

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)

Технология машиностроения
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления вала распределительного
автомобиля «Гранта»

Студент	<u>Ю.С. Лапиков</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 вала распределительного автомобиля «Гранта». Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала распределительного автомобиля «Гранта» для условий массового производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность, формула станок.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработан специальный инструмент на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 66 страниц, содержащую 20 таблиц, 10 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Abstract

Technological process of manufacturing the shaft of the distribution car "Grant". Bachelor's work. Tolyatti. Togliatti state University, 2020.

The bachelor's work presents the technology of manufacturing the shaft of the distribution car "Grant" for mass production conditions.

Keywords: part, billet, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency, machine formula.

When performing bachelor's work the following results were obtained:

- analyzed the initial data for the design of the technical process of the part;
- developed technological process;
- developed a special tool based on literary research;
- measures on safety and environmental friendliness of the project were studied;
- the value of the economic efficiency of the developed technology is studied.

The bachelor's work contains an explanatory note of 66 pages, containing 20 tables, 10 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных	7
1.1 Служебное назначение детали.....	7
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Технологичность детали.....	11
1.4 Задачи работы.....	11
2 Разработка технологической части работы.....	13
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	13
2.2 Определение такта выпуска.....	14
2.3 Проектирование заготовки.....	14
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	16
2.5 Обоснование схем базирования.....	18
2.6 Выбор средств технического оснащения.....	20
2.7 Разработка технологических операций	23
3 Расчет и проектирование оснастки	32
3.1 Расчет и проектирование приспособления	32
3.2 Проектирование режущего инструмента	38
3.3 Проектирование контрольного приспособления.....	40
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	41
4.2 Идентификация профессиональных рисков	41
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	42
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	45
4.6 Выводы по разделу	46
5 Экономическая эффективность работы	48
Заключение.	53
Список используемых источников.....	55

Приложение А Маршрутная карта.....	58
Приложение Б Операционные карты.....	61
Приложение В Спецификация.....	65

Введение

Одним из важнейших агрегатов автомобиля, который определяет качество его эксплуатации, является двигатель. В АО «АвтоВАЗ» ежегодно производится большое количество двигателей для различных моделей, в том числе для «Гранты».

На АО «АвтоВАЗ» существует полный цикл изготовления двигателей, который включает в себя заготовительное производство, механическую обработку, сборку и испытание двигателей. В основном там выпускаются инжекторные двигатели объемом 1,6 литра, которые обладают незначительными габаритами, низким расходом топлива, и значительной мощностью. Это соответствует идеологии разработки моделей семейства «Гранта».

Современный двигатель является сложнейшим механизмом. Для его надежной работы необходимо предельно точное изготовление его деталей и четкое соблюдения их взаимного расположения. Если этим пренебрегать, то будут возникать такие явления, как потеря мощности, детонация, вибрация, шум. Важнейшей деталью, обеспечивающей функционирование двигателя, является распределительный вал или распредвал. Поэтому тема данной бакалаврской работы является очень актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления распредвала 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 - «Вал распределительный автомобиля «Гранта»» (Распредвал) является составной частью двигателя, и предназначена для преобразования вращательного движения, от приводного ремня коленчатого вала, в поступательное движение выпускных клапанов. Общий вид двигателя показан ниже на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид двигателя автомобиля «Гранта»

Конструктивной особенностью распредвала, является точное взаимное расположение базовых и рабочих шеек. Точность их взаимного расположения, прямым образом влияет на качество и долговечность работы всего двигателя.

Указанные особенности конструкции распредвала и двигателя, позволяют обеспечить значительные величины крутящих и вращательных моментов на выходе, при незначительных размерах самого двигателя. Данное обстоятельство обеспечивает компактность двигателя в целом, при сохранении силовых и скоростных характеристик. Кроме этого, распредвал работает в условиях надежной смазки.

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 - «Распредвал» - чугун ВЧВГ 40-1, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблице 1. Кроме этого, в таблице 2, приведены данные о химическом составе материала данной детали. Данные таблицы показаны ниже.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Чугуна ВЧВГ 40-1

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	32
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	70
Плотность материала	Мг/м ³	7
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	170-230
Условный предел текучести	кгс/мм ²	40

Таблица 2 – Химический состав – Чугуна ВЧВГ 40-1

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 3,1-3,5
Марганец	%	около 0,4-1
Кремний	%	около 2-2,5
Фосфор	%	около 0,08
Медь	%	около 0,4-0,6
Хром	%	около 0,2
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	7,8
Вспомогательные конструкторские базы	2,3,4,23,24
Исполнительные	25,11
Свободные	Остальные

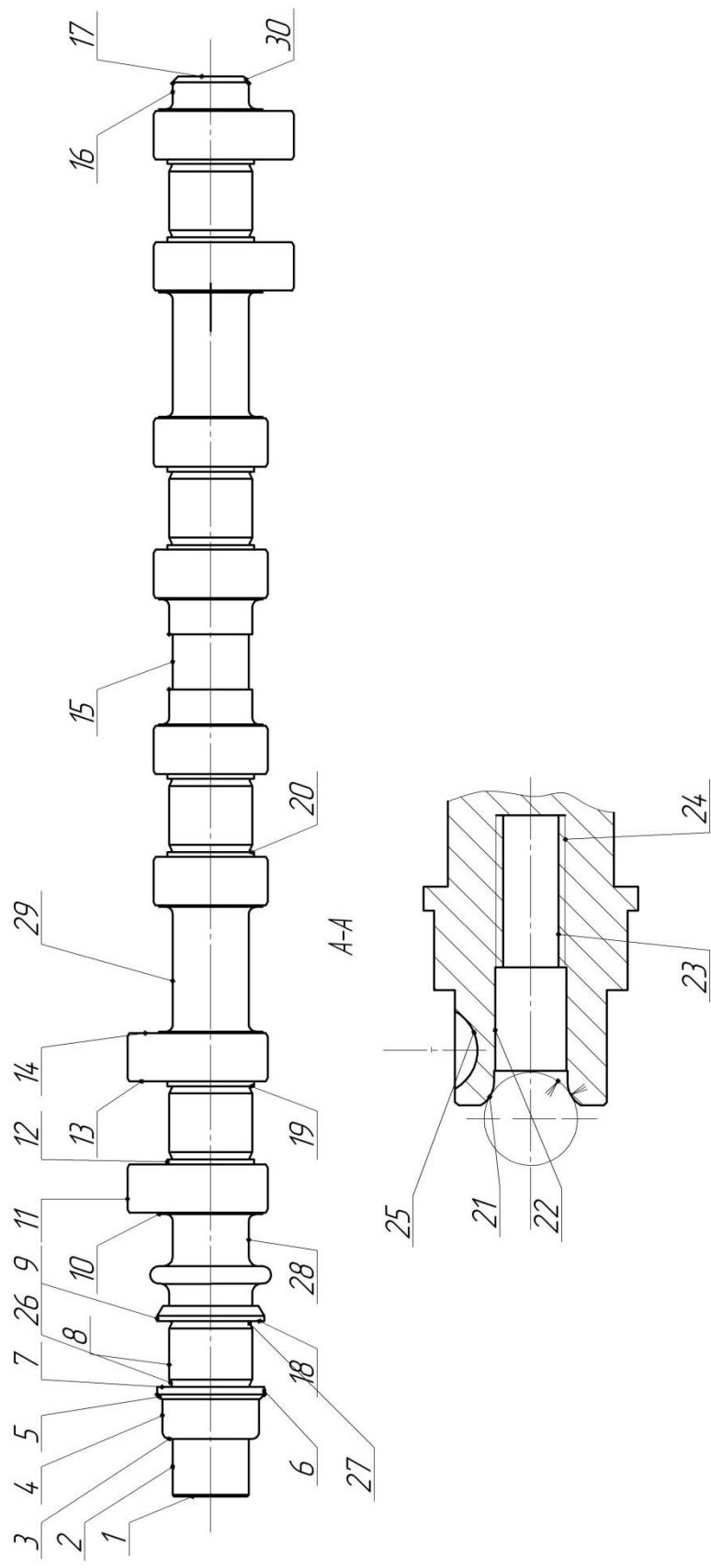


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Распредвал»

1.3 Технологичность детали

Исследование технологичности детали будем проводить, определяя соответствующие показатели по зависимостям, приведенным ниже:

- Коэффициент унификации $K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$, $K_{у.э.} = 17/30 = 0,57$;
- Коэффициент использования материала $K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$, $K_{и.м.} = 2,25/2,6 = 0,86$;
- Коэффициент точности $K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$, $K_{тч} = 1 - (1/8,2) = 0,86$;
- Коэффициент шероховатости $K_{ш} = 1/Ш_{ср}$, $K_{ш} = 1/2,4 = 0,42$.

Вывод: Деталь - «Распредвал», изготовленная из чугуна ВЧВГ 40-1, не соответствует всем требованиям по технологичности, и является нетехнологичной.

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 прогрессивных средств оснащения технологического процесса;
- обеспечения мероприятий по охране труда, в разделе пояснительной записке бакалаврской работы;
- рассчитать экономический эффект работы;
- разработать технологическую документацию и спецификации в приложениях к бакалаврской работе.

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 $N = 200000$ шт/год, масса детали $m = 2,25$ кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [17] определяем тип производства, как массовый.

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

- расстановка оборудования по выполнению технологического процесса;
- низкая квалификация рабочих;
- технологическая документация оформляется в виде операционных карт;
- припуски определяют размерным анализом;
- в качестве заготовки будет использоваться отливка;
- режимы резания вычисляются по эмпирическим зависимостям;
- нормирование осуществляется по такту выпуска;
- тип применяемого оборудования – специальный;
- тип применяемой оснастки – специальный;
- тип применяемого инструмента – специальный;
- тип применяемых средств контроля – специальный;
- перемещение изделий между операциями – межоперационный транспорт;
- коэффициент концентрации номенклатуры – 1;
- применение научных достижений – высокое.

2.2 Определение такта выпуска

В массовом производстве время на всех операциях технологического процесса задается тактом выпуска изделий, исходя из годового объема выпуска изделия и действительного годового фонда рабочего времени сборочного оборудования. Такт выпуска изделий определим по формуле (1):

$$T_{\text{д}} = \frac{F_{\text{д}} \times 60 \times m}{N} \text{ (мин)}, \quad (1)$$

где $F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд рабочего времени оборудования в одну смену;

$m=2$ - количество смен;

$N=200000$ шт. - годовой объем выпуска.

Определяем такт выпуска изделий по формуле (1):

$$T_{\text{д}} = \frac{4015 \times 60}{200000} = 1,02 = 1 \text{ мин.}$$

2.3. Проектирование заготовки

Общий вид заготовки детали - «Распредвал» представлен ниже на рисунке 3. Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- неуказанные уклоны 3° .
- неуказанные радиусы 2 мм.
- неуказанные припуски 2мм.
- на поверхностях шеек не допускаются трещины, раковины не более половины припуска.

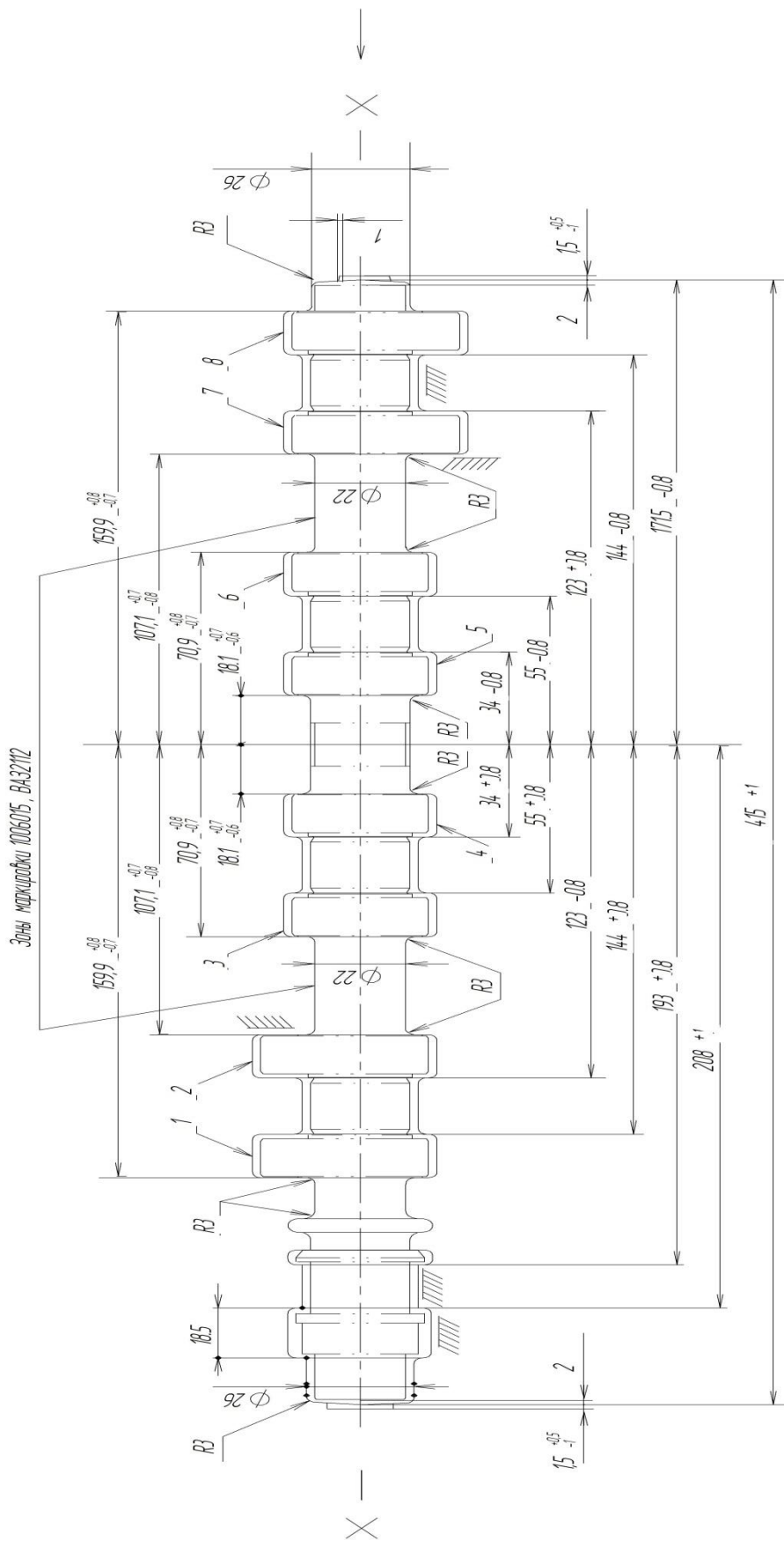


Рисунок 3 – Общий вид заготовки детали - «Распредвал»

- смещение по линии разъема модели не более 0,5 мм.
- максимальный прогиб не более 0,8 мм.
- базовые поверхности не должны иметь дефектов.

Величины допусков по размерам отливки распредвала представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Допуски на размеры отливки

Размер, мм	Допуск, мм	Размер, мм	Допуск, мм	Размер, мм	Допуск, мм
411,2	1,8	19,1	0,8	диаметр 24	0,8
210	1,4	158,9	1,2	диаметр 28	0,9
69,9	1,1	379,5	1,6	диаметр 31	0,9
16,7	0,8	108,1	1,2	диаметр 33	0,9
15	0,7	диаметр 22	0,8	диаметр 48	1,00

Чертеж отливки представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 Разработка ТП изготовления детали

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

Таблица 5 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Распредвал»

№ опер.	№ поз.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Содержание операции	Наименование операции
000	-	-	-	Выполнить отливку	Заготовительная

Продолжение таблицы 5

№ опер.	№ поз.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Содержание операции	Наименование операции
010	1	20	12	Фрезеровать торцы	Автоматическая
	2	20	12	Одновременно сверлить центровые отверстия и точить поверхности 1,2 и 9 с подрезкой торцов	
	3	10	10	Одновременно точить окончательно поверхность 1,2,9 и 17 и сверлить окончательно центровые отверстия	
	4	40	13	Точить шейку под центральный люнет	
	5	20	13	Точить шейки на остальные люнеты и поверхность 26	
	6	20	13	Подрезать правые торцы	
	7	20	13	Подрезать левые торцы	
	8	20	12	Точить левые канавки шеек	
	9	20	12	Точить правые канавки шеек	
	10	20	12	Точить предварительно шейки	
	11	10	12	Подрезать одновременно торцы шейки подшипника шкива	
	12	10	10	Точить окончательно шейки вала	
	13	10	9	Одновременно точить окончательно поверхность 1 и сверлить отверстие под болт	
	14	20	11	Нарезать резьбу в отверстиях под болт	
	15	5	10	Фрезеровать шпоночный паз	
	16	-	-	Зачистить заусенцы	
020	-	1	8	Шлифовать предварительно одновременно шейки вала	Шлифовальная
030	-	5	11	Шлифовать кулачки предварительно одновременно	Шлифовальная
040	-	-	-	-	Моечная
050	-	-	-	Отбелить поверхностный слой	Термическая
060	-	-	-	Править вал в регионе шеек (по необходимости)	Правильная
070	-	0,63	6	Шлифовать окончательно шейки одновременно	Шлифовальная

Продолжение таблицы 5

№ опер.	№ поз.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Содержание операции	Наименование операции
080	-	0,5	10	Шлифовать одновременно кулачки окончательно	Шлифовальная
090	-	-	-	Контроль твердости на кулачках	Контрольная
100	-	-	-	Контроль трещин	Контрольная
110	-	-	-	Контроль размеров	Контрольная
120	-	2,5	10	Точить упорные торцы одновременно окончательно	Токарная
130	-	0,63	7	Шлифовать одновременно поверхности 1,2	Шлифовальная
140	-	0,2-0,32	-	Суперфиниш шеек, кулачков и поверхность 2 (под сальник)	Суперфинишная
150	-	-	-	-	Моечная
160	-	-	-	Автоматический окончательный контроль	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 5, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

2.5 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 Автоматическая – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 21) – явная.

Операция 020 Шлифовальная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 1) – явная.

Операция 030 Шлифовальная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 1) – явная.

Операция 070 Шлифовальная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 1) – явная.

Операция 080 Шлифовальная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 21) – явная.

Операция 120 Токарная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 21) – явная.

Операция 130 Шлифовальная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 1) – явная.

Операция 140 Супефинишная – схема базирования реализуется двойной направляющей базой – ось вращения, через поверхность (поверхность 8) – явная, плюс она же опорная база, опорной базой (поверхность 21) – явная.

2.6 Выбор средств технического оснащения

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

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

Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 6-9.

Таблица 6 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Распредвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	-
010	Автоматическая	Автоматическая линия «Хонсберг»
020	Шлифовальная	Шлифовальный станок «Шаудт»
030	Шлифовальная	Шлифовальный станок «Шиесс копп»
040	Моечная	Камерная моечная машина
050	Термическая	-
060	Правильная	Пресс
070	Шлифовальная	Шлифовальный станок «Шаудт»
080	Шлифовальная	Шлифовальный станок «Шиесс копп»
090	Контрольная	-
100	Контрольная	-
110	Контрольная	-
120	Токарная	Токарный станок «Ейск»
130	Шлифовальная	Шлифовальный станок «Шиесс копп»
140	Суперфинишная	Суперфинишный станок «TIELENCHAUS»
150	Моечная	Камерная моечная машина
160	Контрольная	Установка для контроля «Марпосс»

Таблица 7 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Распредвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Автоматическая	Патрон специальный трехкулачковый

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
020	Шлифовальная	Патрон поводковый
030	Шлифовальная	
040	Моечная	-
050	Термическая	-
060	Правильная	-
070	Шлифовальная	Патрон поводковый
080	Шлифовальная	
090	Контрольная	-
100	Контрольная	-
110	Контрольная	-
120	Токарная	Патрон специальный трехкулачковый
130	Шлифовальная	Патрон поводковый
140	Суперфинишная	Патрон специальный трехкулачковый
150	Моечная	-
160	Контрольная	-

Таблица 8 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Распредвал»

№ операции	Наименование операции	№ поз.	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-	-
010	Автоматическая	1	Фреза торцевая, диаметр 100 мм, с покрытием PVD TiAlN
		2	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		3	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		4	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая ромбическая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		5	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая ромбическая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		6	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая ромбическая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		7	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая ромбическая пластина T-Max® P для точения SANDVIC

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	№ поз.	Наименование инструмента
		8	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая треугольная канавочная пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		9	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая треугольная канавочная пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		10	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		11	Специальный подрезной блок T-Max® P для точения SANDVIC
		12	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		13	Сверло, диаметр 8,6 мм, с покрытием PVD TIALN
		14	Метчик, M10, с покрытием PVD TIALN
		15	Фреза шпоночная специальная, с покрытием PVD TIALN
		16	Абразивная лента
020	Шлифовальная	-	Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5
030	Шлифовальная	-	Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5
040	Моечная	-	-
050	Термическая	-	-
060	Правильная	-	-
070	Шлифовальная	-	Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5
080	Шлифовальная	-	Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5
090	Контрольная	-	-
100	Контрольная	-	-
110	Контрольная	-	-
120	Токарная	-	Специальный подрезной резцовый блок
130	Шлифовальная	-	Круг шлифовальный 3-500×80×120 37AF08LV5
140	Суперфинишная	-	Брусok абразивный ГА М40 ГФ1
150	Моечная	-	-
160	Контрольная	-	-

Таблица 9 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Распредвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Автоматическая	Набор калибров и специальных приспособлений
020	Шлифовальная	
030	Шлифовальная	

Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
040	Моечная	-
050	Термическая	-
060	Правильная	-
070	Шлифовальная	Набор калибров и специальных приспособлений
080	Шлифовальная	
090	Контрольная	Контроль твердости на кулачках
100	Контрольная	Контроль трещин
110	Контрольная	Контроль размеров
120	Токарная	Набор калибров и специальных приспособлений
130	Шлифовальная	
140	Суперфинишная	
150	Моечная	-
160	Контрольная	Установка для контроля «Марпосс»

2.7 Разработка технологических операций

Подробный расчет режимов резания проведем только на изменяемые операции и переходы: на операции 010 Агрегатной позиции 6 (7) и 12 – подрезка торцов кулачков и точение шеек вала и на 80 Шлифовальную операцию. На все остальные операции возьмем значения режимов резания или базового варианта или табличные.

Расчет режимов резания на позиции 6, 7 подрезки торцов кулачков.

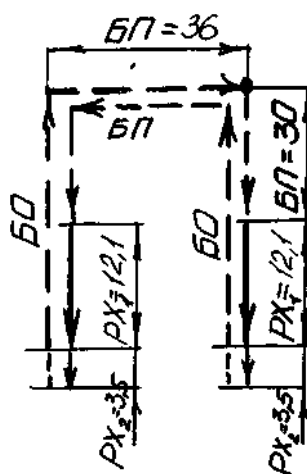


Рисунок 4 – Рабочие перемещения

Расчет рабочих и холостых перемещений инструмента согласно циклограмме:

Рабочие перемещения:

с первой подачей $PX_1 = 2 \cdot 12,1 = 24,2$ мм;

со второй подачей $PX_2 = 2 \cdot 3,5 = 7$ мм.

Подача $S = 0,3$ мм/об (табл. 11. [6] стр. 266)

Глубина резания $t = 0,8$ мм.

Определяем скорость резания по формуле (стр. 265, [6]).

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2)$$

где C_v , m , x , y – коэффициент и показатели степени, учитывающие реальные условия обработки (табл. 17., стр. 269., [6]): $C_v = 168,5$;
 $x = 0$; $m = 0,2$; $y = 0,4$.

T – стойкость инструмента, $T = 120$ мин.

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{i_v} \quad (3)$$

где K_{M_v} – коэффициент, учитывающий влияние материала:

$$K_{M_v} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad (\text{табл. 1., стр. 263., [6]});$$

$n_v = 1,25$;

$$K_{M_v} = \left(\frac{190}{200} \right)^{1,25} = 0,94 \quad (\text{табл. 1., стр. 263., [6]}).$$

K_{n_v} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, $K_{n_v} = 0,85$ (табл. 5., стр. 263., [6]).

K_{i_v} – коэффициент, учитывающий инструмент, $K_{i_v} = 1,2$ (табл. 2., стр. 263., [6]).

$$K_v = 0,94 \cdot 0,85 \cdot 1,2 = 0,96$$

Подача $S_1 = 0,3$ мм/об и $S_2 = 0,2$ мм/об.

Скорость при подаче S_1 :

$$v_1 = \frac{168,5}{120^{0,2} \cdot 0,8^0 \cdot 0,3^{0,4}} \cdot 0,96 = 110 \text{ м/мин.}$$

Скорость при подаче S_2 :

$$v_2 = \frac{168,5}{120^{0,2} \cdot 0,8^0 \cdot 0,2^{0,4}} \cdot 0,96 = 118 \text{ м/мин.}$$

Тогда числа оборотов:

$$n_{1расч} = \frac{110 \cdot 1000}{3,14 \cdot 61} = 580 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_1 = 600$ об/мин.

$$v_{1прин} = \frac{3,14 \cdot 61 \cdot 600}{1000} = 115 \text{ м/мин.}$$

Для подачи S_2 :

$$n_{2расч} = \frac{118 \cdot 1000}{3,14 \cdot 39} = 963 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n_2 = 900$ об/мин.

Тогда:

$$v_{1прин} = \frac{3,14 \cdot 39 \cdot 900}{1000} = 110 \text{ м/мин.}$$

Рассчитаем силу резания P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p.$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степени, учитывающие реальные условия резания: $C_p = 92$; $x = 1$; $y = 0,75$; $n = 0$ (табл. 22., стр. 274., [6]).

$$K_p = K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p}$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^n = \left(\frac{200}{190} \right)^{0,4} = 1,02 \text{ (стр. 264., [6]);}$$

$$K_{\phi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\Gamma p} = 0,87.$$

$$K_p = 1,02 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,87;$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 0,8^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 115^0 \cdot 0,87 = 260 \text{ Н.}$$

Определим мощность резания:

Поскольку одновременно работает 4 резца, то:

$$N_p = \frac{4 \cdot P_z \cdot v}{1020 \cdot 60};$$

$$N_p = \frac{4 \cdot 115 \cdot 4}{1020 \cdot 60} = 2 \text{ кВт.}$$

Расчет режимов резания на позицию 12.

Чистовое точение шеек вала:

Расчет рабочих и холостых перемещений:

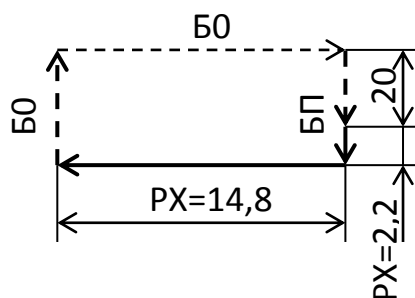


Рисунок 5 – Рабочие перемещения

Рабочие перемещения $L_{px} = 2,2 + 14,8 = 17 \text{ мм.}$

Холостые перемещения $L_{xx} = 22,2 + 14,8 + 20 = 57 \text{ мм.}$

Глубина резания $t = 0,3 \text{ мм.}$

Подача: Согласно (табл. 30., стр. 365., []) подача $S_o = 0,144 \text{ мм/об.}$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

$C_v = 292$; $x = 0,15$; $m = 0,2$; $y = 0,2$; $T = 240$ мин; $K_v = 0,96$; $t = 0,3$ мм.

$$v = \frac{292}{240^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 0,96 = 165 \text{ м/мин.}$$

Числа оборотов

$$n = \frac{165000}{3,14 \cdot 24,2} = 2170 \text{ об/мин.}$$

Принимаем $n = 2000$ об/мин.

Тогда:

$$v = \frac{3,14 \cdot 24,2 \cdot 2000}{1000} = 152 \text{ м/мин.}$$

Сила резания и мощность резания при чистовой обработке не считаются.

Расчет режимов обработки на шлифовальную 080-ую операцию.

Первоначально, согласно рекомендациям р.б. выбираем материал инструмента: 24А-15А20Н6Б, смесь электрокорунда белого и нормального, с содержанием основной фракции не менее 45% при зернистости 200 мкм, структура 6, на бакелитовой связке.

Рекомендуемая скорость шлифования: $v_{кр} = 33$ м/с.

Частота вращения заготовки: $n_3 = 60$ об/мин.

Припуск на шлифование:

$$z = 0,015 \text{ мм.}$$

Подача на врезание за 1 оборот заготовки: $S_o = 0,003$ мм/об.

Весь припуск снимается за n_p оборотов заготовки:

$$n_p = \frac{z}{S_o} = \frac{0,005}{0,003} = 5 \text{ обор.}$$

На выхаживание $n_b = 5$ обор.

Всего на обработку 2-х кулачков:

$n = 5 + 5 = 10$ обор.

На деталь (8 кулачков): $n_{\Sigma} = n \cdot 4 = 10 \cdot 4 = 40$ обор.

Диаметр круга $D = 630$ мм.

Число оборотов шпинделя $n = 1000$ об/мин.

На остальные переходы выберем или базовые режимы резания или табличные. Все режимы резания представлены в таблице 10.

Расчет норм времени.

Проведем подробный расчет норм времени на переходы 6, 7, 12 010-й Автоматической операции и на 80-ю Шлифовальную операцию. На остальные переходы и операции нормы времени (или базовые, или расчетные) представлены в таблице 8.6.

Расчет норм времени на 6 и 7-й переходы 10-й Агрегатной операции.

Рассчитанные ранее рабочие и холостые перемещения: $L_{px2} = 7$ мм.; $L_{px1} = 24,2$ мм.; $L_{xx} = 223,2$ мм.

Подачи рабочие: $S_1 = 0,3$ мм/об; $S_2 = 0,2$ мм/об. Скорость быстрых перемещений: $S_{xx} = 2800$ мм/мин.

Основное время $t_{очн} = \sum \frac{L_{PX_i}}{S_i \cdot n_i}$:

$$t_{очн} = \frac{24,2}{0,3 \cdot 600} + \frac{7}{0,2 \cdot 900} = 0,18 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_B = t_{B.M.} + t_{B.Y.} + t_{B.BKЛ.}$$

где $t_{B.M.}$ – время холостых перемещений:

$$t_{e.M.} = \frac{L_{XX}}{S_{XX}} = \frac{223,2}{2800} = 0,09 \text{ мин.}$$

$t_{B.Y.}$ – время на установку и снятие: $t_{B.Y.} = 7$ сек. = 0,12 мин.

$t_{B.BKЛ.}$ – время включения двигателей и переключения чисел оборотов
суммарное: $t_{BKЛ.} = 0,05$ мин.

$$t_b = 0,09 + 0,12 + 0,05 = 0,26 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{опер}} = t_o + t_b = 0,18 + 0,26 = 0,44 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{абс}} + T_{\text{отдых}}}{100}\right)$$

где $T_{\text{обл}}$ и $T_{\text{отд}}$ – время на обслуживание станка и отдых в % от $T_{\text{опер}}$

$$T_{\text{обл}} + T_{\text{отд}} = 12\%.$$

$$T_{\text{шт}} = 0,44 \cdot \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 0,5 \text{ мин.}$$

По базовому варианту $T_{\text{шт}} = 0,67$ мин. В результате изменения структуры переходов получили снижение штучного времени на 0,17 мин.

Расчет норм времени на 12-ю позицию 10-й Агрегатной операции.

Рабочие и холостые перемещения: $L_{\text{рх}} = 17$ мм.; $L_{\text{хх}} = 57$ мм.

Подачи рабочие и холостые: $S_o = 0,144$ мм/об; $S_{\text{хх}} = 2800$ мм/мин.

Основное время $t_{\text{осн}} = \sum \frac{L_{\text{рх}}}{S_o \cdot n}$:

$$t_{\text{осн}} = \frac{17}{0,144 \cdot 2000} = 0,06 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время:

$$t_b = t_{\text{в.м.}} + t_{\text{в.у.}} + t_{\text{в.вкл.}}$$

где $t_{\text{в.м.}}$ – время холостых перемещений:

$$t_{\text{в.м.}} = \frac{L_{\text{хх}}}{S_{\text{хх}}} = \frac{57}{2800} = 0,02 \text{ мин.}$$

$t_{\text{в.у.}}$ – время на установку и снятие: $t_{\text{в.у.}} = 0,12$ мин.

$t_{\text{в.вкл.}}$ – время включения двигателей и переключения чисел оборотов
суммарное: $t_{\text{вкл.}} = 0,05$ мин.

$$t_b = 0,02 + 0,12 + 0,05 = 0,19 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{опер}} = t_o + t_b = 0,06 + 0,19 = 0,25 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{T_{\text{обсл}} + T_{\text{отдых}}}{100}\right)$$

где $T_{\text{обсл}}$ и $T_{\text{отд}}$ – время на обслуживание станка и отдых в % от $T_{\text{опер}}$

$$T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} = 12\%.$$

$$T_{\text{шт}} = 0,25 \cdot \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 0,28 \text{ мин.}$$

Принимается штучное время 6-й и 7-й лимитирующих позиций.

Расчет норм времени на 080 Шлифовальную операцию.

Рабочие перемещения круга или заготовки:

Основное время:

$$t_{\text{осн}} = \frac{n_{\text{рез}}}{n_{\text{заг}}};$$

где $n_{\text{рез}} = 40 \text{ об.};$

$$n_{\text{заг}} = 60 \text{ об/мин.}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{40}{60} = 0,67 \text{ мин. (для 8-и кулачков).}$$

Холостые перемещения: $L_{\text{хх}} = 1174 \text{ мм.}$

Вспомогательное время:

$$t_b = t_{\text{в.м.}} + t_{\text{в.у.}} + t_{\text{в.вкл.}} + t_{\text{правк.}}$$

где $t_{\text{в.м.}}$ – время холостых перемещений:

$$t_{\text{в.м.}} = \frac{1174}{2500} = 0,47 \text{ мин.}$$

$t_{\text{в.у.}}$ – время на установку и снятие: $t_{\text{в.у.}} = 0,15 \text{ мин.}$

$t_{\text{в.вкл.}}$ – время включения двигателей и переключения чисел оборотов

суммарное: $t_{\text{вкл.}} = 0,06 \text{ мин.}$

$$t_{\text{правк.}} = 0,12 \text{ мин.}$$

$$t_b = 0,47 + 0,15 + 0,06 + 0,12 = 0,8 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = (0,67 + 0,8) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right)$$

где $T_{обл}$ и $T_{отд}$ – время на обслуживание станка и отдых в % от $T_{опер}$

$$T_{обл} + T_{отд} = 15\%.$$

$$T_{шт} = (0,67 + 0,8) \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) = 1,7 \text{ мин.}$$

В базовом варианте техпроцесса $t_{шт} = 1,925$ мин. Занесем все данные по режимам резания и нормам времени в таблицу 10.

Таблица 10 - Режимы резания и нормы времени техпроцесса

Наименование операции	Наименование и номер перехода	Режимы резания					Нормы времени		
		v , м/мин (м/сек)	n , об/мин	S_o , мм/об	t , мм	$n_{заг}$, об/мин	t_o	$t_{шт}$	
010 Автоматическая	1. Фрезерован.	94,3	300	1,5	1	–	0,08	0,5	
	2. Точ., сверл.	19,4/43...60	600	0,2/0,1	5,1/1,5	–	0,21		
	3. Точение	19,4/43...59	600	0,2/0,1	2/0,3	–	0,16		
	4. Точение	121	1650	0,4	0,5	–	0,054		
	5. Точение	161/119	1650	0,4/0,3	0,5	–	0,056		
	8. Точ. канавок 9. Точ. канавок	72...100	1000	0,24	4,7	–	0,06		
	10. Точение	106,2	1300	0,3	1,5	–	0,04		
	11. Подрезка	86...61	300	0,4	0,6	–	0,08		
	12. Точение	152	2000	0,144	0,3	–	0,06		
	13. Сверление	18,9	700	0,143	4,6/1	–	0,27		
	14. Резьбонар.	7,85	250	1,25	0,7	–	0,15		
	15. Фрезеров.	24,5	600	0,1	4	–	0,1		
	020 Шлифовальная	45 м/с	1300	0,009--	14,8	125	1,03		1,15
	030 Шлифовальная	43 м/с	1000	0,005	10,2	60	1,27		1,59
	040 Моечная						0,4		0,42
050 Термическая						0,9	0,96		
060 Правка						0,52	0,58		
070 Шлифовальная	35 м/с	1250	0,003...	14,8	125	1,01	1,13		
080 Шлифовальная	33 м/с	1000	0,003...	10,2	60	0,7	1,7		
120 Токарная	151	1550	0,144	0,2	–	0,09	0,4		
130 Шлифовальная	45 м/с	1550	0,032	28,2	250	0,67	0,78		
Суперфиниш:									

Вывод: в данном разделе разработан техпроцесс изготовления детали.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

В данном разделе производится расчет патрона трехкулачкового самоцентрирующего специального с делительной головкой, применяемого на операции 010 Автоматическая.

Рассчитываем силы резания и момент резания при сверлении диаметра 10,3 мм:

Момент резания по формуле (4):

$$M_p = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (4)$$

где C_m , q , y – коэффициент и показатели степени, учитывающие реальные условия резания: $C_m = 0,012$; $q = 2,2$; $y = 0,8$;

D – диаметр резания, $D = 10,3$ мм.

S_o – подача, $S = 2$ мм/об.

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки:

$$K_p = \left(\frac{HB}{190} \right)^n,$$

где n – показатель степени, учитывающий тип силы резания, $n = 0,6$.

$$K_p = \left(\frac{300}{190} \right)^{0,6} = 1,32.$$

$$M_p = 10 \cdot 0,012 \cdot 10,3^{2,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,32 = 4,3 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Осевая сила по формуле (5):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (5)$$

где $C_p = 42,7$; $q = 1,0$; $y = 0,8$ (табл. 32., [6]).

$$K_p = \left(\frac{300}{190}\right)^{0,6} = 1,32.$$

$$P_o = 10 \cdot 42,7 \cdot 10,3^1 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,32 = 1602 \text{ Н.}$$

Рассчитаем режимы резания при черновом точении диаметра 22:

Сила резания по формуле (6):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p. \quad (6)$$

где C_p , x , y , n – коэффициент и показатели степени, учитывающие реальные условия резания: $C_p = 123$; $x = 1$; $y = 0,85$; $n = 0$ (табл. 22., [6]).

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p},$$

$$\text{где } K_{M_p} = \left(\frac{300}{190}\right)^{0,4} = 1,2;$$

$$K_{\phi p} = 0,94; K_{\gamma p} = 1,1; K_{\lambda p} = 1,0; K_{\Gamma p} = 0,87$$

(табл. 23., стр. 278., [6]).

$$P_z = 10 \cdot 123 \cdot 1^1 \cdot 0,2^{0,85} \cdot 42^0 \cdot 1,2 \cdot 0,94 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,87 = 338 \text{ Н.}$$

Поскольку сила резания P_z не зависит от скорости резания, то при одинаковой глубине резания и подаче принимаем силу резания P_z одинаковую для всех диаметров.

Тогда крутящие моменты от резания:

$$M_{kp} = P_z \cdot \frac{d}{2} = 338 \cdot \frac{0,022}{2} = 3,72 \text{ Н·м – для } \varnothing 22 \text{ мм.}$$

$$M_{kp} = 338 \cdot \frac{0,031}{2} = 5,41 \text{ Н·м – для } \varnothing 31 \text{ мм.}$$

$$M_{кр} = 338 \cdot \frac{0,028}{2} = 4,73 \text{ Н}\cdot\text{м} - \text{для } \varnothing 28 \text{ мм.}$$

Произведем расчет усилия зажима по формулам (7), (8):

$$W_z = \frac{K P_z d_1}{f d_2}, \quad (7)$$

$$W_y = \frac{1,5 K P_y l'}{f d_2}, \quad (8)$$

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 (9):

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (9)$$

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 (9), 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 (7) и (8):

$$W = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 28,2}{3 \cdot 0,028 \cdot 0,7} = 2400 \text{ Н},$$

$$W_y = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 1011 \cdot 28,5}{0,3 \cdot 60} = 1246 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов выбираем наихудший вариант: $W=2400 \text{ Н}$.

Конструкция кулачка изображена на рисунке 6:

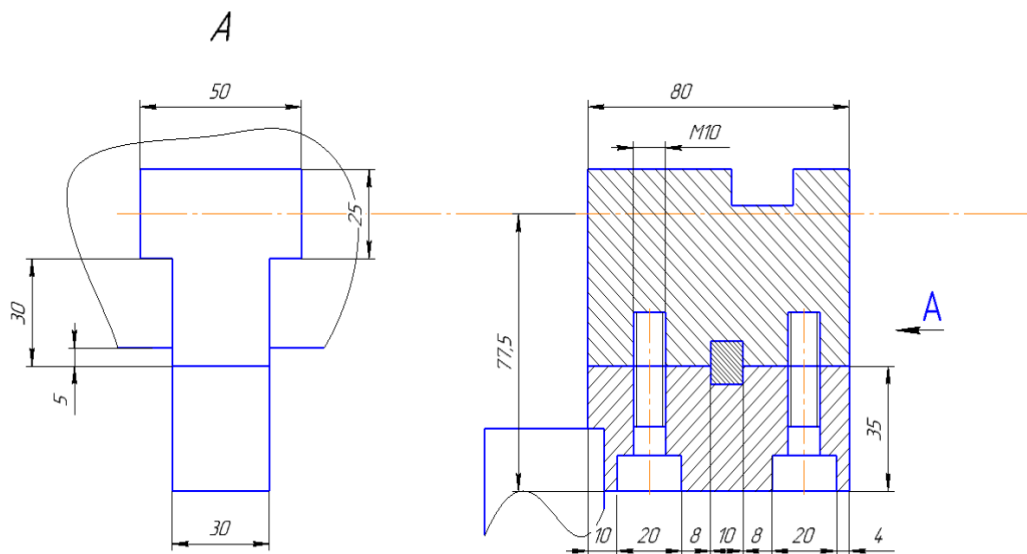


Рисунок 6 – Конструкция сменных и постоянных кулачков.

Произведём расчет усилия зажима W_1 , что прикладывается к кулачкам.

Рассчитаем по формуле (10):

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3I_{kf1}}{H_k}\right)}, \quad (10)$$

где l_k – вылет кулачка,

H_k – длина кулачка.

Вылет и длину принимаем, исходя из разработанной конструкции на рисунке 6. Следовательно, l_k и H_k соответственно равны 77,5 и 80 мм.

Подставим полученные значения в формулу (10):

$$W_1 = \frac{2400}{1 - \left(\frac{3 \cdot 77,5}{80} \cdot 0,1\right)} = 3428 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр патрона по формуле (11):

$$D_{\text{п}} = d_2 + 2H_k. \quad (11)$$

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 (12):

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (12)$$

Подставляя в формулу необходимые значения получаем:

$$Q = 3428/2 = 1714 \text{ Н.}$$

Расчет привода начинается с определения диаметра поршня для пневмопривода, наиболее используемого на производствах, по формуле (13):

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

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

Получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1714}{0,4}} = 73,96 \text{ мм, принимаем } 80 \text{ мм.}$$

По формуле (14) определим ход поршня:

$$S_Q = S_W \cdot i_c, \quad (14)$$

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

$i_c=2$ - передаточное отношение.

Тогда по формуле (14) 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.

В заключении рассмотрим вопрос устройства и принципа работы патрона.

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра 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 воздуха 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 режущего инструмента

Исходные данные.

Вид обработки – предварительное шлифование кулачков распределительного вала.

Материал заготовки и его состояние: высокопрочный чугун ВЧ ВГ 40-1, состояние после отливки, поверхность с коркой.

Оборудование: шлифовальный станок с ЧПУ «Шиесс копп».

Требуемая точность обработки – IT11.

Требуемое качество поверхности – Ra5,0 мкм.

Обработка одновременно осуществляется двумя кругами двух кулачков.

Периодичность правки – 2 детали или 16 кулачков.

СОЖ – Укринол-1.

Определение характеристик шлифовального круга.

На черновое шлифование кулачков распределительного вала применяем материал абразива 37А – электрокорунд титанистый.

Круги из подобного материала обладают наибольшей производительностью.

При определении режимов резания на шлифовальные операции получили $v_k = 43$ м/с. Отсюда найдем геометрические параметры круга. На данном станке шпиндельная головка имеет число оборотов $n = 1370$ об/мин.

Тогда, по формуле (15) наружный диаметр круга:

$$D = \frac{v \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot n} = \frac{43 \cdot 1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 1370} = 599,4 \text{ мм.}$$

Принимаем наружный диаметр круга $D = 600$ мм. Тогда по ГОСТ 2424-83 (табл. 8., стр. 387., [18]) внутренний диаметр $d = 305$ мм. Ширина кулачка определяет высоту круга $H = 25$ мм.

По рекомендациям (стр. 741., [8]) для обеспечения качества поверхности $Ra 5,0$ мкм необходима зернистость круга 24...40.

Принимаем зернистость 40 с нормальным содержанием зерен основной фракции (40...45%).

Степень твердости абразивного инструмента – С2 (для предварительного шлифования незакаленных чугунов).

Структура круга – 6 (стр. 705., [8]) открытая с содержанием зерна в круге 50%.

С подобной структурой круги изготавливаются только на керамической связке. Для врезного шлифования: К6 (стр. 703., [8]).

Таким образом получаем с материалом абразивного инструмента характеристики круга ПП600x25x305 37А 40Н С2 6К6, ГОСТ 2424-83.

Проектирование геометрии профилируемой части шлифовального круга.

Первоначальная форма шлифовального круга – ПП. После правки круг получает специальный профиль для формирования поверхности кулачка с фасками 30° . Ширина поверхности кулачка 14,45 мм.

Профиль поверхности шлифовального круга показан на рисунке 7.

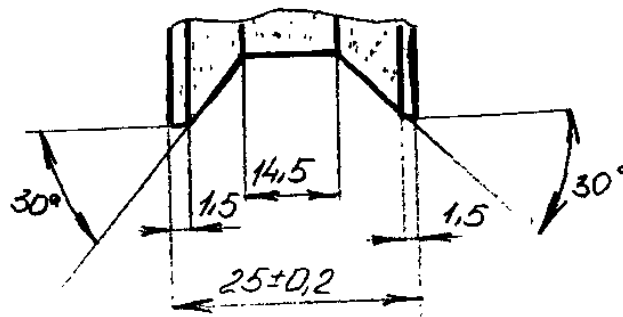


Рисунок 7 - Профиль поверхности шлифовального круга

Подробная конструкция шлифовального круга представлена на листе чертежа в графической части.

3.3 Проектирование контрольного приспособления

Основной конструкторской базой в осевом направлении является левый упорный торец шейки подшипника шкива и в диаметральной направлении шейки под подшипники. В базовом варианте техпроцесса базирование в приспособлении осуществляется по центровым отверстиям. Для контроля линейных размеров несоответствие баз в осевом направлении имеет значение.

Существенным недостатком базового варианта техпроцесса является контроль размеров до торцов кулачков по самим торцам, однако важнее для нас контроль не торцов, а контроль по фаске на кулачках, т.к. именно по этим поверхностям можно определить геометрическую мнимую центральную плоскость сечения кулачка, через которую и будет проходить и ось толкателя и ось клапана. Поэтому в нашем проекте предлагаем контролировать линейные размеры кулачков по фаскам этих кулачков (к тому эти поверхности являются значительно более точными и требуют особого контроля).

Вывод: в данном разделе разработано приспособление и режущий инструмент.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления вала распределительного автомобиля «Гранта» с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 11 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	чугун ВЧВГ 40-1, смазки графитовые
Механическая обработка	Автоматическая	Слесарь МСР	Автоматическая линия «Хонсберг», Патрон специальный трехкулачковый	чугун ВЧВГ 40-1, СОЖ, ветошь
Механическая обработка	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Шлифовальный станок «Шаудт», Патрон поводковый	чугун ВЧВГ 40-1, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 12 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 вала распределительного.

Таблица 12 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Литье	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	Автоматическая линия «Хонсберг», Шлифовальный станок «Шаудт», зона резания, зажимные кулачки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, 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 вала распределительного. Снижение рисков достигается мерами (таблица 13).

Таблица 13 – 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 14 – 17 рассматриваются источники пожарной опасности, а

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

Таблица 14 – 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 вала распределительного	Автоматическая линия «Хонсберг» Шлифовальный станок «Шаудт»	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 15 – 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 16 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления вала распределительного, Автоматическая линия «Хонсберг», Шлифовальный станок «Шаудт»	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

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 18 и 19. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – 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 вала распределительного	Автоматическая линия «Хонсберг», Шлифовальный станок «Шаудт»	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

4.6 Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и шлифовальной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на Автоматическая линия «Хонсберг» операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент контурный, канавочный резцы. Применяются материалы: чугун ВЧВГ 40-1, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11).

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 12).

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 13).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления вала распределительного (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления вала распределительного (таблица 17).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала распределительного на окружающую среду (таблица 18). 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 19).

Выявив и проанализировав технологию изготовления вала распределительного и, 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 держателя заднего сальника коленчатого вала распределительного автомобиля «Гранта», который кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010 операция – автоматическая;
- 020, 030, 070, 080, 130 операции – шлифовальные;
- 060 операция – правильная;
- 120 операция – токарная;
- 140 операция – суперфинишная;
- а также моечные операции (040 и 150), контрольные операции (090, 100, 110 и 160) и термическая операция под номером 050.

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 20.

Таблица 20 – 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 20, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 8 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

Анализируя представленные на рисунке 8 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют чуть больше 74 % от всей величины технологической себестоимости. Данный объем объясняется способом получения заготовки, ее массой и используемым материалов. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом 25,7 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

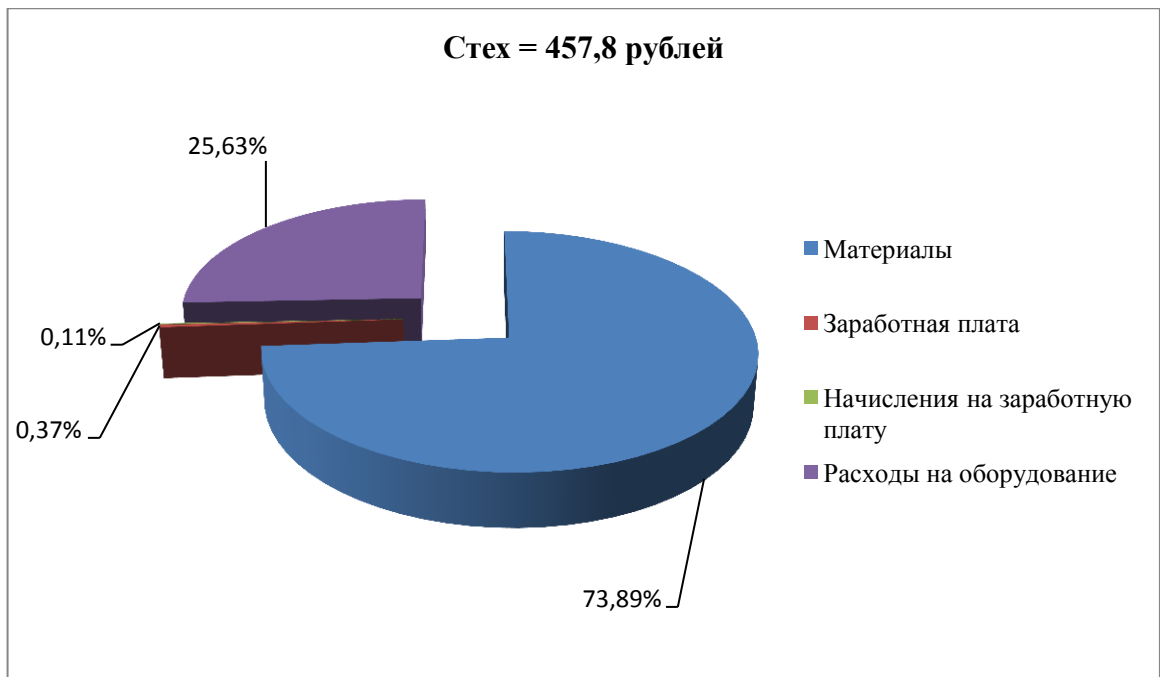


Рисунок 8 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

На рисунке 9 показана калькуляция себестоимости изготовления.

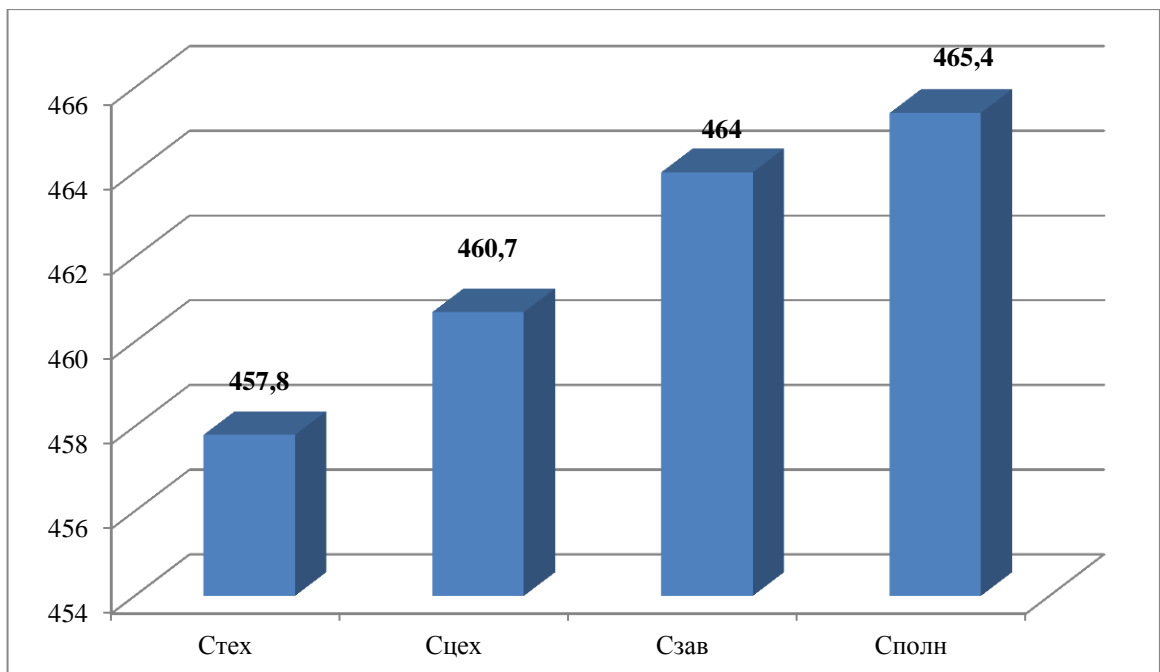


Рисунок 9 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 9 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 465,4 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 10 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

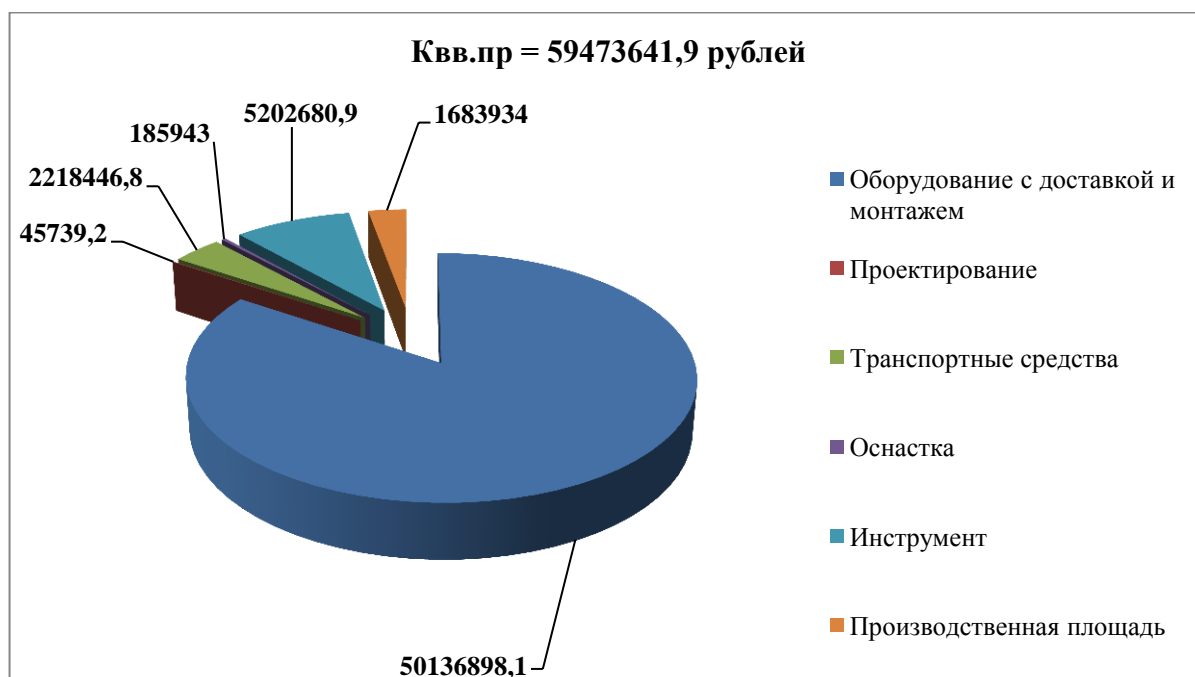


Рисунок 10 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 10, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование с доставкой и монтажом, величина которых составляет 5013689,1 руб. или 84,3 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Второе место, в рейтинге весомости, занимают затраты на инструмент, их величина составляет 5202680,9 руб. или 8,7 %.

Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,1 % до 3,7 % от общего значения.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 18616000 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 8252605,1 руб. и индекс доходности с величиной 1,14 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления вала распределительного автомобиля «Гранта».

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 проектирования приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведено проектирования контрольного приспособления, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа контрольного 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 8252605,1 руб.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления распределителя 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 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.

Приложение А

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.		Взам.		Подп.		Листов3		Лист1									
Разраб. Дашков		Воронов		Воронов		Логинов		ТГУ									
Провер.		Воронов		Воронов		Логинов		Распределвал									
Н.Контр		Воронов		Воронов		Логинов		ТГУ									
Утв.		Воронов		Воронов		Логинов		Распределвал									
M01 Чугун ВЧВГ 40-1																	
Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры									
-		166	2,25		0,86		412×40	КД	МЗ								
M02																	
Обозначение документа																	
А	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лшт.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования																
A03																	
B04	XXXX Заготовительная																
05Т																	
06																	
07																	
08O	010 4269 Автоматическая																
09Т	381825 XXXX Автоматическая линия «Хонсберг»																
10 Патрон специальный трехлапчатый; Фреза торцевая, диаметр 100 мм; Державки QS Solo Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения																	
11 SANDVIC; Сверло, диаметр 8,6 мм; Метчик, M10; Фреза шпоночная специальная; Абразивная лента; Набор калибров и специальных приспособлений																	
12O	020 4269 Шлифовальная																
13Т	381825 XXXX Шлифовальный станок «Шаудт»																
14 Патрон поводковый; Круг шлифовальный 1-500×80×120 37 AF16LV5; Набор калибров и специальных приспособлений																	
15																	
16O	030 4269 Шлифовальная																
17Т	381825 XXXX Шлифовальный станок «Шлесс вюпп»																
18 Патрон поводковый; Круг шлифовальный 1-500×80×120 37 AF16LV5; Набор калибров и специальных приспособлений																	
19																	
20O	040 Моечная																
21Т Камерная моечная машина																	
22	050 Термическая																
23 Печь шахтная																	
МК																	

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лист.	Лист.	
																	Обозначение документа
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
Распредел																	
Лист 2																	
Обозначение документа																	
Б					Код, наименование оборудования												
А01				060	Правильная												
Б02																	
03																	
04																	
05.О				070	4269 Шлифовальная												
06.Л				XXXX	Шлифовальный станок «ШАУЛД»												
07					Патрон поводковый; Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5; Набор калибров и специальных приспособлений												
08																	
09				080	4269 Шлифовальная												
10				XXXX	Шлифовальный станок «Шидес юшр»												
11					Патрон поводковый; Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5; Набор калибров и специальных приспособлений												
12																	
13				090	Контрольная												
14					Контроль твердости на кулачках												
15																	
16																	
17				100	Контрольная												
18					Контроль трещин												
19																	
МК																	

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.	Взам.	Подп.	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.	Инс.	Дат.	
Распредвал <small>Специальные приспособления</small>																			
Обозначение документа																			
А																			Лист 3
Б																			
А01					110		Контрольная												
Б02																			
03																			
04																			
05_Q					120		Токарная												
06_Т																			
07																			
08																			
09					130		Шлифовальная												
10																			
11																			
12																			
13					140		Суперфинишная												
14																			
15																			
16					150		Моющая												
17					160		Контрольная												
18																			
МК																			

Приложение Б

Операционные карты

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

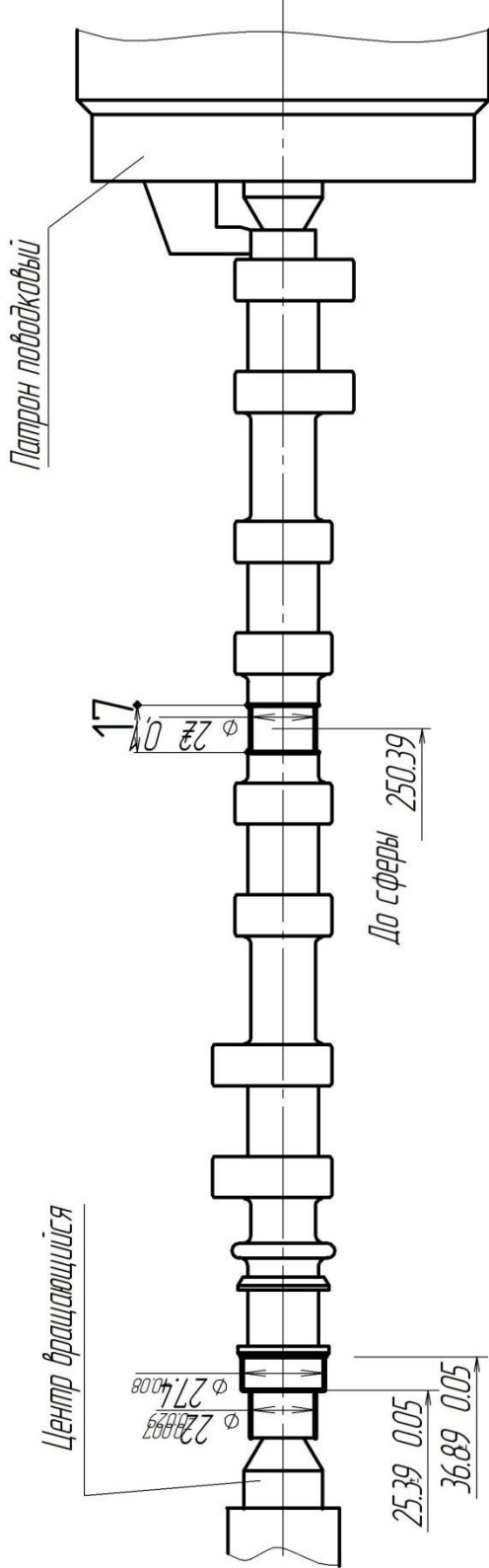
Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.	Даников			ТТУ																	
Пров.	Воронов																				
Н.Контр	Воронов																				
Утв	Логинов																				
Наименование операции				Материал		Твердость		Профиль и размеры		Цена		Уч.		РМ		Опер					
Автоматическая				Чугун ВЧГ 40-1		166	2,25	40×412								010					
Оборудование				Обозначение программы																	
Автоматическая линия «Хонсберг»				-XXXXXXXXX																	
Р				ШИ	Д или В	т	т	1	S	V	п	п	п	п	п	п	п	СОЖ			
01	A																	5% эмульсия ГОСТ 1975-70			
02	O	396160 XXXX Патрон специальный трехлучевой																			
03	P	Точить поверхности, выдерживая размеры согласно эскиза																			
04	T	397711 XXXX Фреза торцевая, диаметр 100 мм, Державки QS Coto Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC;																			
05	T	Сверло, диаметр 8,6 мм, Метчик, M10; Фреза шпоночная специальная; Абразивная лента																			
06		393120 XXXX Набор калибров и специальных приспособлений																			
07	I																				
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
OK																					

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Лаликов																		
Проб.	Воронов																		
Н. контр.	Воронов																		
Утв.	Логинов																		
		ТГУ																	
		Распредел																	
		Цех	Уч.	Р.М.															
				010															

▽ Ra 0,32



КЭ

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																							
Взам.																							
Подп.																							
Разраб.	ТГУ															Распределвал			Цех	Уч.	РМ	Опер	
Пров.																						010	
Н.Контр																							
УТВ																							
Наименование операции			Материал					твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД					
Шлифовальная			Чугун ВЧВГ 40-1					166		2,25	412×40					2,6	1						
Оборудование			Обозначение программы					ДМ	ДВ	ДТ	ДЦ	СОЖ											
Шлифовальный станок «Шмесс кодр»			-XXXXXXX					-	-	-	-	5% эмульсия ГОСТ 1975-70											
Р			ШИ			т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т	т
01																							
02	0396160XXXXX Патрон повождовый																						
03	Шлифовать поверхность, выдерживая размеры согласно эскиза																						
04	Т 397711XXXXX Круг шлифовальный 1-500×80×120 37AF16LV5																						
05	Т 393120XXXXX Набор калибров и специальных приспособлений																						
06																							
07																							
08																							
09																							
10																							
11																							
12																							
ОК																							

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

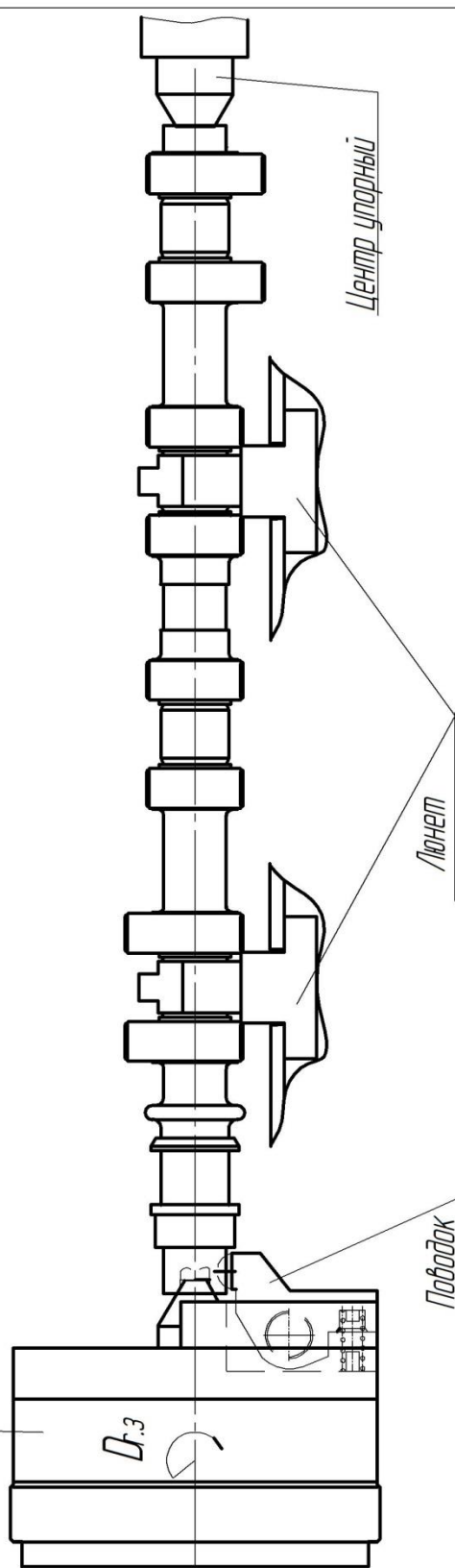
Дюбл.					
Взам.					
Подл.					

		Листов	Лист
Разраб. Проб.	Лаликов Воронов		
Н. контр. Утв.	Воронов Логинов		
	Цех Уч. Р.М.		080

Распредвал

∇ Ra 0,32

Патрон поводковый



КЭ

Приложение В

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
<i>Документация</i>									
A1			20.БР.ОТМП.707.70.000 СБ	Сборочный чертеж					
<i>Детали</i>									
A1	1		20.БР.ОТМП.707.70.001	Корпус патрона	1				
A4	2		20.БР.ОТМП.707.70.002	Подкулачок	3				
44	3		20.БР.ОТМП.707.70.003	Сухарь	3				
A4	5		20.БР.ОТМП.707.70.005	Кулачок сменный	3				
A3	6		20.БР.ОТМП.707.70.006	Втулка-клин	1				
A3	7		20.БР.ОТМП.707.70.007	Втулка	1				
A4	8		20.БР.ОТМП.707.70.008	Винт специальный	1				
A4	9		20.БР.ОТМП.707.70.009	Втулка	1				
A4	11		20.БР.ОТМП.707.70.011	Втулка	1				
A4	15		20.БР.ОТМП.707.70.015	Корпус	3				
A4	18		20.БР.ОТМП.707.70.018	Штифт специальный	3				
A1	27		20.БР.ОТМП.707.70.027	Корпус гидроцилиндра	1				
A3	29		20.БР.ОТМП.707.70.029	Крышка	1				
A3	31		20.БР.ОТМП.707.70.031	Шток	1				
A4	33		20.БР.ОТМП.707.70.033	Втулка	1				
A3	34		20.БР.ОТМП.707.70.034	Крышка	1				
A3	35		20.БР.ОТМП.707.70.035	Поршень	1				
20.БР.ОТМП.707.70.000 СБ									
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
			Разрад.	Лапинов					
			Проб.	Воронов					
			Н.контр.	Воронов					
			Утв.	Логинов					
				Патрон			Лит.	Лист	Листов
							1	1	2
				ТГУ ТМп-1601Б					

Копировал

Формат А4

