

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 привода однорельсовой тележки

Студент	<u>П.В. Орлов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____
Консультанты	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____

Тольятти 2021

Аннотация

Технологический процесс изготовления привода однорельсовой тележки. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2021 г.

В данной выпускной квалификационной работе, состоящей из пяти разделов пояснительной записки и графической части, рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления привода однорельсовой тележки.

Введение посвящено обоснованию актуальности темы и формулированию цели работы. Первый раздел содержит анализ исходных данных и направлен на формулирование основных задач, которые необходимо решить для достижения сформулированной во введении цели. Второй раздел технологический. В нем решается комплекс задач направленных на проектирование непосредственно технологии изготовления привода. В частности проектируется заготовка, формируется маршрут изготовления, выбирается оборудование и средства оснащения, проектируются технологические операции, и решается ряд других задач. Третий раздел содержит технические решения, направленные на решение технических и организационных проблем выявленных при выполнении технологического раздела. В частности проектируется кулачковая оправка и шлифовальный круг. Четвертый раздел содержит результаты анализа безопасности и экологичности спроектированной технологии, а также мероприятия по устранению выявленных недостатков. Пятый раздел экономический. В нем определяются основные экономические показатели предлагаемого технологического процесса и технических решений, направленных на устранение его недостатков.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в объеме 69 страниц, включая приложения и графической части в объеме 7,5 листов формата А1.

Abstract

Technological process of manufacturing a single-rail trolley drive. Department: Equipment and technologies of machine building production. TSU Togliatti, 2021.

In this final qualification work, consisting of five sections of the explanatory note and the graphic part, the designing the technological process of manufacturing a single-rail trolley drive issues are considered.

The introduction is devoted to substantiating the topic relevance and the work purpose formulating. The first section contains an initial data analysis and is aimed at main tasks formulating that need to be solved in order to achieve the purpose formulated in the introduction. The second section is technological. It solves tasks set aimed at the drive manufacturing technology designing. In particular, the billet is designed, the production route is formed, equipment and means of equipping are selected, technological operations are designed and other tasks numbers are solved. The third section contains technical solutions aimed at solving technical and organizational problems identified during the technological section implementation. In particular, a cam mandrel and a grinding wheel are designed. The fourth section contains the safety analysis results and environmental friendliness of the designed technology, as well as measures to eliminate the identified shortcomings. The fifth section is economic. It defines the main economic indicators of the proposed technological process and technical solutions aimed at eliminating its shortcomings.

The final qualification work consists of an explanatory note in the amount of 69 pages, including applications and a graphic part in the amount of 7.5 sheets of A1 format.

Содержание

Введение.....	5
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации ..	6
1.2 Анализ технологических показателей детали	7
1.3 Анализ типа производства.....	10
1.4 Задачи работы	12
2 Разработка технологии изготовления	13
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	13
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	22
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	24
2.4 Проектирование операций технологического процесса	27
3 Разработка специальной технологической оснастки	32
3.1 Разработка клино-плунжерной оправки	32
3.2 Разработка шлифовального круга.....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта	40
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта	40
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	41
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	42
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	46
5 Экономическая эффективность работы	47
Заключение	52
Список используемых источников.....	53
Приложение А Технологическая документация.....	57
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	68

Введение

Однорельсовые тележки широко распространены в производственных условиях для перемещения, как штучных грузов, так и грузов в таре внутри цехов и между цехами. Тележки могут перемещаться по прямым, наклонным и вертикальным путям, что придает им универсальность в использовании.

Перемещение тележки не требует большого количества персонала. Для перемещения и управления достаточно одного человека, при этом управление может осуществляться дистанционно. Конструкция тележки относительно простая состоит из рамы, двух или четырех опорных катков, электромотора и приводного блока. Привод является частью приводного блока и является одной из самых ответственных деталей, так как является конечным звеном передающим момент от электродвигателя на исполнительный механизм. В связи с этим обеспечение выполнения конструкторских требований будет являться одной из приоритетных задач данной работы. Решение данной задачи возможно только на технологическом уровне, то есть путем применения соответствующих методов обработки, оборудования и оснастки. Технология изготовления может существенно отличаться в зависимости от количества деталей, которые требуется изготовить, поэтому при проектировании технологии изготовления привода следует это учитывать. Немаловажным фактором для обеспечения конкурентоспособности изделия на рынке является его стоимость. Во многом стоимость изделия зависит от затрат на его изготовление, то есть от тех технических и технологических решений, которые были приняты при проектировании технологии его изготовления.

Сформулируем цель выполнения данной выпускной квалификационной работы. В ходе выполнения данной работы необходимо спроектировать технологию изготовления привода однорельсовой тележки исходя из требуемых показателей качества его поверхностей, программы выпуска и условия обеспечения минимальной себестоимости изготовления.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Основной функцией привода является передача вращательного движения и крутящего момента от приводных валов на муфту, соединяющую приводной блок и ведущее колесо тележки. Момент воспринимается в зависимости от требуемой частоты вращения и момента от одного из ведущих валов наружными или внутренними поверхностями шлиц и передается на муфту боковыми поверхностями зубчатого венца. Величина момента зависит от массы транспортируемого груза, угла наклона направляющего рельса и требуемой скорости перемещения. Направление момента зависит от направления движения. Следовательно, при эксплуатации могут возникать значительные знакопеременные нагрузки, что должно быть учтено при проектировании детали. Привод устанавливается в корпусе на подшипники, что обеспечивает ему необходимую точность расположения в узле и выполнение функционального назначения.

Значительное влияние на работоспособность привода могут оказывать внешние и внутренние факторы. К внутренним факторам относятся рабочая температура и давление в узле, наличие масла и ряд других. Данные параметры рассчитываются в процессе проектирования и поэтому их влияние можно считать нормальными условиями эксплуатации. Внешние факторы характеризуются, прежде всего, параметрами микроклимата. Их влияние может существенно отличаться в зависимости от того где эксплуатируется тележка. Влияние низких и высоких температур, сильно отличающихся от нормальной эксплуатационной температуры, может привести к существенному износу рабочих и базовых поверхностей вследствие неудовлетворительной их смазки и потере свойств применяемых смазочных материалов. Влияние внешней производственной среды практически

отсутствует, так как привод работает в закрытом корпусе приводного блока и попадание различных жидкостей, пыли и других посторонних предметов при исправном состоянии корпуса и крышек исключено.

1.2 Анализ технологических показателей детали

Проведение анализа технологических показателей детали предусматривает оценку технологичности материала, технологичности конструкции детали, технологичности заготовки и технологичности изготовления [6].

Технологичность материала детали определяется его химическим составом (таблица 1) и физико-механическими свойствами (таблица 2). В данном случае материал детали сталь 18ХГТ ГОСТ 4543–71.

Таблица 1 – Химический состав

Элемент	Углерод	Хром	Марганец	Никель	Титан	Кремний
Содержание %	0,17-0,37	1,0-1,3	0,8-1,1	0,3	0,03-0,09	0,17-0,37

Химический состав стали 18ХГТ включает вещества неуказанные в маркировке: сера и фосфор 0,035% каждый, медь 0,3%.

Таблица 2 – Физико-механические свойства

Предел текучести, МПа	Предел прочности при растяжении, МПа	Относительное удлинение после разрыва, %	Относительное сужение, %	Твердость по Бринеллю
980	880	9	50	240-250

Данные характеристики обеспечивают обрабатываемость 0,8 для твердосплавного инструмента и 0,7 для быстрорежущей стали. Такие

показатели характерны для сталей данного класса и считаются удовлетворительными. Механическая и термическая обработки сталей с такими характеристиками хорошо изучены и не вызовут каких-либо затруднений.

Технологичность конструкции детали определяется, прежде всего, конфигурацией ее поверхностей и их характеристиками. Контур детали как наружный, так и внутренний образован простыми поверхностями за исключением поверхности шлиц и эвольвенты. При этом конфигурация контура ступенчатая. В конструкции детали применены типовые конструктивные элементы типа фасок и канавок, а также стандартизированные размеры всех поверхностей. Важным фактором в оценке технологичности детали является количество ответственных поверхностей, так как они являются самыми точными. Для выявления этих поверхностей будем использовать методику [1]. Согласно ей все поверхности нужно разбить по их назначению. Сначала присвоим каждой поверхности свой номер (рисунок 1). Далее классифицируем поверхности исходя из их назначения.

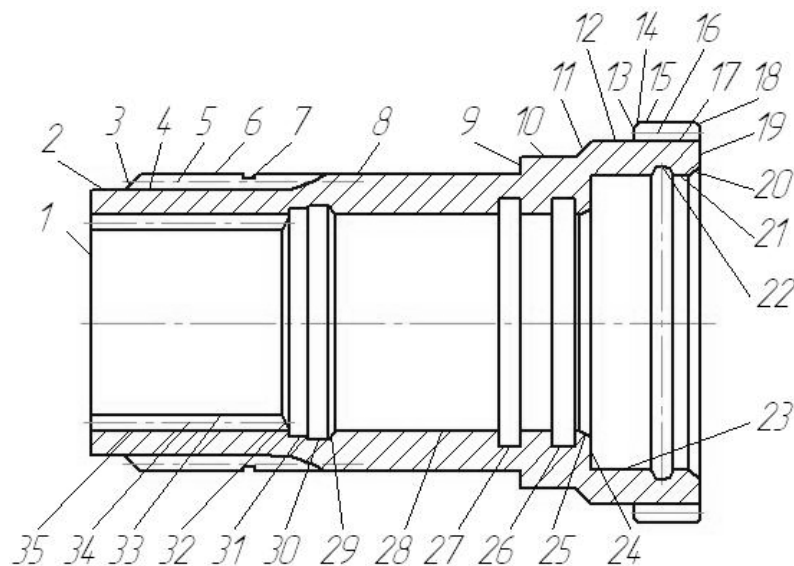


Рисунок 1 – Нумерация поверхностей

Основными конструкторскими базами детали являются поверхности 8, 9, вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 4, 12, 28, 33, исполнительными поверхностями являются поверхности 5, 16, 34 все остальные поверхности являются свободными. Классификация показала, что у данной детали достаточно большое количество ответственных поверхностей, но по форме они являются типовыми.

Весь контур привода может быть получен применением стандартных методов обработки и проконтролирован стандартным мерительным инструментом.

Получение заготовки привода, исходя из формы поверхностей и применяемого материала, допускает применение различных методов за исключением методов литья. Однако, учитывая годовую программу выпуска, применение проката будет заведомо нецелесообразно, так как это приведет к повышенному расходу дорогостоящего материала детали и снижению коэффициента использования материала. Проанализировав литературу [21], из различных методов штамповки для данной конфигурации детали наиболее приемлемы штамповка на горизонтально-ковочной машине и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Оба метода характеризуются высокой точностью получаемых размеров и достаточной производительностью.

Технологичность изготовления детали характеризуется, прежде всего, методами обработки, которые необходимо применить для ее получения. Как отмечалось ранее обеспечения необходимых характеристик детали можно добиться типовыми методами обработки. Это позволит применить на операциях технологического процесса универсальное оборудование, стандартные и стандартизированные средства оснащения и типовые схемы базирования для закрепления заготовок.

Анализ технологических показателей детали показал, что привод обладает хорошими показателями по всем критериям и может считаться технологичным.

1.3 Анализ типа производства

Существует пять основных типов производства, каждый из которых имеет свои характеристики [2]. Анализ литературы показал, что в данном случае для определения типа производства достаточно применения упрощенной методики основанной на знании методики основанной на знании массы детали и годовой программы выпуска [2]. Масса привода по чертежу детали составляет 1,21 кг, годовая программа выпуска в соответствии с заданием 8000 деталей в год. Определяем тип производства как среднесерийный [2]. Проведем анализ его основных характеристик [2]. Это позволит сформулировать задачи, которые необходимо будет решить в дальнейшем.

«В условиях выбранного типа производства используется последовательная стратегия разработки техпроцесса с включением цикличности. При этом используется групповая форма организации техпроцесса с выпуском деталей периодически повторяющимися партиями» [2]. Технология изготовления проектируется на базе типовой, а методы обработки выбираются исходя из условия обеспечения минимальных удельных затрат. Технологический процесс оформляется в виде маршрутной карты, в случае необходимости допускается оформление операционных карт с картами эскизов.

Метод получения заготовки определяется на основе экономического обоснования сравниваемых вариантов, определяемых исходя из материала детали, формы поверхностей детали и годовой программы выпуска. Как отмечалось в ходе анализа исходных данных, в данном случае применимы методы штамповки на горизонтально–ковочной машине и на кривошипном горячештамповочном прессе.

Операционные припуски определяются в зависимости от требуемой точности поверхности. Для поверхностей имеющих точность грубее шестого качества достаточно применения статистического метода, а для

поверхностей шестого качества и точнее требуется применение расчетно-аналитического метода. Это позволит сократить время проектирования при сохранении необходимой точности определения припусков.

Технологические операции проектируются с соблюдением принципов экстенсивной концентрации операций. Операционные размеры и допуски определяются расчетными методами с применением статистических таблиц точности. Режимы резания на операции определяются расчетно-аналитическим методом. Нормирование операций выполняется расчетным способом, в обоснованных случаях допускается применение способа хронометража. Точность обработки достигается методом работы на настроенном оборудовании, при выполнении высокоточных финишных операций допускается использование систем активного контроля и адаптивных систем управления.

Оборудование для выполнения операций технологического процесса должно отвечать ряду требований. Обеспечивать необходимую точность выполнения размеров, обеспечивать быструю переналадку на выпуск новых деталей, желательно иметь CNC-систему.

Режущие инструменты в условиях среднесерийного типа производства используются в основном универсальные. В обоснованных случаях допускается использование специализированного и специального инструмента. При этом инструмент должен обладать высокой стойкостью и обеспечивать обработку всей номенклатуры деталей данного производства.

Станочные приспособления в условиях среднесерийного типа производства используются универсальные, универсально-сборные и сборно-разборные. При этом приспособления должны быть быстропереналаживаемыми, обеспечивать обработку всей номенклатуры изделий и желательно быть механизированными.

Средства контроля используются универсальные, в обоснованных случаях специальные. Желательно, чтобы средства контроля выдавали информацию в абсолютных значениях.

Участки формируются по технологическому признаку. Оборудование, выполняющее черновые операции и операции, сопровождающиеся возникновением вибраций должно располагаться на участке на максимально возможном расстоянии от оборудования выполняющего точные операции.

1.4 Задачи работы

Из проведенных анализа функционального назначения детали, условий эксплуатации, технологических показателей детали, типа производства сформулируем задачи, которые необходимо выполнить при разработке последующих разделов данной работы.

На первом этапе необходимо выбрать заготовку, произвести расчет припусков на обработку, определить параметры заготовки и спроектировать ее.

Далее необходимо разработать технологический процесс изготовления привода с использованием современного соответствующего типу производства оборудования, режущего инструмента и станочных приспособлений.

Следующий этап заключается в проектировании технологических операций на основе расчета режимов резания, выполнения нормирования операций и определения состава и структуры операций. По результатам данного этапа необходимо сформировать технологическую документацию.

После этого необходимо произвести анализ полученных результатов и для операций, имеющих недостатки разработать технологические средства способные их устранить.

На следующем этапе необходимо произвести оценку безопасности выполнения спроектированного техпроцесса и его влияния на экологию.

На заключительном этапе необходимо определить экономические показатели технологического процесса и предлагаемых мероприятий по его совершенствованию.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

В ходе анализа исходных данных выявлено, что для данной конфигурации детали наиболее приемлемы «штамповка на горизонтально-ковочной машине и штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе. Выбор конкретного метода получения заготовки будем производить сравнением общих затрат на получение детали для каждого метода по методике» [5].

«Расчет общих затрат выполняем по формуле:

$$C_i = C_{zi} + C_{обри}, \quad (1)$$

где C_{zi} – стоимость получения заготовки, руб.;

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

i – номер варианта получения заготовки» [5].

Номер 1 примем для штамповки на горизонтально-ковочной машине, номер 2 для штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе

«Стоимость получения заготовки определим по формулам:

$$\ll C_{zi} = \frac{C_{mi} \cdot M_{zi}}{1000} \cdot K_{сп} \cdot K_T \cdot K_{сл}, \quad (2)$$

где C_{mi} – стоимость тонны материала заготовки, руб.;

M_{zi} – масса заготовки, кг;

$K_{сп}$ – коэффициент способа получения заготовки;

K_T – коэффициент точности заготовки;

$K_{сл}$ – коэффициент сложности заготовки» [5].

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_{3i} = M_d \cdot K_p, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

K_p – коэффициент формы заготовки и способа ее получения» [5].

«Масса детали определяется исходя из ее геометрических особенностей по формуле:

$$M_d = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 \cdot l_1 + d_2^2 \cdot l_2 + d_3^2 \cdot l_3 + d_4^2 \cdot l_4 - d_5^2 \cdot l_5 - d_6^2 \cdot l_6 - d_7^2 \cdot l_7) \times \rho, \quad (4)$$

«где $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6, d_7, d_8$ – диаметры поверхностей образующих контур детали, м;

$l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7, l_8$ – длины поверхностей образующих контур детали, мм;

ρ – плотность материала, кг/м³» [5].

$$M_d = \frac{\pi}{4} \cdot (0,055^2 \cdot 0,079 + 0,061^2 \cdot 0,010 + 0,067^2 \cdot 0,011 + 0,075^2 \times 0,012 - 0,036^2 \cdot 0,036 - 0,040^2 \cdot 0,056 - 0,055^2 \cdot 0,02) \cdot 7850 = 1,21 \text{ кг.}$$

Далее по формуле (3) рассчитываем массу заготовки для каждого метода ее получения.

$$M_{31} = 1,21 \cdot 1,5 = 1,82 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 1,21 \cdot 1,6 = 1,94 \text{ кг.}$$

По формуле (2) рассчитываем стоимость получения заготовки.

$$C_{31} = \frac{38000 \cdot 1,82}{1000} \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 74,69 \text{ р.}$$

$$C_{32} = \frac{38000 \cdot 1,94}{1000} \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 86,25 \text{ р.}$$

«Стоимость механической обработки заготовки рассчитывается по формуле:

$$C_{обри} = \frac{C_{уд} \cdot \left(\frac{1}{K_{имі}} - 1\right) \cdot M_d}{K_o}, \quad (5)$$

где $C_{уд}$ – стоимость снятия одного килограмма стружки, руб./кг;

$K_{имi}$ – коэффициент использования материала;

K_0 – коэффициент обрабатываемости материала» [5].

«Коэффициент использования материала определяется из выражения:

$$K_{имi} = \frac{M_{ди}}{M_{зи}}. \quad (6)» [5]$$

$$K_{им1} = \frac{1,21}{1,82} = 0,66.$$

$$K_{им2} = \frac{1,21}{1,94} = 0,62.$$

Рассчитываем стоимость механической обработки заготовки по формуле (5).

$$C_{обр1} = \frac{45 \cdot \left(\frac{1}{0,74} - 1\right) \cdot 1,82}{0,8} = 52,74 \text{ р.}$$

$$C_{обр2} = \frac{45 \cdot \left(\frac{1}{0,62} - 1\right) \cdot 1,82}{0,8} = 62,75 \text{ р.}$$

Далее по формуле (1) определяем общие затраты на получение детали для каждого метода получения заготовки.

$$C_1 = 74,69 + 62,75 = 137,44 \text{ р.}$$

$$C_2 = 86,25 + 62,75 = 149,00 \text{ р.}$$

Расчеты показали, что для изготовления привода наиболее подходящим методом является метод получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине.

Дальнейшее проектирование заготовки заключается в определении припусков на обработку, напусков и допусков на размеры заготовки [16].

Определение припусков возможно после определения маршрутов обработки поверхностей заготовки. В соответствии с анализом исходных данных определение маршрутов обработки поверхностей выполняется исходя из условия обеспечения минимальных удельных затрат [22].

Результаты определения маршрутов обработки поверхностей для привода представлены в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Маршруты обработки поверхностей

Номера поверхностей	Форма поверхности	Квалитет точности поверхности	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Последовательность обработки
1	плоская	12	12,5	т-тч-то
2, 10	цилиндрическая	12	12,5	т-то
3, 11	коническая	12	12,5	т-то
4	цилиндрическая	7	3,2	ф-то-ш
5	плоская	9	3,2	ф-то-ш
6	цилиндрическая	11	12,5	т-тч-то
7	цилиндрическая	12	12,5	тч-то
8	цилиндрическая	6	1,25	т-тч-то-ш-шч
9	плоская	12	2,5	т-тч-то-ш-шч
12	цилиндрическая	11	0,4	т-тч-то-ш-шч-по
13, 18	плоская	12	12,5	т-то
14	коническая	12	12,5	тч-то
15	цилиндрическая	10	6,3	т-тч-то
16	эвольвента	9	2,5	ф-шв-то
17	цилиндрическая	17	1,25	т-то
19	плоская	12	12,5	т-тч-то-ш
20, 25, 29, 32	коническая внутренняя	12	12,5	р-то
21, 23, 26, 27, 30, 31	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	р-то
28	цилиндрическая внутренняя	9	3,2	р-то-ш
33	цилиндрическая внутренняя	7	6,3	с-р-то
34	плоская внутренняя	9	3,2	пр-то
35	цилиндрическая внутренняя	12	12,5	пр-то

Обозначения принятые в таблице: т – черновое точение, тч – чистовое точение, то – термическая обработка, ш – черновое шлифование, шч – чистовое шлифование, по – полирование, ф – черновое фрезерование, фч – чистовое фрезерование, шв – шевингование, р – растачивание, с – сверление, пр – протягивание.

Исходя из маршрутов обработки, для каждой поверхности определяем

припуски на обработку. В ходе проведения анализа исходных данных выявлено, что операционные припуски определяются в зависимости от требуемой точности поверхности. Для поверхностей имеющих точность грубее шестого квалитета достаточно применения статистического метода, а для поверхностей шестого квалитета и точнее требуется применение расчетно-аналитического метода. В данном случае применение точного метода расчета припуска требуется для поверхности диаметром $55k6^{+0,021}_{+0,002}$. Выполняем расчеты в соответствии с рекомендациями [19].

«Минимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где a – глубина суммарного дефектного слоя, мм;

Δ – суммарные пространственные отклонения, мм;

ε – погрешности установки заготовки на операции, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [19].

$$z_{1min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,300 + \sqrt{0,300^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,200 + \sqrt{0,075^2 + 0,025^2} = 0,438 \text{ мм.}$$

$$z_{3min} = a_{то} + \sqrt{\Delta_{то}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,025 + \sqrt{0,030^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,150 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167 \text{ мм.}$$

«Максимальные значения припусков определяются по формуле:

$$z_{imax} = z_{imin} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (8)$$

где Td_i – допуски на выполнение размера на текущем переходе, мм;

Td_{i-1} – допуск на выполнение размера на предыдущем переходе, мм» [19].

$$\begin{aligned} \ll z_{1 \max} = z_{1 \min} + 0,5 \cdot (Td_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (1,2 + 0,30) = \\ = 1,351 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{2 \max} = z_{2 \min} + 0,5 \cdot (Td_1 + Td_2) = 0,438 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = \\ = 0,648 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{3 \max} = z_{3 \min} + 0,5 \cdot (Td_{T0} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,046) = \\ = 0,385 \text{ мм.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_{4 \max} = z_{4 \min} + 0,5 \cdot (Td_3 + Td_4) = 0,167 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,019) = \\ = 0,200 \text{ мм} \gg [19]. \end{aligned}$$

«Средние значения припусков определяются по формуле:

$$z_{cpi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (9) \gg [19]$$

$$z_{cp1} = 0,5 \cdot (z_{1 \max} + z_{1 \min}) = 0,5 \cdot (1,351 + 0,601) = 0,976 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = 0,5 \cdot (z_{2 \max} + z_{2 \min}) = 0,5 \cdot (0,648 + 0,438) = 0,543 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = 0,5 \cdot (z_{3 \max} + z_{3 \min}) = 0,5 \cdot (0,385 + 0,282) = 0,334 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = 0,5 \cdot (z_{4 \max} + z_{4 \min}) = 0,5 \cdot (0,200 + 0,167) = 0,184 \text{ мм.}$$

Далее определяем операционные размеры.

«Минимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}. \quad (10) \gg [19]$$

«Максимальный операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(i-1)max} = d_{(i-1)min} + Td_{i-1}. \quad (11) \gg [19]$$

«Средний операционный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{i \text{ cp}} = 0,5 \cdot (d_{i \max} + d_{i \min}). \quad (12) \gg [19]$$

«Маршрут обработки рассматриваемой поверхности содержит переход термической обработки, поэтому для перехода ему предшествующему минимальный размер рассчитывается по формуле:

$$d_{(то-1)min} = d_{(i-1)min} \cdot 0,999. \quad (13) \gg [19]$$

Выполнение расчета операционных размеров начинаем с последнего перехода, то есть с окончательного размера.

$$d_{4min} = 55,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4max} = 55,021 \text{ мм.}$$

$$d_{4cp} = 0,5 \cdot (d_{4max} + d_{4min}) = 0,5 \cdot (55,021 + 55,002) = 55,012 \text{ мм.}$$

$$d_{3min} = d_{4min} + 2 \cdot z_{4min} = 55,002 + 2 \cdot 0,167 = 55,336 \text{ мм.}$$

$$d_{3max} = d_{3min} + Td_3 = 55,336 + 0,046 = 55,382 \text{ мм.}$$

$$d_{3cp} = 0,5 \cdot (d_{3max} + d_{3min}) = 0,5 \cdot (55,382 + 55,336) = 55,359 \text{ мм.}$$

$$d_{то min} = d_{3min} + 2 \cdot z_{3min} = 55,336 + 2 \cdot 0,282 = 55,900 \text{ мм.}$$

$$d_{то max} = d_{то min} + Td_{то} = 55,900 + 0,160 = 56,060 \text{ мм.}$$

$$d_{то cp} = 0,5 \cdot (d_{то max} + d_{то min}) = 0,5 \cdot (56,060 + 55,900) = \\ = 55,980 \text{ мм.}$$

$$d_{2min} = d_{то min} \cdot 0,999 = 56,060 \cdot 0,999 = 56,004 \text{ мм.}$$

$$d_{2max} = d_{2min} + Td_2 = 56,004 + 0,120 = 56,124 \text{ мм.}$$

$$d_{2cp} = 0,5 \cdot (d_{2max} + d_{2min}) = 0,5 \cdot (56,124 + 56,004) = 56,064 \text{ мм}$$

$$d_{1min} = d_{2min} + 2 \cdot z_{2min} = 56,004 + 2 \cdot 0,438 = 56,880 \text{ мм.}$$

$$d_{1max} = d_{1min} + Td_1 = 56,880 + 0,300 = 57,180 \text{ мм.}$$

$$d_{1cp} = 0,5 \cdot (d_{1max} + d_{1min}) = 0,5 \cdot (57,180 + 56,880) = 57,030 \text{ мм.}$$

$$d_{0min} = d_{1min} + 2 \cdot z_{1min} = 56,880 + 2 \cdot 0,601 = 58,082 \text{ мм.}$$

$$d_{0max} = d_{0min} + Td_0 = 58,082 + 1,200 = 59,282 \text{ мм.}$$

$$d_{0cp} = 0,5 \cdot (d_{0max} + d_{0min}) = 0,5 \cdot (59,282 + 58,082) = 58,682 \text{ мм.}$$

Для наглядности проведенных расчетов на рисунке 2 представлена схема операционных размеров.

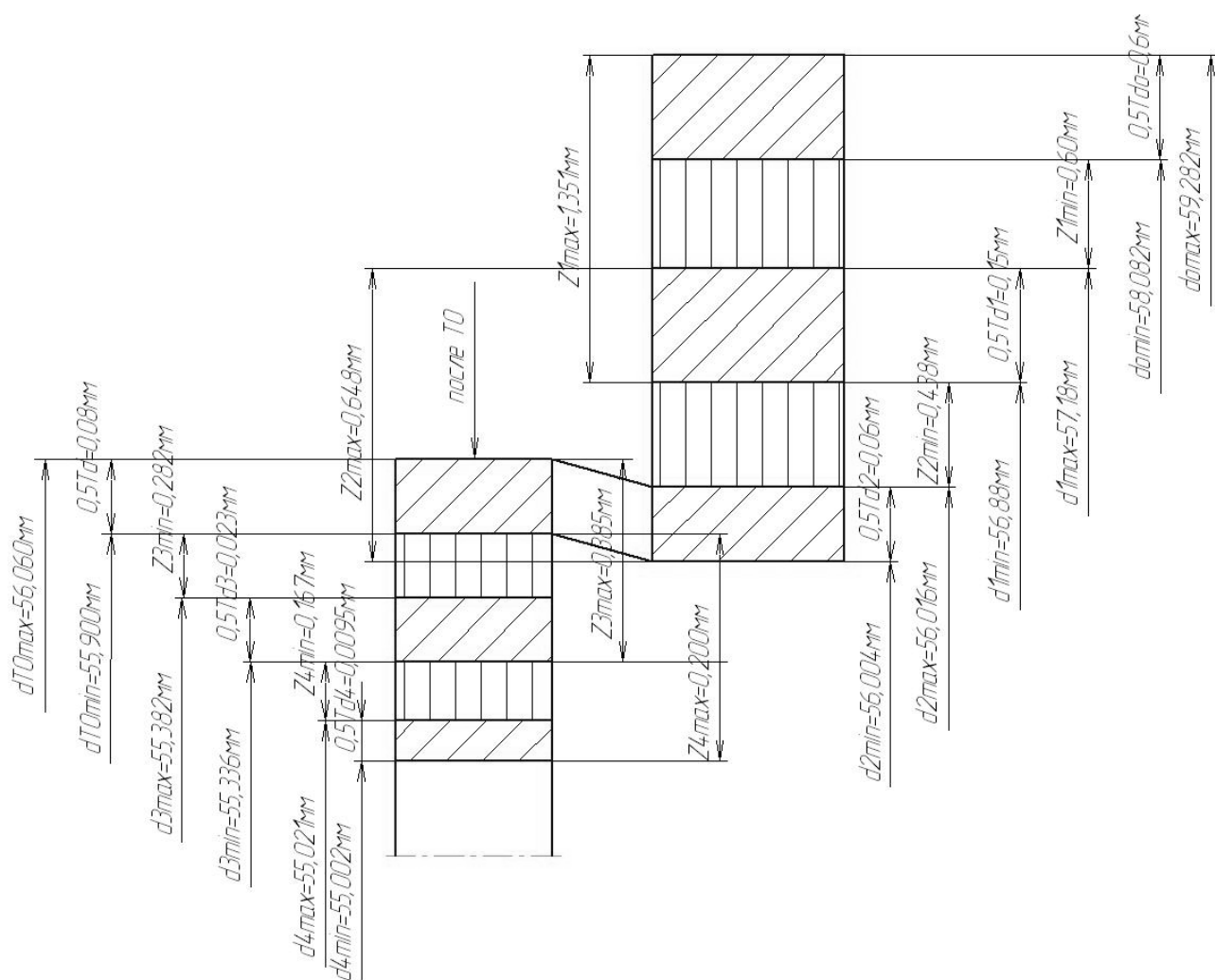


Рисунок 2 – Схема операционных размеров

Как отмечалось ранее, для оставшихся поверхностей припуски назначаются при помощи статистического метода [10]. Для этого минимальные припуски выбираются по таблицам исходя из требуемой точности обработки и вида обработки. Максимальные припуски рассчитываются аналогично предыдущему методу определения припусков исходя из допусков на обработку на текущем и предыдущем переходах по формуле (8). Средние припуски рассчитываются исходя из значений минимального и максимального припусков на конкретном переходе по формуле (9). Результаты расчетов операционных припусков приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Операционные припуски

Номер поверхности	Метод обработки	Значение минимального припуска, мм	Значение максимального припуска, мм	Значение среднего припуска, мм
1	«точение черновое» [1]	1,9	3,175	2,538
	«точение чистовое» [1]	1,1	1,345	1,223
4	«шлифование» [1]	0,2	0,375	0,288
5	«шлифование» [1]	0,2	0,239	0,22
6	«точение черновое» [1]	2,0	3,15	2,57
	«точение чистовое» [1]	0,3	0,51	0,405
9	«точение черновое» [1]	1,6	2,525	2,063
	«точение чистовое» [1]	0,9	1,075	0,988
	«шлифование» [1]	0,4	0,47	0,435
	«шлифование чистовое» [1]	0,3	0,339	0,320
12	«точение черновое» [1]	2,0	3,15	2,57
	«точение чистовое» [1]	0,3	0,51	0,405
	«шлифование» [1]	0,25	0,37	0,31
	«шлифование чистовое» [1]	0,06	0,18	0,12
	«полирование» [1]	0,005	0,128	0,067
15	«точение черновое» [1]	2,0	3,15	2,575
	«точение чистовое» [1]	0,3	0,51	0,405
16	«шевингование» [1]	0,1	0,3	0,2
19	«точение черновое» [1]	1,9	3,175	2,538
	«точение чистовое» [1]	1,1	1,345	1,223
	«шлифование» [1]	0,4	0,597	0,499
28	«расточивание» [1]	1,0	1,175	1,088
	«шлифование» [1]	0,4	0,47	0,435
33	«расточивание» [1]	1,0	1,175	1,088

«Определение напусков и допусков, необходимых для проектирования заготовки, производятся по данным» [5]. Для этого необходимо определить исходный индекс заготовки, который зависит группы материала детали, класса точности заготовки и степени ее сложности. Согласно принятой методике проектирования в данном случае исходный индекс 11. Зная индекс и учитывая геометрические параметры детали, определяем допуск на каждый размер детали. Значения допусков приведены в графической части работы на чертеже заготовки. Также, исходя из значения исходного индекса и параметров заготовки, определяем напуски необходимые для формирования контура заготовки исходя из особенностей технологии ее получения.

«Штамповочные уклоны внешние 5°, штамповочные уклоны внутренние 7°, радиусы закруглений 2,5 мм, допустимые значения облоя не более 0,8 мм, смещение по поверхности разъема штампа 0,6 мм, концентричность отверстий не более 1,0 мм, плоскостность не более 1,2 мм» [5].

Спроектированная заготовка и все основные технические требования предъявляемые к ней представлены на листе графической части.

2.2 Разработка плана изготовления детали

План изготовления детали представляет собой технологическую документацию, в которой содержатся сведения о маршруте изготовления детали, эскизах выполнения операций, схемах базирования и технических требованиях на выполнение операций включая допуски на операционные размеры, допуски формы и расположения поверхностей и шероховатости, достигаемые на операции [17, 24].

Сформируем маршрут изготовления детали. В ходе анализа исходных данных было выявлено, что для формирования маршрута изготовления детали необходимо использовать типовые технологические процессы деталей данной конструктивно-технологической группы [1, 10, 13]. Маршрут формируется из типового путем удаления лишних технологических переходов. Результаты формирования маршрута приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Маршрут изготовления привода

Содержание операции	Поверхности обработки	Операция
точение	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 19	005 Токарная
сверление	33	010 Сверлильная
точение	1, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	015 Токарная
протягивание	34, 35	020 Протяжная
фрезерование	4, 5	025 Зубофрезерная
фрезерование	16, 17	030 Зубофрезерная
шевингование	16	035 Шевинговальная

Продолжение таблицы 5

Содержание операции	Поверхности обработки	Операция
фрезерование		040 Зубофасочная
термическая обработка	все	045 Термическая
шлифование	19, 28	050 Внутршлифовальная
шлифование	8, 9	055 Шлифовальная
шлифование	12	060 Шлифовальная
шлифование	8, 9	065 Шлифовальная
шлифование	12	070 Шлифовальная
шлифование	5, 4	075 Шлицшлифовальная
полирование	12	080 Полировальная
мойка	все	085 Моечная
контроль	все	090 Контрольная

Согласно сформированному маршруту обработки для каждой операции разрабатываем эскиз ее выполнения.

Для этого необходимо выбрать схемы базирования. В данном случае применимы типовые схемы базирования с соблюдением основных принципов базирования, что позволит не только реализовать данные схемы при помощи стандартной технологической оснастки, но и избежать дополнительных погрешностей при обработке [17].

Основываясь на полученных схемах базирования, проставляются операционные размеры. Далее с использованием расчетного метода определяем допуски на выполнения операций и заносим их в соответствующую графу плана изготовления [17].

«Требования по точности расположения поверхностей и их шероховатостей определяются в зависимости от применяемого на операции метода обработки и размеров поверхностей заготовки с использованием статистических таблиц» [17]. Полученные данные заносятся на план изготовления в виде технических требований и соответствующих графических изображений. Сформированный в соответствии с перечисленными выше требованиями и методиками план изготовления представлен в графической части работы.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Формирование технологии изготовления детали требует проведения выбора оборудования и технологической оснастки. Критерии проведения данного выбора достаточно обширны и часто бывают взаимоисключающими. Выбор можно провести основываясь на условии обеспечения минимума затрат на изготовление деталей. Однако в условиях среднесерийного типа производства данный критерий не всегда является адекватным, так как оборудование и оснастка обеспечивающие минимум затрат для одной детали не обеспечивают их для остальных. Поэтому необходимо использовать следующие соображения.

Оборудование для выполнения операций технологического процесса должно обеспечивать необходимую точность выполнения размеров, быструю переналадку на выпуск новых деталей, желательно иметь CNC–систему.

Режущие инструменты для выполнения операций технологического процесса используются в основном универсальные. В обоснованных случаях допускается использование специализированного и специального инструмента. При этом инструмент должен обладать высокой стойкостью и обеспечивать обработку всей номенклатуры деталей данного производства.

Станочные приспособления используются универсальные, универсально–сборные и сборно–разборные. При этом приспособления должны быть быстропереналаживаемыми, обеспечивать обработку всей номенклатуры изделий и желательно быть механизированными.

Средства контроля должны быть универсальные, в обоснованных случаях специальные. Желательно, чтобы средства контроля выдавали информацию в абсолютных значениях.

Выбор конкретных моделей оборудования, типоразмеров инструмента, наименований средств контроля и станочных приспособлений производится по справочным данным [4, 8, 9, 12, 18, 25].

Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Оборудование и средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
005 Токарная	токарный СКЕ 6136	резец контурный ГОСТ 18879-73	штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80
010 Сверлильная	вертикально-сверлильный ZY5050A	сверло спиральное диаметр 35 мм ГОСТ 10903-77	нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88	оправка цанговая специальная
015 Токарная	токарный СКЕ 6136	резец контурный ГОСТ 18879-73, резец канавочный ГОСТ 18879-73, резец расточной ГОСТ 18879-73, резец расточной канавочный ГОСТ 18879-73	микрометр МК-80 ГОСТ6507-90, нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88	патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80
020 Протяжная	протяжной 7A523	протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83	шаблон	опора шаровая специальная
025 Зубофрезерная	зубофрезерный Y3120J	фреза червячная диаметр 100 мм ГОСТ 9324-80	шаблон	оправка цанговая специальная
030 Зубофрезерная	зубофрезерный Y3120J	фреза червячная диаметр 100 мм ГОСТ 9324-80	шаблон	патрон цанговый ГОСТ2877-80
035 Шевинговальная	шевинговальный SSP250CNC	шевер дисковый диаметр 180 мм ГОСТ 8570-75	шаблон	патрон цанговый ГОСТ2877-80
040 Зубофасочная	зубофасочный ВС-500	фреза специальная	шаблон	патрон цанговый ГОСТ 2877-80
045 Термическая				
050 Внутришлифовальная	внутришлифовальный JAG-3JAW-AAL1	круг шлифовальный 6-50x13x32 24A80K7V 30м/с1A	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	патрон цанговый ГОСТ 2877-80
055 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный JAG-CG2535	круг шлифовальный 3-400x50x150 24A46M7V5 35м/с1A	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	оправка клино-плунжерная
060 Шлифовальная	круглошлифовальный JAG-CG2550	круг шлифовальный 1-400x50x150 24A46M7V5 35м/с1A	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	оправка клино-плунжерная

Продолжение таблицы 6

Операция	Оборудование	Инструменты	Средства контроля	Станочные приспособления
065 Шлифовальная	торцекруглошлифовальный JAG-CG2535	круг шлифовальный 3-400x50x150 23A46M6V5 35м/с1А	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	оправка клино-плунжерная
070 Шлифовальная	круглошлифовальный JAG-CG2550	круг шлифовальный 1-400x50x150 25A90M7V 35м/с1А	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	оправка клино-плунжерная
075 Шлицешлифовальная	шлицешлифовальный YK7332A	круг шлифовальный 12 80x13x10 23A46MV8 35м/с1А	шаблон	оправка клино-плунжерная
080 Полировальная	полировальный JAG-JIE-AAL	диск фибровый ГОСТ 8692-82	скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75	патрон цанговый специальный
085 Контрольная				
090 Моечная				

Полученные результаты по выбору оборудования и средств технологического оснащения заносятся в маршрутную карту и операционные карты приложения А. Кроме этого, оборудование отражается на плане изготовления детали и технологических наладках, представленных в графической части работы.

Проведя анализ предлагаемых к использованию в ходе выполнения технологического процесса средств технологического оснащения можно сделать ряд выводов. Большинство средств оснащения являются стандартными или стандартизированными, что приводит к сокращению производственных затрат. На шлифовальных операциях, с целью реализации теоретической схемы базирования и обеспечения точности обработки предлагается использовать клино–плунжерные оправки. Такое решение потребует проектирования данных станичных приспособлений, так как в стандартном исполнении они отсутствуют.

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Проектирование технологических операций выполняется с соблюдением принципа экстенсивной концентрации операций. Как отмечалось ранее, операционные размеры и допуски определяются расчетными методами с применением статистических таблиц точности. Определение режимов резания на операции производится расчетно-аналитическим методом. Нормирование операций выполняется расчетным способом. Результаты проектирования представляются в маршрутной карте, операционных картах с картами эскизов, которые представлены в приложении (А) и в виде наладок графической части работы.

Расчетно-аналитический метод определения режимов резания предполагает следующую последовательность проектирования [14]:

- определение глубины резания,
- определение подачи,
- определение расчетной скорости резания,
- определение частоты вращения шпинделя,
- определение фактической скорости резания.

Глубина резания определяется припусками на обработку для каждого перехода и величиной напусков, которые необходимо снять, а также возможностью оборудования и средств технологического оснащения.

Подача выбирается в зависимости от требуемой точности обработки, требуемой частоты поверхности и метода обработки в соответствии с рекомендациями [18, 26].

«Определение расчетной скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \quad (14)$$

где C_V – постоянная определяемая видом обработки;

K_V – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм.;

S – подача, мм/об;

m, x, y – показатели степеней, учитывающие условия резания» [18].

Определение частоты вращения шпинделя производится по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (15)$$

где D – диаметр обработки, мм.

Полученная частота вращения уточняется по характеристикам станка.

Определение фактической скорости резания производится по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (16)$$

Нормирование операций выполняется расчетным способом в следующей последовательности [6]:

- определяется основное время на выполнение операции,
- определяется вспомогательное время на выполнение операции,
- определяется время на обслуживание и личные потребности,
- определяется штучное время на выполнение операции,
- определяется подготовительно-заключительное время,
- определяется штучно-калькуляционное время выполнения операции.

«Определение основного времени выполняется по формуле:

$$t_o = \sum t_{oi}, \quad (17)$$

где t_{oi} – основное время выполнения i -го перехода обработки поверхности, мин» [6].

«Данное время определяется по формуле:

$$t_o = \frac{(L+l) \cdot i}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм.;

l – длина перебега и врезания, мм.;

i – количество рабочих ходов» [6].

«Определение вспомогательного времени выполняется по формуле:

$$t_B = t_{c.y} + t_{M.B}, \quad (19)$$

где $t_{c.y}$. – время на установку и снятие заготовки, мин.;

$t_{M.B}$ – машинно-вспомогательное время, мин» [6].

«Определение времени на обслуживание, и личные потребности выполняется по формуле

$$t_{обс} + t_{п} = 0,1 \cdot t_{оп}, \quad (20)$$

где $t_{оп}$ – оперативное время, мин» [6].

«Оперативное время определяется по формуле:

$$t_{оп} = t_o + t_B. \quad (21)» [6]$$

Определение штучного времени выполняется по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_B + t_{обс} + t_{п}. \quad (22)$$

«Определение подготовительно–заключительного времени выполняется по формуле:

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з3}, \quad (23)$$

где $T_{п-31}$ – затраты учитывающие время на получение наряда, чертежа, технологической документации на рабочем месте, в начале работы и на сдачу в конце смены, мин;

$T_{п-32}$ – затраты учитывающие дополнительные работы, мин;

$T_{п-33}$ – затраты на пробную обработку детали, мин» [6].

«Определение штучно–калькуляционного времени выполняется по формуле:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{п-3}}{n_3}, \quad (24)$$

где n_3 – размер партии деталей» [6].

«Расчеты режимов резания о нормирование производим для всех операций технологического процесса. Результаты приведены в таблице 7» [6].

Таблица 7 – Результаты расчета режимов резания и нормирования операций

Операция	Установ, номер перехода	Подача на оборот шпинделя, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
005	установ А	0,5	118	500	0,68	1,5
	установ Б	0,5	118	500		
010	1	0,2	25	250	1,96	2,7
015	установ А 1	0,32	109	630	2,46	3,38
	2	0,08	107	630		
	3	0,19	83	630		
	установ Б 1	0,32	148	630		
	2	0,19	83	630		
	3	0,08	85	630		
	4	0,08	85	630		
020	1		3,5		0,45	1,37
025	1	2,5	40	250	0,47	1,39

Продолжение таблицы 7

Операция	Установ, номер перехода	Подача на оборот шпинделя, мм/об	Скорость резания, м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Основное время, мин	Штучное время, мин
030	1	2,5	45	250	0,39	1,31
035	1			600	0,43	1,35
040	1	1,2	60	160	0,48	1,4
050	1	0,0017	25	200	1,32	2,24
	2	0,0028	25	200		
055	1	0,005	26	200	1,46	2,38
060	1	3,7	25	200	2,3	3,14
065	1	0,003	26	200	1,37	2,29
070	1	2,4	26	200	1,98	2,8
075	1	0,018	30	200	2,12	3,01
080	1	50	20	150	1,5	2,42
085					0,87	1,69

Результаты определения режимов резания и нормирования операций заносятся в технологическую документацию и технологические наладки.

В качестве вывода можно отметить, что выполнение данного раздела позволило решить весь комплекс технологических задач данной выпускной квалификационной работы. Результатом чего стали чертеж заготовки, план изготовления и технологические наладки. Также анализируя полученные данные можно выделить две основные проблемы спроектированного на базе типовой технологии технологического процесса.

Первая проблема заключается в необходимости проектирования специального станочного приспособления, способного реализовать теоретическую схему базирования заготовки на шлифовальных операциях и при этом обеспечить заданную точность обработки.

Вторая проблема заключается в необходимости интенсификации режимов резания на шлифовальных операциях наружного шлифования, так как на данные операции затрачивается большое количество времени. Решению данных проблем посвящены два последующих раздела настоящей работы.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка клино-плунжерной оправки

Решение первой проблемы, выявленной в ходе проектирования технологии изготовления привода, которая заключается в необходимости проектирования специального станочного приспособления, способного реализовать теоретическую схему базирования заготовки на шлифовальных операциях и при этом обеспечить заданную точность обработки будем производить для операции 065, показанной на рисунке 3, как для одной из наиболее точных операций. Для проектирования будем использовать методику и справочные данные [3, 19, 23].

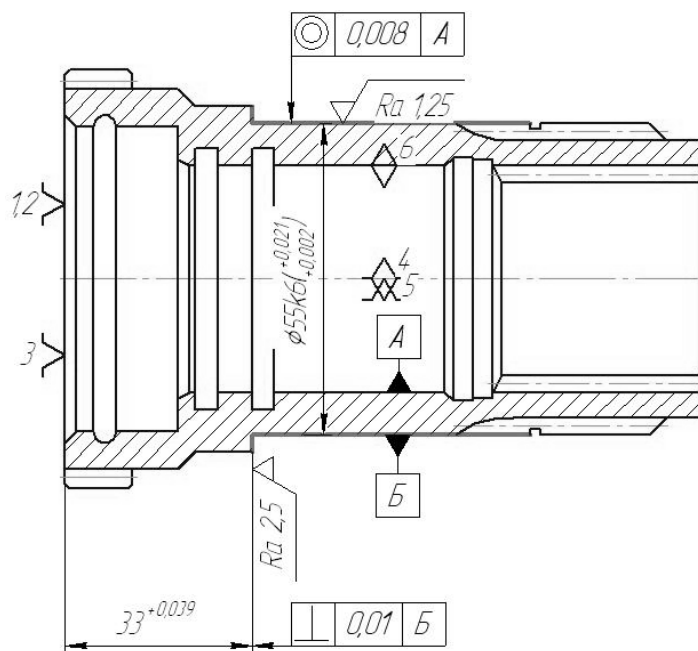


Рисунок 3 – Эскиз шлифовальной операции

Сначала определяем эффективную мощность резания:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z, \quad (25)$$

«где C_N , r , q , z – коэффициенты и показатели степеней, учитывающие фактические условия выполнения операции;
 v_3 – скорость заготовки, м/мин;
 s – продольная подача, мм/об;
 d – диаметр шлифуемой поверхности, мм.;
 b – ширина шлифования, мм» [3].

Проводим расчет.

$$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,003^{0,8} \cdot 55^{0,2} \cdot 36^{1,0} = 1,9 \text{ кВт.}$$

«Определяем составляющие силы резания:

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot K_{PZ}, \quad (26)$$

где K_{PZ} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Z » [3].

Проводим расчет.

$$P_Z = \frac{1,9 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 693 \text{ Н.}$$

Сила резания P_Y определяются исходя из соотношения:

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_Z \cdot K_{PY}, \quad (27)$$

где K_{PY} – коэффициент, учитывающий фактические условия выполнения операции в направлении силы резания P_Y .

Проводим расчет.

$$P_Y = (1,3 \dots 1,8) \cdot 693 \cdot 1,25 = 1600 \text{ Н.}$$

Расчет усилия закрепления заготовки производится из условия равновесия технологической системы при действии моментов резания и закрепления. Для определения этих моментов необходимо составить схему закрепления заготовки (рисунок 4).

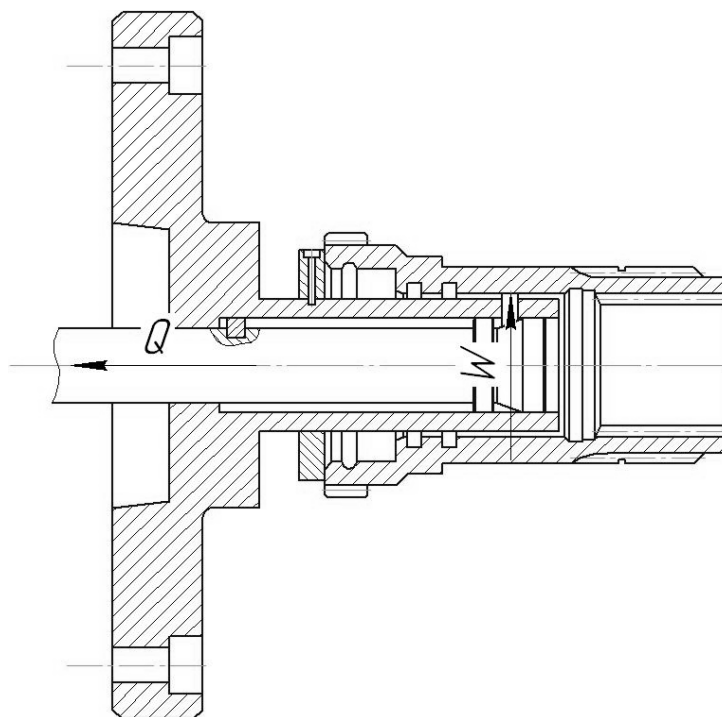


Рисунок 4 – Схема закрепления заготовки

«Действие момента от составляющей силы резания P_Z рассчитывается по формуле:

$$M_{P_Z} = P_Z \cdot \frac{d_0}{2}, \quad (28)$$

где d_0 – максимальный диаметр, обрабатываемый на операции, мм» [3].

Действие момента закрепления рассчитывается по формуле:

$$M_{3_{P_Z}} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (29)$$

где W – усилие закрепления, Н;

f – коэффициент трения на поверхности контакта зажимных элементов приспособления и технологической базы;

d_3 – диаметр закрепления, мм.

Исходя из условия равновесия технологической системы при действии

моментов резания и закрепления усилие закрепления в клино-плунжерной оправке:

$$W = \frac{P_z \cdot d_0}{3 \cdot f \cdot d_3} \cdot K, \quad (30)$$

где K – коэффициент, который учитывает фактические условия выполнения операции.

«Коэффициента запаса рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (31)$$

где: K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент влияния неровностей обрабатываемой поверхности;

K_2 – коэффициент состояния режущего инструмента;

K_3 – коэффициент изменения сил резания;

K_4 – коэффициент колебания усилия на приводе;

K_5 – коэффициент эргономических характеристик зажимного механизма» [3].

Производим расчет.

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

При значении данного коэффициента меньше 2,5, согласно данным [3] его необходимо принять 2,5.

Производим расчет усилие закрепления по формуле (30).

$$W = \frac{693 \cdot 55}{3 \cdot 0,2 \cdot 40} \cdot 2,5 = 3970 \text{ Н.}$$

Усилие на силовом приводе будет отличаться от расчетного усилия закрепления. Его величина зависит от типа зажимного механизма и в данном случае определяется по формуле:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (32)$$

«где α – угол наклона рабочей поверхности плунжера, град;

φ – угол трения рабочей поверхности плунжера, град» [3].

Производим расчет.

$$Q = 3970 \cdot \operatorname{tg}(20^\circ + 6,5^\circ) = 1980 \text{ Н.}$$

Создание усилия на приводе в данном случае будет производиться при помощи пневмоцилиндра, диаметр поршня которого определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (33)$$

где d – диаметр штока, мм;

P – давление воздуха в системе, МПа» [3].

Производим расчет.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1980}{0,4} + 30^2} = 84,77 \text{ мм.}$$

Наиболее рационально в конструкции оправки в качестве силового привода использовать стандартные силовые приводы. Поэтому подбираем привод с ближайшим большим значением диаметра поршня. Принимаем пневмоцилиндр с диаметр поршня 90 мм.

Оценку точности приспособления выполняем на основе, представленной на рисунке 5 расчетной схемы погрешностей элементов приспособления.

В соответствии с данной схемой погрешность проектируемой клино-плунжерной оправки может быть рассчитана на формуле:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A \Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (34)$$

где Δ_1 – погрешность изготовления посадочного отверстия, мм;

Δ_2 – колебание зазора в сопряжении корпуса и плунжера, мм;

Δ_3 – колебание зазора в сопряжении направляющей поверхности и корпуса, мм.

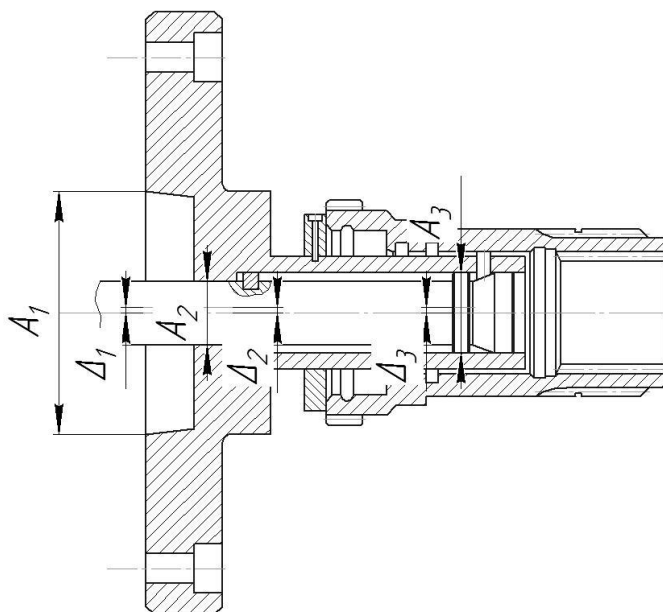


Рисунок 5 – Расчетная схема погрешностей элементов приспособления

Выполняем расчет.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,010^2 + 0,010^2 + 0,006^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Полученная погрешность установки для приспособления в случае его использования на чистовой операции не должна погрешности взаимного расположения базовой и обрабатываемых поверхностей. В нашем случае это несоосность, величина которой составляет 0,008 мм. Как показали расчеты, точность приспособления соответствует предъявляемым к нему требованиям.

Конструкция приспособления подробно представлена на листе графической части и в спецификации приложения Б. Основным элементом приспособления являются корпус в которой вставляется плунжер, соединяемый штоком с силовым приводом. Силовой привод состоит из корпуса, внутри которого размещен поршень и шток, закрываемый с двух сторон крышками. К задней крышке крепится вращающаяся муфта.

Закрепление заготовки происходит следующим образом. Воздух, попадая в штоковую полость пневмоцилиндра, перемещает поршень и шток, передавая движение на плунжер, который перемещаясь, закрепляет кулачками заготовку. Для раскрепления воздух подается в противоположную полость пневмоцилиндра и система возвращается в исходное положение.

Спроектированная клино–плунжерная оправка решает задачу реализации теоретической схемы базирования заготовки на шлифовальных операциях и при этом обеспечивает заданную точность обработки.

3.2 Разработка шлифовального круга

Решение проблемы интенсификации режимов резания на шлифовальных операциях наружного шлифования, также будем проводить на примере 065 операции. Простое увеличение режимов резания не решает в данном случае проблемы, так как это приводит к появлению прижогов на обработанной поверхности, что недопустимо. Проведем проектирование шлифовального круга с использованием методики [15, 20, 27].

Исходя из требуемых режимов резания и марки обрабатываемого материала, выбираем следующие характеристики шлифовального круга:

- «материала белый электрокорунд 23А ГОСТ3647–80,
- зернистость 40мкм,
- твердость средняя 1,
- номер структуры 6,
- содержание режущих зерен 50%,
- связка керамическая К» [15].

Далее выполняем «расчет предела прочности круга на разрыв под воздействием центробежных сил:

$$\sigma_B = \gamma \cdot V_P^2 \cdot \frac{3+\mu}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} \cdot \frac{d^2}{D^2}\right), \quad (35)$$

где γ – плотность материала круга, кг/м³;

V_p – максимально допустимая скорость круга, м/с;

μ – коэффициент поперечного сжатия;

d – диаметр посадочного отверстия круга, мм;

D – наружный диаметр круга, мм» [15].

Выполняем расчеты.

$$\sigma_{\text{в}} = 3950 \cdot 30^2 \cdot \frac{3+0,3}{4} \cdot \left(1 + \frac{1-0,3}{3+0,3} \cdot \frac{150^2}{400^2}\right) = 3,0 \text{ МПа.}$$

«Полученный предел прочности не превышает значения 15 МПа, что соответствует выбранным характеристикам круга» [15].

Решение проблемы появления на поверхности заготовки в процессе обработки прижогов будем производить путем применения прерывистой рабочей поверхности шлифовального круга [12]. Это позволит снизить температуру в зоне резания за счет снижения времени контакта круга с заготовкой и увеличения времени прерывания контакта.

Прерывистость процесса шлифования достигается применением в конструкции шлифовального круга пазов. Исходя из приведенных выше соображений, необходимо максимально увеличить ширину пазов. Однако такое решение снизит производительность процесса шлифования и стойкость шлифовального круга. Подбор оптимального сочетания ширины пазов и режущих сегментов задача оптимизационного характера. В данном случае воспользуемся рекомендациями [20]. По данным рекомендациям для круга данных размеров принимаем количество пазов 24 штуки, ширина паза 10 мм. С целью избегания возникновения ударных нагрузок при резании пазы выполним под углом 45° к плоскости резания. Это позволит обеспечить непрерывность процесса резания и плавность вступления в работу каждого нового режущего сегмента.

Конструкция спроектированного шлифовального круга представлена на листе графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Цель данного раздела заключается в разработке безопасных условий труда для персонала участка по изготовлению привода однорельсовой тележки, обеспечению пожарной безопасности на данном участке, а также разработке эффективных мероприятий по снижению влияния производственного процесса на экологию. Для достижения данной цели будем использовать методические указания [7].

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

В таблице 8 представлен технологический паспорт техпроцесса изготовления привода однорельсовой тележки, который содержит все необходимые сведения по используемому оборудованию, материалам и веществам.

Таблица 8 – «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 привода однорельсовой тележки	сверлильная операция	сверловщик	вертикально-сверлильный ZY5050A, сверло спиральное диаметр 35 мм ГОСТ 10903-77, оправка цанговая специальная,	18ХГТ ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость, обтирочная ветошь
	токарная операция	оператор станков с числовым	токарный СКЕ 6136, резец контурный ГОСТ 18879-73	18ХГТ ГОСТ 4543-71,» [7]

Разработанный технологический паспорт используется для дальнейшей разработки мероприятий по обеспечению безопасных условий труда, пожарной безопасности, а также экологической безопасности.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 9 представлены выявленные профессиональные риски, действующих на работников, появление которых возможно в ходе выполнения технологического процесса. Для обеспечения безопасности на производственном участке важно выявить не только профессиональные риски, но и источники их возникновения. В случае участка механической обработки в качестве источников следует рассматривать имеющееся на участке производственное оборудование, технологическую оснастку, металлорежущий инструмент, сам процесс механической обработки, а также устройства и приспособления, выполняющие вспомогательные и транспортные функции.

Таблица 9 – «Идентификация профессиональных рисков» [7]

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
сверлильная операция, токарная операция	неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт» [7]

Продолжение таблицы 9

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
сверлильная операция, токарная операция	опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека	заготовка, режущий инструмент
	опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	металлорежущий станок, станочное приспособление, режущий инструмент, межоперационный транспорт» [7]

Представленные в таблице 9 результаты позволяют сделать вывод о том, что при разработке мероприятий по обеспечению безопасных условий труда можно применять типовые и ранее применяемые известные решения. Это позволит уменьшить затраты на их внедрение в производство и улучшить качество проектных решений.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Выберем организационные методы и технические средства, направленные на снижение профессиональных рисков для работников, выполняющих технологический процесс для каждого опасного и вредного производственного фактора (таблица 10). Как отмечалось ранее, предпочтение будем отдавать уже имеющимся организационным и техническим решениям. При выборе средств индивидуальной защиты особое внимание будем обращать на наличие соответствующих сертификатов.

Таблица 10 – «Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [7]

«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 работника
неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, а также жала насекомых, зубы, когти, шипы и иные части тела живых организмов, используемые ими для защиты или нападения, включая укусы	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных ограждающих устройств, зачистка заусенцев	нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные с точечным полимерным покрытием
опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды,	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение ограждающих устройств	костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий или халат
могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека		для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, нарукавники, перчатки с полимерным покрытием, перчатки трикотажные
опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации	проведение инструктажей по охране труда в соответствии с требованиями нормативной документации, применение специальных виброгасящих приспособлений и устройств	ботинки кожаные с защитным подноском» [7]

Предлагаемые организационные методы и технические средства позволят эффективно снизить и устранить влияние профессиональных рисков для работников, выполняющих технологический процесс.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Обеспечение пожарной безопасности это ряд мероприятий и технических средств содержание и состав которых зависит в первую очередь от характеристик возможного пожара, определяемых его классом, а также возникающими при пожаре опасными факторами и сопутствующими проявлениями. Класс пожара зависит от используемого на производственном участке оборудования, технологической оснастки, характеристик выполняемого технологического процесса и используемых технологических жидкостей и смазок. Определенные для данного случая в соответствии с рекомендациями [7] класс пожара и его опасные факторы приведены в таблице 11.

Таблица 11 – «Идентификация классов и опасных факторов пожара»

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
участок изготовления привода однорельсовой тележки	вертикально-сверлильный ZY5050A, сверло спиральное ГОСТ 10903-77, оправка цанговая специальная, токарный СКЕ 6136, резец контурный ГОСТ 18879-73, патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения; пониженная концентрация кислорода	осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования; опасные факторы взрыва; воздействие огнетушащих веществ» [7]

К техническим средствам отнесем первичные средства пожаротушения, мобильные средства пожаротушения, стационарные установки системы пожаротушения, средства пожарной автоматики, пожарное оборудование, средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный), пожарные сигнализация, связь и оповещение. Определим состав технических средств необходимых для обеспечения пожарной безопасности и занесем их в таблицу 12.

Таблица 12 – «Технические средства пожарной безопасности»

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
ведра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, асбестовые полотна, кошмы, ломы, пилы, топоры	передвижные огнетушители	автоматическая газовая система пожаротушения	приборы управления пожарные, системы передачи извещений о пожаре	гидранты, колонки, стволы, рукава, соединительные колонки, гидроэлеваторы	противогазы, самоспасатели	конусные ведра, ломы, багры с деревянной ручкой, полотно, лопаты, тележка,	оповещатели звуковые автоматические, световые оповещатели «Выход»» [7]

Предлагаемые технические средства позволят обеспечить эффективную систему пожарной безопасности на участке по выполнению рассматриваемого технологического процесса.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Влияние технологического процесса на экологическую безопасность произведем с использованием рекомендаций [7]. Результаты отразим в таблице 13.

Таблица 13 – «Идентификация негативных экологических факторов технического объекта»

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
техпроцесс изготовления привода однорельсовой тележки	вертикально-сверлильный ZY5050A, сверло спиральное ГОСТ 10903-77, оправка цанговая специальная, токарный СКЕ 6136, резец контурный ГОСТ 18879-73, патрон трехкулачковый	аэрозоль от смазочно-охлаждающей жидкости	смазочно-охлаждающая жидкость, стружка, пыль	металлическая стружка, смазочно-охлаждающая жидкость» [7]

Как видно из приведенной таблицы основные негативные факторы связаны непосредственно с процессом механической обработки. Влияние данных факторов на экологию достаточно хорошо изучено, а для их нейтрализации разработаны специальные технические средства и организационные мероприятия [7].

В ходе выполнения раздела разработаны организационные мероприятия и выбраны технические средства, обеспечивающие безопасные условия труда для персонала участка по изготовлению привода тележки, обеспечению пожарной безопасности на данном участке, а также по снижению влияния производственного процесса на экологию.

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.

При написании бакалаврской работы было предложено изменить на шлифовальной операции 065 станок, оснастку и инструмент. Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения операции 065, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, предстоит подтвердить эффективность еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы.

Все необходимые технические параметры: машинное и штучное время, модель оборудования до и после совершенствования технологического процесса, наименование инструмента и оснастки, также до и после совершенствования, применяемые на операции 065, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 15.03.03 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [11, с. 15–23].

Далее будут представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 6, показаны величины слагаемых капитальных вложений, сумма которых для внедрения предложенных изменений составит 517437,38 руб.

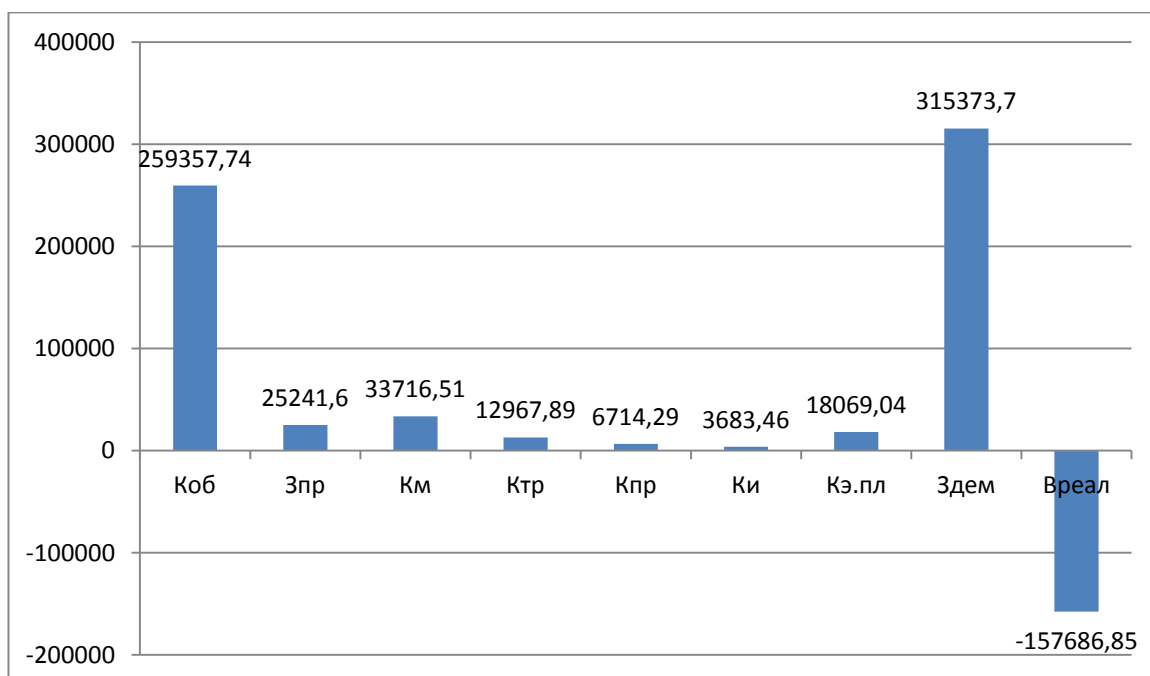


Рисунок 6 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 6, данных, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затраты являются:

- затраты на демонтаж заменяемого оборудования ($Z_{ДЕМ}$), с величиной 69,5 % от всей величины капитальных вложений;
- прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), величина которых составляет 50,1 % от общей суммы капитальных вложений.

Все остальные значения не превышают даже 10%, и находятся в интервале от 0,7 % до 9 %. Но не смотря на их относительную не большую величину, пренебрегать этими значениями нельзя, так они отображают значения затрат, таких как приобретение инструмента ($K_{И}$) и оснасти ($K_{ПР}$), эксплуатацию производственной площади ($K_{Э.ПЛ}$), транспортные средства ($K_{ТР}$), доставку и монтаж вновь вводимого оборудования ($K_{М}$) и затраты на проектирование ($Z_{ПР}$).

На рисунке 7 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «привод», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. Правда значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения выше оговоренного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не метался, поэтому остается без изменения.

Анализируя диаграмму на рисунке 7, видно, что две величины из трех имеют примерные равные доли в общей величине технологической себестоимости, это:

- основная заработная плата ($Z_{ПЛ.ОСН}$), необходимая на оплату труда рабочего, занятого на работе шлифовального станка, доля которой для проектируемого варианта составляет 44,4 % в размере технологической себестоимости;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 39,6% от всего значения технологической себестоимости.

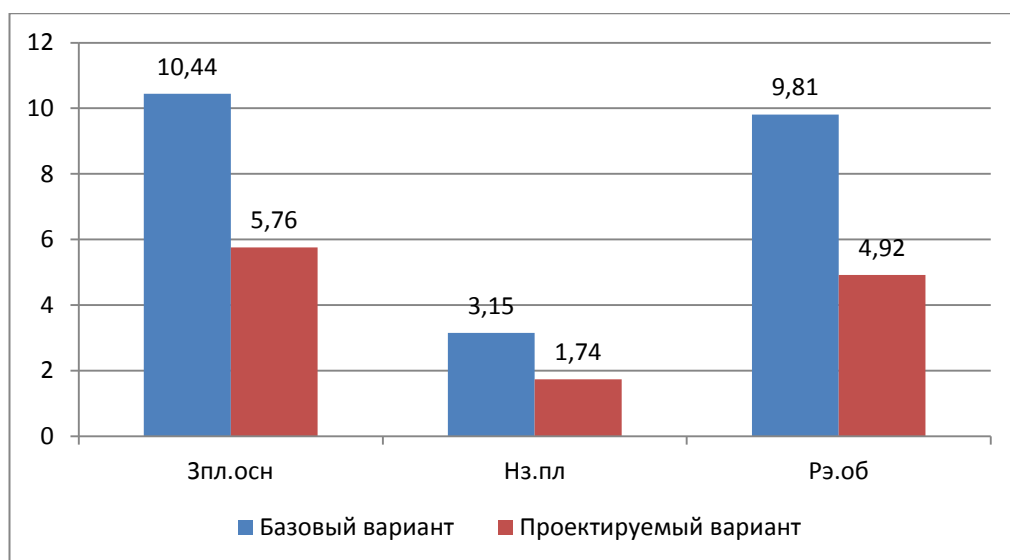


Рисунок 7 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Привод», по вариантам, руб.

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «привод» по операции 065 технологического процесса, представлены на рисунке 8.

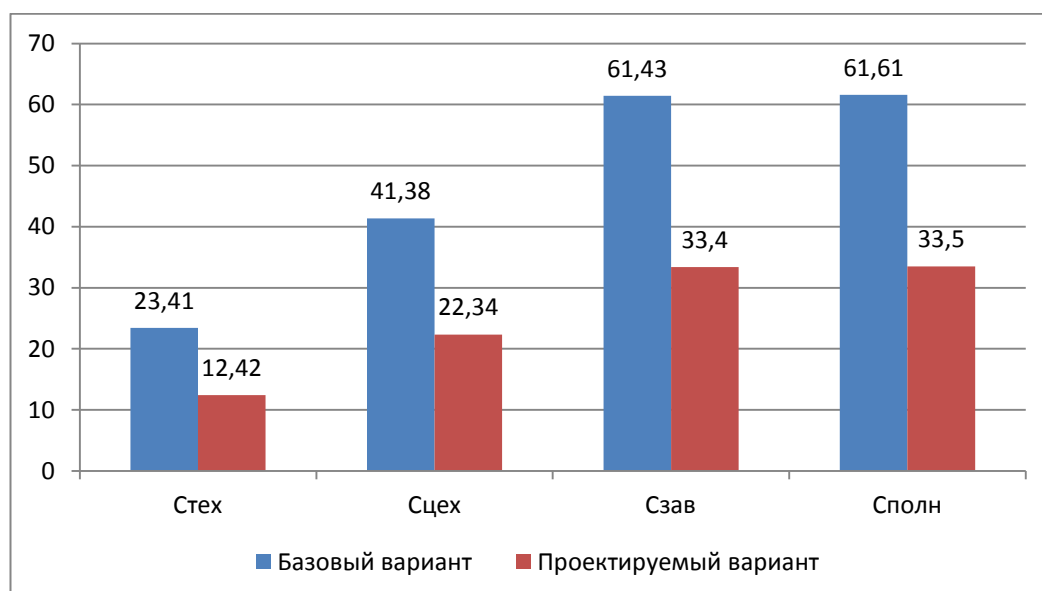


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 8, значение полной себестоимости ($C_{\text{полн}}$) для базового варианта составило 61,61 рубль, а для проектируемого варианта всего лишь 33,5 рублей.

Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 517437,38 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для внедрения нового оборудования по совершенствованному технологическому процессу. Однако прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 60622,15 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рублю будет получен доход 1,12 рублей.

Заключение

В ходе выполнения данной работы была спроектирована технология изготовления привода однорельсовой тележки исходя из требуемых показателей качества его поверхностей, программы выпуска и условия обеспечения минимальной себестоимости изготовления.

Из проведенного анализа функционального назначения детали, условий эксплуатации, технологических показателей детали, типа производства были сформулированы задачи, решение которых позволило достигнуть цели данной работы.

Был проведен выбор заготовки, произведен расчет припусков на обработку, определены параметры заготовки и проведено ее проектирование.

Разработан технологический процесс изготовления привода с использованием современного соответствующего типу производства оборудования, режущего инструмента и станочных приспособлений.

Спроектированы технологические операции на основе расчета режимов резания, выполнения нормирования операций и определения состава и структуры операций. По результатам выполнения данного этапа сформирована технологическая документация.

Произведен анализ полученных результатов и для операций, имеющих недостатки разработать технологические средства способные их устранить. В частности была спроектирована клино-плунжерная оправка, позволяющая реализовать теоретическую схему базирования и обеспечить точность обработки, а также разработан шлифовальный круг, позволяющий интенсифицировать шлифовальные операции.

На следующем этапе произведена оценка безопасности выполнения спроектированного техпроцесса и его влияния на экологию.

В заключении определены экономические показатели технологического процесса и предлагаемых мероприятий по его совершенствованию

Список используемых источников

1. Антимонов А.М. Основы технологии машиностроения : учебник / А.М. Антимонов. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 176 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> (дата обращения: 16.03.2021).
2. Безъязычный В.Ф. Технология машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Безъязычный, С.В. Сафонов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 336 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/148334> (дата обращения: 20.03.2021).
3. Блюменштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 220 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166346> (дата обращения: 06.04.2021).
4. Боровский Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. – 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. – 463 с.
5. 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: 16.03.2021).
6. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
7. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 01.05.2020).

8. 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: 18.04.2020).

9. Клименков С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА–М, 2013. – 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 29.04.2020).

10. 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: 16.03.2021).

11. 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: 07.05.2020).

12. 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: 10.04.2021).

13. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 11.04.2021).

14. 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: 19.04.2021).

15. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 22.04.2021).

16. 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: 15.05.2021).

17. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 16.04.2020).

18. 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.

19. 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.

20. 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: 16.03.2021).

21. Трофимов А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических операций обработки резанием : учебное пособие / А.В. Трофимов, Т.И. Горбачева. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, [б. г.]. – Часть I : Определение параметров заготовки. Выбор оборудования и

технологического оснащения – 2016. – 104 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76968> (дата обращения: 16.03.2021).

22. Трофимов А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических операций обработки резанием : учебное пособие / А.В. Трофимов, Т.И. Горбачева. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, [б. г.]. — Часть 2 : Назначение режимов резания. Разработка технических норм времени – 2016. – 100 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76969> (дата обращения: 16.03.2021)..

23. Kadyrov I., Turusbekov B. Development of an automatic system of stabilization thrust force at the turning operations and its mathematical model. / Proceedings – 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2019. P. 255 – 257.

24. Mia M. An approach to cleaner production for machining hardened steel using different cooling-lubrication condition. / Mia M., Gupta M.K., Singh G., Królczyk G., Pimenov D.Y. // J. Cleaner Prod. 187 (2018), P 1069 – 1081

25. Morgan J. Multi-sensor process analysis and performance characterisation in CNC turning –a cyber physical system approach / J Morgan, E. Garret, O. Donnell. // Int J Adv Manuf Technol. – 2017. V.92. P. 855-868.

26. Sofuoğlu M.A. Experimental investigation of machining characteristics and chatter stability for hastelloy-x with ultrasonic and hot turning. / Sofuoğlu M.A., Orak S., Kuşhan M.C., Çakır F.H., Gürgen S. // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2018. T. 95. № 1–4. P. 83 – 97.

27. Watson J.K., Taminger K.M.B. A decision-support model for selecting additive manufacturing versus subtractive manufacturing based on energy consumption. / J. Cleaner Prod. 176 (2018), P 1316 – 1322.

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дир.:																			
Взам.:																			
Подп.:																			
Разработал:	Орлов			ТГУ Кафедра ОТМП															
Проверил:	Левашкин																		
Утвердил:				Полумуфта шлицевая															
Н. контр.:																			
M01	Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71																		
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ						
		166	1,2кг	1		0,64	4121X	φ77,2x114,8				1	1,82кг						
A	Цех	Уч	PM	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
B	Код, наименование оборудования				СМ	проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт				
A03	XX XX XX 000 Заготовительная																		
B04	Горизонтально-ковочная машина																		
O5																			
A06	XX XX XX 005 4110 Токарная																		
B07	381101 Токарный СКЕ 6136 3 18217 312 1P 1 1 1 1200 1 15																		
O 08	Точить последовательно поверхности и торцы: Установ А, пов. 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11 в размер φ45 ^{+0,25}																		
O 09	φ56,88 ^{+0,3} ; φ61 ^{+0,3} ; φ68 ^{+0,3} ; 114,65 ^{+0,35} ; 107 ^{+0,35} ; 106 ^{+0,35} ; 34 ^{+0,25} ; 20 ^{+0,21} ; Установ Б пов. 12, 13, 15, 19 φ67 ^{+0,3}																		
O 10	75,3 ^{+0,3} ; 63,31 ^{+0,3} ; 113,65 ^{+0,35} ; 101,65 ^{+0,35}																		
T 11	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 24351-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;																		
T 12	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.																		
I3																			
A 14	XX XX XX 010 4121 Сверлильная																		
B 15	381213 Вертикально-сверлильный ZY5050A 3, 15292 312 1P 1 1 1 1200 1 2,7																		
O 16	Сверлить поверхность 33 в размер φ35 ^{+0,25} .																		
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кум	Тпоз
Т 19	396171 Приспособление специальное; 391290 Сверло спиральное $\phi 35$ ГОСТ10903-77 Р6М5; 393311															
Т 20	Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88															
21																
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 23	381101 Токарный СКЕ 6136 3 18217 312 1Р 1 1 1 1200 1 3,38															
О 24	Точить последовательно поверхности: Установ А пов. 1, 6, 7, 8, 9, 28, 29, 30, 31, 32, 33, в размер															
О 25	$\phi 36_{-0,025}$, $\phi 40_{-0,1}$, $\phi 56_{+0,12}$, $\phi 42,5_{-0,12}$, $\phi 43_{-0,12}$, $35,5_{+0,1}$, $68,5_{+0,12}$, $73,5_{+0,12}$, $77_{+0,12}$, $83,5_{+0,14}$, $113,5_{+0,14}$,															
О 26	Установ Б $\phi 74,8_{+0,1}$, $\phi 55_{-0,12}$, $\phi 46_{-0,1}$, $\phi 58_{-0,12}$, $75_{+0,14}$, $85_{+0,14}$, $92_{+0,14}$, $112,5_{+0,14}$.															
Т 27	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392101 Резец контурный ГОСТ 18879-73 Т5К10;															
Т 28	392135 Резец расточной ГОСТ18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
Т 29	392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4;															
Т 30	392104 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 394233 Микрометр МК-80 ГОСТ 6507-90; 394253															
Т 31	Нутромер НМ-50 ГОСТ 10-88.															
32																
А 33	XX XX XX 020 4180 Протяжная															
Б 34	381751 Протяжной 7А523 3 16458 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,37															
О 35	Протянуть поверхности 34, 35 в размер $\phi 36_{+0,062}$; $\phi 42_{+0,025}$; $7_{+0,01}$.															
Т 36	396171 Приспособление специальное; 392330 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р18; 393400 Калибры.															
37																
А 38	XX XX XX 025 4153 Зубофрезерная															
Б 39	381572 Зубофрезерный Y3120J 3 12287 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,39															
О 40	Фрезеровать поверхности 4, 5 в размер $46_{+0,10}$, $54_{+0,12}$, $9_{+0,040}$															
Т 41	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная $\phi 100$ ГОСТ9324-80 Р9К5; 393180 Калибр.															
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	Тпоз	Тшт
А 69	XX XX XX	030	4153	Зубофрезерная														
Б 70	381572	Зубофрезерный Y3120J	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							1,31
О 71	Фрезеровать поверхности 16, 17 в размер 10 степени точности.																	
Т 72	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная $\phi 100$ ГОСТ9324-80 Р9К5; 393180 Калибр.																	
73																		
А 74	XX XX XX	035	4157	Шевинговальная														
Б 75	381574	Зубошевинговальный SSP250CNC	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							1,35
О 76	Шевинговать поверхность 16 в размер 8-й степени точности.																	
Т 77	396171 Приспособление специальное; 391810 Шевер дисковый Р9Ф5 ГОСТ8570-75; 393180 Калибр.																	
78																		
А 79	XX XX XX	040	4162	Зубофасочная														
Б 80	381574	Зубофасочный ВС-500	3	12287	312	1Р	1	1	1	1200	1							14
О 81	Фрезеровать фаски на торцовых поверхностях зубьев.																	
Т 82	396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза Р6М5 специальная; 393400 Калибр.																	
83																		
А 84	XX XX XX	045		Термическая														
85																		
А 86	XX XX XX	050	4132	Внутришлифовальная														
Б 87	381312	Внутришлифовальный JAG-3JAW-AAL1	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1							2,24
О 88	Шлифовать поверхности 19, 28 в размер $112^{+0,057}$; $\phi 40^{+0,049}$.																	
Т 89	396171 Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный; 394300Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.																	
90																		
А 91	XX XX XX	055	4132	Шлифовальная														
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						Б	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б 94	381312	Торцекруглошлифовальный	JAG-CG2535	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,38	
О 95	Шлифовать поверхности 8, 9 в размер $\phi 56,004^{+0,040}$; $33,25^{+0,030}$.														
Т 96	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
97															
А 98	XX XX XX	060	4132	Шлифовальная											
Б 99	381312	Круглошлифовальный	JAG-CG2550	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		3,14	
О 100	Шлифовать поверхность 8 в размер $\phi 67,3^{+0,12}$.														
Т 101	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
102															
А 103	XX XX XX	065	4132	Шлифовальная											
Б 104	381312	Торцекруглошлифовальный	JAG-CG2535	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,29	
О 105	Шлифовать поверхности 8, 9 в размер $\phi 55,002^{+0,019}$; $33^{+0,030}$.														
Т 106	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
107															
А 108	XX XX XX	070	4132	Шлифовальная											
Б 109	381312	Круглошлифовальный	JAG-CG2550	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		2,8	
О 110	Шлифовать поверхность 8 в размер $\phi 67,1^{+0,12}$.														
Т 111	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная СРГОСТ11098-75.														
112															
А 113	XX XX XX	075	4135	Шлицшлифовальная											
Б 114	381316	Шлицшлифовальный	YK7332A	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1		3,01	
О 115	Шлифовать поверхности 4, 5 в размер $46^{+0,25}$; $54^{+0,30}$; $9^{+0,03}$.														
Т 116	396171 Приспособление специальное; 39810 Круг шлифовальный; 393400 Калибры.														
МК															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт	
А 117	XX	XX	XX	080	4191 Полировальная													
Б 118	381337	Полировальный	JAG-JE-AAL	3	18873	312	1Р	1	1	1	1200	1					2,42	
Q 119	Полировать поверхность 12 в размер $\phi 67_{-0,012}$.																	
Т 120	396171 Приспособление специальное; 39810 Диск фибровый; 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.																	
121																		
А 122	XX	XX	XX	085	Моющая.													
123																		
А 124	XX	XX	XX	090	Контрольная.													
125																		
126																		
127																		
128																		
129																		
130																		
131																		
132																		
133																		
134																		
135																		
136																		
137																		
138																		
139																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Формы 1				
Дцбл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Орлов</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Левашкин</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Н.контр.				<i>Привод</i>						Цех	Уч.	Р.М.	Опер.	
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
<i>Протяжная</i>		<i>Сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71</i>		<i>НВ 220</i>		<i>166</i>	<i>1,2кг</i>	<i>φ77,2x114,8</i>			<i>1,02кг</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tпз	Tшп	СОЖ						
<i>7A523</i>				<i>0,45</i>			<i>137</i>	<i>Blasocut</i>						
			П	И	Д или В	L	t	i	S	n	v			
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>Т 02</i>	<i>396171 Приспособление специальное: 392330 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 Р18.</i>													
<i>О 03</i>	<i>2. Протянуть поверхности 34, 35 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>													
<i>Р 04</i>			<i>1</i>				<i>3</i>							<i>3,5</i>
<i>05</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Формы 1				
Дцбл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Орлов</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Левашкин</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Н.контр.	<i>Привод</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
<i>Зубофрезерная</i>		<i>Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71</i>		<i>НВ 220</i>		<i>166</i>	<i>1,2кг</i>	<i>φ77,2x114,8</i>			<i>182кг</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т _а	Т _б	Т _{пз}	Т _{шп}	СОЖ						
<i>У3120J</i>				<i>0,47</i>			<i>139</i>	<i>Blasocut</i>						
			П	Д или В	L	f	i	S	n	v				
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>Т 02</i>	<i>396171 Приспособление специальное; 391810 Фреза червячная φ100 ГОСТ 9324-80 Р9К5.</i>													
<i>0 03</i>	<i>2. Фрезеровать пов. 6, 7 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>													
<i>Р 04</i>		<i>1</i>				<i>3,5</i>		<i>2,5</i>	<i>250</i>	<i>40</i>				
<i>05</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82										Форма 1				
Дubl.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	<i>Орлов</i>			<i>ТГУ,</i>										
Проверил	<i>Левашкин</i>			<i>Кафедра ОТМП</i>										
Н.контр.	<i>Привод</i>										Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
<i>Шлифовальная</i>						<i>НВ 220</i>	<i>166</i>	<i>1,2кг</i>	<i>φ77,2x114,8</i>		<i>182кг</i>	<i>1</i>		
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		Т _о	Т _б	Т _{пз}	Т _{шт}	СОЖ				
<i>JAG-CG2535</i>						<i>137</i>			<i>2,29</i>	<i>Blasacut</i>				
				П	И	Д или В	L	t	i	S	n	v		
<i>01</i>	<i>1. Установить заготовку</i>													
<i>Т 02</i>	<i>396171Приспособление специальное; 39810Круг шлифовальный.</i>													
<i>0 03</i>	<i>2. Шлифовать поверхности 8, 9 выдерживая размеры согласно эскиза.</i>													
<i>Р 04</i>				<i>1</i>				<i>0,16</i>	<i>0,003</i>	<i>200</i>	<i>35</i>			
<i>05</i>	<i>3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.</i>													
<i>06</i>														
<i>07</i>														
<i>08</i>														
<i>09</i>														
<i>10</i>														

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			21БР.ОТМП.277.65.00.000СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A3	1		21БР.ОТМП.277.65.00.001	Корпус	1	
A4	2		21БР.ОТМП.277.65.00.002	Корпус муфты	1	
A4	3		21БР.ОТМП.277.65.00.003	Корпус привода	1	
A4	4		21БР.ОТМП.277.65.00.004	Плунжер	1	
A2	5		21БР.ОТМП.277.65.00.005	Крышка привода	1	
A3	6		21БР.ОТМП.277.65.00.006	Неподвижный корпус	1	
A3	7		21БР.ОТМП.277.65.00.007	Поршень	1	
A4	8		21БР.ОТМП.277.65.00.008	Стопор	1	
A3	9		21БР.ОТМП.277.65.00.009	Шток	1	
A2	10		21БР.ОТМП.277.65.00.010	Упор	1	
A3	11		21БР.ОТМП.277.65.00.011	Шток	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		12		Винт М8х30 ГОСТ 174 75-80	6	
		13		Винт М8х20 ГОСТ 174 75-80	6	
		14		Гайка М14х1,5 ГОСТ 5927-70	2	
21БР.ОТМП.277.65.00.000						
Изм./Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разработ. Проб.		Орлов Левашкин				Лит. Лист Листов 1 1 2
Исполнит. Утв.		Левашкин Логинав				ТГУ, ИМ, гр. ТМп-1702а
Оправка клиноплунжерная						
<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

