

Аннотация

Технологический процесс изготовления корпуса гидроцилиндра. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления корпуса гидроцилиндра для условий среднесерийного производства.

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

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработано приспособление – самоцентрирующий патрон;
- разработан специальный метод совершенствования токарной обработки на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 49 страниц, содержащую 24 таблицы, 9 рисунков, и графическую часть, содержащую 6 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	8
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор средств технического оснащения.....	14
2.5 Разработка технологических операций	16
3 Проектирование приспособления и специального инструмента	18
3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления	18
3.2 Совершенствование токарной обработки	19
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.....	29
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	31
4.6 Выводы по разделу	33
5 Экономическая эффективность работы.....	35
Заключение.	40
Список используемых источников.....	41
Приложение А Маршрутная карта.....	44
Приложение Б Операционные карты.....	46
Приложение В Спецификация.....	48

Введение

В современном производстве широко используются различные типы силовых приводов. Одним из часто применяемых приводов является гидравлический привод.

Гидравлический привод имеет ряд существенных преимуществ перед другими типами приводов. Во первых, гидропривод имеет незначительные габариты, на единицу мощности. Во вторых он развивает большие усилия. В третьих он обладает высоким быстродействием. В четвертых он обеспечивает бесступенчатое регулирование усилия и скорости.

Для реализации данного тренда в современном народном хозяйстве применяется огромное количество силовых механизмов. Они находят применения во всех сферах реальной экономической деятельности.

Важнейшим элементом гидропривода является гидродвигатель – гидроцилиндр. Гидроцилиндр имеет сложное устройство. Основной деталью обеспечивающей работу гидроцилиндра является его гильза или корпус.

Поэтому тема данной бакалаврской работы является актуальной, а работы направленные на решение данных проблем являются необходимыми для развития современного машиностроения в тренде мирового развития.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления корпуса гидроцилиндра 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 - «Корпус гидроцилиндра» («Корпус») является составной частью гидроцилиндра, и предназначена для обеспечения работоспособности гидроцилиндра. Конструкция корпуса предусматривает обеспечение размещения внутри себя поршня со штоком, а по бокам крышек с системой подвода рабочей среды - масла. Указанные особенности конструкции корпуса гидроцилиндра, позволяют обеспечить значительные величины усилий на выходе, при незначительных размерах самого гидроцилиндра. Данное обстоятельство обеспечивает компактность гидропривода, при сохранении силовых и скоростных характеристик. Общий вид гидроцилиндра показан на рисунке 1. Ниже представлены технические характеристики и технические требования на данный гидроцилиндр.

Техническая характеристика

1. Номинальное давление P , МПа	32
2. Максимальное давление P , МПа	40
3. Максимальное усилие F , Н	78500
4. Скорость прямого хода v , м/с	0,075
5. Скорость обратного хода v , м/с	0,1725
6. Ход поршня s , мм	500
7. Нагрузка F , кН	20
8. Перемещаемая масса, кг	2000
9. КПД: механический/гидравлический	0,9/0,9
10. Мощность P , кВт	4,5

Технические требования

1. Детали гидроцилиндра перед сборкой очистить от грязи, стружки, продуть сухим сжатым воздухом.

2. Трущиеся поверхности смазать маслом, покрыть.
3. Наружные поверхности (не рабочие) покрыть эмаль НЦ 11-123к, желтая ТУ 6-10-610-91.
4. Гидроцилиндр испытать давлением $P = 60$ МПа в течении 3-х мин.
5. Провести обкатку вхолостую, в объеме 300 двойных ходов, шток должен перемещаться плавно, без заедений и рывков; обеспечить торможение в конце хода.
6. Падение давления из полостей не более 0,005 МПа за 5 мин выдержки.
7. Упаковать: заглушить отв. подвода гидрозамка крышками.
8. Остальные ТТ по СТП 37.101.0731-91

Выполнение данных условий, обеспечивается формой рабочих поверхностей и размерами детали. Кроме этого, обеспечение данных условий происходит за счет оптимально подобранной точности размеров, взаимного расположения поверхностей и шероховатости поверхностей.

Материал детали - «Корпус гидроцилиндра» - Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Сталь 40ХН

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	98
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	58
Плотность материала	Мг/м ³	7,85
Твердость	НВ	167-200
Условный предел текучести	кгс/мм ²	78
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м ²	59

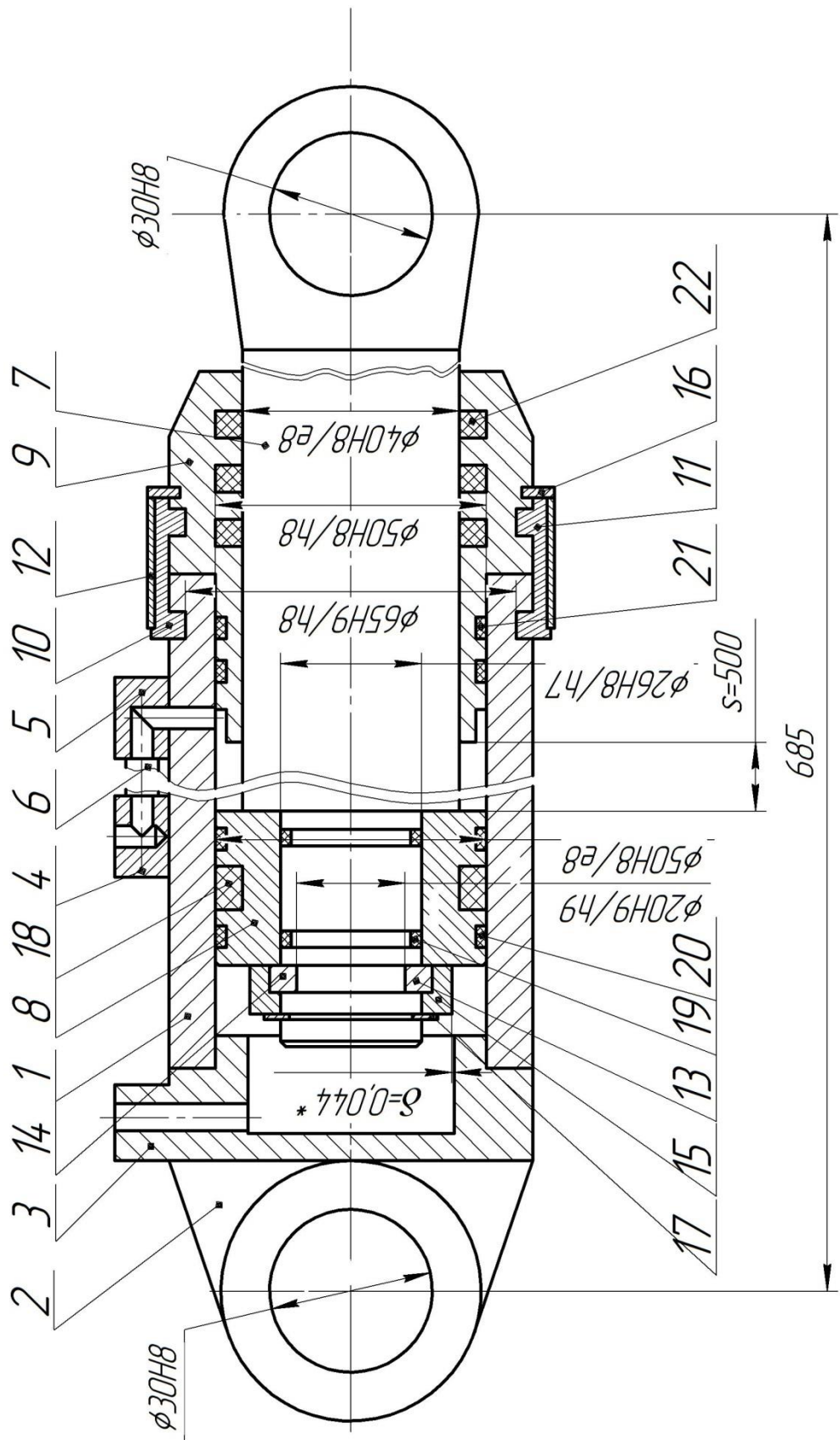


Рисунок 1 – Общий вид гидроцилиндра

Таблица 1.2 – Химический состав – Сталь 40ХН

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,36-0,44
Марганец	%	около 0,5-0,8
Кремний	%	около 0,17-0,37
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,035
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.

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	1
Вспомогательные конструкторские базы	2
Исполнительные	3
Свободные	Остальные

1.3 Технологичность детали

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

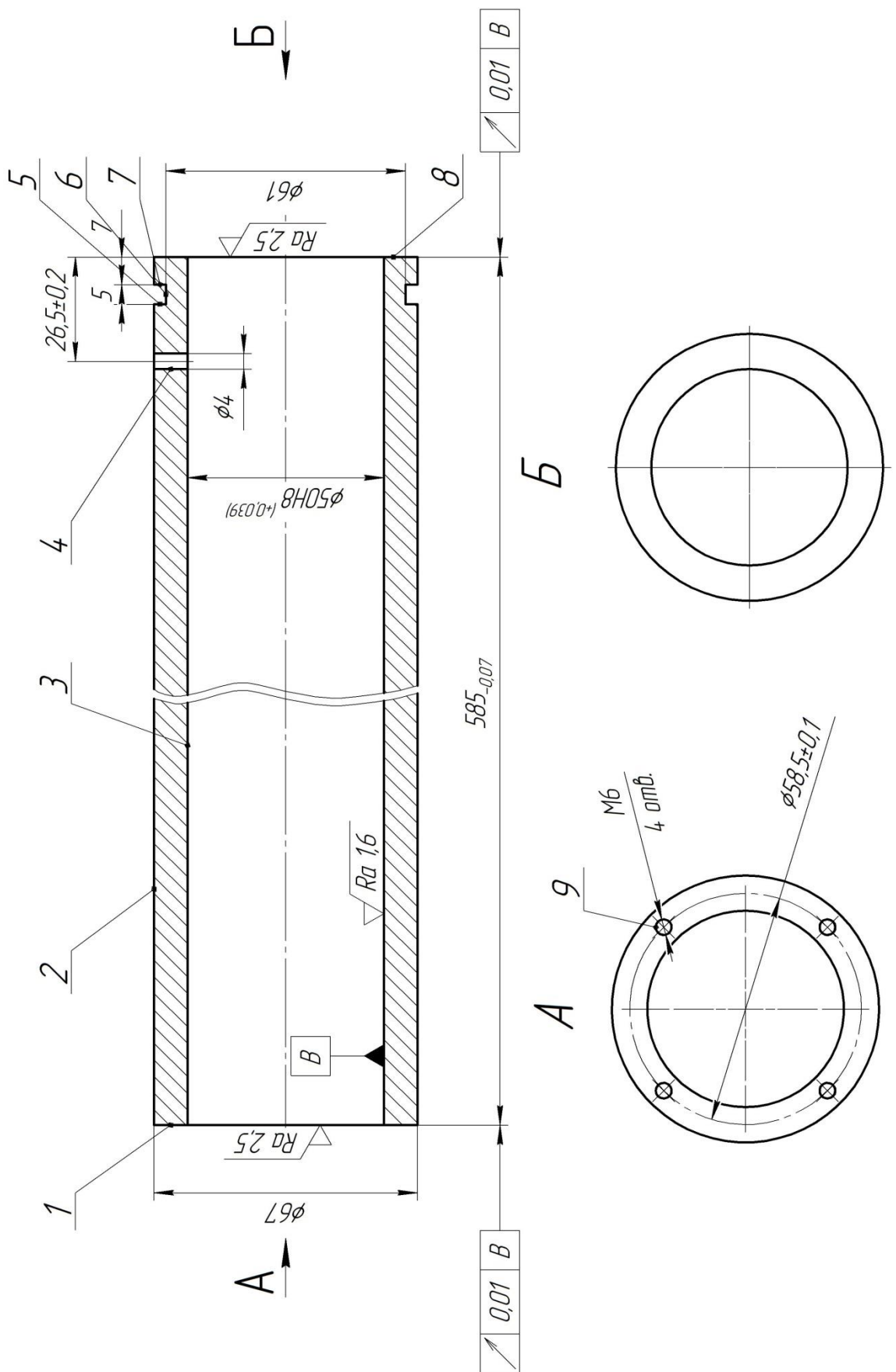


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Корпус гидроцилиндра»

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Наименование показателя	Расчетная зависимость	Расчет
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 9 / 9 = 1$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 7,2 / 10,6 = 0,68$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 8,6) = 0,88$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 / 3,9 = 0,25$

Вывод: Деталь - «Корпус гидроцилиндра», изготовленная из стали 40ХН, соответствует всем требованиям по технологичности, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение», для своей реализации требует решения следующих задач:

- 1) Решить задачу анализа исходных данных, для проектирования технологического процесса;
- 2) Решить задачу выбора заготовки и ее проектирования;
- 3) Решить задачу по разработке технологического процесса;
- 4) Решить задачу проектирования приспособления и специального инструмента;
- 5) Решить задачу обеспечения мероприятия по охране труда;
- 6) Рассчитать экономический эффект работы.

Вывод: в данном разделе произведен анализ исходных данных и сформулированы задачи работы

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 $N=1000$ шт/год, масса детали $m=7,2$ кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [17] определяем тип производства, как среднесерийный.

Стратегия среднесерийного 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

Согласно техническим требованиям на чертеже детали корпус гидроцилиндра заготовкой для данной детали должен быть прокат-труба 70-12,5-3000 ГОСТ 8734-75. Из одного такого проката трубы можно изготовить пять заготовок для данной детали. Масса одной такой заготовки будет составлять 10,6 килограмма.

2.3 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра» будем производить в два этапа. На первом этапе, разработаем маршрут обработки отдельных поверхностей детали - «Корпус гидроцилиндра», данные по разработке данного маршрута приведем ниже в таблице 5.

Таблица 5 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	2,5	8	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Точение тонкое-Термообработка
2	12,5	12	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое- Термообработка
3	1,6	8	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Точение тонкое-Термообработка-Внутришлифование
4	3,2	9	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Сверление-Термообработка
5	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение-Термообработка
6	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение-Термообработка

Продолжение таблицы 5

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
7	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение-Термообработка
8	2,5	8	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Точение тонкое-Термообработка
9	3,2	9	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Сверление-Нарезание резьбы-Термообработка

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 5, можно перейти ко второму этапу разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочения сведений второй этап разработки технологического процесса представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 - Технологический процесс изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Номер перехода	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	80	14	все	Заготовительная
010	1	12,5	12	2	Токарная
	2	12,5	12	3,8	
	3	3,2	9	3,8	
	4	2,5	8	3,8	
	5	3,2	9	5,6,7	
	6	3,2	9	4	
020	1	12,5	12	2	Токарная
	2	12,5	12	1,3	
	3	3,2	9	1,3	
	4	2,5	8	1,3	
	5	3,2	9	9	
	6	3,2	9	9	
030	-	-	-	все	Термическая
040	-	1,6	8	3	Внутришлифовальная
050	-	-	-	все	Моечная
060	-	-	-	все	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 6, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 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 7-10.

Таблица 7 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45
020	Токарная	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45
030	Термическая	-
040	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150
050	Моечная	Камерная моечная машина
060	Контрольная	-

Таблица 8 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Люнет самоцентрирующий, патрон трехкулачковый самоцентрирующий
020	Токарная	Люнет самоцентрирующий, патрон трехкулачковый самоцентрирующий
030	Термическая	-
040	Внутришлифовальная	Люнет самоцентрирующий, патрон трехкулачковый самоцентрирующий
050	Моечная	-
060	Контрольная	-

Таблица 9 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Сверло CoroDrill® 460, диаметр 4 мм, с покрытием PVD TiAlN
020	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC

Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
		Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Сверло CoroDrill® 460, диаметр 4,5 мм, с покрытием PVD TiAlN
		Метчик CoroDrill® 460, диаметр 6 мм, с покрытием PVD TiAlN
030	Термическая	-
040	Внутришлифовальная	Круг внутришлифовальный 1-40×25×40 24AF08LV5
050	Моечная	-
060	Контрольная	-

Таблица 10 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Штангенциркуль, микрометр, биенмер
020	Токарная	Штангенциркуль, микрометр, биенмер
030	Термическая	-
040	Внутришлифовальная	Микрометр, биенмер
050	Моечная	-
060	Контрольная	-

2.5 Разработка технологических операций

Для удобства расчета и визуализации параметры технологических операций изготовления промежуточного вала представим в виде таблицы 11, приведенной ниже. Расчет режимов резания проведем с использованием онлайн калькулятора SANDVIC.

Основное технологическое T_0 время было рассчитано из рекомендаций приложения 1 [12]. Данные по техническим нормам времени сведем в таблицу 11.

Таблица 11 – Режимы резания и нормы времени для технологического процесса изготовления детали - «Корпус гидроцилиндра»

№ операции	Наименование операции	№ перехода	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	1	120	300	1	250	1,2	13
		2	120	400	1	250	1,6	
		3	120	400	0,5	600	1,3	
		4	120	400	0,2	1200	1,6	
		5	120	5	0,2	200	0,12	
		6	120	10	0,2	200	0,25	
020	Токарная	1	120	300	1	250	1,2	8,8
		2	120	200	1	250	0,8	
		3	120	200	0,5	600	0,7	
		4	120	200	0,2	1200	0,8	
		5	120	20	0,2	200	0,5	
		6	120	16	1	200	0,1	
030	Термическая	-	-	-	-	-	-	-
040	Внутришлифовальная		480	600	0,1	3000	2	6
050	Моечная	-	-	-	-	-	-	-
060	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-

Чертежи наладок представлены в графической части настоящей работы.

Вывод: в данном разделе разработан техпроцесс изготовления детали.

3 Проектирование приспособления и инструмента

3.1 Проектирование приспособления

В данном разделе произведем расчет патрона, применяемого на операциях 010,020 Токарная. Вид заготовки – прокат-труба 70-12,5-3000 ГОСТ 8734-75.

Лимитирующим переходом по усилиям резания является точение поверхности 3. Составляющие сил резания $P_z = 1820 \text{ Н}$, $P_y = 970 \text{ Н}$.

Оборудование - токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45.

Расчет конструктивных показателей патрона будем производить в соответствии с методикой [15]. Данные по расчету конструктивных показателей патрона представлены ниже в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет конструктивных показателей патрона

Наименование конструктивного показателя	Расчетная зависимость	Расчет показателя
Усилие зажима от силы P_z	$W'_z = \frac{2K \cdot M'_P}{f \cdot d_2} = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}$	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1820 \cdot 50}{0,3 \cdot 50} = 15166 \text{ Н}$
Усилие зажима от силы P_y	$W_3'' = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot d_2}$	$W_3'' = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 970 \cdot 300}{2 \cdot 0,3 \cdot 50} = 18187 \text{ Н}$
Усилие зажима с учетом вылета кулачков	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K / H_K)}$	$W_1 = \frac{18187}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 22734 \text{ Н}$
Передаточное отношение клинового механизма	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(\alpha + \varphi) + tg \varphi_1}$	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(15 + 6) + tg 6} = 2,044$
Усилие на штоке	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 22734 / 2,044 = 11122 \text{ Н}$

Продолжение таблицы 12

Наименование конструктивного показателя	Расчетная зависимость	Расчет показателя
Диаметр поршня гидроцилиндра	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{11122}{2,5 \cdot 0,9}} = 63 \text{ мм}$
Ход поршня	$S_{\varrho} = \frac{S_w}{i_n}$	не менее 20 мм

3.2 Совершенствование токарной обработки

Повышение производительности токарной обработки является очень важной и серьезной задачей. Литературные исследования, направленные на решение данной задачи, будем проводить на основе патента РФ № 2705825 «Устройство индукционного нагрева для обработки поверхностей резанием», авторы: Бутенко Виктор Иванович, Анкудимов Юрий Павлович, Садовая Ирина Викторовна.

Причинами, препятствующими достижению технического результата, являются сложность переналадки индуктора с одного размера или конфигурации обрабатываемой детали на другие и низкая эффективность предварительного нагрева материала детали при обработке хромоникелевых и жаропрочных сталей и сплавов.

Техническим результатом изобретения является упрощение переналадки устройства при обработке деталей разных размеров и конфигураций и повышение эффективности предварительного нагрева материала детали при обработке резанием хромоникелевых и жаропрочных сталей и сплавов.

Для достижения технического результата в предлагаемом устройстве индукционного нагрева для обработки поверхности резанием установлена быстросъемная прижимная крышка из нетокопроводящего материала, а

соотношение толщин профильных пластин из трансформаторного железа при их чётном количестве каждой составляет 1:2.

На рисунках 3-6 показаны схемы различных частей данного устройства.

Устройство индукционного нагрева для обработки поверхности резанием содержит разъемный индуктор 1, снабженный набором профильных пластин 2 из трансформаторного железа, толщины которых при их чётном количестве каждой приняты в соотношении 1:2, а размеры сечения рабочего пространства индуктора приняты согласно соотношения $V_i = (1,3 - 1,5)V_d$, где V_i – один из размеров рабочего пространства индуктора, V_d – соответствующий ему размер обрабатываемой детали, кольцевую медной шину 3 с выводом контактов за пределы защитного кожуха 4, быстросменную прижимную крышку 5, закрепляемую на защитном кожухе 4, например, за счёт винтовых канавок в крышке 5.

Работа устройства состоит в следующем. Индуктор 1 с помощью механизма присоединения и базирования в виде оправки 6 устанавливается на суппорте револьверной головки токарного станка на позиции режущего инструмента. При повороте револьверной головки включается индуктор 1, который за счёт перемещения суппорта станка с продольной подачей $S_{пр}$ входит обрабатываемая деталь, вращающаяся с заданной скоростью резания V_d . Коммутатор 10 настраивается на определённое время, соответствующее требуемой температуре нагрева обрабатываемой детали, при достижении которой индуктор выключается и при помощи суппорта станка вместе с револьверной головкой отводится в исходное положение; головка поворачивается на одну позицию и осуществляется обработка нагретой поверхности детали режущим инструментом (например, резцом).

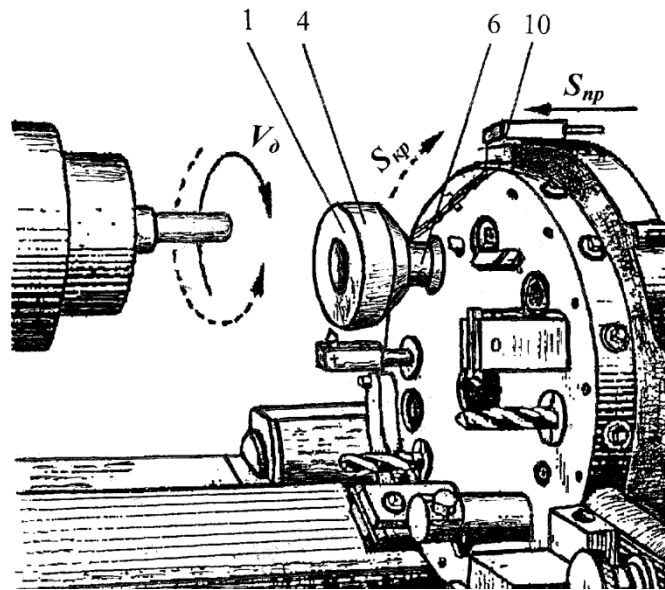


Рисунок 3 – Общая схема устройства

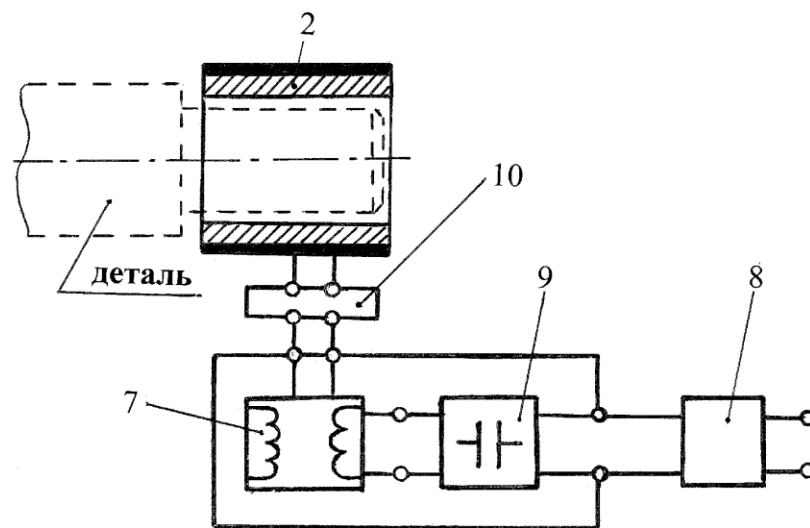


Рисунок 4 – Электрическая схема

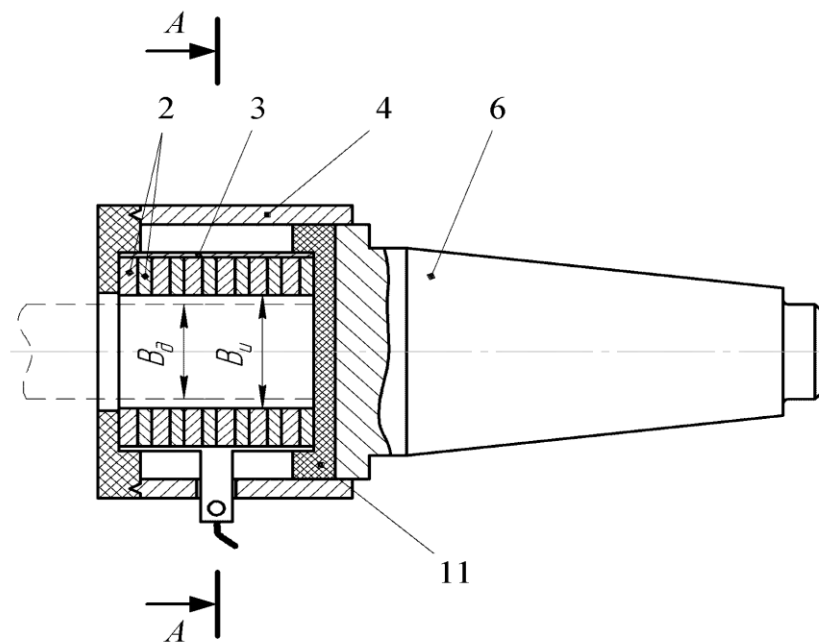


Рисунок 5 – Индуктор в сборе

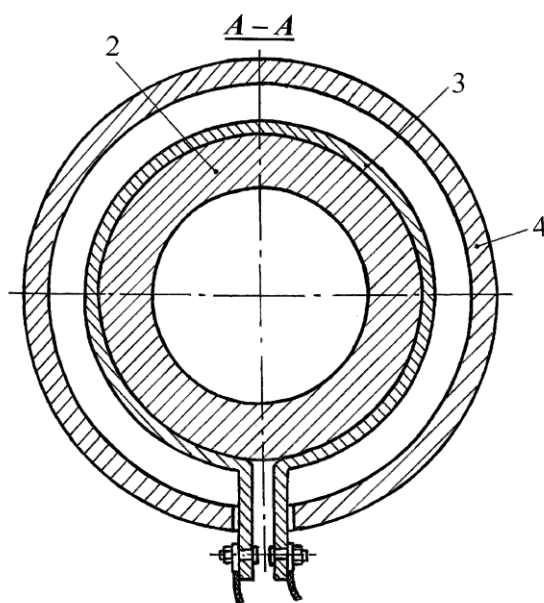


Рисунок 6 – Сечение индуктора

Индуктор 1 снабжён набором профильных пластин из трансформаторного железа 2, толщины которых при их чётном количестве

каждой приняты в соотношении 1:2, что усиливает воздействие магнитного поля, создаваемого благодаря кольцевой медной шины 3, и формирует синусоидальное высокочастотное волновое его изменение вдоль оси обрабатываемой детали, вследствие чего увеличивается интенсивность индукционного нагрева до заданной температуры при одновременном уменьшении требуемого времени воздействия магнитного поля.

Установка в устройстве быстросменной прижимной крышки 5 позволяет быстро производить переналадку индуктора с нагрева одной детали на другую, упрощает конструкцию устройства и обеспечивает надёжную фиксацию профильных пластин из трансформаторного железа 2 в рабочем пространстве индуктора 1 за счёт увеличенной длины винтовых канавок в крышке 5 и выступов на торце кожуха.

С целью обоснования установленного соотношения 1:2 между толщинами профильных пластин 2 при их чётном количестве каждой проведены испытания устройства индукционного нагрева для обработки поверхностей резанием с фиксированием времени предварительного нагрева детали τ до температуры $\Theta = 450^\circ\text{C}$. В предлагаемой конструкции индуктора использовались профильные пластины из трансформаторного железа с толщинами 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 и 2,5 мм, располагаемые поочерёдно друг за другом.

Испытания проводились на цилиндрических деталях из сплавов 45X25H20C2A и ЖС6У диаметром 36 мм и длиной 18мм. Для создания токов высокой частоты использовался машинный генератор мощностью 50 кВт и частотой 30 кГц. Температура нагрева поверхностей деталей Θ фиксировалась при помощи специального устройства для измерения температуры (см. патент RU № 91425U1 Устройство для измерения температуры металла при обработке поверхности резанием.

МПК G01K 7/00, опубл. 10.02.2010.), а время нагрева τ – при помощи электрического секундомера, подключённого к устройству для измерения температуры. Шероховатость обработанной поверхности детали по

параметру Ra определялась на профилографе-профилометре мод. 170311 в комплекте с компьютером, а толщина поверхностного слоя с изменёнными физико-механическими свойствами ΔH – при помощи специального устройства для измерения толщины поверхностного токопроводящего слоя изделия (см. патент RU № 76708U1 Устройство для измерения толщины поверхностного токопроводящего слоя изделия. МПК G02 D7/06, опубл. 27.09.2008). Чистовая токарная обработка предварительно нагретых деталей осуществлялась резцом, установленным на позиции револьверной головки после индуктора (см. фиг. 1) и оснащённым пластинкой твёрдого сплава T15K6, на следующих режимах: частота вращения шпинделя станка с закреплённой в нём обрабатываемой деталью $n_d = 125$ об/мин; продольная подача резца (продольная подача револьверной головки) $S_{пр} = 0,05$ мм/об; глубина резания $t = 0,5$ мм; без применения смазочно-охлаждающей жидкости.

Результаты испытаний приведены в таблице 1, из анализа которой видно, что наилучшие результаты по времени предварительного нагрева обрабатываемой детали до температуры 450оС и показателям качества поверхности детали Ra и ΔH достигаются при соотношении толщин профильных пластин 1:2 и при их чётном количестве по каждой толщине. Такое соотношение между толщинами профильных пластин и их чётном количестве по каждой толщине объясняется особенностью распространения синусоидального высокочастотного магнитного поля в пространстве, когда максимальная эффективность воздействия его достигается на определённом удалении от объекта (см. <http://www.mtomd.info/archives/1539>).

Выполнены исследования, подтвердившие эффективность использования предлагаемого устройства индукционного нагрева для обработки поверхности резанием по сравнению с наиболее близким аналогом (см. патент RU №2679861, МПК B23B 25/ 00, опубл. 13.02.2019г.).

Таблица 13 - Результаты испытаний по определению оптимального соотношения между толщинами

№ эксп.	Обрабатываемый материал	Толщины установленных пластин, мм	Количество пластин каждого размера	Показатели эффективности устройства		
				τ , с	Ra, мкм	ΔH , мм
1	45X25H20C2A	0,5/1	7	4,8	4,2	0,34
2		0,5/1	8	3,5	3,1	0,29
3		0,5/1	7	5,8	4,8	0,37
4		0,5/1	8	4,6	3,9	0,32
5		1/1,5	7	4,4	2,9	0,34
6		1/1,5	8	3,1	2,5	0,30
7		1/2	5	3,3	3,6	0,33
8		1/2	6	2,6	2,5	0,25
9		1/2	7	3,2	3,5	0,22
10		1/2	8	2,6	2,8	0,25
11		1/2,5	7	3,8	3,7	0,32
12		1/2,5	8	3,3	3,5	0,35
13		1/2,5	5	3,7	3,9	0,4
14		1/2,5	6	3,5	3,7	0,38
15	ЖС6У	1/2	6	2,9	2,6	0,25
16		1/2	7	4,3	3,6	0,4
17		1/2	8	2,9	3	0,29
18		1/2,5	7	3,9	3,9	0,37
19		1/2,5	8	3,4	3,6	0,38
20		1/2,5	5	3,9	4,1	0,41

Исследования проводились на деталях из сплавов 45X25H20C2A и ЖС6У диаметрами 24 и 36 мм и длиной 18 мм, прошедших предварительную черновую токарную обработку и имеющие следующие начальные показатели качества поверхностного слоя: $R_z = (30 - 40)$ мкм, $\Delta H = (0,40 - 0,45)$ мм. В устройстве были установлены профильные пластины из трансформаторного железа толщиной 1 и 2 мм по 6 штук каждой. Сравнение эффективности устройств индукционного нагрева для обработки поверхности резанием осуществлялось по времени τ предварительного нагрева обрабатываемой детали до температуры 450 $^{\circ}$ C и показателям качества профильных поочередно установленных пластин индуктора поверхностного слоя детали после чистовой токарной обработки Ra и ΔH и его износостойкости, которая определялась по интенсивности изнашивания материала поверхностного

слоя детали I за период времени 600 с при давлении контактируемых поверхностей $p = 2,5$ МПа, скорости скольжения $V_{ск} = 0,3$ м/с, температуре в зоне контакта $\Theta_k = 80^\circ\text{C}$ без смазки. В предлагаемой конструкции индуктора использовались профильные пластины из трансформаторного железа толщиной 1 и 2 мм в количестве 6 штук каждой, которые располагались поочередно друг за другом. Чистовая токарная обработка деталей после предварительного индукционного нагрева проводилась на токарно-револьверном станке мод. 1А751Ф3 с использованием резца с пластинкой твёрдого сплава Т15К6 на следующих режимах: $n_d = 125$ об/мин; $S_{пр} = 0,05$ мм/об; $t = 0,5$ мм; без применения смазочно-охлаждающей жидкости. Испытания окончательно обработанных деталей на износостойкость осуществлялась на установке для испытания материалов на истирание (см. Бутенко В.И. Научные основы нанотрибологии. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – С. 20 – 21).

Результаты сравнительных исследований эффективности устройств индукционного нагрева для обработки поверхности резанием приведены в таблице 2, из анализа которой следует, что использование предлагаемого устройства позволяет на 20 – 25% сократить время индукционного нагрева, в 1,2 – 1,3 раза уменьшить шероховатость обработанной поверхности и на 15 – 30% уменьшить толщину поверхностного слоя с изменёнными физико-механическими свойствами, что в 1,3 – 1,5 раза увеличивает износостойкость деталей. При этом более чем в 2 раза сокращается время переналадки устройства с нагрева одной детали на другую, отличную по размерам и конфигурации.

Таблица 14 - Результаты сравнительных испытаний эффективности устройств индукционного нагрева для обработки поверхности резанием.

Обрабатываемый материал	Диаметр детали, мм	Показатели эффективности устройства по патенту RU №2679861				Показатели эффективности предлагаемого устройства			
		τ , с	Ra, мкм	ΔH , мм	I, мг/ч	τ , с	Ra, мкм	ΔH , мм	I, мг/ч
45X25H20C2A	24	3,0	3,5	0,30	2,4	2,3	2,6	0,24	1,5
	36	3,4	3,1	0,28	2,3	2,6	2,7	0,25	1,7
ЖС6У	24	3,3	3,0	0,30	2,1	2,5	2,8	0,26	1,7
	36	3,6	3,0	0,31	2,0	2,9	2,6	0,25	1,6

Таким образом, применение предлагаемого устройства индукционного нагрева для обработки поверхности резанием по сравнению с прототипом (см. патент RU №2679861) за счёт установки быстросменной прижимной планки сократить время перенастройки индуктора на обработку деталей разных размеров и конфигурации на различных металлорежущих станках и существенно улучшает качество поверхностного слоя обработанных деталей за счёт создания синусоидального высокочастотного волнового магнитного поля, повышая их износостойкость.

Вывод: в данном разделе разработано приспособление и усовершенствован процесс токарной обработки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления корпуса гидроцилиндра с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 15 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 15 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Прокат-труба	Прокатчик	Прокатный стан	Сталь 40ХН
Механическая обработка	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45	Сталь 40ХН, ветошь
Механическая обработка	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150, патрон самоцентрирующийся	Сталь 40ХН, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 16 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 корпуса гидроцилиндра.

Таблица 16 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Прокат-труба	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	Прокатный стан
Токарная, 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	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45; Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150; зона резания, зажимные кулачки патрона, резцы, сверла, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В 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 крышки. Снижение рисков достигается мерами (таблице 17).

Таблица 17 – 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 18, 19 рассматриваются источники пожарной опасности, а

также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 18 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Прокат-труба	Прокатный стан	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки корпуса гидроцилиндра	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45; Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150	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 19 – 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

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 20-23. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 20 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 21 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45; Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средства пожаротушения, проведение инструктажей

Таблица 22 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технология изготовления корпуса гидроцилиндра	Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPERTURN 45; Внутришлифовальный станок Paragon RIG-150	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 23 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления корпуса гидроцилиндра
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 EMCO HYPERTURN 45 операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление - патрон. Инструмент контурный, канавочный резцы, расточной резец. Применяются материалы: Сталь 40ХН, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 15).

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 16).

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 17).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления корпуса гидроцилиндра (таблица 18). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 19, 20), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления корпуса гидроцилиндра (таблица 21).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления корпуса гидроцилиндра на окружающую среду (таблица 22). 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 23).

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

Мероприятия, предложенные в данном разделе по защите работника от вредных производственных факторов, необходимы и достаточны.

Данные мероприятия не требуют применения каких либо специфических средств защиты, а следовательно не являются в финансовом плане особо затратными.

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 корпуса гидроцилиндра, которое кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010 и 020 операции – токарные;
- 040 операция – внутришлифовальная;
- 030, 050 и 060 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 24.

Таблица 24 – 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 24, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 7 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

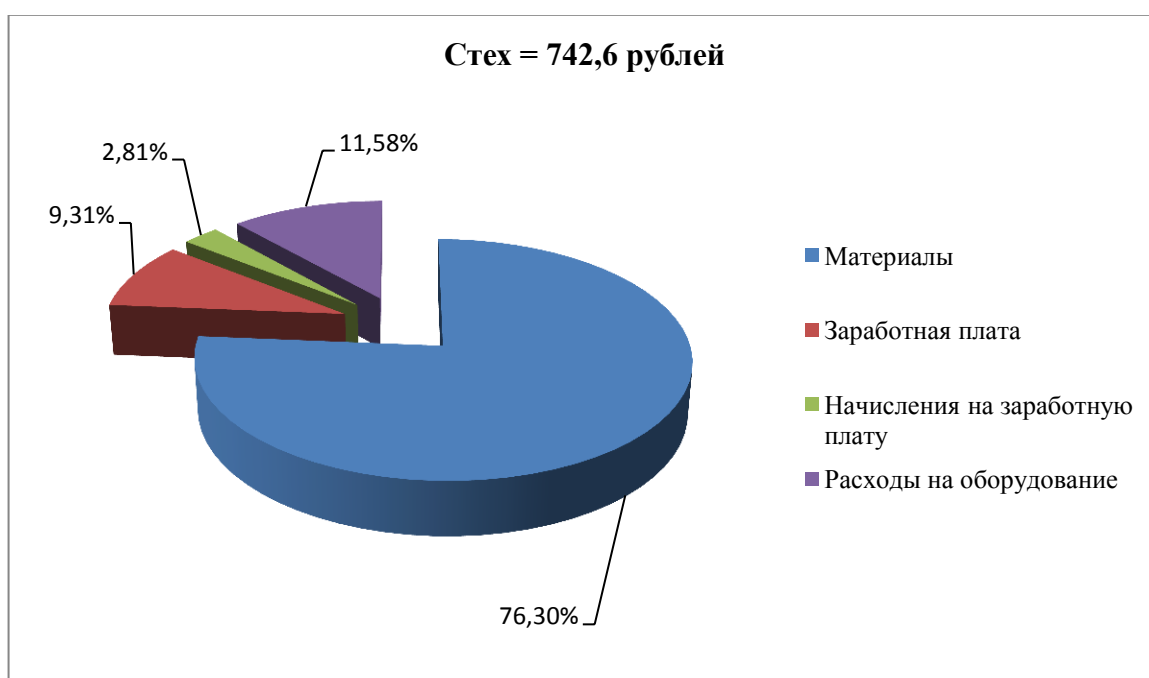


Рисунок 7 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 7 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют около 76,3 % от всей величины технологической себестоимости. Такой объем зависит из-за способа получения заготовки, ее массы и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом 11,6 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 8 показана калькуляция себестоимости изготовления.

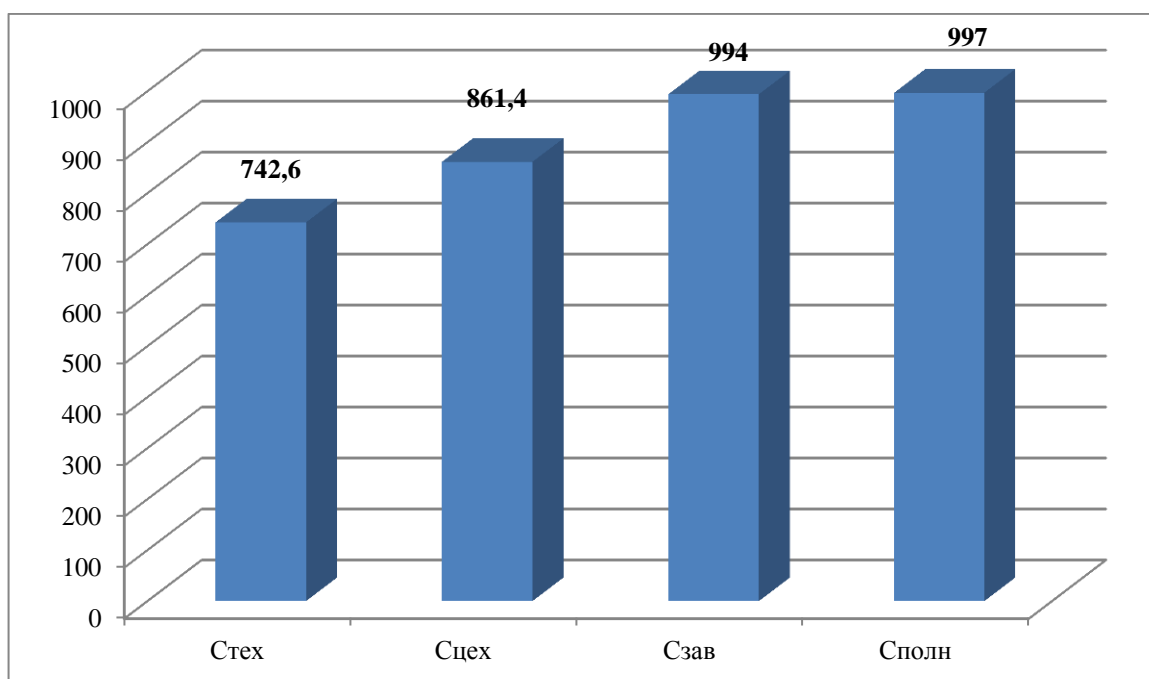


Рисунок 8 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 8 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 997 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 9 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

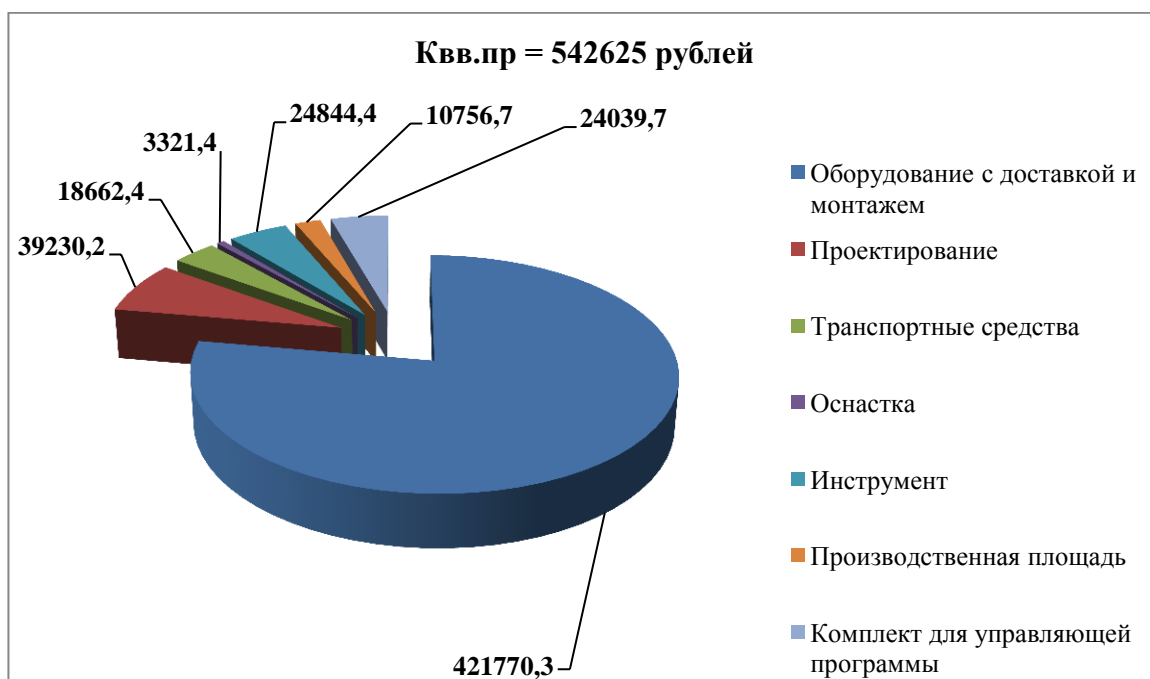


Рисунок 9 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 9, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование с доставкой и монтажом, величина которых составляет 421770,3 руб. или 77,7 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,6 % до 7,2 % от общего значения.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства

в 25 %, позволяющей получить 199400 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 4 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 89446,2 руб. и индекс доходности с величиной 1,16 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления корпуса гидроцилиндра.

Вывод: в данном разделе определена величина экономической эффективности, данная величина имеет положительное значение, следовательно, вывод об экономической эффективности разработанного технологического процесса можно считать доказанным.

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 очень подробно рассмотрены и решены следующие задачи:

- 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 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;
- определенный в работе экономический эффект составляет 89446,2 руб.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления корпуса гидроцилиндра с 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 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, 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.

Приложение А

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Листов		Листов		Листов		Листов	
1		2		3		4	
Дубл.							
Взам.							
Подп.							
ТТУ		Корпус					
Разраб.	Червяко						
Провер.	Резников						
Н.Контр	Резников						
Утв.	Логинов						
M01 Сталь 40ХНГ ГОСТ 4543-71							
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры
-	166	7,2			0,68		70-12,5-3000
M02							
А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Проф.	Р
Б	Код, наименование оборудования			СМ	УТ	ЕН	ОП
A03							
B04		000	XXXX	Заготовительная			
05Т							
06							
07							
080			010	4269	Токарная		
09Т	381825 XXXX Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPER TURN 45						
10	Льонет самоцентрирующий, патрон трехлапчатый самоцентрирующий, Державки QS Cogo Turn Prime для точения, Режущая пластина T-Max® P для точения						
11							
120		020	4269	Токарная			
13Т	381825 XXXX Токарный обрабатывающий центр EMCO HYPER TURN 45						
14	Льонет самоцентрирующий, патрон трехлапчатый самоцентрирующий, Державки QS Cogo Turn Prime для точения, Режущая пластина T-Max® P для точения						
15							
16Q		030	XXXX	Термическая			
17Т							
18							
19							
20Q		040	4230	Внутришлифовальная			
21Т	Внутришлифовальный станок Raagon RIG-150						
22	Льонет самоцентрирующий, патрон трехлапчатый самоцентрирующий, Круг внутришлифовальный 1-40×25×40 24AF08LV5						
23							
МК							

Приложение В

Спецификация

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.									
						<i>Документация</i>			
Справ. №	A1				20.БР.ОТМП.789.70.000 СБ	Сборочный чертеж			
						<i>Детали</i>			
	A1	1			20.БР.ОТМП.789.70.001	Корпус патрона	1		
	A4	2			20.БР.ОТМП.789.70.002	Подкулачок	3		
	44	3			20.БР.ОТМП.789.70.003	Сухарь	3		
	A4	5			20.БР.ОТМП.789.70.005	Кулачок сменный	3		
	A3	6			20.БР.ОТМП.789.70.006	Втулка-клин	1		
	A3	7			20.БР.ОТМП.789.70.007	Втулка	1		
	A4	8			20.БР.ОТМП.789.70.008	Винт специальный	1		
	A4	9			20.БР.ОТМП.789.70.009	Втулка	1		
	A4	11			20.БР.ОТМП.789.70.011	Втулка	1		
	A4	15			20.БР.ОТМП.789.70.015	Корпус	3		
	A4	18			20.БР.ОТМП.789.70.018	Штифт специальный	3		
	A1	27			20.БР.ОТМП.789.70.027	Корпус гидроцилиндра	1		
	Инв. № дубл.	A3	29			20.БР.ОТМП.789.70.029	Крышка	1	
		A3	31			20.БР.ОТМП.789.70.031	Шток	1	
A4		33			20.БР.ОТМП.789.70.033	Втулка	1		
Взам инв. №	A3	34			20.БР.ОТМП.789.70.034	Крышка	1		
	A3	35			20.БР.ОТМП.789.70.035	Поршень	1		
Подп. и дата									
Инв. № подл.					20.БР.ОТМП.789.70.000 СБ				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Черевко						
		Проб.	Резников						
	Н.контр.	Резников							
	Утв.	Логинов							
					Патрон		Лит.	Лист	
					Сборочный чертеж		1	2	
					ТГУ ТМБД-1502Б				

Копировал

Формат А4

