

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 поршня гидрокопировального
суппорта

Студент	<u>В.О. Морозова</u> (И.О. Фамилия) (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Технологический процесс изготовления поршня гидрокопировального суппорта. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления поршня гидрокопировального суппорта для условий мелкосерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, план обработки, технологическое оснащение, режимы резания, инструмент, круг, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработан специальный инструмент;
- разработано специальное станочное приспособление;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 54 страниц, содержащую 22 таблицы, 8 рисунков, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3. Проектирование заготовки.....	12
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	13
2.5 Выбор средств технического оснащения.....	15
2.6 Обоснование схем базирования.....	17
2.7 Разработка технологических операций	18
3 Расчет и проектирование специального приспособления и инструмента	20
3.1 Расчет и проектирование приспособления	20
3.2 Проектирование специального шлифовального круга	26
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	28
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	28
4.2 Идентификация профессиональных рисков	28
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	29
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	31
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	32
4.6 Выводы по разделу	33
5 Экономическая эффективность работы.....	35
Заключение.	40
Список используемых источников.....	42

Приложение А Маршрутная карта.....	45
Приложение Б Операционные карты.....	47
Приложение В Спецификация.....	53

Введение

Современные тенденции развития машиностроительного производства подразумевают все более широкое применение автоматизированного оборудования при изготовлении различной продукции. Действительно все время возрастают требования к точности, производительности и снижению себестоимости продукции. Реализация данных тенденций осуществляется за счет автоматизации производства. Качество выпускаемой продукции в современном машиностроении, в частности, определяется не только качеством материала, но и качеством применяемых технологий.

Для управления автоматизированным оборудованием и его программирования применяются различные системы и способы. Одним из таких способов является программирование работы станка по копиру, с использованием в его конструкции гидроконтрольного суппорта. Важнейшей деталью, обеспечивающей надежную работу данного устройства, является поршень. Поэтому тема данной бакалаврской работы является актуальной, а работы направленные на решение данных проблем являются необходимыми для развития современного машиностроения в тренде мирового развития.

В результате этого можно сформулировать цель бакалаврской работы в таком виде: разработка технологического процесса (ТП) обработки поршня гидроконтрольного суппорта с минимальной себестоимостью.

Для достижения данной цели необходимо решить ряд проектных и технических задач, которые сформулированы в первом разделе бакалаврской работы. В ходе выполнения данных задач будут сформированы последующие разделы бакалаврской работы, а, следовательно, будет достигнута и поставленная цель работы.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь - «Поршень гидрокопировального суппорта» («Поршень») является составной частью гидрокопировального суппорта токарного полуавтомата, и предназначена для обеспечения передачи формы копира на траекторию движения режущего инструмента. Конструкция поршня предусматривает обеспечение преобразования энергии течения жидкости в поступательное перемещение суппорта. Кроме этого, поршень работает в условиях надежной смазки. Указанные особенности конструкции поршня и гидрокопировального суппорта, позволяют обеспечить значительную точность и быстродействие при передаче движения. Данное обстоятельство обеспечивает компактность гидрокопировального суппорта. Схема гидрокопировального суппорта, представлена ниже, на рисунке 1.

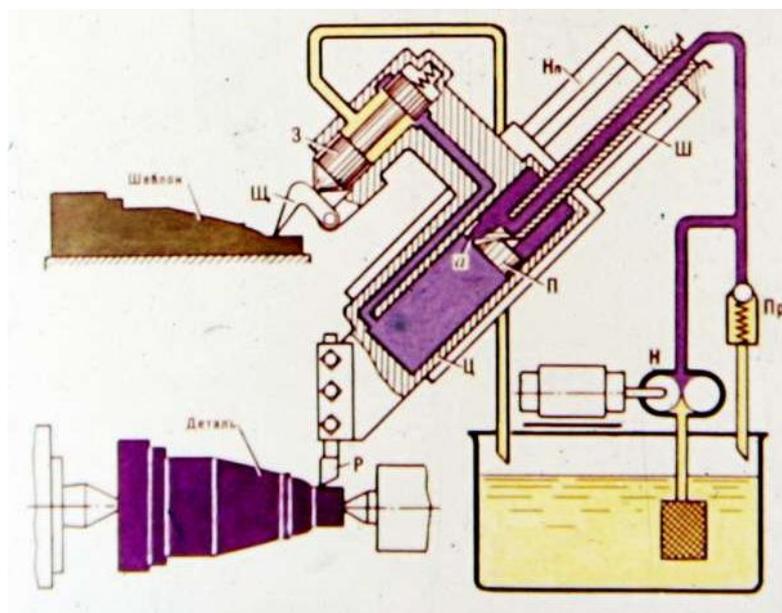


Рисунок 1 – Схема гидрокопировального суппорта токарного полуавтомата

Конструктивной особенностью детали - «Поршень гидрокопировального суппорта», является наличие пазов под уплотнительные кольца, для обеспечения надежной работы гидрокопировального суппорта.

Материал детали - «Поршень» - Сталь 19ХГНМ ГОСТ1050-88, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Стали 19ХГНМ ГОСТ1050-88

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	88
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	72
Плотность материала	Мг/м ³	7,86
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	150-210
Условный предел текучести	кгс/мм ²	68
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м ²	59

Таблица 1.2 – Химический состав – Стали 19ХГНМ ГОСТ1050-88

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,16-0,21
Марганец	%	около 0,7-1
Кремний	%	около 0,17-0,37
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,04
Медь	%	около 0,3
Хром	%	около 0,8-1,1
Железо	%	остальное

1.2 Классификация поверхностей детали

Основываясь на общем виде детали с нумерацией поверхностей, приведенном на рисунке 2, расклассифицируем все поверхности детали, в соответствии с их служебным назначением. Данная классификация

подразумевает распределение всех поверхностей по четырем характерным группам. Для удобства отображения информации представим данную классификацию в виде таблицы 3.

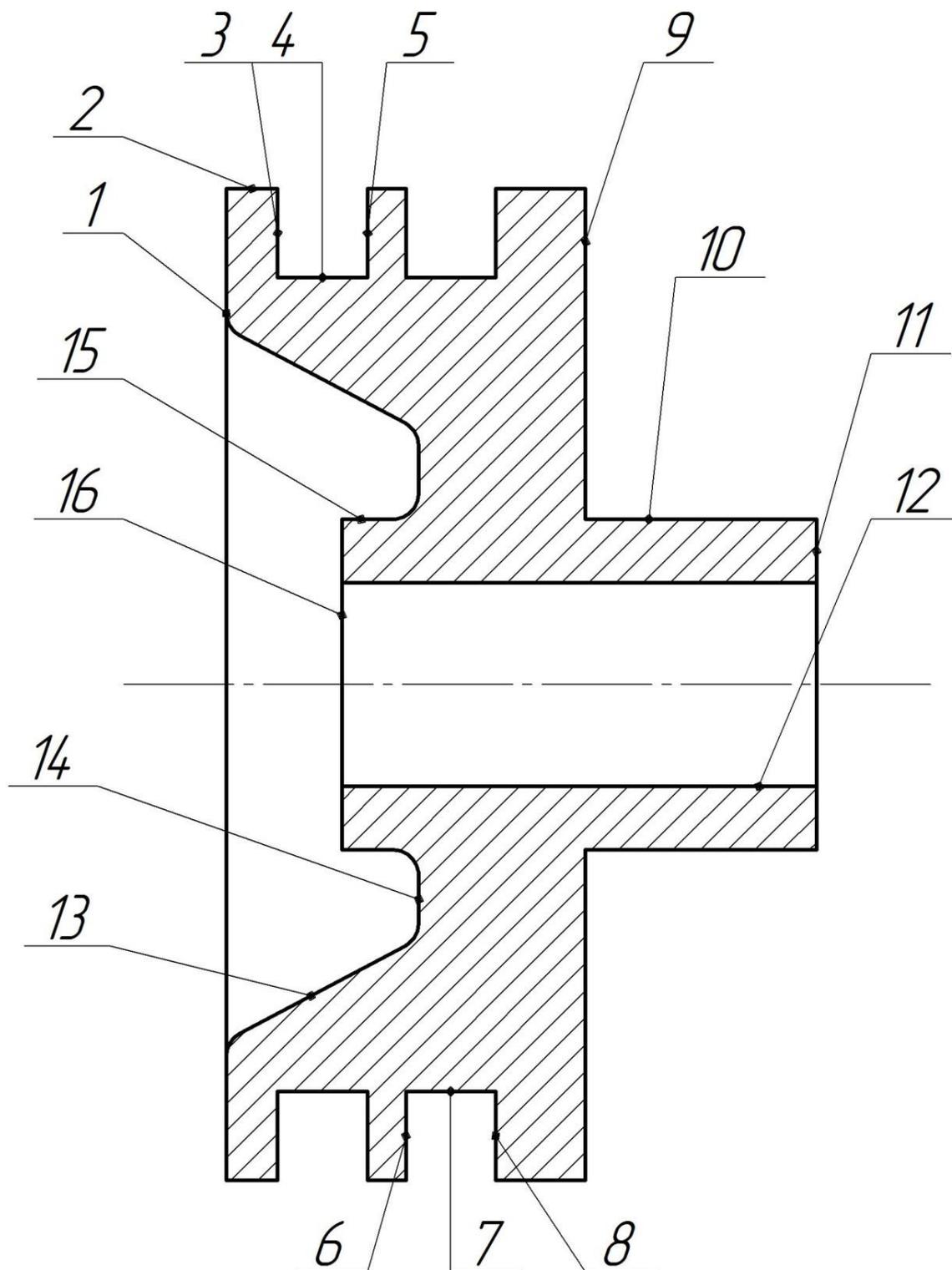


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Поршень»

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	11,12
Вспомогательные конструкторские базы	2,3,4,5,6,7,8
Исполнительные	1,9,13,14,16
Свободные	Остальные

1.3 Технологичность детали

Исследование технологичности детали будем проводить, определяя соответствующие показатели по зависимостям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Наименование показателя	Расчетная зависимость	Расчет
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 10/16 = 0,63$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 6,8/7,2 = 0,94$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/8,4) = 0,89$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/5,2 = 0,19$

Вывод: Деталь - «Поршень», изготовленная из стали 19ХГНМ, соответствует всем требованиям по технологичности, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Перечень задач настоящей бакалаврской работы, формулируется исходя из цели работы, сформулированной ранее в разделе «Введение». Кроме этого цель и задачи настоящей бакалаврской работы фактически формируют ее структуру и содержание изложенной в работе информации.

Формирование данных задач должно осуществляться на принципе объединения небольших частных задач в более крупные группы по их

тематике, что позволяет упорядочить процесс достижения цели работы, четко соблюдая последовательность решения данных задач. Ниже представлены данные задачи в необходимой последовательности:

- разработка чертежа детали в графической части бакалаврской работы;
- анализа исходных данных, по чертежу детали и механизма, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- выбор заготовки и ее проектирование, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка чертежа заготовки в графической части бакалаврской работы;
- разработка технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка чертежа плана обработки в графической части бакалаврской работы;
- разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проектирования приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- разработка чертежа инструмента в графической части бакалаврской работы;
- обеспечения мероприятий по охране труда, в разделе пояснительной записке бакалаврской работы;
- рассчитать экономический эффект работы.

Вывод: в данном разделе проанализированы исходные данные и определены задачи по проектированию техпроцесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Определение типа производства по методике, предложенной в [17], позволяет сделать это быстро, используя минимум данных. Годовая программа выпуска деталей $N= 200$ шт/год, масса детали $m= 6,8$ кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [17] определяем тип производства, как мелкосерийный.

Стратегия мелкосерийного производства, принятая для данной детали подразумевает следующие основные характеристики:

- погрупповая расстановка оборудования;
- средняя квалификация рабочих;
- технологическая документация оформляется в виде маршрутной и операционных карт;
- припуски определяют расчетно-аналитическим и табличным методами;
- в качестве заготовки будет использоваться отливка или штамповка;
- режимы резания вычисляются по эмпирическим зависимостям;
- нормирование осуществляется по общемашиностроительным нормативам;
- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный;
- перемещение изделий между операциями – вручную, при большой массе – кран, погрузчик;
- коэффициент концентрации номенклатуры - 10-20;
- применение научных достижений – среднее.

2.2 Выбор метода получения заготовки

В качестве методов получения заготовки, в соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы являются:

- штамповка;
- литье в землю.

Определение стоимости заготовок будем производить по методике [17]. Данные по расчету стоимости заготовок представлены в виде таблицы 5, приведенной ниже.

Таблица 5 – Расчет стоимости заготовок

Метод получения заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Стоимость одного килограмма заготовки, руб.	Стоимость механической обработки, руб.	Стоимость одного килограмма отходов, руб.	Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.
штамповка	6,8	9,1	72	15,4	1,4	489,6
литье в землю	6,8	7,2	66	12,6	1,4	448,8

Анализирую данные, представленные в таблице 5, можно сделать вывод о том, что в качестве метода получения заготовки для данной детали предпочтительнее всего выбрать метод литья, как более дешевый.

Тогда, условная годовая экономия будет определяться по формуле (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_1} - C_{T_2}) \cdot N \quad (1)$$

где C_{T_1} , C_{T_2} – технологические себестоимости изготовления заготовки для отливки и штамповки соответственно, руб.;

N – годовая программа выпуска заготовок, шт./год.

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (489,6 - 448,8) \cdot 200 = 8160 \text{ руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – отливкой, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 8160 рублей.

2.3. Проектирование заготовки

Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- неуказанные литейные радиусы 3 мм;
- неуказанные литейные уклоны 7°;
- точность отливки 9-9-5-2;
- поверхностные дефекты не более половины величины фактического припуска;
- очистка поверхности пескоструйная.

Эскиз отливки показан ниже на рисунке 3.

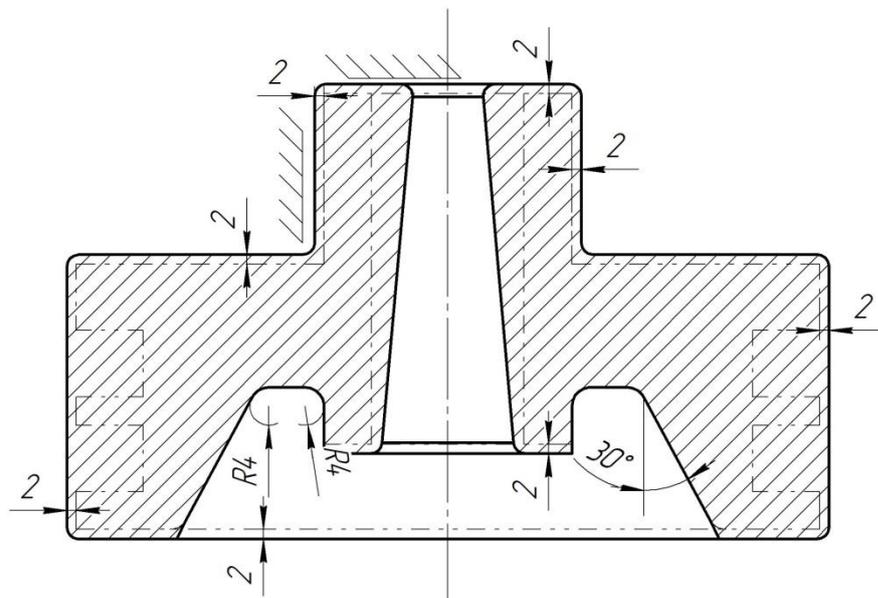


Рисунок 3 – Общий вид заготовки детали - «Поршень»

Чертеж отливки представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали - «Поршень» будем производить в два этапа. На первом этапе, разработаем маршрут обработки отдельных поверхностей детали - «Поршень», данные по разработке данного маршрута приведем ниже в таблице 6.

Таблица 6 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Поршень»

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	6,3	9	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
2	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
3	2,5	7	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
4	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
5	2,5	7	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
6	2,5	7	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
7	2,5	7	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
8	2,5	7	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
9	6,3	9	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
10	6,3	9	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
11	2,5	7	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифовальная
12	1,6	7	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Внутришлифовальная
13	12,5	12	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Термообработка
14	12,5	12	Плоская	Отливка-Точение черновое-Термообработка
15	12,5	12	Цилиндрическая	Отливка-Точение черновое-Термообработка
16	6,3	9	Плоская	Отливка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 6, можно перейти ко второму этапу разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочения сведений второй этап разработки технологического процесса представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 - Технологический процесс изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	14	все	Заготовительная
010	12,5	12	1,2,12,16	Токарная
020	12,5	12	9,10,11	Токарная
030	6,3	9	9,10,11	Токарная чистовая
040	6,3	9	1,2,3,4,5,6,7,8,12,16	Токарная чистовая
050	-	-	все	Термическая
060	2,5	7	2,3,4,5,6,7,8	Шлифовальная
070	1,6	7	11,12	Внутришлифовальная
080	-	-	все	Моечная
090	-	-	все	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 7, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

2.5 Выбор средств технического оснащения

В соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы выбираем следующие типы средств технологического оснащения:

- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный.

Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 8-11.

Таблица 8 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	Пресс штамповочный
010	Токарная	Токарный станок с ЧПУ HJV LT Automation
020	Токарная	Токарный станок с ЧПУ HJV LT Automation
030	Токарная чистовая	Токарный станок с ЧПУ HJV LT Automation
040	Токарная чистовая	Токарный станок с ЧПУ HJV LT Automation
050	Термическая	Печь шахтная
060	Шлифовальная	Шлифовальный станок M 3110 B
070	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок JAG-1805 LT
080	Моечная	Камерная моечная машина
090	Контрольная	-

Таблица 9 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Патрон

Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
020	Токарная	Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый
030	Токарная чистовая	
040	Токарная чистовая	
050	Термическая	
060	Шлифовальная	Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый
070	Внутришлифовальная	
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

Таблица 10 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25, с покрытием CVD TICN+AL2O3+TIN
020	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25, с покрытием CVD TICN+AL2O3+TIN
030	Токарная чистовая	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25, с покрытием CVD TICN+AL2O3+TIN
040	Токарная чистовая	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC 25 x 25, с покрытием CVD TICN+AL2O3+TIN; Резец фасонный T15K6
050	Термическая	-
060	Шлифовальная	Круг шлифовальный 1-250×50×14 91AF90L7B
070	Внутришлифовальная	Круг внутришлифовальный 1-24×50×14 91AF90L7B
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

Таблица 11 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Штангенциркуль, микрометр
020	Токарная	
030	Токарная чистовая	
040	Токарная чистовая	
050	Термическая	-

Продолжение таблицы 11

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
060	Шлифовальная	Микрометр
070	Внутришлифовальная	
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

2.6 Обоснование схем базирования

При назначении чистовых технологических баз стремились к использованию одной и той же технологической базы на операциях технологического процесса, то есть выполнению принципа единства баз, а также стремились совмещать измерительные и технологические базы, то есть соблюдать принцип единства баз.

Операция 010 Токарная – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 11, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 10, цилиндрическая) – явная.

Операция 020 Токарная – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 1, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 2, цилиндрическая) – явная.

Операция 030 Токарная чистовая – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 1, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 2, цилиндрическая) – явная.

Операция 040 Токарная чистовая – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 11, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 10, цилиндрическая) – явная.

Операция 060 Шлифовальная – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 16, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 12, цилиндрическая) – явная.

Операция 070 Внутришлифовальная – схема базирования реализуется

установочной базой (поверхность 1, плоскость) – явная ;направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 2, цилиндрическая) – явная.

2.7 Разработка технологических операций

Проведем разработку технологических операций технологического процесса изготовления детали. Данные по оборудованию и средствам оснащения приведены в таблицах 8-11 настоящей работы. Для определения режимов резания на операциях ТП воспользуемся методикой, приведенной ниже.

На операции №070 производится шлифование поверхности 7. Применяется инструмент – круг шлифовальный 1-400×120×100 91AF90L7B.

По данным таблицы 130 [6], определяем скорость круга v_k , м/с, скорость заготовки v_z , м/мин, глубину шлифования t , мм, радиальную подачу s_p , мм/об.

Глубина шлифования $t = 0,01$ мм, скорость круга $v_k = 30$ м/с, скорость вращения заготовки $v_z = 20$ м/мин, радиальная подача $s_p = 0,0025$ мм/об.

Рассчитываем эффективную мощность при шлифовании N , кВт, по формуле (2):

$$N = C_N \times v_z^r \times t^x \times b^z, \quad (2)$$

где C_N – коэффициент, учитывающий реальные условия резания,

r, x, z – показатели степени,

b – ширина шлифования, мм.

$$C_N = 0,14,$$

$$r = 0,8, x = 0,8, z = 1,0,$$

$$b = 40 \text{ мм.}$$

Подставляя полученные данные в формулу (2), определяем мощность резания при шлифовании:

$$N = 0,14 \times 20^{0,8} \times 0,01^{0,8} \times 40^1 = 1,76 \text{ кВт.}$$

$$N_{ст} = 4 \text{ кВт} > N = 1,76 \text{ кВт}$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что обработка возможна.

Данные по режимам обработки на остальных операциях изготовления поршня представим в виде таблицы 12, приведенной ниже. Расчет режимов резания проведем с использованием онлайн калькулятора SANDVIC.

Таблица 12 – Режимы резания и нормы времени для технологического процесса изготовления детали - «Поршень»

№ операции	Наименование операции	Стойкость инструмента T, мин	Длина рабочего хода, мм	Подача S, мм/об	Число оборотов n, об/мин	Основное время T _о , мин	Штучное время T _{шт} , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-
010	Токарная	240	103,5	0,45	800	0,29	0,62
020	Токарная	240	101,5	0,45	800	0,29	0,62
030	Токарная чистовая	240	101,5	0,4	1200	0,21	0,45
040	Токарная чистовая	240	163,5	0,4	1200	0,34	0,73
050	Термическая	-	-	-	-	-	-
060	Шлифовальная	480		0,12	2000	0,25	0,71
070	Внутришлифовальная	480		0,4	2000	0,35	0,98
080	Моечная	-	-	-	-	-	-
090	Контрольная	-	-	-	-	-	-

Чертежи технологических наладок на операции 010, 060, 070 представлены в графической части бакалаврской работы.

Вывод: в данном разделе разработан техпроцесс изготовления детали.

3 Расчет и проектирование специального приспособления и инструмента

3.1 Расчет и проектирование приспособления

В данном разделе производится расчет патрона трехкулачкового самоцентрирующего, применяемого на токарных операциях. Наибольшая величина сил резания на операции 010 Токарная и составляет $P_y = 1220\text{Н}$, $P_z = 2997\text{Н}$.

Произведем расчет усилия зажима по формулам (3), (4):

$$W_z = \frac{K P_z d_1}{f d_2}, \quad (3)$$

$$W_y = \frac{1,5 K P_y l}{f d_2}, \quad (4)$$

где $f=0,3$ – величина коэффициента, учитывающего условия трения в губках патрона;

d_1 и d_2 – соответственно размеры обрабатываемой и базовой поверхностей;

K – коэффициент, уточняющий условия выполнения операции, рассчитывается по формуле (5):

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (5)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент запаса;

$K_1 = 1,2$ – величина коэффициента для черновой обработки, учитывающего влияние неровностей поверхности на увеличение сил резания;

K_2 – величина коэффициента, по затуплению инструмента, принимаем $K_{2z} = 1$; $K_{2y} = 1,4$;

$K_3 = 1$ – величина коэффициента, по характеру резания (для прерывистого резания);

$K_4 = 1$ – величина коэффициента, по постоянству силы зажима механизма;

$K_5 = 1$ – величина коэффициента, по эргономике зажимного механизма (данное значение для механизированных механизмов).

Подставив данные в формулу (5), получим:

$$K_z = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8;$$

$$K_y = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 2,52.$$

Рассчитаем W_z и W_y с помощью формул (3) и (4):

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 2997 \cdot 155}{0,3 \cdot 52} = 53359 \text{ Н},$$

$$W_y = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 1220 \cdot 155}{0,3 \cdot 52} = 31227 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов выбираем наихудший вариант: $W=53359\text{Н}$.

Конструкция кулачка изображена на рисунке 4:

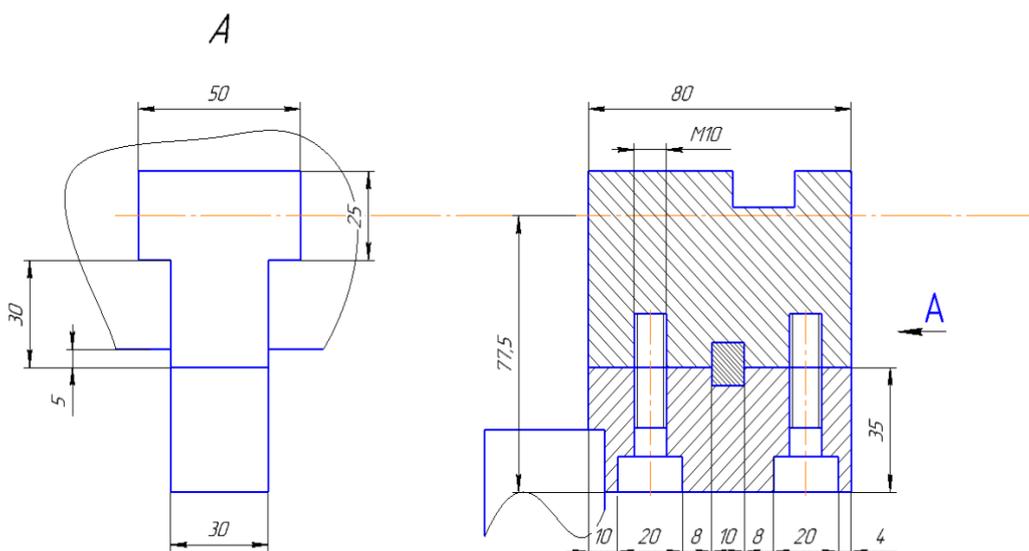


Рисунок 4 – Конструкция сменных и постоянных кулачков.

Произведём расчет усилия зажима W_1 , что прикладывается к кулачкам.
Рассчитаем по формуле (6):

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3l_k}{H_k} f_1\right)}, \quad (6)$$

где l_k – вылет кулачка,

H_k – длина кулачка.

Вылет и длину принимаем, исходя из разработанной конструкции на рисунке 4. Следовательно, l_k и H_k соответственно равны 77,5 и 80 мм.

Подставим полученные значения в формулу (6):

$$W_1 = \frac{53359}{1 - \left(\frac{3 \cdot 77,5}{80} \cdot 0,1\right)} = 75221 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр патрона по формуле (7):

$$D_{\text{п}} = d_2 + 2H_k. \quad (7)$$

Получаем:

$$D_{\text{п}} = 60 + 2 \cdot 81 = 222 \text{ мм.}$$

Диаметр патрона превышает 200мм, поэтому принимаем рычажный механизм с передаточным отношением $i_c = 2$.

Далее нужно определить усилие Q , создаваемое силовым приводом по формуле (8):

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (8)$$

Подставляя в формулу необходимые значения получаем:

$$Q = 75221/2 = 37610 \text{ Н.}$$

Расчет привода начинается с определения диаметра поршня для пневмопривода, наиболее используемого на производствах, по формуле (9):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (9)$$

где P – избыточное давление воздуха, принимаемое равным 0,4 МПа.

Получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{37610}{0,4}} = 229 \text{ мм.}$$

$D = 229 \text{ мм} \geq 120 \text{ мм}$, следовательно пневмопривод не подходит, давление $P=0,4$ МПа мало, применим гидропривод с давлением 2,5 МПа. Тогда по формуле (9) получим:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{37610}{2,5}} = 138,6 \text{ мм} = 150 \text{ мм.}$$

По формуле (10) определим ход поршня:

$$S_Q = S_W \cdot i_c, \quad (10)$$

где $S_W=5$ мм – свободный ход для кулачков;

$i_c=2$ - передаточное отношение.

Тогда по формуле (9) имеем:

$$S_Q = 5 \times 2 = 10 \text{ мм.}$$

Однако, необходим запас по ходу поршня не менее 20 мм, для обеспечения стабильных разгонно-тормозных характеристик поршня.

На следующем этапе по формуле (11) определим погрешность установки:

$$\varepsilon_y = 0,5\sqrt{(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2 + \Delta_7^2)} \quad (11)$$

где $\Delta_1, \Delta_3, \Delta_5, \Delta_7$ – погрешности, равные допускам на размеры $A_1, A_3,$

A_5, A_7 ($\Delta_1 = T_{A1}; \Delta_3, \Delta_5, \Delta_7$ – аналогично);

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_6$ – погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях

A_2, A_4, A_6 ($\Delta_2 = S_{НБ} - S_{НМ} = \omega_2; \Delta_4, \Delta_6$ – аналогично).

Ниже, на рисунке 5 показана расчетная схема погрешностей патрона.

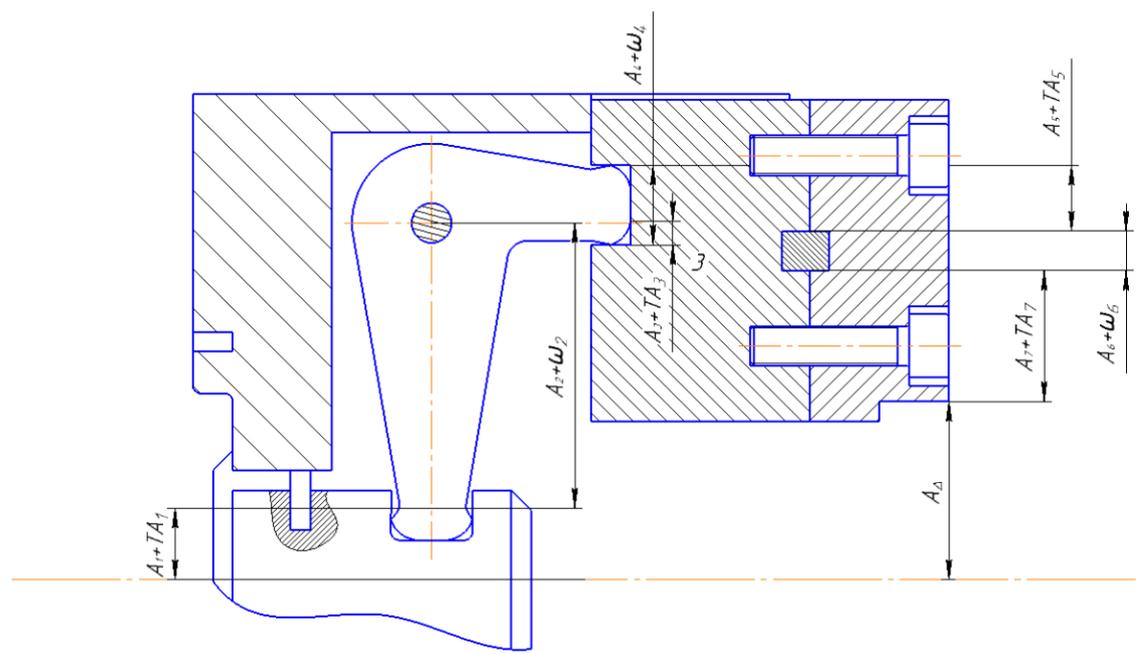


Рисунок 5 – Расчетная схема погрешности патрона с рычажным механизмом

Рассчитаем формулу (11), подставляя необходимые значения соответственно:

$$\varepsilon_y = 0,5 \cdot \sqrt{(0,015^2 + 0,005^2 + 0,012^2 + 0,014^2 + 0,018^2 + 0,022^2 + 0,025^2)} = 0,015 < 0,12$$

Полученное значение является меньше, чем одна третья допускаемого значения, а это удовлетворяет условию.

В заключении рассмотрим вопрос устройства и принципа работы патрона.

При подаче масла в штоковую полость гидроцилиндра поршень двигает шток, а шток соответственно рычаг. В корпусе патрона установлены рычаги, которые одним концом соединены с постоянными кулачками, а другим концом со штоком, рычаги поворачиваются на валах и закрепляют заготовку. При подаче масла в поршневую полость шток с поршнем за счет создаваемого давления разжимает заготовку.

Кулачковый самоцентрирующийся патрон содержит сменные кулачки, служащие для зажима заготовки. Сменные кулачки соединены с постоянными кулачками шпонками и винтами. В корпусе патрона установлены рычаги с помощью валов, а крышка патрона крепится к корпусу винтами.

Чертеж патрона представлен в графической части данной бакалаврской работы.

3.2 Проектирование специального шлифовального круга

На шлифовальных операциях применяются шлифовальные круги ПП 600x40x305 24A25CM18K3 35 м/с. Недостатком такого круга является низкая производительность шлифования вследствие не оптимально подобранной марки круга и прижоги на обрабатываемых поверхностях, что является главной причиной брака.

Поэтому, основная задача проектирования- усовершенствование конструкции шлифовального круга с целью устранения указанных выше недостатков.

Для усовершенствования конструкции шлифовального круга были проведены патентные исследования, в результате которых предложено применение спиральных пазов на периферии круга, причем пазы имеют форму спирали для обеспечения постоянной площади контакта изделия и круга, что уменьшает вибрации.

1. Марка абразивных зерен- 91А- сложнолегированный электрокорунд;
2. Зернистость – шлифзерно 25 по ГОСТ 1347-80;
3. Индекс зернистости- Н (для диапазона 25-16 с 45% основной фракции);
4. Твердость –С1 – средняя;
5. Структура – 7 – средняя;
6. Связка- керамическая;
7. Принимаем тип круга – ПП (плоский прямой);
8. Принимаем класс круга- А;
9. Допустимая окружная скорость – 35 м/с (обычное шлифование).

Маркировка полной характеристики круга: ПП 600х45х305 91А25НС17К11 35 м/с

На круге выполняем 68 спиральных пазов шириной 8 мм, выполненные образующим колесом $\varnothing 100/\varnothing 116$. Ось образующего колеса для обеспечения постоянной площади контакта изделия и круга смещаем на расстояние 11,5 мм от торца круга

Шаг пазов равен:

$$P = \pi \cdot D_k / n \quad (12)$$

где D_k - диаметр круга

n - число пазов.

Тогда,

$$P = 3,14 \cdot 600 / 68 = 27,72 \text{ мм}$$

Технические требования на шлифовальный круг принимаем по ГОСТ 1347-80.

Выполняем чертеж шлифовального круга в сборе с крышками, указанием всех предельных отклонений и технических требований в графической части бакалаврской работы.

Вывод: в данном разделе разработано приспособление и режущий инструмент.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления поршня гидрокопировального суппорта с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 13 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 13 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Сталь 19ХГН М, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ HJV LT, патрон самоцентрирующийся	Сталь 19ХГН М, СОЖ, ветошь
Механическая обработка	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Станок М 3110 В патрон самоцентрирующийся,	Сталь 19ХГН М, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 14 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении поршня.

Таблица 14 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Отливка	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Литейная машина
Точение черновое, чистовое, Шлифование	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Станок НJV LT, Станок М 3110 В зона резания, зажимные кулачки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент зона резания Пульт управления станком СОЖ, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении поршня. Снижение рисков достигается мерами (таблица 15).

Таблица 15 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противошумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 16 – 19 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Литейный	Литейная машина	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки поршня	Станок HJV LT, Станок М 3110 В	Класс В, Е	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 17 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 18 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины, пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 19 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления поршня гидрокопировального суппорта, Станок HJV LT, Станок М 3110 В	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негоряемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 20 и 21. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 20 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления поршня гидрокопировального суппорта	Станок HJV LT, Станок М 3110 В	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 21 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технологии изготовления поршня
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

4.6 Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и шлифовальной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на токарном станке HJV LT операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление - патрон. Инструмент контурный, канавочный резцы, расточной резец. Применяются материалы: 19ХГНМ, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 13).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 14).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда, (таблица 15).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления поршня (таблица 16). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 17, 18), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления поршня гидрокопировального суппорта (таблица 19).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления поршня на окружающую среду (таблица 20). Указаны организационно-

технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 21).

Выявив и проанализировав технологию изготовления поршня гидрокопировального суппорта, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В рамках данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс изготовления поршня гидрокопировального суппорта, который кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010-040 операции – токарные;
- 060 операция – шлифовальная;
- 070 операция – внутришлифовальная;
- 050, 080 и 090 операции, соответственно, термическая, моечная и контрольная.

Подробное описание применяемого оборудования, оснастки, инструмента и способа получения заготовки представлено в предыдущих разделах данной бакалаврской работы.

Учитывая особенности описанного технологического процесса, для достижения поставленной цели, необходимо выполнить следующие действия:

- определение себестоимости изготовления детали по данному процессу;
- расчет капитальных вложений, необходимых для воплощения технологического процесса;
- определение срока окупаемости вложенных инвестиций;
- обоснование эффективности внедрения процесса.

Каждое из указанных действий, предполагает свою методику. Описание методик применяемых для выполнения описанных выше действий, представлено в таблице 22.

Таблица 22 – Методики, применяемых действий, необходимых для экономического обоснования разработанного технологического процесса

Действия по экономическому обоснованию	Применяемые методики
1. Определение себестоимости изготовления детали	1. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса» [10, с. 17-19]. 2. «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19]
2. Расчет капитальных вложений	1. «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16]
3. Определение срока окупаемости	1. «Ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 2. «Чистая ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 3. «Срок окупаемости капитальных вложений» [10, с. 22]
4. Обоснование эффективности внедрения процесса	1. «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23]

Используя, перечисленные в таблице 22, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 6 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

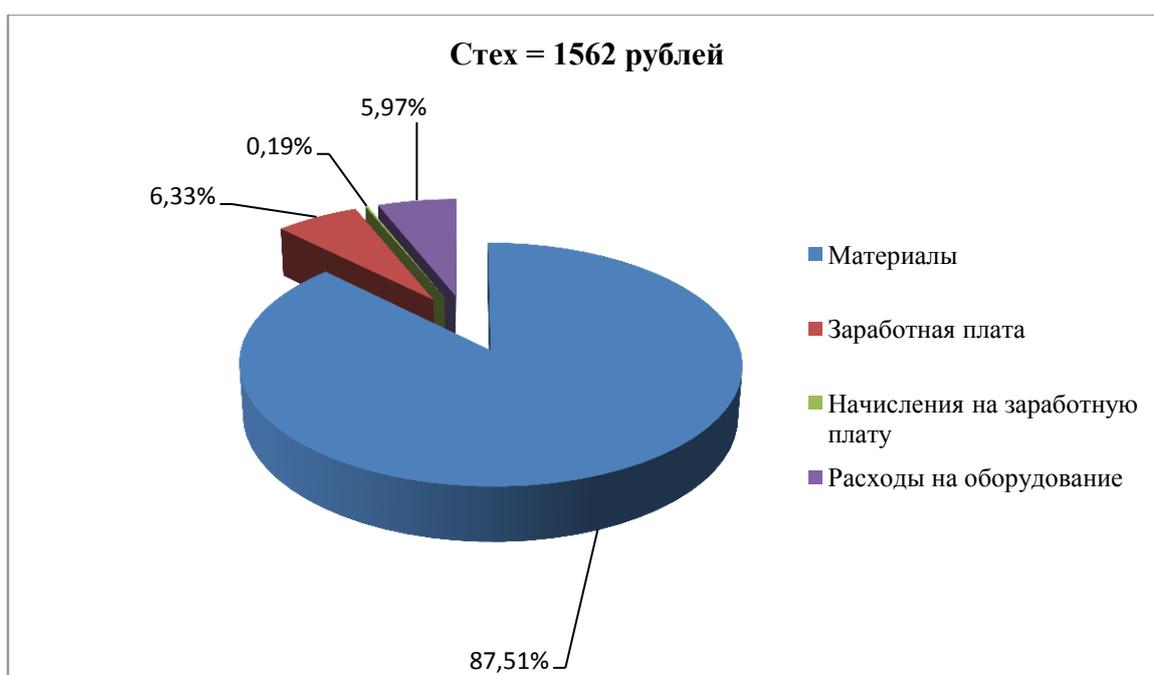


Рисунок 6 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 6 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют около 93 % от всей величины технологической себестоимости. Данный объём объясняется способом получения заготовки, ее массы и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объёмом 6,3 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 7 показана калькуляция себестоимости изготовления.

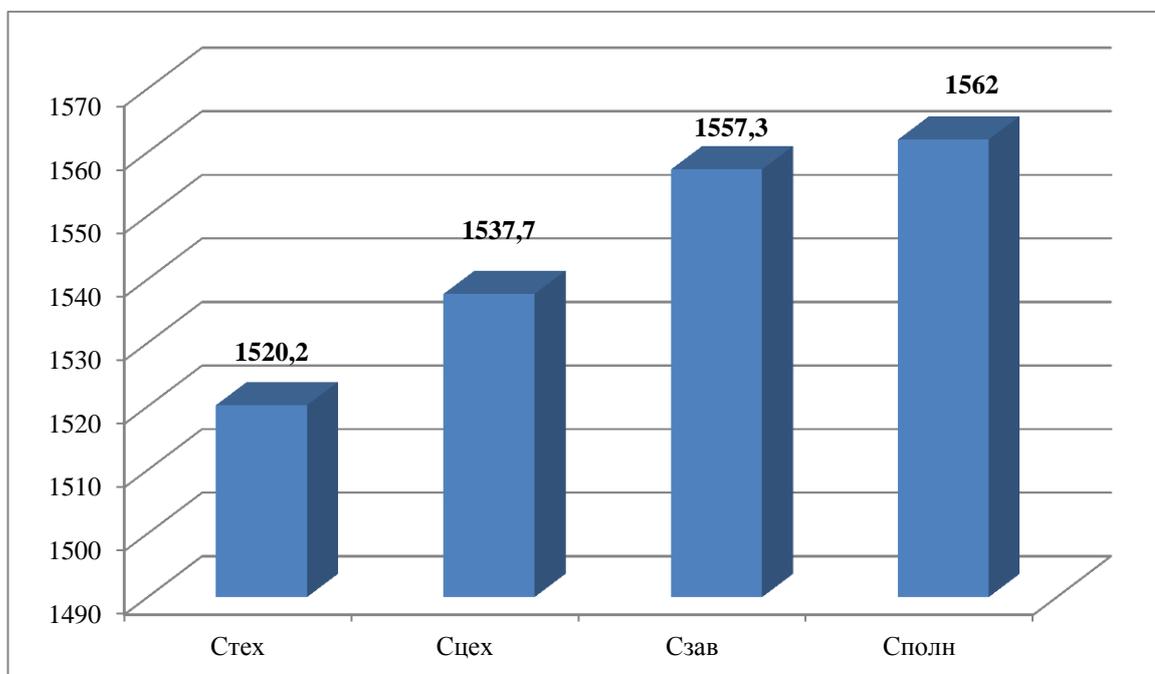


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 7 показана сформировавшаяся величина таких экономических параметров, как: технологическая ($C_{\text{ТЕХ}}$), цеховая ($C_{\text{ЦЕХ}}$), производственно-заводская ($C_{\text{ЗАВ}}$) и полная ($C_{\text{ПОЛН}}$) себестоимостей. Согласно представленным данным величина полной себестоимости

составила 1562 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 8 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

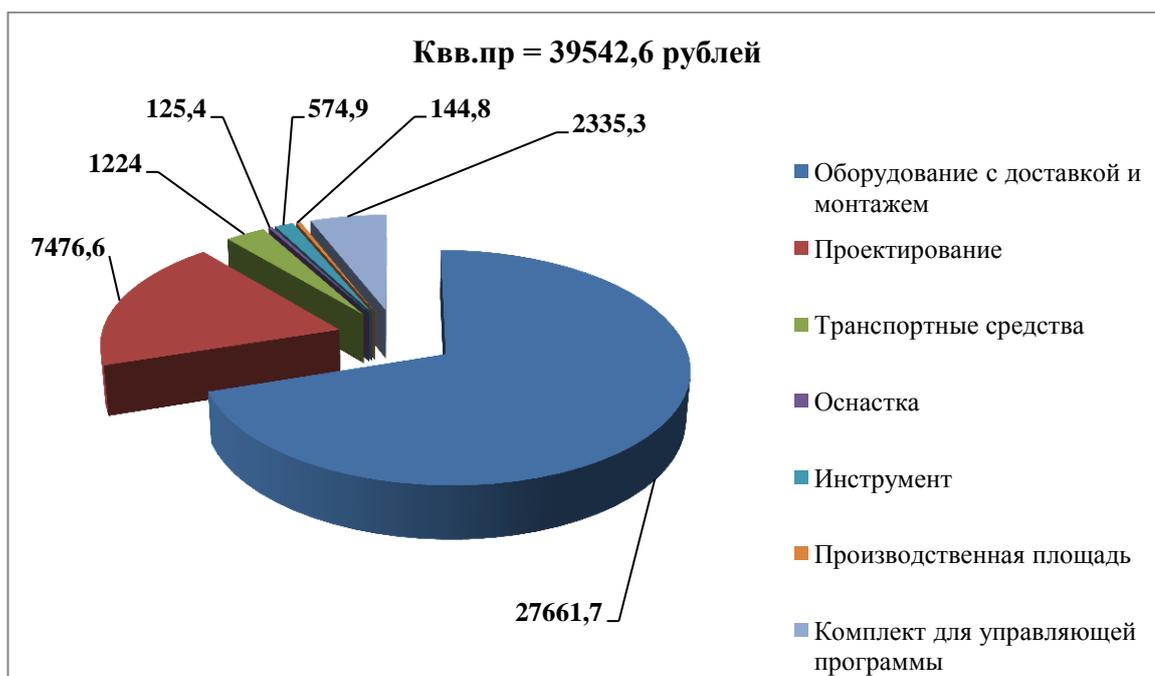


Рисунок 8 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 8, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование с доставкой и монтажом, данные инвестиции составят 27661,7 руб., что составляет 70 % от всех капитальных вложений. Второй статьёй затрат являются затраты на проектирование, величина которых составляет 7476,6 руб. или 18,9 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Третье место, в рейтинге весомости, занимают затраты в управляющую программу, ее величина составляет 2335,3 руб. или 5,9 %. Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние

на конечную величину, являются незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,3 % до 3,1 % от общего значения.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 62480 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 2 лет. Это допустимый срок окупаемости для производственных процессов.

Методика определения экономической эффективности [10, с. 22-23] позволила получить значения таких параметров как: интегральный экономический эффект, составляющий 5086 руб. и индекс доходности с величиной 1,13 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления поршня гидрокопировального суппорта.

Вывод: в данном разделе определена величина экономической эффективности.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были рассмотрены и решены следующие задачи:

- разработан чертеж детали в графической части бакалаврской работы;
- проведен анализ исходных данных, по чертежу детали и механизма, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведен выбор заготовки и ее проектирование, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа заготовки в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа плана обработки в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проведено проектирование приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа инструмента в графической части бакалаврской работы;
- проведен расчет экономического эффекта, который получается за счет введения прогрессивной технологии и оснастки, составляет 5086 руб.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления поршня гидрокопировального суппорта минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процес-сов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3																				
Лист 2																				
Поршень																				
Обозначение документа																				
Аз	Цех	Уч.с	РМс	Опер.с	Код, наименование операции					СМс	Проф.с	Рс	УТс	КРс	КОИДс	ЕНс	ОПс	Кшт.с	Дпт.с	
Бз	Код, наименование оборудования										СМс	Проф.с	Рс	УТс	КРс	КОИДс	ЕНс	ОПс	Кшт.с	Дпт.с
А01с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б02с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б03с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б04с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б05с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б06с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б07с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б08с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б09с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б10с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б11с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б12с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б13с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б14с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б15с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б16с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б17с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
Б18с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с	с
МКс											с	с	с	с	с	с	с	с	с	с

Приложение Б

Операционные карты

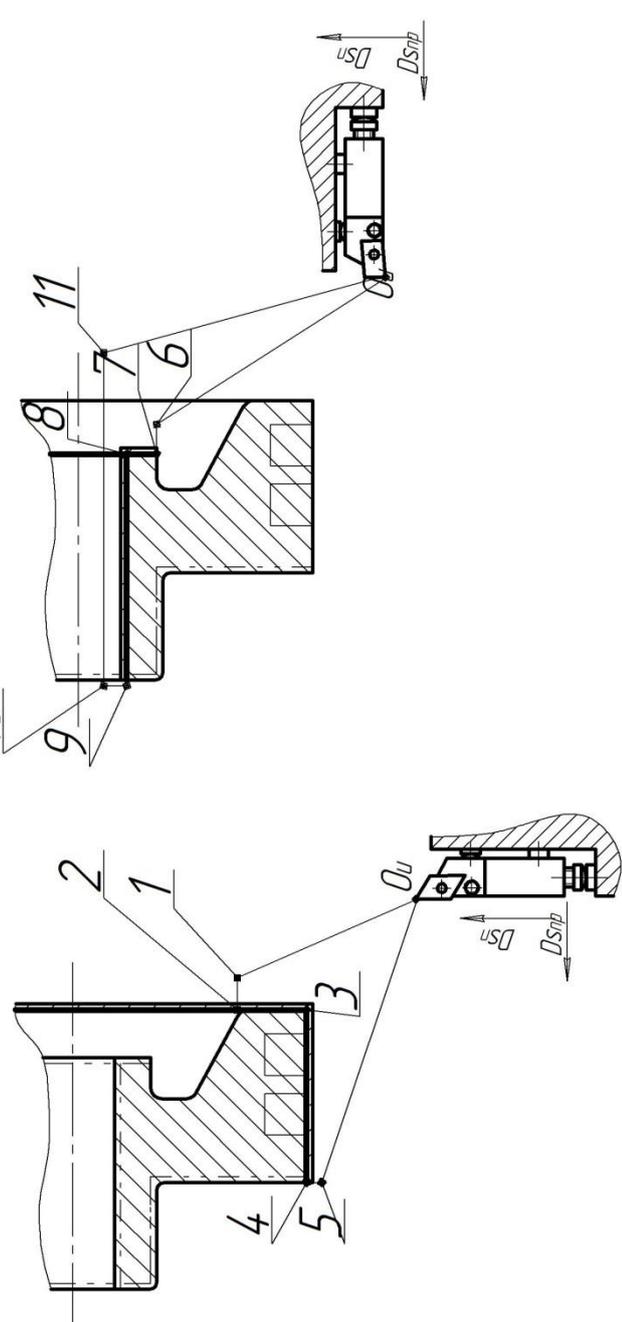
		ГОСТ 3.1404-86 Форма 3									
Дубл.о	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Взам.о	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Подп.о	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
□											
Разраб.✓	Морозов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Пров.✓	Воронов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Н.Контр.✓	Воронов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Утв.✓	Логинов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
□											
Наименование операции		ТГУ		Поршень		Профиль и размер		МЗ		КОИД	
Токарная		Сталь 19ХГНМ ГОСТ1050-88		166		6,8		а		а 1а	
Оборудование		Обозначение программы		ДМС		ДМС		ДМС		СОЖ	
Токарный станок с ЧПУ HJV LT Automation		-XXXXXXXXXX		а		а		а		5% эмульсия ГОСТ-1975-70	
р	а	Ш	а	Д	или В	а	а	а	а	а	а
01	Ас										
02	О	396160:XXXX Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый									
03	Р	Точить поверхности, выдерживая размеры согласно эскизу									
04	Т	397711:XXXX Державки QS Solo-Turn Prime для точения; Режущая пластина SANDVIC25 х 25									
05	Т	393120:XXXX Штангенциркуль									
06	а										
07	а										
08	а										
09	а										
10	а										
11	а										
12	✓										
□											
ОК	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

Дубль											
Взам.											
Подл.											
			Листов			Листов			Лист		
Разраб. Проб.	Морозова Воронов	ТГУ									
Н. контр. Утв.	Воронов Логинов	Поршень				Цех	Уч.	Р.М.	010		

Переход 1 Переход 2

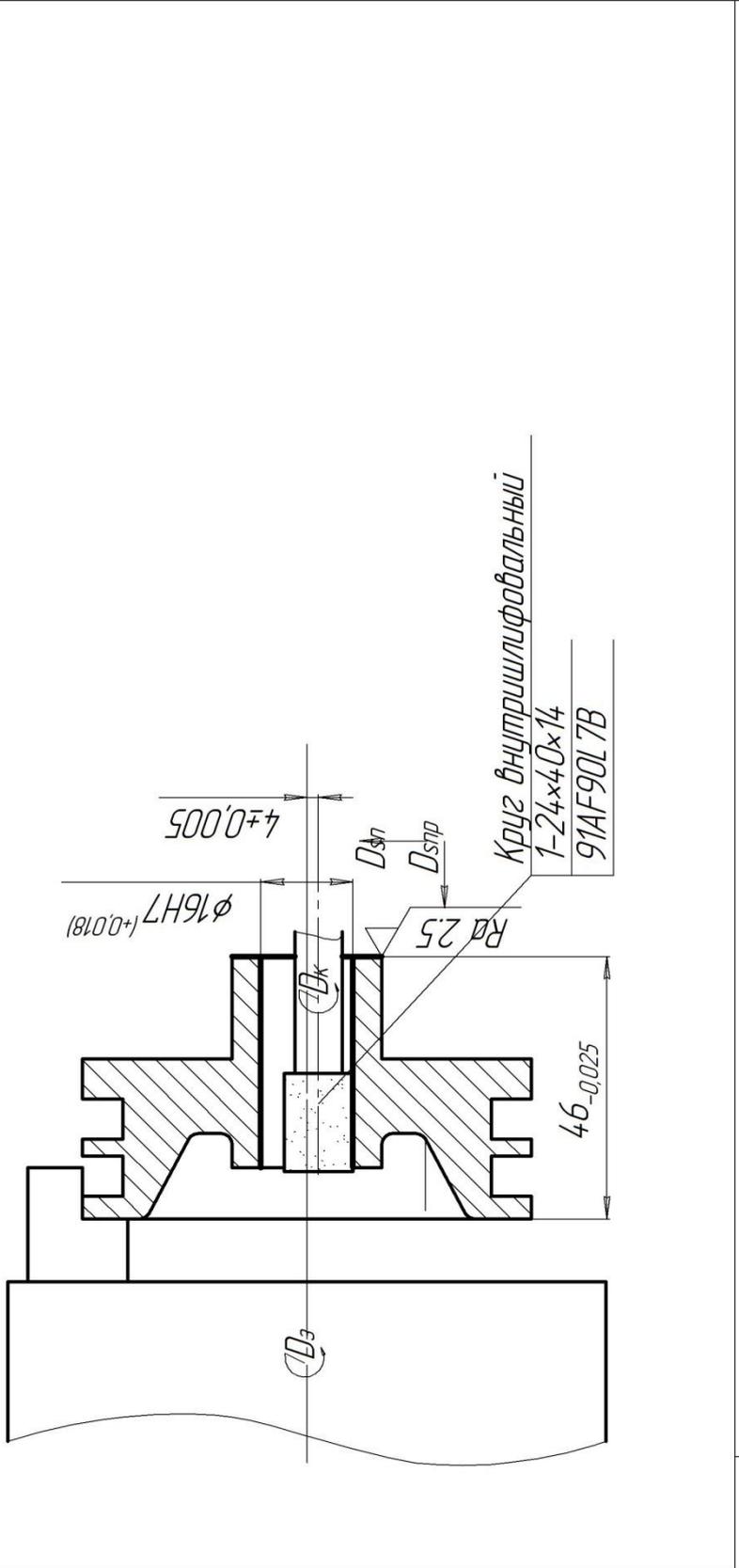


КЗ

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

Добл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Разраб.	Морозова																				
Проб.	Воронов																				
Н. контр.	Воронов																				
Утв.	Логинов																				
		ТГУ																			
		Поршень																			
		Цех	Уч.	Р.М.																	
					070																



КЭ

Приложение В
Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				<i>Документация</i>		
	A1		20.БР.ОТМП.730.70.000 СБ	Сборочный чертеж		
Справ. №				<i>Детали</i>		
	A1	1	20.БР.ОТМП.730.70.001	Корпус патрона	1	
	A4	2	20.БР.ОТМП.730.70.002	Подкулачок	3	
	44	3	20.БР.ОТМП.730.70.003	Сухарь	3	
	A4	5	20.БР.ОТМП.730.70.005	Кулачок сменный	3	
	A3	6	20.БР.ОТМП.730.70.006	Втулка-клин	1	
	A3	7	20.БР.ОТМП.730.70.007	Втулка	1	
	A4	8	20.БР.ОТМП.730.70.008	Винт специальный	1	
	A4	9	20.БР.ОТМП.730.70.009	Втулка	1	
	A4	11	20.БР.ОТМП.730.70.011	Втулка	1	
	A4	15	20.БР.ОТМП.730.70.015	Корпус	3	
	A4	18	20.БР.ОТМП.730.70.018	Штифт специальный	3	
	A1	27	20.БР.ОТМП.730.70.027	Корпус гидроцилиндра	1	
	A3	29	20.БР.ОТМП.730.70.029	Крышка	1	
	Инв. № дубл.	A3	31	20.БР.ОТМП.730.70.031	Шток	1
A4		33	20.БР.ОТМП.730.70.033	Втулка	1	
A3		34	20.БР.ОТМП.730.70.034	Крышка	1	
Взам инв. №	A3	35	20.БР.ОТМП.730.70.035	Поршень	1	
Подп. и дата						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p align="center">20.БР.ОТМП.730.70.000 СБ</p> <p align="center">Патрон</p> <p align="center">ТГУ ТМБз-1502а</p>
	Разрад.	Морозова				
	Проб.	Воронов				<p>Лит. 1</p> <p>Лист 1</p> <p>Листов 2</p>
	Н.контр.	Воронов				
	Утв.	Логинов				

Копировал

Формат А4

