

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 держателя заднего сальника  
коленчатого вала автомобиля Lada Kalina

Студент	<u>А.В. Вебер</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов</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 держателя заднего сальника коленчатого вала автомобиля Lada Kalina. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления держателя заднего сальника коленчатого вала автомобиля Lada Kalina для условий массового производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, план обработки, средства технологического оснащения, нормы времени, режимы резания, приспособление, инструмент, охрана труда, экономическая эффективность.

По итогам выполнения бакалаврской работы получены следующие результаты:

- определены исходные данные для проектирования технологического процесса изготовления детали;
- разработан технологический процесс;
- спроектирован специальный инструмент на базе литературных исследований;
- определены мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- определена величина экономической эффективности разработанной технологии;
- выполнен комплект соответствующих чертежей.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 57 страниц, содержащую 19 таблиц, 12 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## **Abstract**

Technological process of manufacturing the holder of the rear oil seal of the crankshaft of the Lada Kalina car. Bachelor's work. Tolyatti. Togliatti state University, 2020.

The bachelor's work presents the technology of manufacturing the rear oil seal holder of the crankshaft of the Lada Kalina car for mass production conditions.

Keywords: part, billet, processing plan, means of technological equipment, time standards, cutting modes, device, tool, labor protection, economic efficiency.

According to the results of the bachelor's work, the following results were obtained:

- the initial data for the design of the manufacturing process of the part are defined;
- developed technological process;
- designed a special tool based on literary research;
- defined measures for the safety and environmental friendliness of the project;
- the value of the economic efficiency of the developed technology is determined;
- a set of corresponding drawings is made.

The bachelor's work contains an explanatory note of 57 pages, containing 19 tables, 12 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных .....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Технологичность детали.....	10
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	12
2.1 Выбор типа производства .....	12
2.2 Определение такта выпуска.....	13
2.3. Проектирование заготовки.....	13
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	15
2.5 Выбор технологических баз.....	16
2.6 Выбор средств технического оснащения.....	17
2.7 Разработка технологических операций .....	18
3 Совершенствование инструмента на базе литературных исследований ...	20
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	34
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	34
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	35
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	38
4.6 Выводы по разделу .....	39
5 Экономическая эффективность работы .....	41
Заключение. ....	46
Список используемых источников.....	49
Приложение А Маршрутная карта.....	50
Приложение Б Операционные карты.....	51

## Введение

При выпуске автомобильной продукции особое внимание уделяется ее качеству, безопасности и экологичности. Важнейшим агрегатом автомобиля, обеспечивающим выполнение данных условий, является двигатель. Двигатель называют еще «сердцем» автомобиля.

Современные автомобильные двигатели имеют сложную, но сбалансированную конструкцию, что позволяет создавать на выходе большие крутящие моменты, при незначительных габаритах и незначительном расходе топлива.

Важнейшим узлом двигателя, в конструкцию которого входит и наша деталь - «Держатель заднего сальника коленчатого вала», является узел коленчатого вала.

Функцией данного узла является превращение энергии сгорания топлива в механическое перемещение. То есть данный узел обеспечивает основу работы двигателя, задает различные параметры и условия его работы.

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 держателя заднего сальника коленчатого вала 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

Держатель заднего сальника коленчатого вала автомобиля Lada Kalina является деталью двигателя данного автомобиля и предназначен для удержания заднего сальника коленчатого вала, который предназначен для исключения утечки масла при работе двигателя через узел коленвала. Общий вид детали «Держатель заднего сальника коленчатого вала» в узле двигателя, в рабочем положении показан ниже, на рисунке 1.

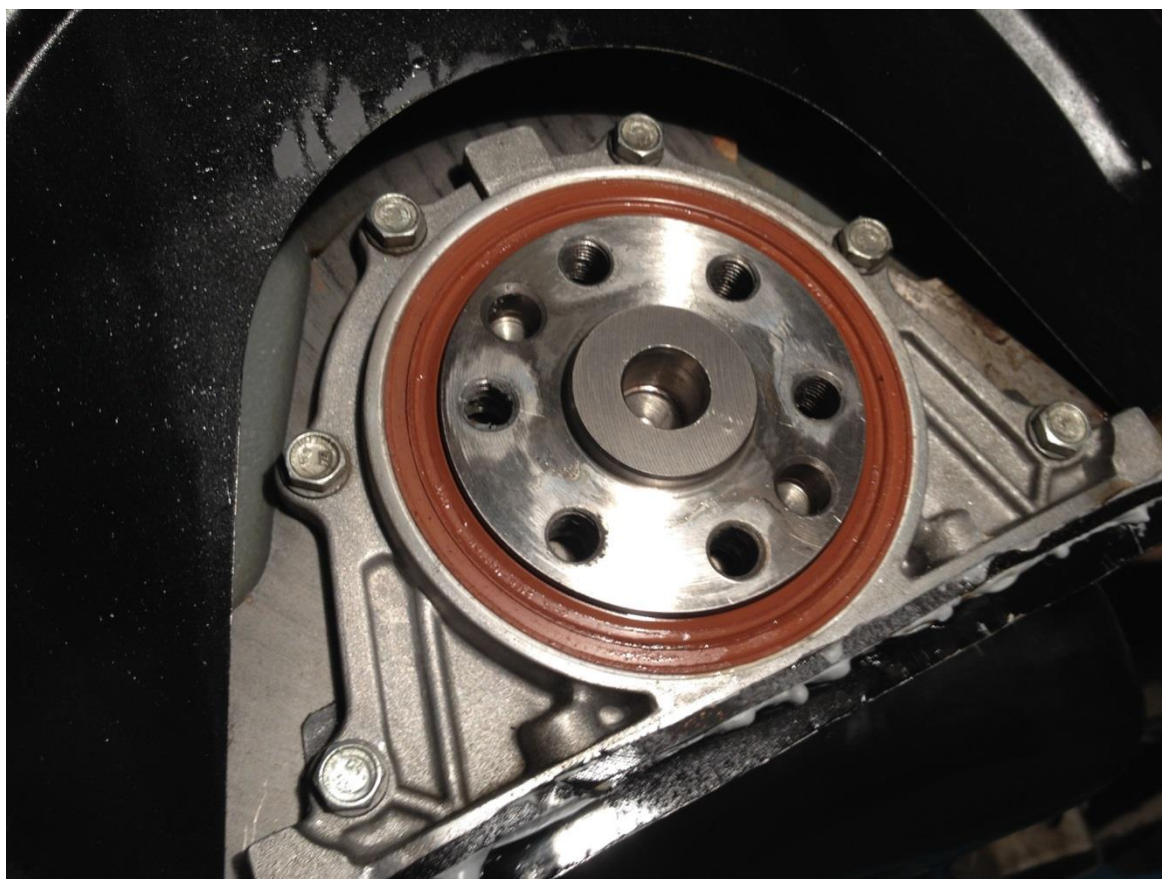


Рисунок 1 – Вид детали - «Держатель заднего сальника коленчатого вала» в двигателе

Держатель заднего сальника коленчатого вала, в дальнейшем именуемый как – «Держатель», работает в условиях переменных температур,

от  $-40^{\circ}\text{C}$ , при непрогретом двигателе зимой, до  $+90^{\circ}\text{C}$  на режиме хорошо прогретого двигателя. Вязкость масла в двигателе при таком широком температурном диапазоне, так же существенно изменяется. Однако держать в пере с сальником должны исключать утечки масла при любом режиме работы двигателя.

Конструктивной особенностью держателя, является точное взаимное расположение центрального отверстия и базового торца. Точность их взаимного расположения, прямым образом влияет на качество и долговечность работы всего двигателя.

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 – Алюминиевый сплав АК12М2 ГОСТ1583-93, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.

Общий вид детали - «Держатель», с нумерацией поверхностей показан ниже, на рисунке 2.

Анализируя параметры материала - сплава АК12М2 можно сказать, что он отвечает всем требованиям, необходимым для обеспечения работоспособности детали. Помимо прочностных характеристик сплав обладает отличными литейными свойствами, что позволит обеспечить сложную пространственную конфигурацию детали. Кроме этого сплав имеет незначительный коэффициент теплового расширения, что позволит обеспечить надежную работу детали в различных температурных диапазонах.

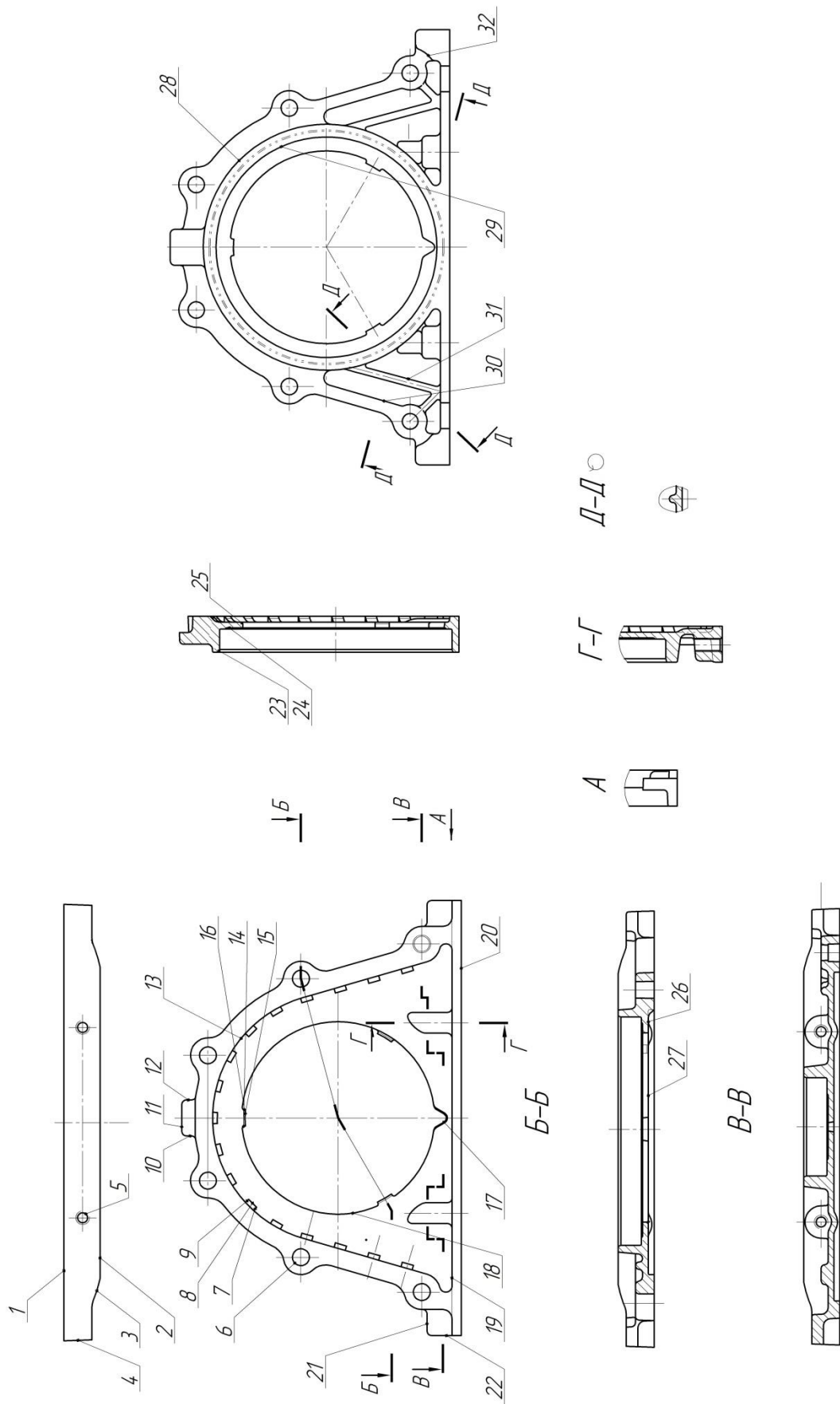


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Держатель заднего сальника коленчатого вала»



Таблица 1 – Параметры материала детали – сплава АК12М2

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм <sup>2</sup>	18,6-26
Предел прочности при изгибе	кгс/мм <sup>2</sup>	15,5
Плотность материала	Мг/м <sup>3</sup>	2,65
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	70-84
Условный предел текучести	кгс/мм <sup>2</sup>	7,8
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м <sup>2</sup>	1-1,5
Коэффициент температурного расширения	1/Град	21,1×10 <sup>-6</sup>

Таблица 2 – Химический состав – сплава АК12М2

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Титан	%	около 0,2
Марганец	%	около 0,5
Кремний	%	11-13
Никель	%	около 0,3
Цинк	%	около 0,8
Медь	%	1,8-2,5
Хром	%	около 0,8-1,1
Железо	%	0,6-1
Олово	%	около 0,
Алюминий	%	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

### Продолжение таблицы 3

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Вспомогательные конструкторские базы	5,6,7,8,9,20
Исполнительные	15,18
Свободные	Остальные

#### 1.3 Технологичность детали

К технологичным элементам конструкции держателя относится возможность обрабатывать центральное отверстие напроход с обеих сторон, ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента, деталь является достаточно жесткой, то есть ограничений по режимам резания не будет. Нетехнологичным является подрезка торцов и сверление резьбовых отверстий.

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

- Коэффициент унификации  $K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$ ,  $K_{у.э.} = 10/31 = 0,32$ ;
- Коэффициент использования материала  $K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$ ,  $K_{и.м.} = 0,13/0,18 = 0,72$ ;
- Коэффициент точности  $K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$ ,  $K_{тч} = 1 - (1/12,7) = 0,92$ ;
- Коэффициент шероховатости  $K_{ш} = 1/Ш_{ср}$ ,  $K_{ш} = 1/32,7 = 0,03$ .

Вывод: Деталь - «Держатель», изготовленная из сплава АК12М2, 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**

Главными отличительными признаками типов производств являются номенклатура и объемы выпуска изделий. Количественной характеристикой является коэффициент закрепления операций, но так как на данный момент его определить невозможно, то можно прибегнуть к определению типа производства по таблице [17] в зависимости от объема выпуска и массы деталей.

При массе держателя 0,13 кг и годовой программе – 200000 шт выбираем массовое производство. Его организационно-технические характеристики:

- оборудование – специальное;
- оснастка – специальная;
- заготовка – прокат, отливка, штамповка;
- низкая квалификация рабочих;
- технологическая документация оформляется в виде операционных карт;
- припуски определяют размерным анализом;
- степень механизации и автоматизации – высокая;
- форма организации – поточная;
- режимы резания вычисляются по эмпирическим зависимостям;
- нормирование осуществляется по такту выпуска;
- расстановка оборудования – по ходу технологического процесса;
- 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):

$$T_d = \frac{F_d \times 60 \times m}{N} \text{ (мин)}, \quad (1)$$

где  $F_d$  - 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):

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

## 2.3. Проектирование заготовки

Согласно требований по чертежу детали, заготовка для данной детали может быть изготовлена только литьем. Таким образом, вопрос о выборе заготовки для данной детали в бакалаврской работе рассматривать не имеет смысла.

Общий вид заготовки детали - «Держатель» представлен ниже на рисунке 3.

© Вариант (12)  
До замены литейной оснастки

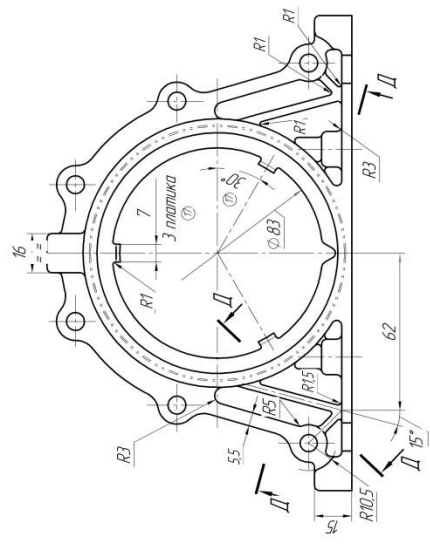
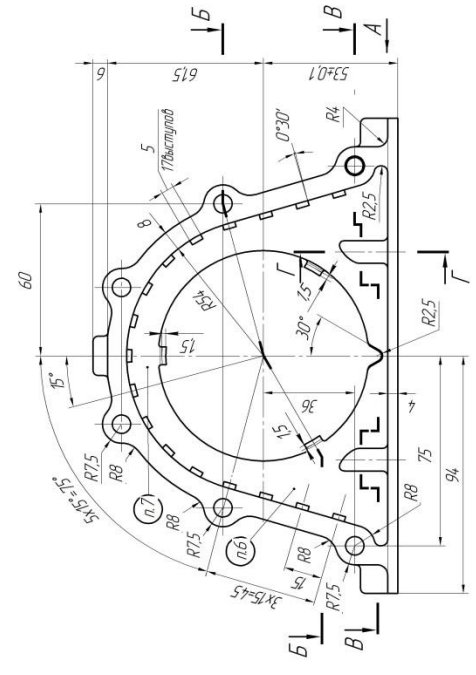
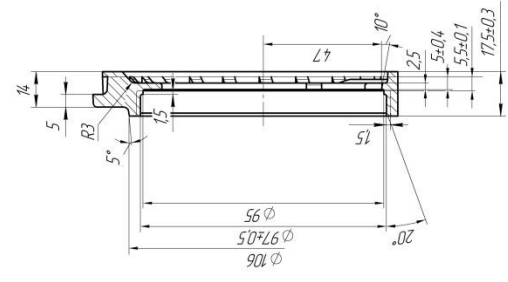
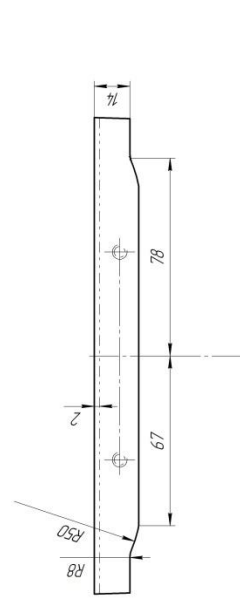
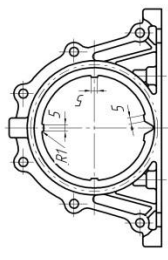
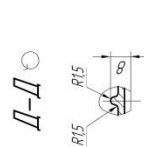


Рисунок 3 – Общий вид заготовки детали - «Держатель»

Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- неуказанные литейные уклоны 2°.
- неуказанные литейные радиусы 2 мм.
- неуказанные предельные отклонения по СТП 37.101.9677-88.
- остатки облоя, заусенцы и стружка в отверстиях не допускаются, острая кромка допускается.
- остальные технические требования к отливке по СТП 37.101.7508-2009.

Чертеж отливки представлен в графической части бакалаврской работы.

#### 2.4 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали - «Держатель» представим в виде таблицы 4, приведенной ниже.

Таблица 4 - Технологический процесс изготовления поверхностей детали - «Держатель»

№ операции	Содержание операции	Наименование операции
000	Выполнить отливку	Заготовительная
010	Фрезеровать плоскость крепления к блоку начерно и начисто	Фрезерная
020	Расточить предварительно и окончательно и снять фаску гнезда сальника. Расточить предварительно и окончательно выступ для центровки по коленчатому валу. Сверлить и нарезать резьбу в двух отверстиях для крепления масляного картера	Агрегатная
030	Промыть и обдуть деталь	Моечная
040	Контроль согласно карте контроля	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 4, будут использованы для проектирования элементов

технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

## **2.5 Выбор технологических баз**

Назначим базы для обработки держателя.

При назначении черновых баз придерживались следующих рекомендаций:

- черновые базы должны иметь размеры, достаточные для обеспечения устойчивого положения заготовки, возможно более высокую точность размеров и взаимного расположения поверхностей, находиться как можно ближе к поверхностям, обрабатываемым при первом установе заготовки;

- не использовать поверхности, на которых расположены прибыли и литники, швы в местах разъема опок в отливках;

- черновые базы в качестве технологических должны использоваться только один раз – при выполнении первой операции.

В соответствии с этими рекомендациями на первой операции выбираем в качестве черновых баз торцы 2,20 и 4 что также указано в чертеже заготовки.

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 Фрезерная – схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 2) - явная, направляющей базой (поверхность 20) - явная, опорной базой (поверхность 4).

Операция 020 Агрегатная - схема базирования реализуется установочной базой (поверхность 2) - явная, направляющей базой



(поверхность 20) - явная, опорной базой (поверхность 4).

## 2.6 Выбор средств технического оснащения

В соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы выбираем следующие типы средств технологического оснащения, приведенные ниже в таблицах 5-8.

Таблица 5 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Держатель»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	Литейная машина
010	Фрезерная	Карусельно-фрезерный станок ГФ2311
020	Агрегатная	Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг"
030	Моечная	Камерная моечная машина
040	Контрольная	Контрольный стол

Таблица 6 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Держатель»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	Форма литейная
010	Фрезерная	Приспособление зажимное специальное, приспособление - спутник
020	Агрегатная	Приспособление зажимное специальное, приспособление – спутник, втулка кондукторная
030	Моечная	Приспособление - спутник
040	Контрольная	Контрольное приспособление

Таблица 7 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Держатель»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Фреза сборная диаметр 180, пластина твердосплавная
020	Агрегатная	Сверло диаметр 5, метчик М6×1, пластина твёрдосплавная 2008.02.08 – 4 штуки, пластина твёрдосплавная 2008.12010.310 – 2 штуки, пластина твёрдосплавная 2008.02.08.710 – 2 штуки, пластина твёрдосплавная 2008.12009.710 – 2 штуки

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
030	Моечная	-
040	Контрольная	-

Таблица 8 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Держатель»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Калибр предельный для размера 12±0,1, калибр предельный для размера 12,35±0,15
020	Агрегатная	Пробка предельная для размера – диаметр 80, пробка предельная для размера – диаметр 100, калибр предельный для размера 5,5±0,1, калибр предельный для размера 9±0,2, пробка предельная резьбовая для размера – М6, стол с пневматической установкой, калибр для марпоса E-15.
030	Моечная	-
040	Контрольная	Стол контрольный

## 2.7 Разработка технологических операций

Проведем нормирование технологических операций технологического процесса изготовления детали, синхронизируя их с тактом выпуска изделия. Данные по оборудованию и средствам оснащения приведены в таблицах 5-8 настоящей работы. Данные по времени на операции представлены ниже в таблице 9.

Таблица 9 – Нормы времени для изготовления детали - «Держатель»

№ операции	Наименование операции	Основное время, мин	Время вспомогательное, мин	Время потерь, мин	Общее время цикла		Штучное время, мин	Почасовая производительность, штук
					мин	Число деталей		
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-	-
010	Фрезерная	1,77	-	0,51	2,28	5	0,456	132
020	Агрегатная	0,264	-	0,056	0,32	1	0,32	188

Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Основное время, мин	Время вспомогательное, мин	Время потерь, мин	Общее время цикла		Штучное время, мин	Почасовая производительность, штук
					мин	Число деталей		
030	Моечная	1,3	0,3	0,15	1,95	17	0,115	521
040	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-

Чертежи технологических наладок представлены в графической части бакалаврской работы.

### **3 Совершенствование инструмента на базе литературных исследований**

Для обработки поверхностей в изделиях из высокопрочных сталей и трудно обрабатываемых материалов используют фрезы с механическим креплением двухсторонних сменных режущих пластин, имеющих большое количество режущих кромок, расположенных по круговой поверхности на одной и другой их стороне. Для обеспечения возможности использования режущих кромок поочередно на одной и другой сторонах двухсторонние режущие пластины имеют  $180^\circ$  поворотную симметрию.

Двухсторонние режущие пластины располагают в гнездах, выполненных в корпусах фрез и имеющих опорные поверхности, контактирующие с опорными поверхностями пластин, находящимися на противоположной стороне от используемых режущих кромок. При этом возникает необходимость с одной стороны создать оптимальные условия для схода стружки по передним поверхностям режущей пластины и сохранить прочность режущего клина, а с другой стороны - обеспечить надежное позиционирование режущей пластины в гнездах корпуса фрез с учетом асимметрии нагружения главных и вспомогательных режущих кромок.

При фрезеровании высокопрочных сталей и трудно обрабатываемых материалов на режущий инструмент действуют значительные термомеханические нагрузки, носящие ударный характер. Эти нагрузки воспринимают опорные поверхности гнезд корпусов фрез и самих режущих пластин. От размеров и конфигурации опорных поверхностей режущих пластин зависит надежность их крепления в гнездах корпусов фрез, оказывающее влияние на работоспособность и стойкость самих фрез.

При этом для режущих пластин, имеющих множество режущих кромок, расположенных по круговой поверхности на одной и другой их стороне, необходимо обеспечить надежное базирование пластин в гнездах

корпусов фрез одновременно, как в непосредственной близости от режущей кромки, участвующей в резании, так и всей пластины в целом.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента (патент РФ №2508180). При этом режущая пластина содержит первую поверхность для отвода стружки, вторую поверхность для отвода стружки на противоположной от первой поверхности стороне пластины и боковую поверхность, продолжающуюся между указанными сторонами. Режущие кромки образованы пересечением первой и второй поверхностей с боковой поверхностью.

Торцевые опорные поверхности режущих пластин выполнены в виде единых базовых поверхностей, расположенных на торцах и выходящих к сквозному крепежному отверстию. Режущие пластины установлены в гнезда режущего инструмента, а их опорные базовые поверхности контактируют с плоскими опорными поверхностями гнезд. Указанная конструкция режущих пластин не гарантирует достаточную жесткость закрепления их в гнездах режущего инструмента из-за смещения равнодействующей реакции торцевых опорных базовых поверхностей в сторону крепежного отверстия, что может повлечь снижение устойчивости режущих пластин и, как следствие, снижение их стойкости.

При этом смещение равнодействующей реакции торцевых опорных базовых поверхностей гнезд корпусов фрез может произойти, в том числе из-за смещения зоны их контакта с опорными поверхностями режущих пластин в сторону крепежного отверстия. Это может быть следствием неточности изготовления, значительной шероховатости или загрязнения контактирующих опорных поверхностей.

При нарушении зоны контакта опорных поверхностей гнезд с опорными

поверхностями режущих пластин также может возникнуть сложное напряженное деформированное состояние контактирующих

поверхностей, которое может отрицательно влиять на надежность крепления режущих пластин.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента (WO 1994/015741). При этом режущая пластина выполнена многогранной и содержит верхнюю и нижнюю поверхности, боковую поверхность, режущие кромки, образованные на пересечении верхней и нижней поверхностей с боковой поверхностью и имеющие вершины. Напротив каждой вершины режущей кромки в области угла, образованного режущими кромками, на верхней и нижней поверхностях расположены впадины, являющиеся базовыми поверхностями режущей пластины. В эти впадины входят выступы, расположенные в гнездах режущего инструмента. Данная конструкция не позволяет достичь точного позиционирования режущих пластин при расположении их в гнездах корпусов фрез, кроме того в ней не учтена асимметрия нагружения режущих кромок пластин.

Известна конструкция режущей пластины и режущего инструмента в частности торцевой фрезы (патент РФ №2422253). При этом режущая пластина имеет круговое расположение режущих кромок на противоположных сторонах. Режущие кромки выступают за смежные с ними передние поверхности, направленные вниз под положительным углом, между которыми расположены одна или несколько плоских опорных поверхностей и крепежное отверстие.

Вокруг отверстия расположена, по меньшей мере, одна грань в форме усеченного конуса. Она сходит на конус в сторону крепежного отверстия. Таким образом, обеспечивается гарантированное базирование режущей пластины в зоне передних поверхностей.

Однако, при этом базовые поверхности расположены симметрично относительно вершин режущих кромок и соответственно симметрично относительно биссектрис углов при этих вершинах, что не учитывает асимметричного нагружения режущих кромок. Тем самым снижается

надежность базирования режущих пластин в гнездах корпуса фрезы, что может повлечь за собою снижение их работоспособности и стойкости.

Задачей настоящего изобретения является создание конструкции двухсторонней многогранной режущей пластины, обеспечивающей ее надежное закрепление в гнездах корпуса фрез.

Задачей настоящего изобретения также является создание конструкции фрезы для использования упомянутой режущей пластины, повышенной работоспособности и стойкости.

Технический результат от использования предложенного технического решения заключается в повышении работоспособности и стойкости режущих пластин и фрез в целом за счет надежного базирования режущих пластин в гнездах фрез, обусловленного асимметричным расположением фрагментов базовых поверхностей режущих пластин с учетом асимметричного нагружения главных и вспомогательных режущих кромок.

Наиболее оптимальная идея изложена в патенте RU 2714563 C1, заявка № 2019139906, от 05.12.2019, авторы Москвитин Александр Александрович (отец) (RU), Москвитин Сергей Александрович (RU), Москвитин Александр Александрович (сын) (RU), Лагутин Александр Григорьевич (RU), Демиховская Марина Игоревна (RU), Москвитин Андрей Александрович (RU).

Многогранная двухсторонняя режущая пластина содержит первую поверхность для отвода стружки и вторую поверхность для отвода стружки, расположенную на противоположной от первой поверхности стороне.

Между первой и второй поверхностями расположено сквозное крепежное отверстие и боковая поверхность. На пересечении первой и второй поверхностей с боковой поверхностью образованы режущие кромки со  $180^\circ$  поворотной симметрией. Они содержат последовательно чередующиеся по кругу сопряженные между собою и разделенные вершиной участки главной и вспомогательной режущих кромок, выступающие за

смежные с ними передние поверхности, направленные под положительными передними углами к опорным поверхностям.

Опорные поверхности выполнены из отдельных фрагментов, расположенных по кольцу соответственно на периферии первой и второй поверхностей напротив вершин режущих кромок. Причем эти фрагменты выступают за смежные с ними впадины, выходящие к крепежному отверстию.

Согласно изобретению центры тяжести площадей опорных поверхностей каждого фрагмента на виде сверху на первую поверхность не лежат на биссектрисах, соответствующих им углов, образованных при вершинах режущих кромок, но расположены на окружности, эквидистантной окружности, описанной вокруг режущей пластины на виде сверху на первую и вторую ее поверхности. Причем размер диаметра этой окружности находится в диапазоне 0,45...0,8 диаметра окружности, описанной вокруг режущей пластины.

В соответствии с одним предпочтительным исполнением режущей пластины центры тяжести площадей опорных поверхностей каждого фрагмента, смещены относительно биссектрис, соответствующих им углов, образованных при вершинах режущих кромок, в стороны вспомогательных режущих кромок на центральный угол, вершина которого расположена на оси отверстия, причем этот угол находится в диапазоне  $0,5...4^\circ$ .

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины на виде сверху на первую поверхность для отвода стружки центры тяжести площадей опорных поверхностей фрагментов, расположенных на противоположных поверхностях для отвода стружки, смещены один относительно другого вдоль окружности, на которой они расположены.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины фрагменты опорных поверхностей на виде сверху на каждую поверхность для отвода стружки режущей пластины имеют площади



поверхности, ограниченные, по меньшей мере, одной выпуклой и двумя вогнутыми кривыми.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины вогнутые кривые ограничивают площади опорных поверхностей фрагментов со стороны участков главных и вспомогательных режущих кромок, причем кривы со стороны участков главных режущих кромок имеет большую длину.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины суммарная площадь опорных поверхностей фрагментов находится в диапазоне 20...30% от площади соответствующей им поверхности для отвода стружки.

В соответствии с другим предпочтительным исполнением режущей пластины на ее рабочие поверхности дополнительно нанесено износостойкое покрытие, содержащее, по меньшей мере, один слой, который содержит фазу, по меньшей мере, с одним из элементов V, Cr, Nb, Ti, Ta, Zr, Hf, B, Al, Si, C, N, O.

Фреза для использования описанной выше режущей пластины содержит корпус с рабочей частью. В ней выполнены гнезда для размещения и закрепления многогранных двухсторонних режущих пластин. Причем каждое гнездо имеет опорную поверхность, боковые базовые поверхности и отверстие для крепежных винтов.

Согласно изобретению в гнездах рабочей части фрезы установлены многогранные двухсторонние режущие пластины по любому из описанных выше исполнений. При этом фрагменты опорных поверхностей режущих пластин контактируют с опорными поверхностями гнезд.

Рассмотрим предложенную конструкцию многогранной двухсторонней режущей пластины 10, изображенной на рисунках 4-9. Здесь она выполнена двухсторонней с семью гранями. Также следует понимать, что количество граней может быть иным, но все они вписаны в одну окружность 42 на виде сверху на первую поверхность для отвода стружки.

При этом многогранная двухсторонняя режущая пластина 10 содержит первую поверхность для отвода стружки 12 и вторую поверхность 14 для отвода стружки, расположенную на противоположной от первой поверхности стороне. По сути это одна и другая торцевые поверхности двухсторонней режущей пластины, у которой опорные поверхности находятся на противоположном от режущих кромок торце пластины.

При этом указанная режущая пластина имеет сквозное крепежное отверстие 16 и боковую поверхность 18, которые продолжаются между первой 12 и второй 14 поверхностями. Ось «О» отверстия 16 является осью симметрии и поворота пластины при последовательной смене ее режущих кромок 20 и 20а соответственно на первой и второй поверхностях, которые образованы на пересечении первой 12 и второй 14 поверхностей с боковой поверхностью 18 со 180° поворотной симметрией.

Далее для упрощения понимания сути предложенной конструкции режущей пластины 10 обозначение ее конструктивных элементов на первой 12 и второй 14 поверхностях имеет одинаковые цифры, но отличается буквой «а».

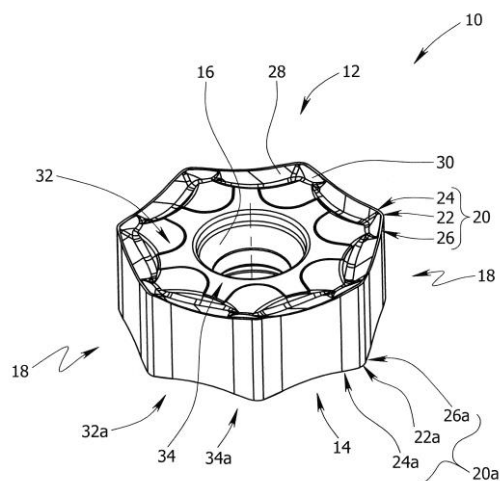


Рисунок 4 – Многогранная двухсторонняя режущая пластина в перспективе

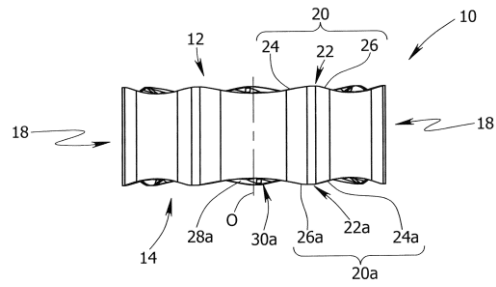


Рисунок 5 – Вид сбоку многогранной режущей пластины

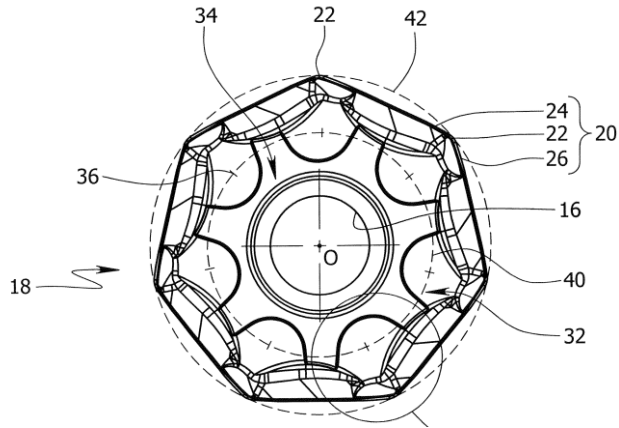


Рисунок 6 – Вид сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

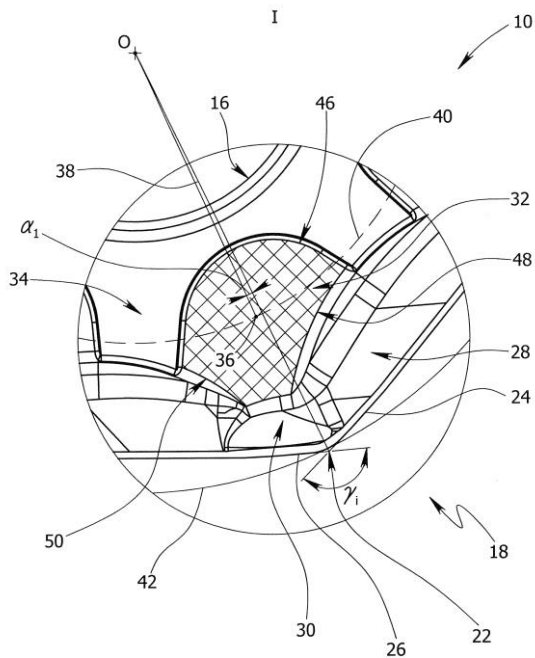


Рисунок 7 – Увеличенный фрагмент I вида сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

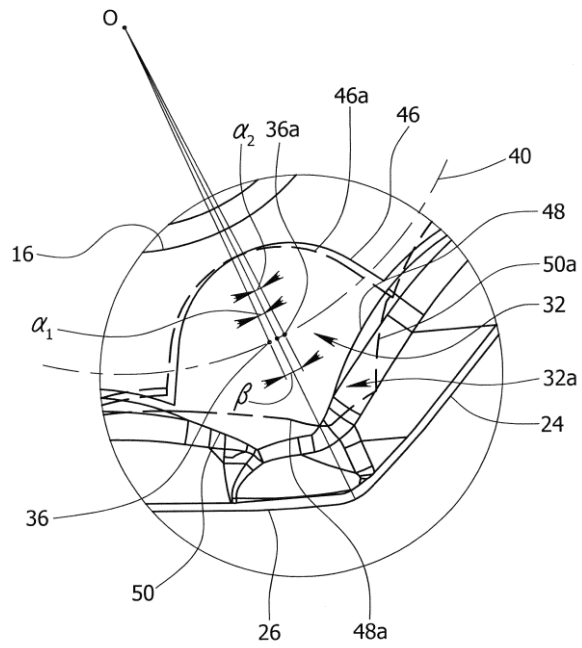


Рисунок 8 – увеличенный фрагмент I вида сверху на первую поверхность для отвода стружки многогранной двухсторонней режущей пластины

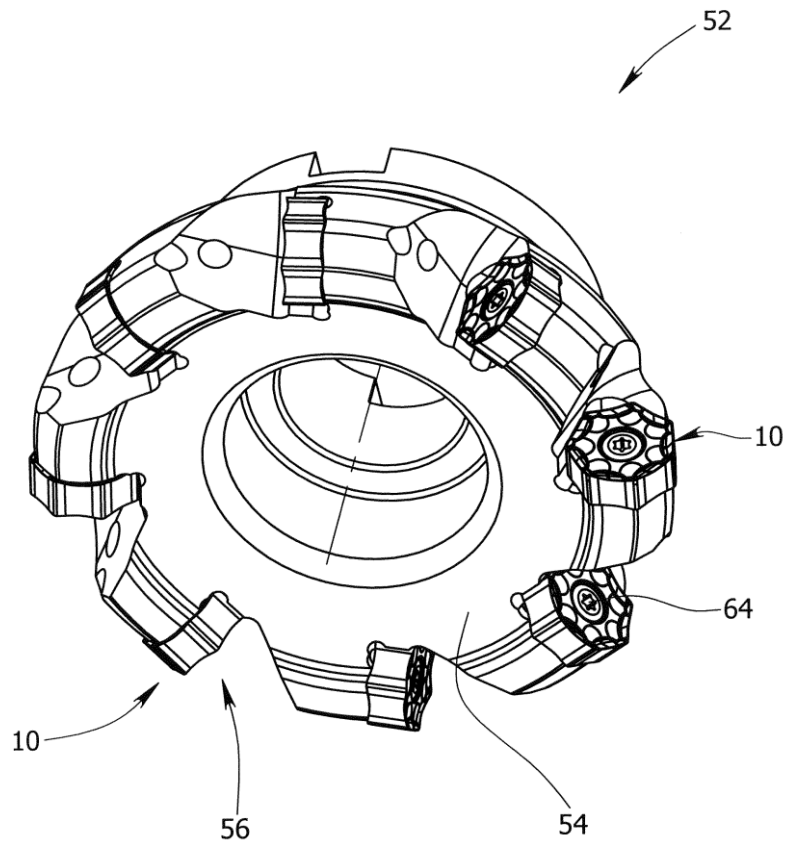


Рисунок 9 – Торцевая фреза в сборе с многогранной двухсторонней режущей пластиной

При этом режущие кромки режущей пластины 10 соответственно 20 и 20а содержат последовательно чередующиеся по кругу сопряженные между собою и разделенные вершиной соответственно 22 и 22а участки главной 24 и 24а и вспомогательной 26 и 26а режущих кромок, выступающие за смежные с ними передние поверхности 28, 30 и 28а, 30а, направленные под положительными передними углами к опорным поверхностям.

Опорные поверхности выполнены из отдельных фрагментов 32 и 32а, расположенных по кольцу соответственно на периферии первой 12 и второй 14 поверхностей напротив вершин 22 и 22а режущих кромок. Причем соответственно на первой и второй поверхностях опорные поверхности указанных фрагментов 32 и 32а находятся в одних плоскостях и выступают за смежные с ними впадины 34 и 34а, выходящие к крепежному отверстию 16.

Для рассматриваемого примера впадины 34 и 34а на первой 12 и второй 14 поверхностях представлены единичными понижениями, расположенными вокруг крепежного отверстия 16 и имеющими радиально направленные в сторону режущих кромок лучи.

Согласно изобретению центры тяжести 36 и 36а площадей опорных поверхностей соответственно каждого фрагмента 32 и 32а на виде сверху на первую 12 поверхность, не лежат на биссектрисах 38, соответствующих им углов  $\gamma_i$ , образованных при вершинах 22, 22а соответственно режущих кромок 20 и 20а. В данном случае площади опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а рассмотрены, как геометрически плоские фигуры, контактирующие с опорными базовыми поверхностями 58 гнезд 56 фрез 52.

При этом учет центров тяжести 36 и 36а площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а позволяет оценить преимущественное расположение реакций от их контакта с соответствующими опорными базовыми поверхностями гнезд для закрепления режущих пластин и, тем

самым, обеспечить надежное закрепление режущих пластин с учетом асимметрии нагружения участков их режущих кромок.

При этом согласно изобретению центры тяжести 36 и 36а соответствующих им площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а расположены на окружности 40, эквидистантной окружности 42, описанной вокруг режущей пластины на виде сверху на ее первую поверхность. Причем размер диаметра этой окружности находится в диапазоне 0,45...0,8 диаметра окружности 42, описанной вокруг режущей пластины.

При этом из опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а на первой 12 и второй 14 поверхностях режущей пластины 10 получены кольцевые матрицы фрагментов опорных поверхностей, лежащих в параллельных между собою плоскостях. Эти плоскости параллельны также средней плоскости режущей пластины, расположенной по ее середине на виде сбоку. Указанные матрицы фрагментов приближены к режущим кромкам 20 и 20а с учетом асимметрии нагружения их главных 24, 24а и вспомогательных 26, 26а участков.

Причем место расположения центров тяжести 36 и 36а площадей каждого фрагмента 32 и 32а будет зависеть от соотношения диаметров окружностей 40 и 42. Минимальное значение указанного соотношения обусловлено в первую очередь условиями прочности режущего клина пластины 10, а также зависит от режимов резания, свойств обрабатываемого материала и геометрии режущей пластины и фрезы в целом.

Максимальное значение соотношения указанных диаметров обусловлено в первую очередь условиями устойчивого, надежного закрепления режущих пластин в гнездах 56 корпуса 54 фрезы 52.

Многогранная двухсторонняя режущая пластина 10 имеет предпочтительные исполнения. Согласно одному из них центры тяжести 36 и 36а площадей каждого фрагмента 32,32а опорных поверхностей смещены относительно биссектрис 38, соответствующих им углов, образованных при вершинах 22 и 22а режущих кромок 20 и 20а, в стороны вспомогательных режущих кромок соответственно 26 и 26а на центральные углы  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ ,

вершины которых расположены на оси О отверстия 16, причем эти углы находятся в диапазоне  $0,5...4^\circ$ . Указанные центральные углы могут быть не равны между собою.

Минимальное значение центрального угла  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  ограничено в первую очередь условиями прочности режущего клина пластины 10 и зависит от режимов резания, свойств обрабатываемого материала и геометрии режущей пластины. Максимальное значение обусловлено условиями устойчивого, надежного закрепления режущих пластин в гнездах 56 корпуса 54 фрезы 52.

Согласно другому исполнению режущей пластины на виде сверху на первую 12 поверхность для отвода стружки центры тяжести 36 и 36а соответственно площадей опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а, расположенных на противоположных поверхностях 12 и 14 для отвода стружки, смещены один относительно другого вдоль окружности 40, на которой они расположены. При этом центральный угол  $\beta$ , определяющий это смещение имеет вершину на оси О отверстия 16. По сути этот угол является суммой углов  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ .

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины фрагменты опорных поверхностей 32 и 32а на виде сверху на каждую поверхность для схода стружки имеют площади поверхности, ограниченные, по меньшей мере, одной выпуклой 46, 46а и двумя вогнутыми 48, 48а и 50, 50а кривыми.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины вогнутые кривые 48, 48а и 50, 50а ограничивают площади опорных поверхностей фрагментов 32 и 32а соответственно со стороны участков главных 24,24а и вспомогательных 26, 26а режущих кромок 20, 20а, причем кривые 48 и 48а со стороны участков главных режущих кромок 24, 24а имеет большую длину.

Такое исполнение фрагментов опорных поверхностей позволяет достаточно точно расположить центры тяжести их площадей с учетом их

напряженно-деформированного состояния, возникающего при работе фрез. Кроме того такое конструктивное исполнение фрагментов опорных поверхностей 32 и 32а дает возможность выполнить оптимальную форму передних поверхностей индивидуально для участков главной и вспомогательной режущих кромок, тем самым, повысив полученный технический результат.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины суммарная площадь опорных поверхностей фрагментов 32, 32а отдельно для каждой поверхности для отвода стружки находится в диапазоне 20...30% от площади соответствующей им поверхностей 12, 14. Минимальное и максимальное значения указанного диапазона обусловлены в первую очередь достаточными и необходимыми условиями прочности опорных поверхностей.

Согласно другому предпочтительному исполнению режущей пластины на ее рабочие поверхности дополнительно нанесено износостойкое покрытие, содержащее, по меньшей мере, один слой, который содержит фазу, по меньшей мере, с одним из элементов V, Cr, Nb, Ti, Ta, Zr, Hf, B, Al, Si, C, N, O. При этом износостойкое покрытие позволяет увеличить получаемый технический результат.

В соответствии с изобретением предложена фреза 52 для использования описанной выше режущей пластины 10. В качестве примера на фиг.6 изображена торцовая фреза. Она содержит корпус 54 с рабочей частью, в которой выполнены гнезда 56 для размещения и закрепления многогранных двухсторонних режущих пластин. Причем каждое гнездо 56 имеет опорную поверхность 58, боковые базовые поверхности 60 и отверстие 62 для крепежных винтов 64.

Согласно изобретению в гнездах 56 установлены многогранные двухсторонние режущие пластины 10 по любому из описанных выше \*\* исполнений.



В качестве примера рассмотрим двухстороннюю режущую пластину 10, имеющую семь граней. При этом она имеет четырнадцать режущих кромок, по семь кромок на каждой поверхности для отвода стружки.

Эти пластины, например, устанавливаются в гнезда 56 торцевой фрезы 52 и закрепляются винтами 64. При этом фрагменты 32 и 32а опорных поверхностей многогранной двухсторонней режущей пластины 10 при смене режущих кромок, обусловленной поворотом вокруг ее оси или сменой поверхностей для отвода стружки, поочередно контактируют с опорными поверхностями 58 гнезд 56.

Например, при установке режущей пластины 10 на опорную поверхность с фрагментами 32а, расположенными на второй поверхности 14 для отвода стружки при фрезеровании будут использоваться режущие кромки 20 с участком главной режущей кромки 24 и вспомогательной режущей кромки 26.

При этом, учитывая  $180^\circ$  поворотную симметрию режущей пластины 10, под режущей кромки 20 будет находиться фрагмент 32а опорной поверхности, расположенной на обратной стороне режущей пластины, который граничит с передней поверхностью 30а вспомогательной режущей кромки 26а. Этот фрагмент 32а максимально приближен к периферии режущей пластины и имеет смещение центра тяжести 36а своей опорной поверхности от биссектрисы угла при вершине режущей кромки 20а в сторону вспомогательной режущей кромки 26а. Тем самым обеспечивается смещение равнодействующей реакции опорной поверхности 58 гнезда 52 в сторону нагруженного участка главной режущей кромки 24, расположенного на первой поверхности для схода стружки.

Таким образом, за счет описанного выше расположения фрагментов опорных поверхностей обеспечивается надежное однозначное позиционирование пластин в гнездах фрезы с учетом асимметрии нагружения режущих кромок, состоящих из участков главной и вспомогательной режущих кромок.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления держателя заднего сальника коленчатого вала автомобиля Lada Kalina с учетом требований стандартов по безопасности.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 10 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 10 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	сплав АК12М2, смазки графитовые
Механическая обработка	Фрезерная	Фрезеровщик	Карусельно-фрезерный станок ГФ2311, Приспособление зажимное специальное, приспособление - спутник	сплав АК12М2, СОЖ, ветошь
Механическая обработка	Агрегатная	Оператор	Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг", Приспособление зажимное специальное, приспособление – спутник, втулка кондукторная	сплав АК12М2, СОЖ, ветошь

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 11 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 держателя сальника.

Таблица 11 - 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
Фрезерная, Агрегатная	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	Карусельно-фрезерный станок ГФ2311, Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг", 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 держателя сальника. Снижение рисков достигается мерами (таблица 12).

Таблица 12 – 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 противозумных 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 13 – 16 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 13 – 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 держателя салника	Карусельно-фрезерный станок ГФ2311, Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг"	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 14 – 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 15 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 16 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления держателя сальника, Карусельно-фрезерный станок ГФ2311, Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг"	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негоряемых ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 17 и 18. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 17 – 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 держателя сальника	Карусельно-фрезерный станок ГФ2311, Агрегатный станок с поворотным столом "Альфинг"	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 18 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления держателя сальника
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 агрегатной операции. Подробно рассмотрена выполняемая на агрегатном станке с поворотным столом "Альфинг операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор. Приспособление – специальное. Инструмент набор свёрл. Применяются материалы: Алюминиевый сплав АК12М2, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 10).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для агрегатной 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 11).

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 12).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления держателя сальника (таблица 13). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 14, 15), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления держателя сальника (таблица 16).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления держателя сальника на окружающую среду (таблица 17). 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 18).

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



## 5 Экономическая эффективность работы

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

В рамках данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс изготовления держателя заднего сальника коленчатого вала, автомобиля LADA Kalina, который кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010 операция – фрезерная;
- 020 операция – агрегатная;
- 030 и 040 операции, соответственно, 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 19.

Таблица 19 – 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 19, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 10 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

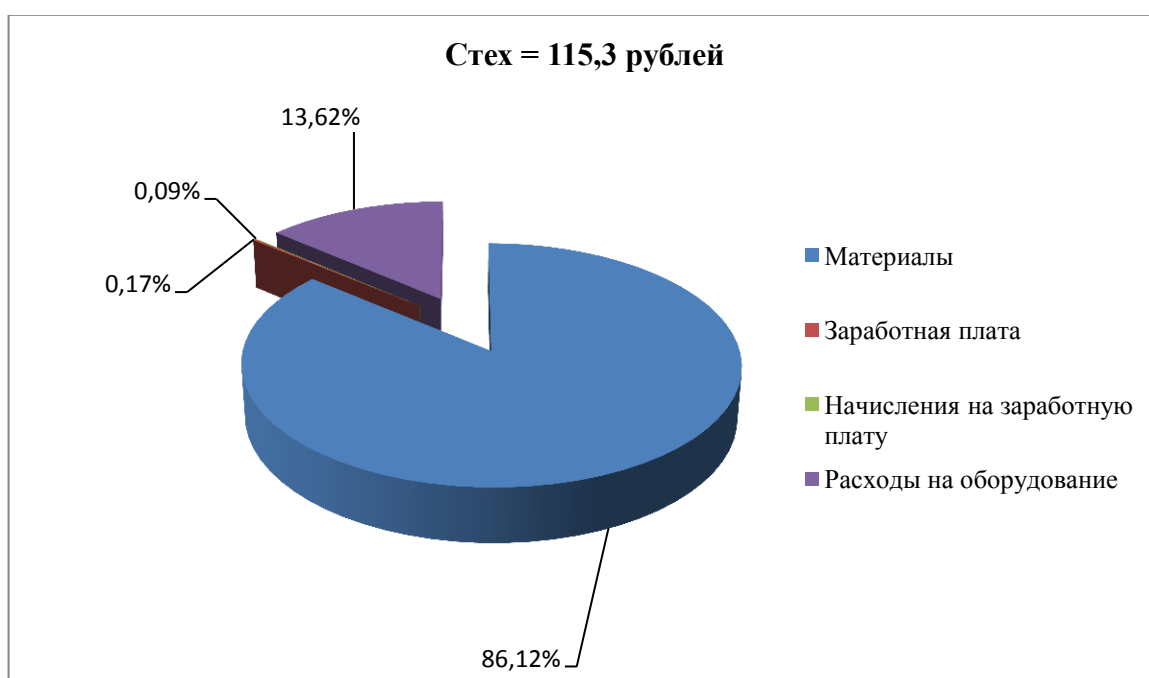


Рисунок 10 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 10 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют чуть больше 86 % от всей величины технологической себестоимости. Данное объясняется способом получения заготовки, ее массой и используемым материалов. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом 13,6 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 11 показана калькуляция себестоимости изготовления.

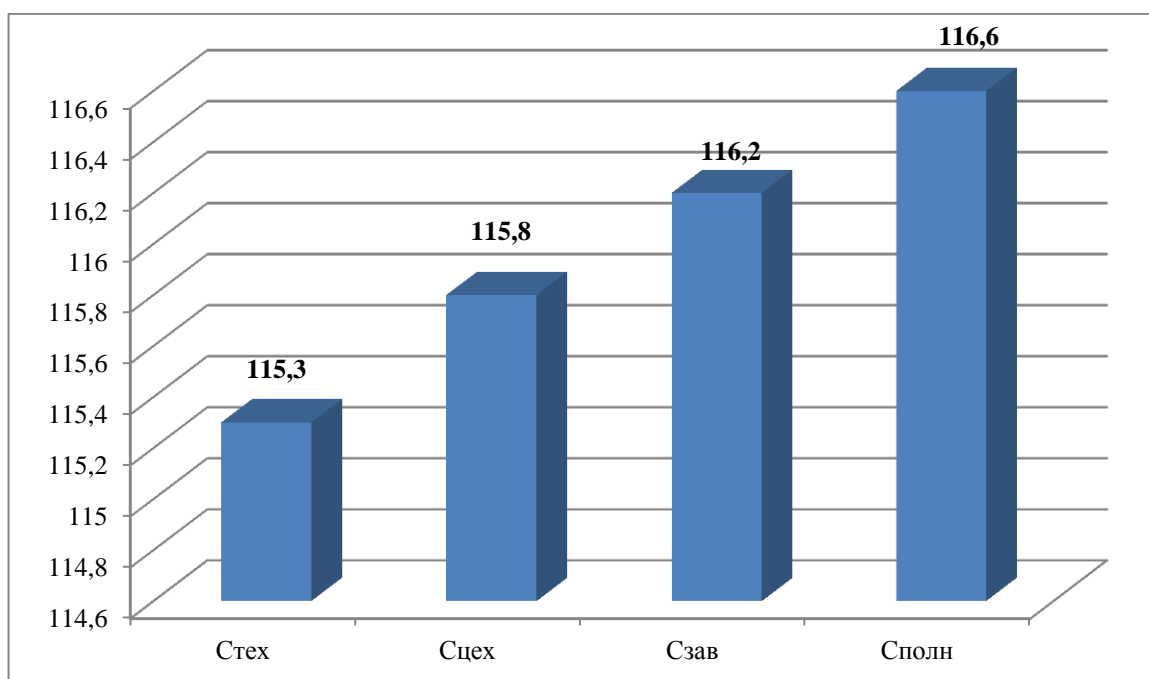


Рисунок 11 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 11 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 116,6 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 12 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

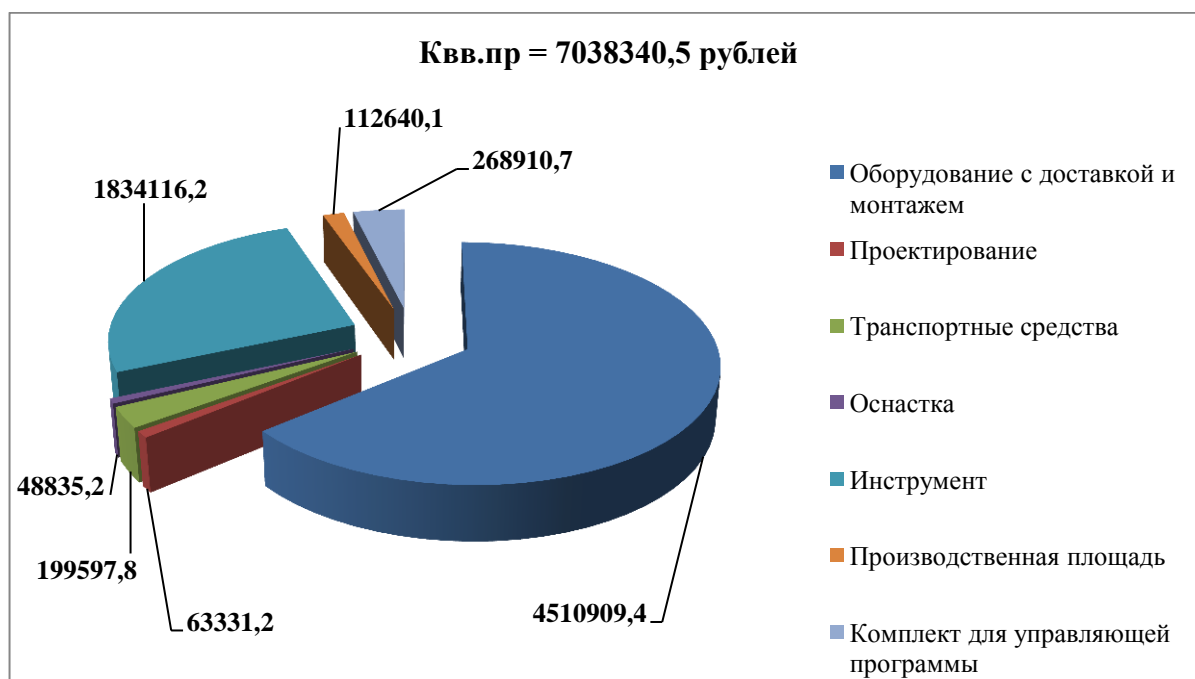


Рисунок 12 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 12, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование с доставкой и монтажом, величина которых составляет 4510909,4 руб. или 64,1 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Второе место, в рейтинге весомости, занимают затраты на инструмент, их величина составляет 1834116,2 руб. или 26,1 %. Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,7 % до 3,8 % от общего значения.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 18 %, позволяющей получить 3358080 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 3 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 1312707,5 руб. и индекс доходности с величиной 1,19 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления держателя заднего сальника коленчатого вала, автомобиля LADA Kalina.

## 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;
- проведен расчет экономического эффекта, который получается за счет введения прогрессивной технологии и оснастки, составляет 1312707,5 руб.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления держателя заднего сальника коленчатого вала 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

Дубл.		Взам.		Подп.		Листов		Лист	
Разраб. Вебер		Логин		Логин		Листов		Лист	
Провер. Логин		Логин		Логин		Листов		Лист	
Н.Контр Логин		Логин		Логин		Листов		Лист	
Уте. Логин		Логин		Логин		Листов		Лист	
M01 АК12M2 ГОСТ1583-93		ТГУ		Держатель заднего сальника		Листов		Лист	
Код		ЕВ		МД		ЕН		Н. расх.	
-		166		0,13		0,72		Код загод.	
M02		114×188		Профиль и размеры		КД		МЗ	
А		Цех		Уч.		РМ		Обозначение документа	
Б		Код, наименование оборудования		СМ		Проф.		Р	
А03		000		XXXX		Заготовительная		УТ	
Б04		000		XXXX		Заготовительная		КР	
05Т		Литейная машина		010		Фрезерная		ЕН	
06		010		Фрезерная		Фрезерная		КОИД	
07		010		Фрезерная		Фрезерная		УТ	
080		010		Фрезерная		Фрезерная		Р	
09Т		Карусельно-фрезерный станок ГФ2311		010		Фрезерная		Проф.	
10		Приспособление зажимное специальное, приспособление – спутник, фреза сборная диаметр 180, пластина твердосплавная, Калибр предельный для размера 12±0,1,		12,35±0,15		Агрегатная		Конт.	
11		Калибр предельный для размера 12,35±0,15		020		Агрегатная		Лит.	
120		020		Агрегатная		Агрегатная		Лит.	
13Т		Агрегатный станок с поворотным столом "Альфин"		010		Фрезерная		Лит.	
14		Приспособление зажимное специальное, приспособление – спутник, втулка кондукторная, Сверло диаметр 5, метчик М6×1, пластина твердосплавная, пластина		010		Фрезерная		Лит.	
15		твердосплавная, пластина твердосплавная, пластина твердосплавная, Пробка предельная для размера – диаметр 80, пробка предельная для размера – диаметр 100,		010		Фрезерная		Лит.	
16.0		калибр предельный для размера 5,5±0,1, калибр предельный для размера 9±0,2, пробка предельная резьбовая для размера – М6, стол с пневматической установкой,		010		Фрезерная		Лит.	
17.Т		калибр для марпоса Е-15.		010		Фрезерная		Лит.	
19		030		Моечная		Моечная		Лит.	
20.0		030		Моечная		Моечная		Лит.	
21.Т		Камерная моечная машина		040		Контрольная		Лит.	
22		040		Контрольная		Контрольная		Лит.	
23		Контрольный стол		040		Контрольная		Лит.	
МК		040		Контрольная		Контрольная		Лит.	



ГОСТ 3.1105-84, форма 7

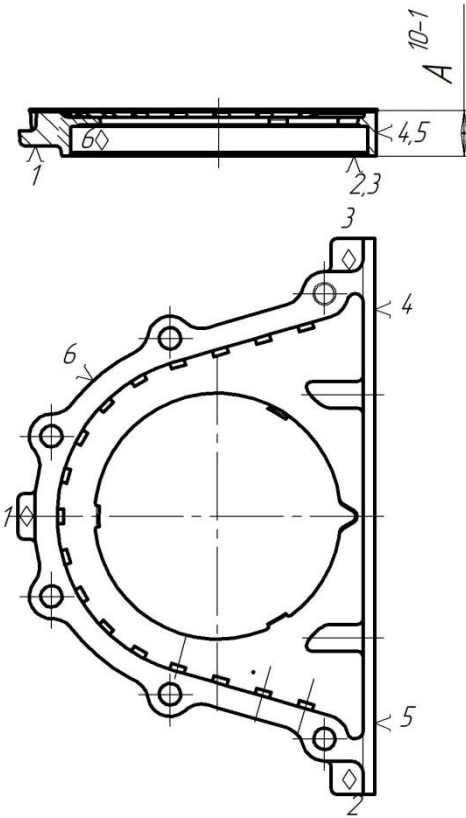
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
Разраб.	Ведер								Лист
Проб.	Логинов								Листов
Н. контр.	Логинов								
Утв.	Логинов								
								Цех	Уч.
									Р.М.
									010

ТГУ

Держатель заднего сальника

▽ Ra 3,2

Переход 1



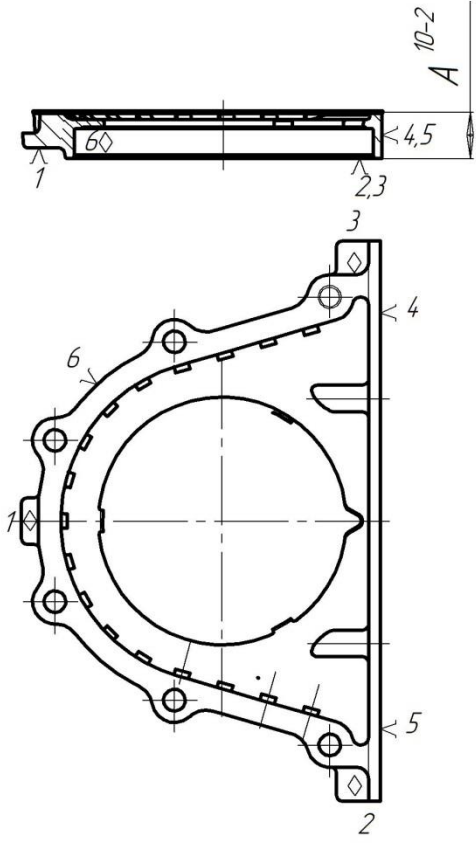
КЭ

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

Дудл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов		Лист	
Разраб. Проб.				<b>ТГУ</b>										
Ведер /Логинов														
Н. контр. Утв.				<b>Держатель заднего сальника</b>							Цех	Уч.	Р.М.	010
Логинов /Логинов														

**Переход 2**

▽ Ra 2,5



КЗ

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																								
Взам.																								
Подп.																								
Разраб.	Вебер																							
Пров.	Логинов																							
И.Контр	Логинов																							
УТВ	Логинов																							
Наименование операции		Материал			Профиль и размеры			МЗ		КОИД														
Агрегатная		AK12M2 ГОСТ1583-93			114×188			0,18		1														
Оборудование		Обозначение программы			ДМ			ДЛВ		ДЛД														
Агрегатный станок с поворотным столом "Альфид"		-XXXXXXXX			-		-		1		СОЖ 5% эмульсия ГОСТ 1975-70													
Р		ШИ			D или B		t		t		S		V		n		Im							
01																								
02 О Приспособление зажимное специальное, приспособление – спутник, втулка кондукторная																								
03 Р Обрабатывать поверхности, поддерживая размеры согласно эскиза																								
04 Т Сверло диаметр 5, метчик М6×1, пластина твёрдосплавная, пластина твёрдосплавная, пластина твёрдосплавная, пластина твёрдосплавная;																								
05 Т Пробка предельная для размера – диаметр 80, пробка предельная для размера – диаметр 100, калибр предельный для размера 5,±0,1, калибр предельный для размера 9±0,2, пробка предельная для размера – М6, стол с пневматической установкой, калибр для марпоса Е-15																								
06																								
07																								
08																								
09																								
10																								
11																								
12																								
OK																								

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

Добл.										
Взам.										
Подл.										

Разраб. Ведер											
Пров. Логинов											

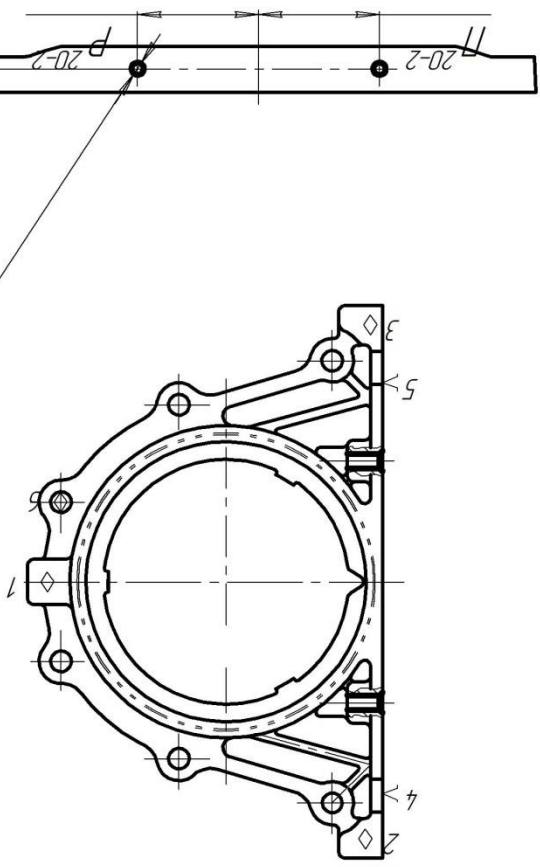
Н. контр. Логинов											
Утв. Логинов											

Держатель заднего сальника

Цех Уч. Р.М. 020

Позиция 2

$Ra\ 3,2$



КЭ





ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Разраб.	Ведер											Листов	Лист	
Проб.	Логиноб													
Н. контр.	Логиноб													
Утв.	Логиноб													

**ТГУ**

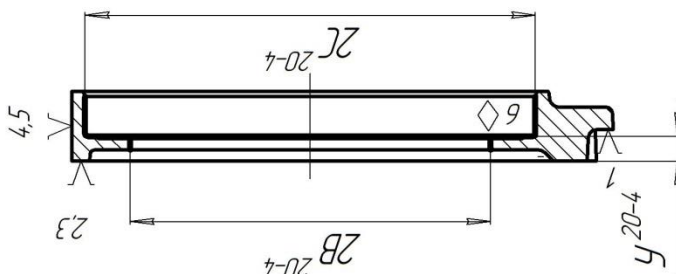
**Держатель заднего сальника**

020

Цех Уч. Р.М.

▽ Ra 1,6

**Позиция 4**



КЭ