

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления поршня механизма
отсекания

Студент(ка)	<u>А.А. Рыгаев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Рыгаев Александр Алексеевич. Технологический процесс изготовления поршня механизма отсекания. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ, Тольятти, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена решению задач проектирования эффективного технологического процесса изготовления поршня механизма отсекания. Задачи, которые необходимо решить формулируются на основе анализа исходных данных. Разработка технологии изготовления поршня производится на основе формирования маршрутов обработки поверхностей, расчета припусков на обработку и проектирования заготовки. В соответствии с типом производства выбираются оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент и средства контроля. Для операций требующих совершенствования проектируются приспособление и режущие инструмент. Изменения, внесенные в совершенствуемые операции, анализируются с точки зрения безопасности их внедрения. Эффективность разработанных технических мероприятий анализируется путем экономического анализа.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку в объеме 65 страниц, включает 2 рисунка и 10 таблиц. Графическая часть содержит 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	12
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	18
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	20
2.5 Определение режимов резания.....	22
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	25
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	25
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	35
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	39
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	41
4.6 Заключение по разделу.....	43
5 Экономическая эффективность работы.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	52

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Современное массовое производство предусматривает максимальную автоматизацию всех возможных работ, в том числе и процесса сортировки. Решение данной задачи традиционно производится путем применения различного рода накопителей, сортировщиков и контрольно-сортировочных автоматов. В механизмах такого рода для остановки потока изделий или его прерывания широко используются механизмы отсекаания. Это обусловлено простотой их конструкции, относительной дешевизной и высокой надежностью.

Рассматриваемый в данной работе поршень является одной из деталей механизма отсекаания. Основной целью при выполнении выпускной работы будет создание такого технологического процесса изготовления, который обеспечит выполнение всех конструкторских требований, предъявляемых к детали. Так же техпроцесс должен быть максимально эффективным с точки зрения производственного процесса, учитывать особенности типа производства, обеспечивать максимальные экономические показатели при сохранении показателей безопасности его выполнения.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Поршень является одной из деталей механизма отсекающего, который применяется в сортировочных и контрольно-сортировочных автоматах. Основное назначение рассматриваемой детали заключается в том, чтобы передать движение поршня на шестерню исполнительного механизма. Тем самым возвратно-поступательное движение преобразуется в поступательное. Поршень получает движение за счет создания давления в полости пневмоцилиндра одной из торцовых поверхностей и передает его эвольвентной поверхностью, выполненной на поршне рейки.

В механизме деталь устанавливается в пневмоцилиндре, который установлен в корпусе. Установка осуществляется по направляющей цилиндрической поверхности. В процессе работы данная поверхность подвергается интенсивному износу вследствие влияния трения о направляющую поверхность. Эвольвентная поверхность рейки подвержена знакопеременным нагрузкам. Из всего вышесказанного следует, что условия работы поршня можно охарактеризовать как умеренно агрессивные.

1.2 Технологичность детали

Для оценки поршня на технологичность необходимо оценить следующие характеристики: технологичность материала, технологичность конструкции, технологичность заготовки и технологичность базирования при механической обработке.

Оценка на технологичность материала детали выполняется с использованием справочных данных [1]. Оценке подвергаются химический состав и физико-механические свойства материала. Химический состав стали 40Х: С 0,36-0,44%, Si 0,17-0,37%, Mn 0,5-0,5%, Ni до 0,3%, S до 0,035%, P до 0,035%, Cr 0,8-1,1%, Cu до 0,3%, Fe около 97%. Физико-механические свойства характеризуются прочностью на растяжении, которая в данном случае достигает величины до 690 МПа. Такие характеристики позволяют

получить достаточно высокие показатели обрабатываемости лезвийным инструментом, коэффициент обрабатываемости данной стали твердосплавным инструментом 0,95, быстрорежущим инструментом 0,91.

По конструкции деталь достаточно простая, количество поверхностей небольшое, что характерно для всех деталей данного типа. Поршень можно считать типовой деталью и использовать при проектировании технологического процесса типовые маршруты изготовления, а также средства оснащения. Однако поршень имеет ряд конструктивных особенностей. В конструкции имеется зубчатая рейка, выполненная на одном из концов поршня, что потребует корректировки типового маршрута изготовления и введения дополнительных операций. Конструкция детали позволяет выполнить всю механическую обработку стандартными методами обработки и не представляет серьезных трудностей. Точностные характеристики поверхностей детали достаточно высокие, для их обеспечения также не требуется применения специальных методов обработки.

Форма детали и марка стали, из которой она изготавливается, определяют методы получения заготовки. В данном случае применимы методы литья и штамповки на прессе. Выбор одного из этих двух возможных методов возможен только после проведения их экономического сравнения.

Один из ключевых вопросов при оценке технологичности детали – технологичность ее базирования при механической обработке. Базирование поршня на операциях механической обработки будет стандартным для деталей данного типа. Предполагается при обработке не поверхностей вращения в качестве баз использовать шейку и торцы, а для обработки поверхностей вращения использовать искусственные технологические базы в виде центровых отверстий.

Оценка технологичности поршня показала, что данная деталь обладает хорошими технологическими свойствами и не требует каких-либо конструктивных доработок и внесения других изменений.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Проведение анализа параметров техпроцесса основано на использовании методики [2], согласно которой параметры техпроцесса зависят в первую очередь от типа производства. Воспользуемся методикой [3] для его определения. В данном случае годовой программе выпуска 4500 деталей при массе поршня 0,9 кг соответствует среднесерийный тип производства.

Для данного типа производства характерно использование групповой формы организации технологического процесса с проектированием на базе типовых техпроцессов. Так же следует учесть, что выпуск деталей организуется периодически повторяющимися партиями, что облегчает организацию производственного процесса в условиях большой номенклатуры выпускаемых деталей. Технологический процесс прорабатывается до уровня маршрутной технологии, с соблюдением принципов единства и постоянства баз.

Заготовки получают одним из методов получения характерных для среднесерийного производства. С учетом того, что поршень изготавливается из стали 40Х, наиболее приемлемыми методами являются литье и штамповка. Окончательный выбор метода рекомендуется выполнять на основе экономических расчетов. Расчет припусков при проектировании заготовки выполняется расчетным или статистическим методом, в зависимости от имеющихся исходных данных и требуемой точности расчета.

Операции технологического процесса проектируются исходя из обеспечения концентрации операций. Точность расчета операционных размеров должна обеспечить возможность применения настройки оборудования при помощи измерительных приборов, а на чистовых операциях применение активного контроля. Режимы резания на выполнение операций техпроцесса и его нормирование определяются расчетным методом или с применением нормативных данных. Возможно применение различного оборудования, кроме специального, но предпочтительным является

применение станков с числовой системой управления. Станочные приспособления желательно применять с высокой степенью универсальности для обеспечения гибкости производства. В среднесерийном типе производства наиболее рационально применять стандартные и универсальные режущие инструменты, но при соответствующем обосновании допустимо применение специальных инструментов. Контрольные приборы и приспособления должны быть максимально универсальны, что связано с широкой номенклатурой производства.

1.4 Задачи работы

Задачи работы формулируем на основе проведенного выше анализа исходных данных, технологичности детали и параметров техпроцесса.

Необходимо решить следующие задачи. Выбрать метод получения заготовки и спроектировать ее, на основе определения припусков на обработку. Спроектировать технологический процесс изготовления штока на основе типовых маршрутов обработки с учетом конструктивных особенностей детали. Выбрать средства технологического оснащения соответствующие типу производства. Разработать технологические операции, основываясь на расчетах режимов резания и их нормировании. Определить лимитирующие операции и произвести их модификацию путем проектирования специальных средств оснащения. Все принятые решения проверить на безопасность их внедрения в техпроцесс и экономическую эффективность.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Определение метода получения заготовки

Задачу определения метода получения заготовки решим при помощи экономического анализа технологически допустимых методов литья и штамповки, путем сравнения общих затрат на изготовление деталей из данных заготовок [4].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость заготовки;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость получения детали из данной заготовки.

Определяем составляющие общих затрат.

$$C_{3i} = \frac{Ц_{M.i} \cdot M_{3.i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где $Ц_M$ – цена тонны стали, руб;

M_3 – масса заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – коэффициенты, которые учитывают особенности заготовки.

Рассчитываем массу детали:

$$M_o = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 - (d_1^2 - d_3^2) l_3) \rho, \quad (2.3)$$

где d_1 , d_2 , d_3 – диаметры цилиндрических поверхностей детали, мм;

l_1 , l_2 , l_3 – длина цилиндрических поверхностей детали, мм;

ρ – плотность стали, кг/мм³.

$$M_{\phi} = \frac{\pi}{4}(8,0^2 \cdot 1,5 + 3,0^2 \cdot 10,5 - (8,0^2 - 7,0^2) \cdot 0,7) \cdot 0,00785 = 0,9 \text{ кг.}$$

Заготовка, полученная методом штамповки, имеет массу:

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2) \cdot \rho \cdot K_{шт}, \quad (2.4)$$

где d_1, d_2 – диаметры поверхностей заготовки, мм;

l_1, l_2 – длины поверхностей заготовки, мм;

$K_{шт}$ – коэффициент, который учитывает особенности штамповки.

$$M_{31} = \frac{\pi}{4} (8,5^2 \cdot 2,0 + 3,4^2 \cdot 10,5) \cdot 0,00785 \cdot 1,05 = 1,24 \text{ кг.}$$

Заготовка, полученная методом литья, имеет массу:

$$M_{32} = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2) \cdot \rho \cdot K_{л}, \quad (2.5)$$

где d_1, d_2 – диаметры поверхностей заготовки, мм;

l_1, l_2 – длины поверхностей заготовки, мм;

$K_{л}$ – коэффициент, который учитывает особенности отливки.

$$M_{32} = \frac{\pi}{4} (8,52^2 \cdot 2,02 + 3,44^2 \cdot 10,5) \cdot 0,00785 \cdot 1,05 = 1,37 \text{ кг.}$$

Производим расчет стоимости заготовки для каждого метода получения.

$$C_{31} = \frac{24500 \cdot 0,9 \cdot 0,80 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 17,64 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{24500 \cdot 0,9 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,1}{1000} = 19,9 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ОБР},i} = \frac{C_{\text{уд}} \left(\frac{1}{K_{\text{ИМ},i}} - 1 \right) M_{\text{д}}}{K_{\text{о}}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{уд}}$ – стоимость снятия 1 кг стружки, руб;

$K_{\text{ИМ},i}$ – коэффициент использования материала;

$K_{\text{о}}$ – коэффициент обрабатываемости материала детали.

$$K_{\text{ИМ},i} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (2.7)$$

$$K_{\text{ИМ}1} = \frac{0,9}{1,24} = 0,73.$$

$$K_{\text{ИМ}2} = \frac{0,9}{1,37} = 0,67.$$

$$C'_{\text{ОБР}} = \frac{180 \cdot \left(\frac{1}{0,73} - 1 \right) \cdot 0,9}{1,0} = 59,92 \text{ руб.}$$

$$C'_{\text{ОБР}} = \frac{180 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 0,9}{1,0} = 79,79 \text{ руб.}$$

Рассчитываем общие затраты.

$$C_1 = 17,64 + 59,92 = 77,56 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 19,9 + 79,79 = 99,69 \text{ руб.}$$

Делаем вывод о том, что штамповка более выгодный метод получения заготовки.

2.2 Проектирование заготовки

Принимаем следующий алгоритм проектирования заготовки [5]: выбор маршрутов обработки поверхностей, расчет припусков, определение параметров заготовки, выполнение рабочего чертежа заготовки.

Маршруты обработки поверхностей определяются по заданным конструктором параметрам точности и шероховатости поверхностей с учетом обеспечения минимума суммарного коэффициента удельных затрат [6]. Для удобства составления маршрутов все поверхности нумеруем на соответствующем эскизе, представленном на рисунке 2.1.

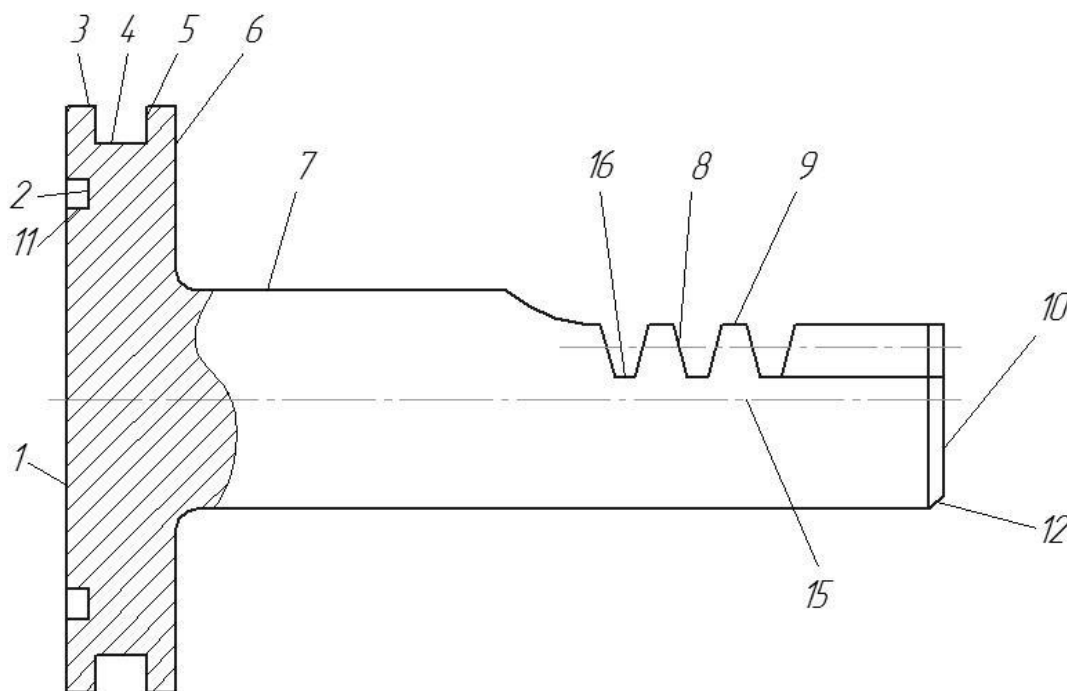


Рисунок 2.1 – Эскиз поршня

Точность поверхностей 1, 10 соответствует 14 качеству, шероховатость 12,5 мкм. Для данных поверхностей оптимальным является маршрут обработки: фрезерование и термообработка.

Точность поверхностей 2, 6, 11, 12 соответствует 14 качеству, шероховатость 12,5 мкм. Для данных поверхностей оптимальным является маршрут обработки: точение и термообработка.

Точность поверхностей 3, 7 соответствует 6 качеству, шероховатость 0,8 мкм. Для данных поверхностей оптимальным является маршрут обработки: точение, точение чистовое, термообработка, шлифование, шлифование чистовое.

Точность поверхностей 4, 5 соответствует 14 качеству, шероховатость 3,2 мкм. Для данных поверхностей оптимальным является маршрут

обработки: точение, точение чистовое, термообработка.

Точность поверхности 8 соответствует 8 степени точности, шероховатость 1,25 мкм. Для данной поверхности оптимальным является маршрут обработки: зубофрезерование, термообработка, зубошлифование.

Точность поверхности 9 соответствует 12 качеству, шероховатость 12,5 мкм. Для данной поверхности оптимальным является маршрут обработки: фрезерование и термообработка.

Точность поверхности 16 соответствует 14 качеству, шероховатость 12,5 мкм. Для данной поверхности оптимальным является маршрут обработки: зубофрезерование и термообработка.

На основе данных маршрутов обработки поверхностей проводим расчет припусков на обработку поверхностей. Для самой точной поверхности диаметром $30f6_{-0,033}^{-0,020}$ расчет ведем с использованием расчетно-аналитического метода [7].

Минимальный припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (2.8)$$

где a – дефектный слой на предыдущем переходе;

Δ – погрешность пространственных отклонений на предыдущем переходе;

ε – погрешность установки в приспособлении на текущем переходе.

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

Максимальный припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (2.9)$$

где Td_i – допуск на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск на предыдущем переходе, мм.

$$z_{1\max} = z_{1\min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,9 + 0,25) = 1,176 \text{ мм.}$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,427 \text{ мм.}$$

$$z_{3\max} = z_{3\min} + 0,5 \cdot (Td_{TO} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,062) = 0,374 \text{ мм.}$$

$$z_{4\max} = z_{4\min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,062 + 0,013) = 0,202 \text{ мм.}$$

Средний припуск на переход рассчитывается по формуле:

$$z_{cpi} = \frac{z_{i\max} + z_{i\min}}{2}. \quad (2.10)$$

$$z_{cp1} = \frac{z_{1\max} + z_{1\min}}{2} = \frac{0,601 + 1,176}{2} = 0,889 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = \frac{z_{2\max} + z_{2\min}}{2} = \frac{0,252 + 0,427}{2} = 0,340 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = \frac{z_{3\max} + z_{3\min}}{2} = \frac{0,263 + 0,374}{2} = 0,319 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = \frac{z_{4\max} + z_{4\min}}{2} = \frac{0,164 + 0,202}{2} = 0,183 \text{ мм.}$$

Предельные размеры для каждого перехода рассчитываются по формуле:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot z_{i\min}, \quad (2.11)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}. \quad (2.12)$$

На термическом переходе минимальный размер уменьшается вследствие фазовых превращений и равен:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (2.13)$$

$$d_{4\min} = 29,967 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = 29,98 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\min} + 2 \cdot z_{4\min} = 29,967 + 2 \cdot 0,164 = 30,295 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 30,295 + 0,062 = 30,357 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 30,295 + 2 \cdot 0,263 = 30,821 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 30,821 + 0,160 = 30,981 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 30,821 \cdot 0,999 = 30,790 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 30,790 + 0,100 = 30,890 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 30,790 + 2 \cdot 0,252 = 31,294 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 31,294 + 0,250 = 31,544 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 31,544 + 2 \cdot 0,601 = 32,746 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 32,746 + 0,9 = 33,646 \text{ мм.}$$

Средние размеры для каждого перехода рассчитываются по формуле:

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2}. \quad (2.14)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\min} + d_{0\max}}{2} = \frac{32,746 + 33,646}{2} = 33,196 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\min} + d_{1\max}}{2} = \frac{31,294 + 31,544}{2} = 31,419 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\min} + d_{2\max}}{2} = \frac{30,790 + 30,890}{2} = 30,840 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\min} + d_{TO\max}}{2} = \frac{30,821 + 30,981}{2} = 30,901 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\min} + d_{3\max}}{2} = \frac{30,295 + 30,357}{2} = 30,326 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\min} + d_{4\max}}{2} = \frac{29,967 + 29,980}{2} = 29,9735 \text{ мм.}$$

Общие припуски для всех переходов рассчитываются по формуле:

$$2z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max}, \quad (2.15)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_4, \quad (2.16)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (z_{min} + z_{max}) \cdot 2. \quad (2.17)$$

$$2z_{min} = 32,746 - 29,98 = 2,766 \text{ мм.}$$

$$2z_{max} = 2,766 + 0,9 + 0,013 = 3,679 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,766 + 3,679) = 3,223 \text{ мм.}$$

Для определения припусков на остальные поверхности используются статистические данные [8]. В результате получим следующие значения.

Поверхности 1, 10 переход фрезерование минимальный припуск 1,8 мм, максимальный припуск 3,225 мм.

Поверхность 3 переход точение черновое минимальный припуск 1,1 мм, максимальный припуск 2,525 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 0,2 мм, максимальный припуск 0,445 мм; переход шлифование черновое минимальный припуск 0,25 мм, максимальный припуск 0,343 мм; переход шлифование чистовое минимальный припуск 0,06 мм, максимальный припуск 0,0925 мм.

Поверхность 4 переход точение черновое минимальный припуск 1,1 мм, максимальный припуск 2,525 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 0,2 мм, максимальный припуск 0,41.

Поверхность 5 переход точение черновое минимальный припуск 1,8 мм, максимальный припуск 3,225 мм; переход точение чистовое минимальный припуск 0,8 мм, максимальный припуск 1,045.

Поверхность 8 переход зубошлифование минимальный припуск 0,15 мм, максимальный припуск 0,1685 мм.

В соответствии с принятым алгоритмом проектирования определяем параметры заготовки [9]: класс точности 4, группа стали 2, степень сложности 2, исходный индекс 9, уклоны 7° , радиусы закруглений 3 мм, облой не более 1,2 мм, концентричность шеек не более 1 мм.

По результатам проведенных расчетов выполняется рабочий чертеж

заготовки, который представлен в графической части данной выпускной квалификационной работы. На чертеже указываются все параметры заготовки включая припуски на обработку и допуски на размеры.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали формируется на основе определенных ранее методов обработки поверхностей с использованием типовым технологических процессов изготовления деталей данного типа [10].

В процессе формирования маршрута изготовления детали следует учесть рекомендации [11]. В соответствии с ними весь технологический маршрут изготовления поршня следует разделить на две части, границей которых является термическая обработка. Все операции лезвийной обработки следует выполнить до термической обработки, когда заготовка имеет небольшую твердость. Все операции абразивной обработки следует выполнить после термической обработки, когда заготовка имеет большую твердость, что необходимо для образования стружки скалывания.

Операции следует формировать из условия обеспечения максимальной концентрации обработки. Черновые операции и чистовые не следует совмещать на одном оборудовании, т.к. это приведет к его преждевременному износу, повышенному количеству брака и увеличению времени на настройку станков. Необходимо предусмотреть операцию по созданию искусственных технологических баз и поместить ее в начало маршрута.

Спроектированный в соответствии с данными рекомендациями технологический маршрут изготовления поршня для удобства оформим в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1– Маршрут изготовления

Операции	Поверхности для обработки	Методы обработки
005 Фрезерно-центровальная	1, 10, 13, 14	Фрезерование, сверление
010 Токарная	6, 7	Точение
015 Токарная	2, 3, 4, 5, 11	Точение
020 Токарная	7, 12	Точение
025 Токарная	3, 4, 5, 11	Точение
030 Фрезерная	9	Фрезерование
035 Зубофрезерная	8, 16	Зубофрезерование
040 Зубофасочная		Фрезерование
045 Термическая	все	ТО
050 Центрошлифовальная	13, 14	Шлифование
055 Шлифовальная	7	Шлифование
060 Шлифовальная	3	Шлифование
065 Шлифовальная	7	Шлифование
070 Шлифовальная	3	Шлифование
075 Зубошлифовальная	8	Шлифование
080 Моечная	все	Мойка
085 Контрольная	все	Контроль

На основе полученного маршрута изготовления детали формируем план обработки, который представляет собой графическое отображение маршрута с приведенными схемами обработки, схемами базирования, допусками на выполнение операционных размеров, а также используем на операциях оборудования. Правила формирования плана обработки представлены в литературе [12].

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

В состав средств оснащения техпроцесса входят: металлорежущее оборудование, станочные приспособления, металлорежущий инструмент и средства контроля.

Для выбора средств оснащения следует придерживаться ряда рекомендаций [13].

Выбор металлорежущего оборудования производится с учетом структуры операции, технологических особенностей детали, экономических показателей оборудования и типа производства. Модели оборудования выбираются по справочным данным [14].

Выбор станочных приспособлений производится с учетом предпочтительности применения универсальных и стандартизированных приспособлений. Приспособления должны реализовывать схемы базирования, обеспечивать надежность закрепления и точность установки детали. Станочные приспособления выбираются по справочным данным [15].

Выбор металлорежущего инструмента производится исходя из обрабатываемого материала, режимов резания на операциях, типа производства. Металлорежущий инструмент выбирается по справочным данным [16].

Выбор средств контроля производится исходя из формы контролируемых поверхностей, необходимой точности измерений, степени универсальности приспособления [17].

Результаты выбора средств оснащения техпроцесса приведены ниже.

Операция 005 Фрезерно-центровальная имеет следующие средства оснащения: станок фрезерно-центровальный МР-71М, осевой упор, тиски самоцентрирующие, фрезы торцевые ГОСТ 1695-80 Ø100 Т5К10, сверло центровочное А 6,3 ГОСТ 14952-80 Р6М5, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80, калибр контроля центрального отверстия.

Операция 010 Токарная имеет следующие средства оснащения: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ

ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80

Операция 015 Токарная имеет следующие средства оснащения: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ 8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10, резец канавочный ОСТ 2.И.010.1-83 Т5К10, штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80

Операция 020 Токарная имеет следующие средства оснащения: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.

Операция 025 Токарная имеет следующие средства оснащения: станок токарно-винторезный 16К20Ф3, центр вращающийся ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, резец контурный ГОСТ 18879-73 Т30К4, резец канавочный ОСТ 2.И.010.1-83 Т30К4, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.

Операция 030 Фрезерная имеет следующие средства оснащения: станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г, осевой упор, тиски пневматические специальные, фреза цилиндрическая специальная Р6М5, микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.

Операция 035 Фрезерная имеет следующие средства оснащения: станок широкоуниверсальный фрезерный 6Р80Ш, центр плавающий ГОСТ 2375-79, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, фреза зубонарезная ГОСТ 9324-80 Р6М5, шаблон.

Операция 040 Зубофасочная имеет следующие средства оснащения: станок зубофасочный ВС-320А, центр плавающий ГОСТ 2375-79, патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-73, фреза специальная Р6М5, шаблон.

Операция 050 Центрошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок центрошлифовальный 3922, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, тиски самоцентрирующие, головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ 2447-82, шаблон.

Операция 055 Круглошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок круглошлифовальный 3У10В, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный 1 500х50х305 23А46М8V35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Операция 060 Круглошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок круглошлифовальный 3У10В, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный 1 500х50х305 23А46М8V35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Операция 065 Круглошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок круглошлифовальный 3У10В, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный 1 500х50х305 24А80М5V35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Операция 070 Круглошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок круглошлифовальный 3У10В, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный 1 500х50х305 24А80М5V35м/с1А, скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Операция 075 Зубошлифовальная имеет следующие средства оснащения: станок зубошлифовальный 5843, центр неподвижный ГОСТ 8742-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71, круг шлифовальный 1 500х50х305 25А80М5V35м/с1А, шаблон.

Операция 085 Моечная имеет следующие средства оснащения: моечная машина.

2.5 Определение режимов резания

Расчет режимов резания и нормирование операций является заключительным этапом проектирования технологических операций. Режимы резания включают подачу S_o , скорость вращения шпинделя V , частоту вращения шпинделя n , длину рабочего хода L_{px} и время выполнения операции T_o . Результаты данных расчетов зависят от физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материалов, структуры

операции, условий обработки. Расчеты производятся на основе двух основных методик. Первая методика расчетная [14], используется для наиболее ответственных операций. Данная методика дает точные результаты, но при этом трудоемкая. Вторая методика основана на использовании опыта и статистических данных по определению режимов резания и нормирования [18]. Данная методика позволяет получить результаты с достаточной точностью для большинства операций техпроцесса. Результаты расчетов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы резания и нормирование технологических операций

Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	L_{px} , мм	T_o , мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
1	0,15	46,4	250	42	0,3
Операция 010					
1	0,3	210	1250	147	0,4
Операция 015					
1	0,3	190	630	17	0,14
2	0,2	140	630	5	0,1
3	0,1	130	630	3	0,09
Операция 020					
1	0,13	180	1900	107	0,43
Операция 025					
1	0,13	234	1000	73	0,56
2	0,09	219	1000	5	0,06
3	0,04	209	1000	3	0,08
Операция 030					
1	(0,25)	180	1250	49	0,41
Операция 035					

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
1	2,5	40	930	33	0,8
Операция 040					
1			600	132	0,43
Операция 050					
1	0,55	15	320	0,8	0,68
Операция 055					
1	0,013	26	320	44	0,65
Операция 060					
1	0,009	26	320	0,3	0,12
Операция 065					
1	0,008	30	320	44	0,73
Операция 070					
1	0,003	30	320	0,076	0,09
Операция 075					
1	0,01	250	1500	33	0,75

Полученные данные заносятся в соответствующую технологическую документацию.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Лимитирующей операцией типового технологического процесса является 030 Фрезерная операция, на которой выполняется фрезерование поверхности под нарезание зубьев рейки. Одной из основных проблем данной операции является использование немеханизированного станочного приспособления. Задачей проектирования станочного приспособления является разработка приспособления способного обеспечить механизацию процесса закрепления заготовки при условии обеспечения принятой на операции схемы базирования. Расчеты выполняются с использованием данных [19].

Рассчитываем главную составляющую силы резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z \cdot k_{mp}}{D^g \cdot n^w}, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , u , k_{mp} , g , w – показатели, характеризующие условия обработки;

t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об;

B – ширина обработки, мм;

z – количество зубьев фрезы;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения шпинделя фрезы, об/мин.

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 4^{0,86} \cdot 0,25^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 18 \cdot 1}{40^{0,86} \cdot 1250^0} = 470 \text{ Н.}$$

Остальные составляющие силы резания необходимые для проведения дальнейших расчетов определяются из соотношения с основной составляющей.

$$P_h = P_z \cdot 1,15 \quad (3.2)$$

$$P_h = 470 \cdot 1,15 = 540,5 \text{ Н.}$$

$$P_v = P_z \cdot 0,25 \quad (3.3)$$

$$P_v = 470 \cdot 0,25 = 117,5 \text{ Н.}$$

$$P_y = P_z \cdot 0,5 \quad (3.4)$$

$$P_y = 470 \cdot 0,5 = 235 \text{ Н.}$$

$$P_x = P_z \cdot 0,3 \cdot \operatorname{tg} \omega \quad (3.5)$$

где ω – угол наклона зубьев фрезы, град.

$$P_x = 470 \cdot 0,3 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 51 \text{ Н.}$$

Рассчитываем момент, который будет возникать на заготовке при воздействии на нее силы резания P_x :

$$M_{кр} = P_x \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.6)$$

где d – диаметр закрепления, мм.

Для удержания заготовки в процессе резания на нее должен воздействовать момент закрепления:

$$M_{зм} = \frac{W \cdot d \cdot (f_{зм} + f_{он} / \cos(\alpha/2))}{2}, \quad (3.7)$$

где W – сила закрепления, Н;

d – диаметр закрепления, мм;

$f_{зм}$ – коэффициент трения на поверхностях контакта заготовки с механизмом закрепления;

$f_{он}$ – коэффициент трения на поверхностях контакта заготовки с опорной поверхностью;

α – угол призмы, град.

Искомая сила закрепления находится исходя из равенства моментов от сил резания и закрепления.

$$W = \frac{P_x \cdot k}{(f_{зм} + f_{он} / \cos(\alpha / 2))}, \quad (3.8)$$

где k – коэффициент, который учитывает фактические условия обработки и характеристики приспособления.

$$W = \frac{51 \cdot 2,5}{0,16 + \frac{0,16}{\cos 45^\circ}} = 330 \text{ Н.}$$

Рассчитываем момент, который будет возникать на заготовке при воздействии на нее суммы сил резания P_v и P_h :

$$M_p = P_v \cdot l + P_h \cdot a, \quad (3.9)$$

где: a – плечо силы P_h , мм;

l – длина заготовки, мм.

Необходимый момент закрепления для этого случая равен:

$$M_{з.м.} = W \cdot b + f_{з.м.} \cdot W \cdot a, \quad (3.10)$$

где: b – плечо силы зажима, мм.

Из условия обеспечения равновесия системы находим искомую силу:

$$W = \frac{P_v \cdot l + P_h \cdot a \cdot k}{v + f_{з.м.} \cdot a}. \quad (3.11)$$

$$W = \frac{69 \cdot 120 + 540,5 \cdot 23 \cdot 2,5}{50 + 0,16 \cdot 23} = 1115 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчеты выполняются по наибольшей силе зажима $W = 1115 \text{ Н}$.

Усилие, которое должен развивать силовой привод равно:

$$Q = \frac{W}{i}, \quad (3.12)$$

где: i – передаточное отношение механизма зажима.

$$i = \frac{y}{x}, \quad (3.13)$$

где x , y – плечи зажимного механизма, мм.

$$i = \frac{y}{x} = \frac{80}{60} = 1,33.$$

$$Q = \frac{1115}{1,33} = 838 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня для развития необходимого усилия Q равен:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p}}, \quad (3.14)$$

где p – давление воздуха в системе, МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{838}{0,4}} = 74 \text{ мм.}$$

Ближайший стандартный пневмоцилиндр имеет диаметр 80 мм.

С учетом этого пересчитаем усилие привода:

$$Q = \left(\frac{D}{1,13} \right)^2 \cdot p. \quad (3.15)$$

$$Q = \left(\frac{80}{1,13} \right)^2 \cdot 0,2 = 1002 \text{ Н.}$$

Сила закрепления тогда будет составлять:

$$W = Q \cdot i. \quad (3.16)$$

$$W = 1002 \cdot 1,33 = 1333 \text{ Н.}$$

После проведения пересчета силы закрепления установлено, что ее величина увеличится по сравнению с необходимой силой. Делаем вывод, что диаметр поршня силового привода 80 мм является приемлемым.

На заключительном этапе проектирования приспособления определяем его погрешность по формуле:

$$\varepsilon_y^{расч} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_s^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.17)$$

где: ε_{δ} – погрешность от несовпадения баз, мкм;

ε_s – погрешность от воздействия усилия закрепления, мкм;

ε_{np} – погрешность изготовления установочных элементов, мкм.

$$\varepsilon_{\delta} = 0,21 \cdot Td, \quad (3.18)$$

где: Td – поле допуска размера базовой поверхности, мкм.

$$\varepsilon_o = 0,21 \cdot 84 = 18 \text{ мкм.}$$

Погрешность закрепления ε_s , принимаем равной нулю.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}, \quad (3.19)$$

где: Δ_1 – погрешность сборки установочных элементов приспособления, мкм;

Δ_2 – погрешность изготовления призм, мкм.

$$\Delta_1 = \frac{\Delta TA_1 \cdot a}{a + b}, \quad (3.20)$$

где: ΔTA_1 – допуск на расстояние между призмами, мкм;

a, b – конструктивные размеры, определяемые путем прочерчивания конструкции, мкм.

$$\Delta_1 = \frac{87 \cdot 48}{48 + 22} = 59 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_2 = \frac{d}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \gamma\right)} - \frac{1}{\sin\frac{\pi}{2}} \right), \quad (3.21)$$

где: γ – угол между предельными положениями заготовки в призме, град.

$$\Delta_2 = \frac{12,5}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin(90^\circ - 5')} - \frac{1}{\sin 90^\circ} \right) = 18 \text{ мкм.}$$

Получаем следующие результаты расчетов:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{59^2 + 18^2} = 61 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{18^2 + 61^2} = 62 \text{ мкм.}$$

При этом максимально возможная погрешность на данной операции равна:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot TA, \quad (3.22)$$

где: TA – допуск на выполняемый размер, мкм.

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 210 = 63 \text{ мкм.}$$

Расчет показал, что погрешность приспособления меньше, чем допустимая погрешность, значит, спроектированное приспособление удовлетворяет заданной точности. Более подробно конструкция приспособления представлена на соответствующем листе графической части работы.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Для дальнейшего совершенствования 030 Фрезерной операции проектируем специальную фрезу, которая позволит использовать более интенсивные режимы резания. Конструкция фрезы, а также расчет ее конструктивных элементов принят по данным литературы [20].

Наружный диаметр определяем по формуле:

$$d_A = 0,2B^{0,26} \cdot t^{0,09} \cdot l^{0,78} \cdot \delta^{-0,26}, \quad (3.23)$$

где B – ширина фрезеруемой поверхности, мм;

t – глубина резания, мм;

l – расстояние между опорами оправки фрезы, мм;

δ – прогиб оправки, мм.

$$d_A = 0,2 \cdot 21^{0,26} \cdot 4^{0,09} \cdot 80^{0,78} \cdot 0,4^{-0,26} = 33 \text{ мм.}$$

Расчетное значение округляем до ближайшего большего стандартного

40 мм.

Посадочное отверстие фрезы равно:

$$D^o = \frac{d_A}{2,25}. \quad (3.24)$$

$$D^o = \frac{40}{2,25} = 17 \text{ мм.}$$

Округляем до ближайшего стандартного 16 мм.

Задний угол фрезы определяем из соотношения:

$$\sin \alpha = \frac{0,13}{a_{MAX}^{0,3}}, \quad (3.25)$$

где a_{max} – максимально возможная толщина среза стружки, мм.

$$a_{MAX} = S_z \cdot \sin \psi, \quad (3.26)$$

где S_z – подача на один зуб фрезы, мм/об;

ψ – угол контакта при резании, град.

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2t}{d_A}\right). \quad (3.27)$$

Производим соответствующие расчеты.

$$\psi = \left(1 - \frac{2 \cdot 4}{40}\right) = 31,78^\circ.$$

$$a_{MAX} = 0,25 \cdot \sin 31,78^\circ = 0,316 \text{ мм.}$$

$$\sin \alpha = \frac{0,13}{0,316^{0,3}} = 0,18.$$

$$\alpha = 10,58^\circ \approx 11^\circ$$

Передний угол γ зависит от свойств материала заготовки. В данном случае принимаем $\gamma = 12^\circ$.

Количество зубьев фрезы зависит от возможности обеспечения равномерности процесса фрезерования и рассчитывается по формуле:

$$Z = 360 \cdot \frac{\varepsilon}{\psi}, \quad (3.28)$$

где ε – коэффициент, характеризующий равномерность фрезерования.

$$Z = 360 \cdot \frac{2}{31,78} = 22,65.$$

Количество зубьев принимаем из стандартного ряда $Z = 18$.

Угол наклона зубьев ω должен составлять от 10° до 15° , что обусловлено свойствами обрабатываемого материала. В данном случае примем $\omega = 15^\circ$.

Шаг зубьев по окружности равен:

$$P_T = \frac{\pi \cdot d_A}{Z}. \quad (3.29)$$

$$P_T = \frac{3,14 \cdot 40}{18} = 6,98 \text{ мм.}$$

Шаг менее 10 мм, поэтому для дальнейшего профилирования фрезы принимаем мелкий зуб трапецеидальной формы.

Рассчитываем угол канавки для стружки:

$$\Theta = \eta + \varepsilon, \quad (3.30)$$

где η – угол тела зубьев, град;

ε – шаг зуба угловой, град.

$$\Theta = 47^\circ + 20^\circ = 67^\circ$$

С целью избегания трещинообразования при термообработке вершина зуба принимается шириной $f = 1$ мм, а дно впадины должно иметь радиус $r = 2$ мм.

Зуб должен иметь высоту:

$$H = 0,65 \cdot P_T . \quad (3.31)$$

$$H = 0,65 \cdot 6,98 = 4,54 \text{ мм.}$$

Стружечная канавка должна иметь шаг:

$$P_Z = \pi \cdot d_M \cdot \text{ctg} \omega , \quad (3.32)$$

где d_M – диаметр начального цилиндра фрезы, мм.

$$d_M = d_A - 2H . \quad (3.33)$$

$$d_M = 40 - 2 \cdot 4,54 = 30,92 \text{ мм.}$$

$$P_Z = 3,14 \cdot 30,92 \cdot \text{ctg} 15^\circ = 362,5 \approx 363 \text{ мм.}$$

Расчетный профиль фрезы переносится на соответствующий лист графической части. Для обеспечения необходимой производительности фрезу предлагается выполнить из быстрорежущей стали Р6М5.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

В таблице 4.1 представлены характеристики рассматриваемого технологического процесса изготовления поршня механизма отсекания, определенные согласно методике [21].

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления поршня механизма отсекания	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16K20Ф3	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71,
	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Станок горизонтально-фрезерный 6P82Г	охлаждающая жидкость

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификацию профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, проводим с использованием рекомендаций [21] и оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, фрезерная операция	Подвижные части производственного оборудования	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г, станочные приспособления, режущие инструменты, контрольные приспособления
	Острые кромки, заусенцы на оборудовании, инструменте	Заготовки, режущие инструменты
	Повышенный уровень общей вибрации	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г, станочные приспособления, режущие инструменты
	Повышенный уровень шума	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г, станочные приспособления, режущие инструменты
	Электрический ток	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г
	Повышенный уровень теплового излучения	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-фрезерный 6Р82Г, станочные приспособления, режущие инструменты
	Повышенная	Смазочно-охлаждающая жидкость

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	загрязненность воздуха рабочей зоны	
	Недостаточная освещённость	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально- фрезерный 6Р82Г

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Согласно принятой методике [21] для устранения или снижения влияния на работников профессиональных рисков разрабатываем соответствующие мероприятия по их снижению и оформляем в виде таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Подвижные части производственного оборудования	Инструктажи по охране труда, системы автоматического выключения, ограждения, предупреждающая разметка	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, ботинки кожаные с защитным подноском, очки защитные, каска защитная, подшлемник

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
		под каску, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
Острые кромки, заусенцы на оборудовании, инструменте	Инструктажи по охране труда, изменение настройки обработки, применение специального режущего инструмента, введение в техпроцесс дополнительной слесарной обработки	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
Повышенный уровень общей вибрации	Инструктажи по охране труда, применение массивных фундаментов для вибронгруженного оборудования	Коврик виброгасящий
Повышенный уровень шума	Инструктажи по охране труда, применение технических средств снижения уровня шума (экраны, глушители, изоляция источников шума звукопоглощающими материалами и кожухами)	Вкладыши противозумные многоразовые
Электрический ток	Инструктажи по охране труда, заземление и зануление электрооборудования, изоляция и ограждение электрооборудования, автоматическое аварийное отключение электрооборудования	Диэлектрический коврик
Повышенный уровень теплового излучения	Инструктажи по охране труда, применение смазочно-охлаждающей жидкости, тепловые экраны, ограждение, специальная разметка	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, ботинки

		кожаные с защитным подноском, очки
--	--	------------------------------------

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
		защитные, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
Повышенная загрязненность воздуха рабочей зоны	Инструктажи по охране труда, местная вентиляция, ограждение рабочей зоны станков	Средство защиты органов дыхания противоаэрозольное
Недостаточная освещённость	Инструктажи по охране труда, применение дополнительного местного освещения	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

С целью обеспечения пожарной безопасности технологического процесса проводим идентификацию классов и опасных факторов пожара (таблица 4.4) и разработку мероприятий по обеспечению пожарной безопасности (таблицы 4.5, 4.6).

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
Участок изготовления поршня механизма отсекания	Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф3, станок горизонтально-	Класс пожара В (пожары горючих жидкостей	Повышенная температура в источнике пожара, тепловой поток,	Осколки и обломки оборудования и зданий, появление

	фрезерный 6P82Г,	или плавящихся	пламя, искры, повышенная	высокого напряжения на
--	---------------------	-------------------	-----------------------------	---------------------------

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5
	станочные приспособления, режущие инструменты	твердых веществ и материалов)	концентрация токсичных веществ, пониженная концентрация кислорода в воздухе, снижение видимости	токопроводящих частях станков, воздействие огнетушащих средств

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротуше ния	Мобильные средства пожаротуше ния	Стационарные установки системы пожаротуше ния	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуал ьной защиты и спасения людей при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротуше ния	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно- контрольные	Разветвления для рукавов и пожарные рукава	Респиратор, противогаз, самоспасатели, пожарные веревки и карабины

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Технологический процесс изготовления поршня механизма отсекаания	Создание добровольной пожарной охраны, инструктаж и обучение правилам пожарной безопасности на участке, обучение действиям при возникновении пожара и эвакуации, использование наглядной агитации	Использование пожарной сигнализации и извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Экологическая безопасность технологического процесса обеспечивается путем определения его негативного воздействия на окружающую среду (таблица 4.7) и разработки мероприятий по его устранению (таблица 4.8).

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производствен но- технологическ ого техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно- технологического процесса (производственног о здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологичес кий процесс изготовления поршня механизма отсекания	Станок токарно- винторезный с ЧПУ 16K20Ф3, станок горизонтально- фрезерный 6P82Г, станочные приспособления, режущие инструменты	Металлическая пыль, смазочно- охлаждающая жидкость во взвешенном состоянии	Металлические и абразивные частицы, нефтепродукты, технические жидкости	Стружка и лом металлов, шлак, пыль, нефтепродукт ы, технические жидкости

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления поршня механизма отсекаания
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха автоматической очистки воздуха и рукавных фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутого цикла использования воды и многоступенчатой системы очистки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование регламентированных процедур по охране окружающей среды и экологии

4.6 Заключение по разделу

Результатом выполнения раздела является анализ техпроцесса изготовления поршня механизма отсекаания, направленный на выявление опасных и вредных производственных факторов, а также разработку мер по их снижению. Кроме того, в данном разделе разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и мероприятия по сохранению экологии и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Поршень» коснулись операций:

– 030 фрезерной, на которой цилиндрическую фрезу диаметром 40 мм из материала Р6М5 заменили на цилиндрическую фрезу с улучшенной геометрией режущей части диаметром 40 мм из материала Р6М5. Данное совершенствование привело к уменьшению основного времени примерно на 41%. Кроме инструмента на операции для закрепления детали было предложено использовать специальное безналадочное приспособление с пневматическим приводом, вместо тисков с ручным зажимом. Данное совершенствование привело к сокращению вспомогательного времени, примерно на 42%;

– 035 фрезерной, на которой тиски с ручным зажимом заменили на специальным безналадочным приспособлением с пневматическим приводом. Данное совершенствование привело к уменьшению вспомогательного времени примерно на 18%. Также был изменен режим резания с назначенного по нормативам, на назначенный режим резания с учетом научных исследований. Такая корректировка режима резания позволила сократить основное время, примерно на 33%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [22], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

– затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,

- затраты на инструмент для операции 030,
- и затраты на приспособление для операций 030 и 035.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 45555,67 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Поршень» в объеме 4500 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Поршень» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [22]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал (M),
- основной заработной платы ($Z_{ПЛ.ОСН}$),
- начислений на заработную плату ($H_{З.ПЛ}$),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 34,96%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 3,64 рублей, что составило 35%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;

– полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

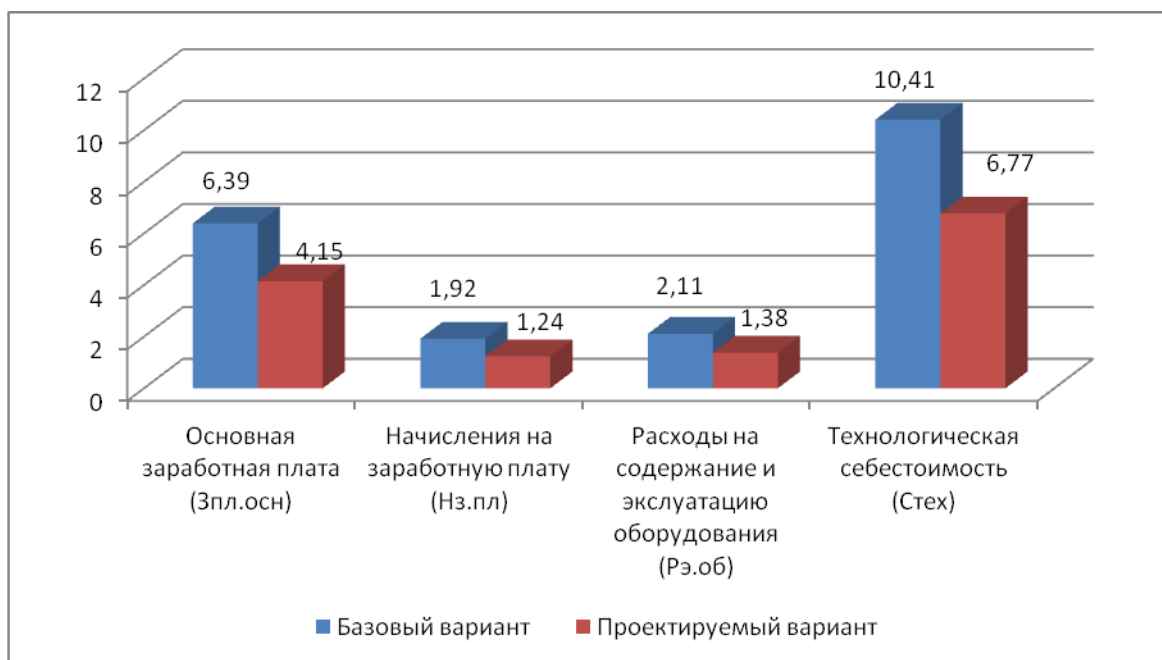


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Поршень», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [22], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 33,76 рублей, а по проектируемому – 21,93 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 11,83 рублей с единицы изделия или 35,04%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней увеличилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло уменьшение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [22], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ($P_{чист}$), которая составит 42588 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;

– чистый дисконтируемый доход (ЧДД), величина которого равна 6572,04 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если ЧДД > 0, то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если ЧДД < 0, то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Поршень» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,14 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью при выполнении выпускной работы было создание такого технологического процесса изготовления, который обеспечит выполнение всех конструкторских требований, предъявляемых к детали, максимальную эффективность с точки зрения производственного процесса, максимальные экономические показатели при сохранении показателей безопасности его выполнения.

Данную цель можно считать достигнутой, что подтверждено соответствующими экономическими и техническими расчетами. Для этого выбран метод получения заготовки и проведено ее проектирование на основе определения припусков на обработку. Спроектирован технологический процесс изготовления штока на основе типовых маршрутов обработки с учетом конструктивных особенностей детали. Выбраны средства технологического оснащения соответствующие типу производства. Разработаны технологические операции, основываясь на расчетах режимов резания и их нормировании. Выявлена лимитирующая операция и произведена ее модификацию путем проектирования специального зажимного приспособления и фрезы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: <http://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/stal-40h.html> (дата обращения: 29.04.2019).
2. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 29.04.2019).
3. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 335 с.
4. Технология машиностроения: курсов. проектирование и диплом. проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 15.05.01 "Проектирование технол. машин и комплексов" и направлению подготовки 15.03.05 "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" (бакалавриат) / М. Ф. Пашкевич [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 443 с.
5. Схиртладзе, А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.
6. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н. Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 06.05.2019).
7. 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.
8. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев,

А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

9. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 15.05.2019).

10.Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 15.05.2019).

11.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: 15.05.2019).

12.Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 19.05.2019).

13.Иванов, В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Минск. : Новое знание, 2016. – 234 с.

14.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.

15.Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М,

2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 26.05.2019).

16.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.

17.Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 380 с.

18.Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 29.05.2019).

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

20.Режущий инструмент: учебник для вузов / Д.В. Кожевников [и др.] ; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва. : Машиностроение, 2014. – 520 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/63256> (дата обращения: 30.05.2019).

21.Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 04.06.2019).

22.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: 10.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Перв. примен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			19.БР.ОТМП.656.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
						<u>Детали</u>		
		A3	1		19.БР.ОТМП.656.65.00.001	Винт	1	
		A4	2		19.БР.ОТМП.656.65.02.002	Корпус	1	
		A4	3		19.БР.ОТМП.656.65.03.003	Корпус	1	
		A4	4		19.БР.ОТМП.656.65.00.004	Корпус пневмоцилиндра	1	
		A4	5		19.БР.ОТМП.656.65.00.005	Крышка пневмоцилиндра	1	
		A4	6		19.БР.ОТМП.656.65.00.006	Поршень	1	
		A4	7		19.БР.ОТМП.656.65.00.007	Призма	1	
		A4	8		19.БР.ОТМП.656.65.00.008	Прихват	1	
		A4	9		19.БР.ОТМП.656.65.00.009	Шток	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
			10			Винт М5х45	4	
						ГОСТ 11871-69		
			11			Винт М8х25	4	
						ГОСТ 11871-69		
			12			Винт М8х30	4	
						ГОСТ 11871-69		
			13			Винт М8х30	2	
						ГОСТ 11871-69		
			14			Гайка М10	1	
						ГОСТ 14726-69		
						19.БР.ОТМП.656.65.00.000		
		Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Рыгаев			Лит.	Лист	Листов
		Проб.	Козлов				1	2
		Нконтр.	Егоров			ТГУ, ИМ, гр. МСДЗ-1404		
		Утв.	Логинов			Формат А4		

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15		Гайка М10 ГОСТ 14726-69	1	
		16		Гайка М10 ГОСТ 14726-69	1	
		17		Гайка М20 ГОСТ 14767-70	1	
		18		Кольцо ГОСТ 1223-89	1	
		19		Кольцо ГОСТ 1223-89	1	
		20		Прокладка ГОСТ 1569-67	1	
		21		Пружина ГОСТ 18934-68	1	
		22		Упор ГОСТ 12212-66	1	
		23		Шайба ГОСТ 12945-67	1	
		24		Шайба ГОСТ 12943-67	1	
		25		Шайба стопорная ГОСТ 17778-72	1	
		26		Шпонка ГОСТ 14737-69	2	
		27		Шпонка ГОСТ 14737-69	2	
		28		Штифт ОСТ92-0746-72	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19.БР.ОТМП.656.65.00.000

Лист
2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Додл.									
Взам.									
Подп.									

Разработал Рыжов
 Проверил Козлов
 Утвердил Логинов
 Н. контр Егоров

ТГУ Кафедра ОТМП

Поршень

M01	Сталь 40X ГОСТ 4543-71										
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ
M02	12	166	0,9к2	1		0,73	22	ø85x125		1	1,24к2

А Цех Уч РМ Опер Код, наименование операции Код, наименование оборудования СМ проф. Р УТ КР КОМД ЕН ОП Кшт Тпоз Тшт

XX XX XX 000 Заготовительная
 Горизонтально-кобачная машина

05
 XX XX XX 005 4269 Фрезерно-центровальная

B07 381631 Фрезерно-центровальный МР-71М 3 17845 312 1Р 1 1 1200 1 0,38^{+0,07}

0 08 Подрезать торцы: пов. 1 10 в размер 120^{+0,33}, сверлить отверстия: пов. 13, 14 в размер ø6,3

T 09 396131 Тиски машинные специальные, 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 3961267 Сверло

T 10 центробочное ГОСТ 14952-80 Р6М5, 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80; 393141 Калибр.

11

A 12 XX XX XX 010 4110 Токарная

B 13 381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,5

0 14 Точильно-последовательно поверхности и торцы пов. 6, 7 ø31,544^{-0,25; 15^{+0,21}}.

T 15 396171 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;

T 16 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.

МК

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт	
А 69	XX XX XX	035	4262	Фрезерная													
Б 70	381631			Фрезерный 6Р80Ш	318632	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,98
0 71	Фрезеровать поверхность 8 в размер 10-й степени точности.																
Т 72	396131	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71. 391802 Фреза зубонарезная ГОСТ 9324-80 Р6М5;															
Т 73	394300	Прибор измерительный универсальный.															
74																	
А 75	XX XX XX	040	4162	Зубофасочная													
Б 76	381574			Зубофасочный ВС-320А	312287	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,54
0 77	Снять фаску в размер 15±30'																
Т 78	396110	Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-73; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.															
79																	
А 80	XX XX XX	045		Термическая													
81																	
А 82	XX XX XX	050	4142	Центрошлифовальная													
Б 83	381317			Центрошлифовальный 3922	318873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,85
0 84	Шлифовать поверхность: пов. 13, 14 в размер $\phi 6,3^{+0,01}$																
Т 85	396131	Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66; 397120 Круг шлифовальный АГК ГОСТ2447-82;															
Т 86	393120	Калибры.															
87																	
А 88	XX XX XX	055	4131	Шлифовальная													
Б 89	381311			Кругшлифовальный 3У10В	318873	312	1Р	1	1	1	1200	1					0,82
0 90	Шлифовать поверхность 7 в размер $\phi 30,357^{0,030}$.																
Т 91	396110	Патрон поводковый ГОСТ2571-71. 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная															
МК																	

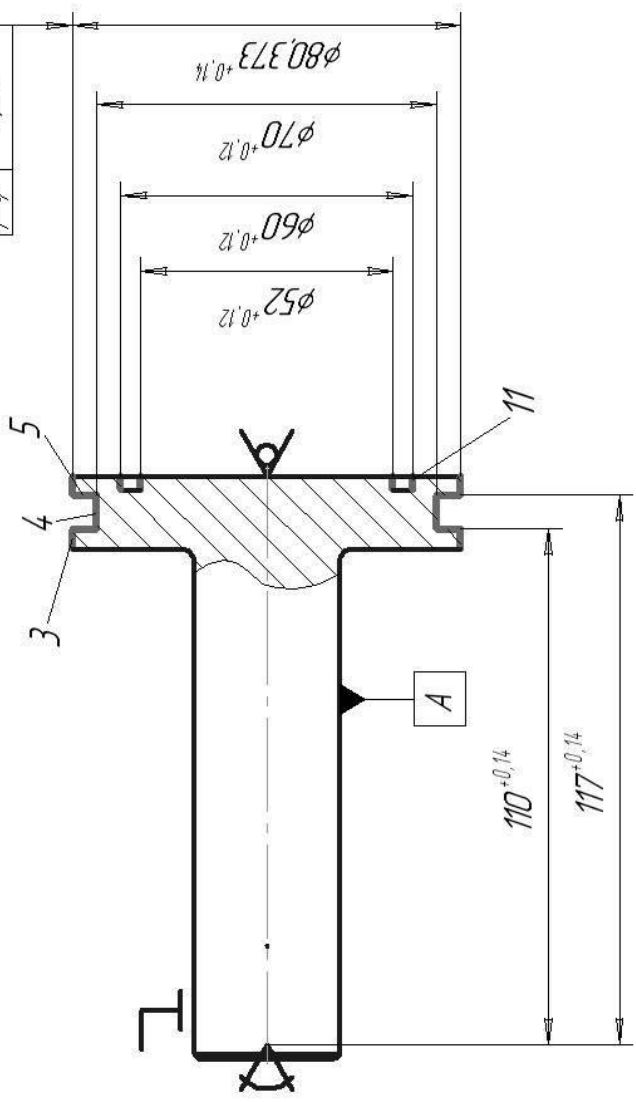
ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дцбл.																			
Взм.																			
Подп.																			

Разраб.	Рыглев	ТГУ,																			
Проверил	Козлов	Кафедра ОТМП																			
Инжпр.	Егоров	Поршень																			
																			БР		025

$\nabla R03,2$

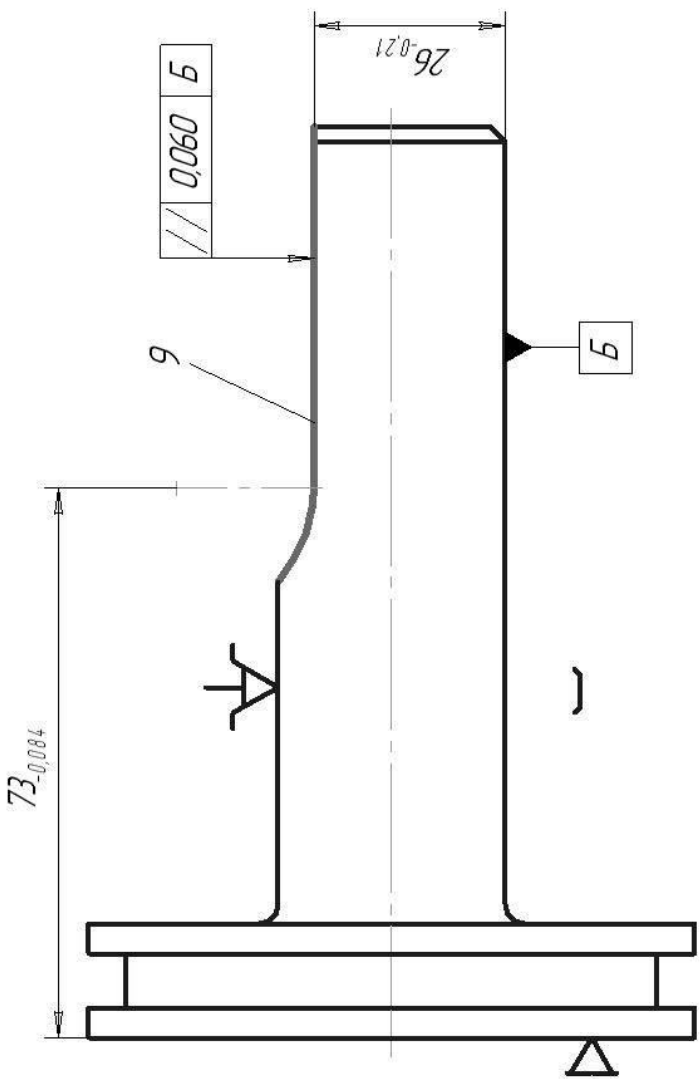
\odot	0,04	A
R	0,04	



Дцйл.															
Вэсчл.															
Пойл.															

Разрад.	Рыглед	ТГУ,						БР	030
Проверил	Козлов	Кафедра ОТМП							
Н.контр.	Егоров	Поршень							

▽ Ra6,3



Дцл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разработ.	Рыглев																		
Проверил	Козлов																		
Начинпр.	Егоров																		
Наименование операции	Поршень																		
Фрезерная	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД												
Обработка устройства ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	НВ 210	166	0,9к2	φ85x125	1,24к2	1												
6Р82Г	Обозначение программы	То	Тб	Тпз	Тшп	СОЖ													
	ПМ	Д или В	Л	+	+	+	У												
01	1. Установить заготовку																		
Т 02	396131 Приспособление специальное: 391820 Фреза цилиндрическая специальная Р6М5.																		
0 03	2. Фрезеровать поверхность 9 выдерживая размеры согласно эскиза.																		
Р 04	1				4			0,25	1250	180									
Т 05	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																		
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			