
<i>P₀₇</i>		<i>2</i>				<i>4,85</i>	<i>0,2</i>	<i>860</i>	<i>26</i>			
<i>P₀₈</i>		<i>3</i>				<i>3,0</i>	<i>0,3</i>	<i>200</i>	<i>11</i>			
<i>P₀₉</i>		<i>4</i>				<i>0,5</i>	<i>0,57</i>	<i>540</i>	<i>18</i>			
<i>P₁₀</i>		<i>5</i>				<i>0,15</i>	<i>0,5</i>	<i>480</i>	<i>15</i>			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.116-82										Формат 1			
Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	<i>Кандрович</i>			<i>ТГУ</i>									
Проверил	<i>Козлов</i>				<i>Кафедра ОТМП</i>								
Н.контр.	<i>Козлов</i>			<i>Рейка</i>						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МБ	КОИД		
<i>Сверлильная</i>		<i>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</i>			<i>166</i>	<i>8,5</i>	<i>52x52x700</i>			<i>15,35</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	СОЖ					
<i>2F135Ф2</i>				<i>1,16</i>				<i>1,82</i>	<i>Укринол-1</i>				
				п	и	л	и	в					
11	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>												
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Инв. №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
										Формат	Зона	Лист
							<u>Документация</u>					
						22.БР.ОТМП.291.065.00.000СБ	Сборочный чертеж					
							<u>Детали</u>					
Справ. №		А3	1			22.БР.ОТМП.291.065.00.001	Корпус	1				
		А4	2			22.БР.ОТМП.291.065.00.002	Ползушка	2				
		А4	3			22.БР.ОТМП.291.065.00.003	Ползун	2				
		А4	4			22.БР.ОТМП.291.065.00.004	Кудки	2				
		А2	5			22.БР.ОТМП.291.065.00.005	Гайка трап 25х2-6г	1				
		А3	6			22.БР.ОТМП.291.065.00.006	Винт 25х2-6г	1				
		А3	7			22.БР.ОТМП.291.065.00.007	Гайка трап 25х2-6г	1				
		А4	8			22.БР.ОТМП.291.065.00.008	Втулка	2				
		А3	9			22.БР.ОТМП.291.065.00.009	Втулка	2				
		А2	10			22.БР.ОТМП.291.065.00.010	Фланец	2				
		А3	11			22.БР.ОТМП.291.065.00.011	Винт 25х2-6г	1				
		А3	12			22.БР.ОТМП.291.065.00.012	Муфта	1				
		А3	13			22.БР.ОТМП.291.065.00.013	Планка	2				
							<u>Стандартные изделия</u>					
			14				Пластина 7034-0477 ГОСТ 4743-678	3				
			15				Шпонка ГОСТ23360-78	2				
			16				Винт М5х10 ГОСТ17476-84	2				
			17				Уплотнение ГОСТ 1567-64	1				
						22.БР.ОТМП.291.065.00.000						
Инв. №	Лист	Лист	Листов	Разработ. Проб. Кандрашов Козлов			Приспособление станочное			Лит.	Лист	Листов
											1	2
										ТГУ, ТМдп-1702а		
				Козлов Логинов								

Копировал

Формат А4

