

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 Совершенствование технологического процесса изготовления вала
коленчатого автомобиля LADA Granta

Студент	<u>С.Э. Анненков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г Левашкин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н. 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

Совершенствование технологического процесса изготовления вала коленчатого автомобиля LADA Granta. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала коленчатого автомобиля LADA Granta для условий массового производства.

Работа выполнена по тематике АО «АвтоВАЗ».

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

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

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

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 60 страниц, содержащую 17 таблиц, 11 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

Abstract

Improving the manufacturing process of the Lada Granta crankshaft.
Bachelor's work. Tolyatti. Togliatti state University, 2020.

The bachelor's work presents the technology of manufacturing the shaft of the Lada Granta crankshaft for mass production conditions.

The work was performed on the subject of JSC "AVTOVAZ".

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

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 investigated.

The bachelor's work contains an explanatory note of 60 pages, containing 17 tables, 11 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.....	7
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	11
2.2 Определение такта выпуска.....	12
2.3. Проектирование заготовки.....	12
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	14
2.5 Выбор средств технического оснащения.....	16
2.6 Разработка технологических операций	22
3 Совершенствование оснастки и инструмента	24
3.1 Совершенствование металлорежущего станка	24
3.2 Совершенствование инструмента.....	29
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.....	47
Приложение А Маршрутная карта.....	50
Приложение Б Операционные карты.....	55

Введение

Современное производство выпускает огромное количество автомобилей. Этим занимаются все известные мировые бренды, которые занимаются выпуском автомобилей. В нашей стране безусловным лидером в выпуске автомобилей является АО «АвтоВАЗ». Одной из массовых моделей выпускаемых на данном предприятии является LADA Granta.

Одним из важнейших агрегатов автомобиля LADA Granta, существенно влияющего на качество его работы и себестоимость является двигатель. На данной модели используется инжекторный 1,6 литра двигатель. Основным узлом такого двигателя является узел коленвала. Базовой деталью данного узла является коленвал. Данная деталь имеет очень сложную форму и конструкцию, а также сложный технологический процесс. Поэтому тема данной бакалаврской работы направленная на совершенствование технологии изготовления коленвала является очень актуальной.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления вала коленчатого автомобиля LADA Granta с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Двигатель автомобиля «Гранта» - представляет собой один из основных агрегатов данного автомобиля. Общий вид двигателя показан на рисунке 1. Одной из важнейших деталей двигателя является - коленвал.

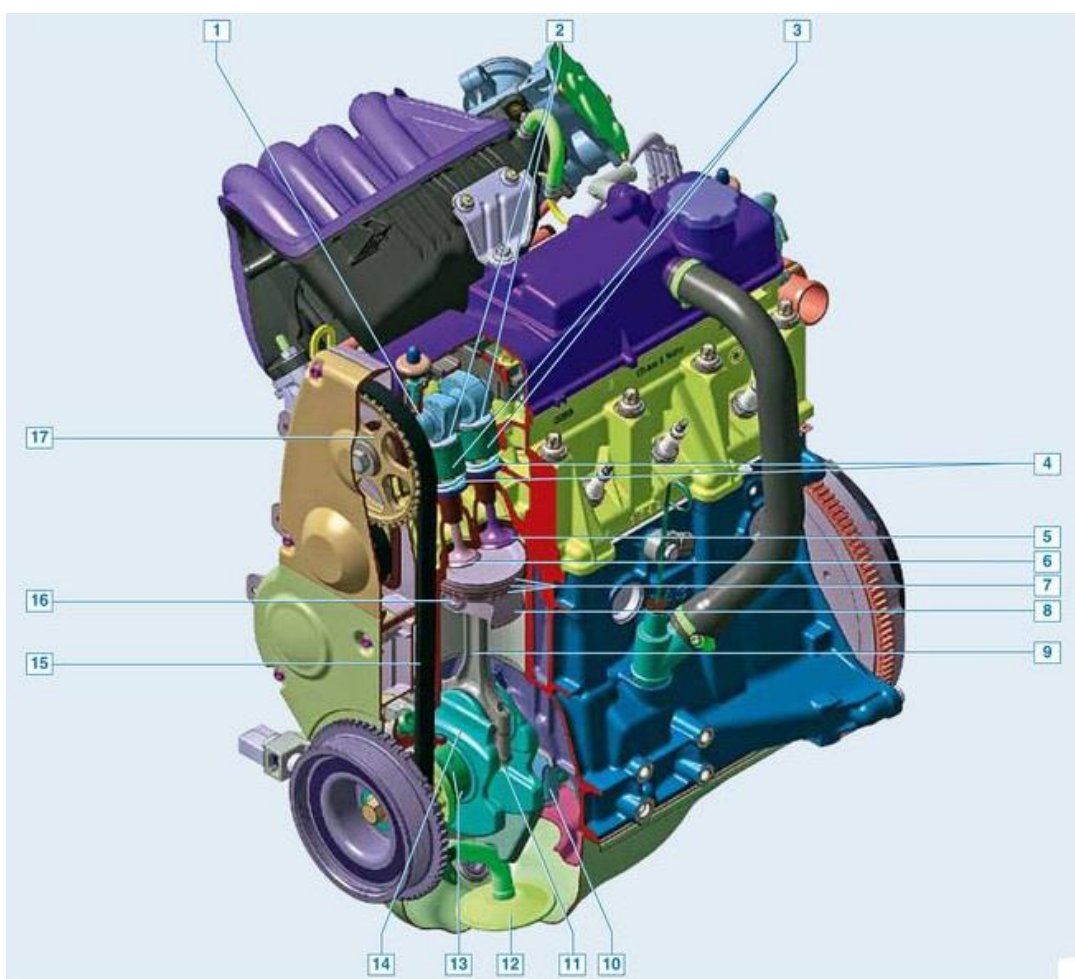


Рисунок 1 – Общий вид двигателя автомобиля «Гранта»

Коленвал предназначен для преобразования энергии сгорания топлива, вызывающее перемещение поршня, в механическое перемещение (крутящий момент). Данные преобразования возможны за счет конструкции коленвала.

Конструктивной особенностью коленвала, является точное взаимное расположение коренных и шатунных шеек. Точность их взаимного расположения, прямым образом влияет на качество и долговечность работы всего двигателя.

Указанные особенности конструкции коленвала 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, коленвал 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 - Чугун Gh 75-50-03 - высокопрочный чугун с шаровидным графитом на перлитной основе (феррита $\leq 8\%$), степень сфероидизации графита – не менее 90%; требования по механическим свойствам: HB5/750 250-300, $\sigma_v \geq 736$ МПа, $\delta \geq 3\%$.

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

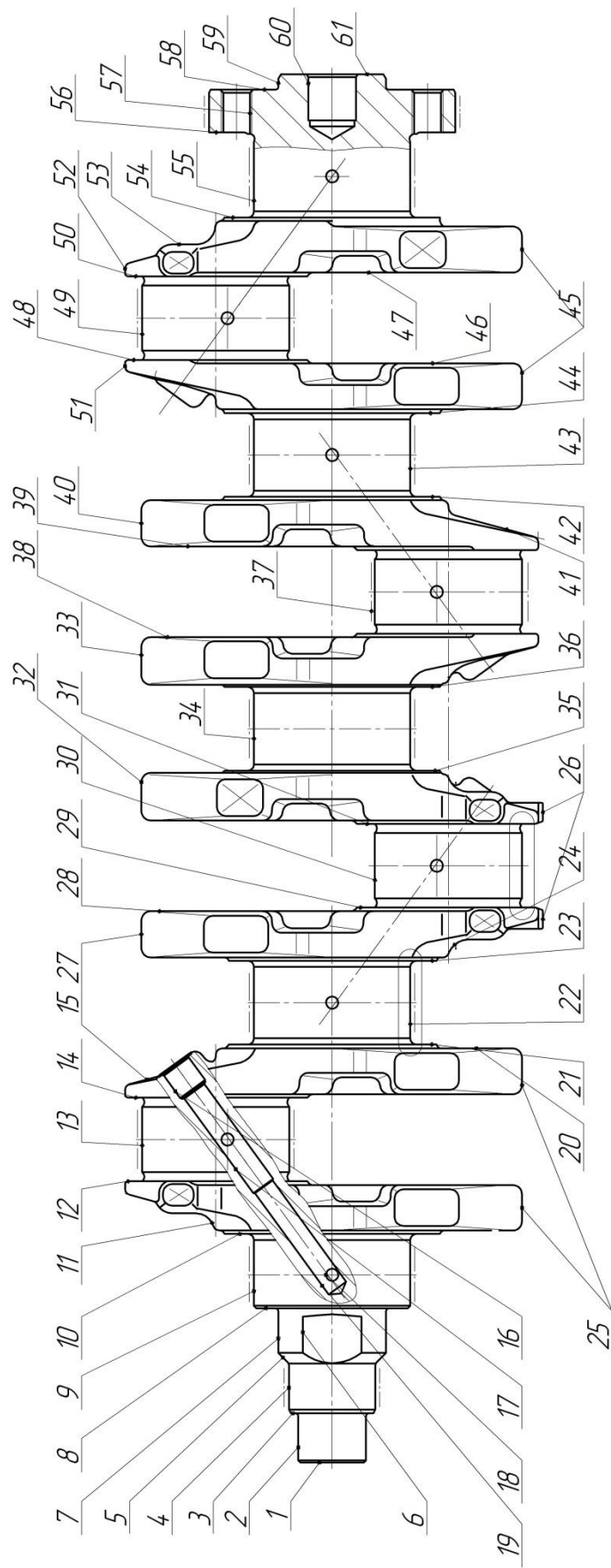


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Коленвал»

подразумевает распределение всех поверхностей по четырем характерным группам. Для удобства отображения информации представим данную классификацию в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	9,10,21,22,23,34,35,36,42,43,44,54,55
Вспомогательные конструкторские базы	2,3,4,5,7,8,57,58
Исполнительные	12,13,14,24,30,37,38,39,48,49,50
Свободные	Остальные

1.3 Технологичность детали

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

- Коэффициент унификации $K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$, $K_{у.э.} = 23/61 = 0,37$;

- Коэффициент использования материала $K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$, $K_{и.м.} = 11,34/15 = 0,76$;

- 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 - «Коленвал», изготовленная из чугуна Gh 75-50-03, 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 $m= 11,34$ 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 - «Коленвал» представлен ниже на рисунке 3. Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- 250...300 НВ, кроме мест обозначенных особо.
- неуказанные литейные уклоны 3 .

- неуказанные литейные радиусы 3 мм.

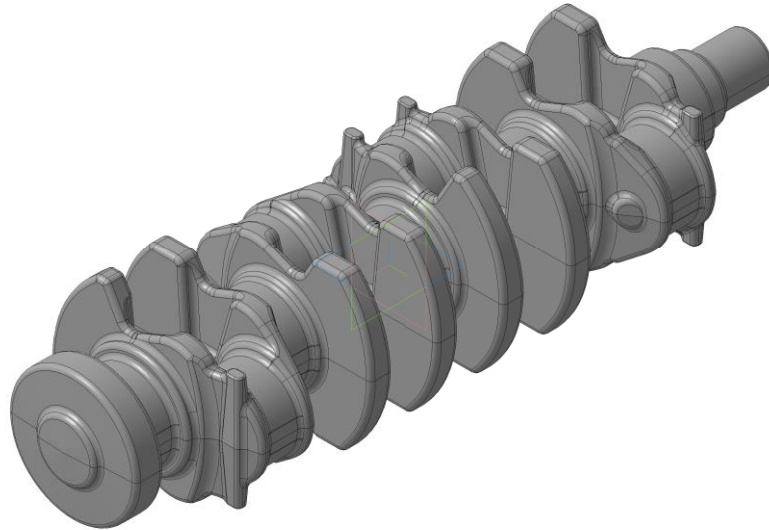


Рисунок 3 – Общий вид заготовки детали - «Коленвал»

- неуказанные предельные отклонения по СТП 37.101.9677-88.
- на поверхностях галтелей не допускаются дефекты, выявленные методом магнитной дефектоскопии.
- на поверхностях шеек не допускаются трещины, волосовины и неметаллические включения видимые невооруженным глазом.
- на необрабатываемых поверхностях допускаются остатки заусенцев высотой не более 1 мм, на щеках противовесов по линии разъема, величина заусенцев входит в допуск на линейные размеры отливки, допустимое смещение литых поверхностей по линии разъема модели не более 0,7 мм.
- на шатунных шейках в зоне ограниченной, допускаются усадочные раковины диаметром до 0,6 мм не более двух и до 0,3 мм не более восьми.
- технические требования к отливке по СТП 37.101.9762-2010.

Чертеж отливки представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали «Коленвал» представим в виде таблицы 2, приведенной ниже.

Таблица 2 - Технологический процесс изготовления поверхностей детали «Коленвал»

№ операции	Содержание операции	Наименование операции
000	Выполнить отливку	Заготовительная
010	Фрезеровать торцы вала одновременно	Фрезерная
020	Определить главную центральную ось инерции вала. Обработать центровые отверстия с 2-х сторон одновременно.	Центровочная
030	Фрезеровать восемь базовых платиков одновременно	Фрезерная
040	Точить пять коренных шеек с прилегающими заплечиками, шейки под передний и задний сальники, шейки под шестерню маслососа и шкив, упорный торец и центрирующий бурт под маховик одновременно.	Токарная
050	Шлифовать пять коренных шеек и шейку под задний сальник одновременно	Шлифовальная
060	Фрезеровать четыре шатунные шейки попарно	Фрезерная
070	Сверлить четыре наклонных отверстия для прохода масла. Развернуть 4-е отверстия под заглушки. Сверлить и снять фаски с двух сторон в 4-х отверстиях на коренных шейках. Сверлить и снять фаски с двух сторон в 4-х отверстиях на шатунных шейках	Сверлильная
075	Контролировать деталь визуально, контролировать размеры 2% деталей обработанных на оп.70. Контролировать согласно карты контроля ОМК	Контрольная
080	Промыть и обдуть деталь	Моечная
090	Упрочнить коренные, шатунные шейки и шейки под задний и передний сальники последовательно в четыре фазы	Термическая
100	Контролировать радиальное биение пяти коренных шеек относительно центров и, при необходимости, править	Правильная

Продолжение таблицы 2

№ операции	Содержание операции	Наименование операции
110	Сверлить, зенкеровать, снять фаску, нарезать резьбу метчиком в шести отверстиях крепления маховика. Сверлить, снять фаску, зенкеровать, развернуть два базовых отверстия, фрезеровать лыски для шестерни маслососа, фрезеровать шпоночный паз. Сверлить, зенкеровать, снять фаску, нарезать резьбу метчиком в отверстии с передней стороны коленвала. Сверлить, зенкеровать, расточить отверстие и центровочную фаску в отверстии со стороны маховика, расточить центровочную фаску с передней стороны, подрезать галтель на диаметре для центрирования маховика.	Сверлильная
115	Контролировать выборочно детали, обработанные на оп.110, согласно карте контроля ОМК	Контрольная
120	Загрузить детали на транспорт станков. Подрезать торцы и точить галтели на шатунных шейках (1-я и 4-я, 2-я и 3-я) в два перехода по две шейке на станке	Токарная
130	Подрезать торцы и выполнить радиусы сопряжения на 5-ти коренных шейках одновременно	Токарная
140	Накатать радиусы сопряжения на пяти коренных шейках и четырех шатунных шейках одновременно	Накатная
150	Контролировать радиальное биение пяти коренных шеек относительно центров и, при необходимости, править	Правильная
160	Подрезать и накатать упорные торцы на третьей коренной шейке последовательно	Накатная
170	Шлифовать окончательно пять коренных шеек и шейку под задний сальник одновременно	Шлифовальная
180	Шлифовать окончательно опорный торец и центрирующий поясok для маховика одновременно	Шлифовальная
190	Шлифовать окончательно шейки под шкив коленвала, шестерню маслососа и передний сальник одновременно	Шлифовальная
200	Шлифовать окончательно четыре шатунные шейки последовательно	Шлифовальная
205	Контролировать выборочно детали, обработанные на оп. 170-200 согласно карте контроля, снимая деталь и возвращая ее на место	Контрольная

Продолжение таблицы 2

№ операции	Содержание операции	Наименование операции
210	Контролировать на наличие трещин и размагнитить 100 процентов деталей. Контроль согласно карте контроля	Контрольная
220	Балансировать деталь динамически сверлением отверстий в противовесах	Балансировочная
225	Контролировать детали, забракованные на автоматической линии (5% деталей)	Контрольная
230	Удалить излишний металл с противовесов шлифованием (5% деталей)	Шлифовальная
235	Продуть маслосканалы сжатым воздухом. Зачистить, при необходимости, заусенцы на заходной фаске под задний сальник. Зенковать, при необходимости, фаски на отверстиях для смазки шатунных шеек.	Слесарная
240	Полировать коренные и шатунные шейки, накатать шейки под передний и задний сальники одновременно	Полировальная
250	Промыть и обдуть деталь	Моечная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 2, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

2.5 Выбор средств технического оснащения

В соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы выбираем следующие типы средств технологического оснащения, приведенные ниже в таблицах 3-6.

Таблица 3 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	Литейная машина
010	Фрезерная	Специальный фрезерный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
020	Центровочная	Специальный станок инерционного центрирования с автоматической загрузкой-разгрузкой Шенк
030	Фрезерная	Специальный фрезерный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
040	Токарная	Специальный многорезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
050	Шлифовальная	Шестикамневый круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
060	Фрезерная	Специальный фрезерный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Комацу
070	Сверлильная	Автоматическая линия Берарди
075	Контрольная	Стол контрольный
080	Моечная	Туннельная моечная машина
090	Термическая	Автоматическая линия для закалки и отпуска с автоматической загрузкой-разгрузкой АЕГ
100	Правильная	Специальный пресс с автоматической загрузкой-разгрузкой Дженни-Прессен
110	Сверлильная	Автоматическая линия Берарди
115	Контрольная	Стол контрольный
120	Токарная	Специальный токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
130	Токарная	Специальный токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Вайсер
140	Накатная	Специальный накатной станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Хегеншайдт
150	Правильная	Специальный пресс с автоматической загрузкой-разгрузкой Дженни-Прессен
160	Накатная	Специальный накатной станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Хегеншайдт
170	Шлифовальная	Шестикамневый круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
180	Шлифовальная	Специальный торцекруглошлифовальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
190	Шлифовальная	Специальный торцекруглошлифовальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода
200	Шлифовальная	Специальный круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода

Продолжение таблицы 3

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
205	Контрольная	Стол контрольный
210	Контрольная	Специальная установка с автоматической загрузкой-разгрузкой Хеллинг
220	Балансировочная	Автоматическая балансировочная линия Шенк
225	Контрольная	Установка контроля дисбаланса с ручной загрузкой-разгрузкой Шенк
230	Шлифовальная	Обдирочношлифовальный станок Дербент
235	Слесарная	Специальный стол с оснасткой
240	Полировальная	Специальный полировальный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Нагель
250	Моечная	Туннельная моечная машина

Таблица 4 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	Форма литейная
010	Фрезерная	Приспособление зажимное правое, приспособление зажимное левое
020	Центровочная	Ограничитель на входе, приспособление зажимное
030	Фрезерная	Приспособление зажимное, центр передний, центр задний
040	Токарная	Центр передний, центр задний, опора – 3 штуки, прокладка – 2 штуки, зажим, колодка, зажимное приспособление
050	Шлифовальная	Центр передний, центр задний, опора люнета, патрон поводковый
060	Фрезерная	Патрон зажимной левый, патрон зажимной правый, центр передний, центр задний, опора левая, опора правая
070	Сверлильная	Приспособление специальное
075	Контрольная	-
080	Моечная	-
090	Термическая	Индуктор для 1-ой коренной шейки; индуктор для 2,3,4-ой коренных шеек; индуктор для 5-ой коренной шейки; индуктор для шатунных шеек
100	Правильная	Приспособление специальное
110	Сверлильная	Приспособление специальное
115	Контрольная	-
120	Токарная	Патрон зажимной левый, патрон зажимной правый, призма
130	Токарная	Центр передний, патрон в сборе, центр вращающийся, призма
140	Накатная	Приспособление специальное
150	Правильная	Приспособление специальное

Продолжение таблицы 4

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
160	Накатная	Приспособление специальное
170	Шлифовальная	Центр передний, палец поводковый, центр подвижный, планшайба подвижная
180	Шлифовальная	Центр передний, палец поводковый, центр подвижный, планшайба подвижная
190	Шлифовальная	Центр передний, центр задний, поводок
200	Шлифовальная	Патрон зажимной левый, патрон зажимной правый
205	Контрольная	-
210	Контрольная	-
220	Балансировочная	-
225	Контрольная	-
230	Шлифовальная	Приспособление специальное
235	Слесарная	Приспособление специальное
240	Полировальная	Приспособление специальное
250	Моечная	-

Таблица 5 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Фреза левая, фреза правая, пластина твердосплавная
020	Центровочная	Сверло центровочное
030	Фрезерная	Фреза диаметр 100, 10 зубьев; фреза диаметр 152,4, 16 зубьев; фреза диаметр 75, 6 зубьев; фреза диаметр 70, 6 зубьев – 2 штуки; фреза диаметр 130, 12 зубьев; пластина твердосплавная – 56 штук
040	Токарная	Держатель пластины – 3 штуки, пластина твердосплавная – 30 штук
050	Шлифовальная	Круг шлифовальный – 6 штук; ролик алмазный; карандаш алмазный – 4 штуки
060	Фрезерная	Фреза диаметр 280 левая; фреза диаметр 280 правая; пластина твердосплавная – 40 штук
070	Сверлильная	Сверло диаметр 9,5; сверло диаметр 10; сверло диаметр 7,1; сверло диаметр 7,3; сверло диаметр 4
075	Контрольная	-
080	Моечная	-
090	Термическая	-
100	Правильная	-

Продолжение таблицы 5

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
110	Сверлильная	Сверло диаметр 13; фреза диаметр 200 левая; фреза диаметр 200 правая; пластина твёрдосплавная – 32 штуки; сверло диаметр 8; сверло диаметр 8,6; сверло диаметр 13,5; сверло диаметр 9,5; сверло диаметр 14,5; сверло диаметр 12,5; зенкер диаметр 9,6; зенкер диаметр 8,778; развертка диаметр 10; фреза диаметр 13; метчик М10×1,25; метчик М12×1,25
115	Контрольная	-
120	Токарная	Резец левый – 4 штуки; резец правый – 4 штуки
130	Токарная	Пластина твёрдосплавная – 9 штук
140	Накатная	Ролик накатной – 17 штук; головка накатная – 9 штук
150	Правильная	-
160	Накатная	Ролик накатной – 2 штуки
170	Шлифовальная	Круг шлифовальный – 6 штук; ролик алмазный
180	Шлифовальная	Круг шлифовальный; ролик алмазный
190	Шлифовальная	Круг шлифовальный; ролик алмазный
200	Шлифовальная	Круг шлифовальный; ролик алмазный
205	Контрольная	-
210	Контрольная	-
220	Балансировочная	-
225	Контрольная	-
230	Шлифовальная	Круг шлифовальный; ролик алмазный
235	Слесарная	-
240	Полировальная	Лента полировальная – 12 штук
250	Моечная	-

Таблица 6 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Фрезерная	Приспособление для контроля линейных размеров 212,8±0,2 и 451,3. Стол для калибров.
020	Центровочная	Контрольное приспособление для размера 428,2±0,15, калибр для контроля центровых отверстий 11,3±0,15, эталон к приспособлению
030	Фрезерная	Калибр с индикатором для контроля фрезерованных мест; стол для калибров

Продолжение таблицы 6

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
040	Токарная	Скоба диаметр 81±0,1; скоба диаметр 51,8±0,1; скоба диаметр 35,5±0,1; скоба диаметр 28,5±0,1; скоба диаметр 22,5±0,1; калибр визуального контроля фасок; приспособление для контроля линейных размеров 14,5±0,2 и 26,9±0,2; стол для калибров.
050	Шлифовальная	Скоба диаметр 51,3±0,025; скоба диаметр 80,5±0,1; эталоны к скобам
060	Фрезерная	Калибр с индикатором для контроля линейных размеров; скоба диаметр 49; стол для калибров
070	Сверлильная	Калибр пробка диаметр 9,5±0,2; калибр пробка диаметр 10±0,2; калибр пробка диаметр 7,1±0,2; калибр пробка диаметр 7,3±0,2; калибр пробка диаметр 4±0,2
075	Контрольная	Стол контрольный
080	Моечная	-
090	Термическая	Калибр для контроля ширины шатунных шеек; скоба для контроля диаметра шатунных шеек
100	Правильная	-
110	Сверлильная	Калибр для контроля положения шпоночного паза; калибр пробка диаметр 8±0,2; калибр пробка диаметр 8,6±0,2; калибр пробка диаметр 13,5±0,2; калибр пробка диаметр 9,5±0,2; калибр пробка диаметр 14,5±0,2; калибр пробка диаметр 12,5±0,2; калибр резьбовой М10; калибр резьбовой М12
115	Контрольная	Стол контрольный
120	Токарная	Контрольное приспособление для размера 27,2; скоба диаметр 47±0,1; стол для калибров
130	Токарная	Контрольное приспособление для размера 26,9; скоба диаметр 50,299±0,1; стол для калибров
140	Накатная	-
150	Правильная	-
160	Накатная	-
170	Шлифовальная	Скоба диаметр 50,814±0,01; скоба диаметр 805±0,025; эталоны к скобам; стол для калибров
180	Шлифовальная	Контрольное приспособление для размера 194,2; приспособление для контроля биения
190	Шлифовальная	Контрольное приспособление для размера 202,1; приспособление для контроля биения; скоба диаметр 35; скоба диаметр 22; скоба диаметр 28
200	Шлифовальная	Аппаратура пневматическая для контроля размера 47,845; эталоны; стол для калибров
205	Контрольная	Стол контрольный

Продолжение таблицы 6

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
210	Контрольная	Стол контрольный
220	Балансировочная	-
225	Контрольная	-
230	Шлифовальная	Приспособление специальное
235	Слесарная	-
240	Полировальная	Скоба диаметр 47,84; скоба диаметр 50,809; скоба диаметр 80; эталоны к скобам; стол для калибров
250	Моечная	-

2.6 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 3-6 настоящей работы. Данные по времени на операции представлены ниже в таблице 7.

Таблица 7 – Нормы времени для изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Основное время, мин	Время на отдых и обслуживание, мин	Штучное время, мин	Количество оборудования, штук	% загрузки
000	Заготовительная	-	-	-	-	-
010	Фрезерная	0,7	0,19	0,89	1	86,1
020	Центровочная	0,76	0,14	0,9	1	88
030	Фрезерная	0,63	0,19	0,82	1	79,3
040	Токарная	0,76	0,22	0,98	1	95,8
050	Шлифовальная	0,75	0,16	0,91	1	89,9
060	Фрезерная	0,7	0,18	0,88	1	86
070	Сверлильная	0,88/2	0,32/2	0,6	1	61,9
075	Контрольная	-	-	-	-	-
080	Моечная	0,7	-	0,7	1	66,3
090	Термическая	0,7	0,2	0,9	1	85,3
100	Правильная	0,75	0,15	0,9	1	85,3

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Основное время, мин	Время на отдых и обслуживание, мин	Штучное время, мин	Количество оборудования, штук	% загрузки
110	Сверлильная	0,6	0,24	0,84	1	86,7
115	Контрольная	-	-	-	-	-
120	Токарная	0,7	0,22	0,92	2	45
130	Токарная	0,68	0,24	0,92	1	89,9
140	Накатная	0,73	0,16	0,89	1	87
150	Правильная	0,75	0,125	0,875	1	82,9
160	Накатная	0,57	0,16	0,73	1	71,4
170	Шлифовальная	0,95	0,35	1,3	2	64,2
180	Шлифовальная	0,62	0,18	0,8	1	79
190	Шлифовальная	0,62	0,18	0,8	1	79
200	Шлифовальная	3,1	0,6	3,7	6	63
205	Контрольная	-	-	-	-	-
210	Контрольная	-	-	-	-	-
220	Балансировочная	0,64	0,28	0,92	1	89,9
225	Контрольная	-	-	-	-	-
230	Шлифовальная	0,7	0,1	0,8	1	88
235	Слесарная	-	-	-	-	-
240	Полировальная	0,64	0,2	0,84	1	82,1
250	Моечная	0,7	0,02	0,72	1	68,2

Чертежи наладок представлены в графической части бакалаврской работы.

3. Совершенствование оснастки и инструмента

3.1 Совершенствование металлорежущего станка

Совершенствование конструкции металлорежущего станка имеет своей целью повышение производительности и качества изготовления коленвала. Совершенствование будем проводить на основе литературных исследований. Основная идея совершенствования изложена в патенте РФ №192796, авторов Симанина Н.А. и Голубовского В.В. Полезная модель относится к станкостроению и может быть использована в металлорежущих станках для измерения косвенным методом радиальной составляющей силы резания и поддержания ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки.

Известна задняя бабка металлорежущего станка, содержащая индуктивный датчик для контроля перемещения пиноли под действием силы резания, усилитель сигнала индуктивного датчика, сравнивающее устройство для алгебраического сложения сигналов датчика и программного устройства, исполнительный механизм системы автоматического регулирования (САР) режима обработки.

Недостатками данной конструкции являются: сложность конструкции, низкая чувствительность и точность измерения силы резания, а также поддержания ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки. Это обусловлено наличием большого числа элементов САР и многократным преобразованием сигнала, что, в свою очередь, вызывает искажение управляющего сигнала и потерю точности измерения силы резания.

Недостатками данной конструкции являются: сложность конструкции, низкая чувствительность и точность измерения силы резания и поддержания ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки.

Работа САР происходит только при значительных перекосах осей обрабатываемой детали и центра задней бабки. Возможны ложные срабатывания САР при неправильной установке заготовки.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к предлагаемому устройству является задняя бабка металлорежущего станка, содержащая динамометрический центр с осевой глухой цилиндрической расточкой. В дно которой, запрессован конец измерительного стержня, передняя консольная часть центра выполнена в виде упругого элемента, деформируемого под действием усилия резания, а свободный конец измерительного стержня выполнен с возможностью взаимодействия с датчиком измерения силы резания.

Недостатками рассматриваемой задней бабки являются: сложность конструкции, низкая чувствительность и точность измерения силы резания, а также поддержания ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки. Это обусловлено наличием большого числа элементов САР и многократным преобразованием управляющего сигнала, что, в свою очередь, вызывает искажение сигнала и потерю точности измерения силы резания.

Технической задачей полезной модели является упрощение конструкции, повышение чувствительности и точности измерения косвенным методом радиальной составляющей силы резания, а также поддержание ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки.

Решение указанной задачи достигается тем, что упомянутый датчик снабжен корпусом, установленным перпендикулярно центральной оси в упомянутой цилиндрической расточке, в корпусе навстречу друг другу. При этом свободный конец измерительного стержня расположен между торцами сопел и выполнен в виде заслонки с плоскими поверхностями. Внутренняя полость задней бабки имеет линию отвода рабочей среды, с помощью резьбового соединения с корпусом, заданное положение корпуса в расточке

определено подвижными упорами, один из которых подпружинен, а второй упор выполнен с возможностью регулирования его положения винтом, установленным в крышке задней бабки.

Свободный конец измерительного стержня, расположенный между торцами сопел и выполненный в виде заслонки с плоскими поверхностями. Внутренняя полость задней бабки, имеющая линию отвода рабочей среды; резьбовые соединения сопел с корпусом; подвижные упоры корпуса, один из которых подпружинен, а второй выполнен с возможностью регулирования его положения винтом, установленным в крышке задней бабки.

Установка корпуса датчика в цилиндрической расточке перпендикулярно центральной оси обеспечивает высокую чувствительность и точность измерения силы резания.

Два сопла, размещенные в корпусе навстречу друг другу, и свободный конец измерительного стержня, расположенный между торцами сопел и выполненный в виде заслонки с плоскими поверхностями, с высокой чувствительностью и точностью преобразуют механическое перемещение стержня в соответствующий управляющий гидравлический сигнал.

Постоянные дроссели, через которые сопла подключены к линии подвода рабочей среды, и сопла с заслонкой образуют мостовую схему измерения силы резания, что обеспечивает высокую чувствительность и точность измерения силы резания.

Исполнительный элемент, линиями управляющего сигнала соединенный с измерительными камерами сопел, то есть включенный в диагональ моста, служит для регистрации силы резания или автоматического управления режимом обработки на станке.

Внутренняя полость задней бабки обеспечивает сбор отработанной жидкости и ее отвод в бак насосной станции.

Резьбовые соединения сопел с корпусом позволяют регулировать их положение вдоль оси корпуса для предварительной настройки датчика.

Подвижные упоры, один из которых подпружинен, а положение второго можно регулировать винтом, установленным в крышке задней бабки, служат для предварительной настройки одинаковых зазоров между торцами сопел и заслонкой.

Применение в задней бабке элементов сопло-заслонка повышает чувствительность и точность измерения силы резания, а также обеспечивает достаточную мощность управляющего сигнала без его усиления и преобразования. Сокращение элементов, обеспечивающих работу САР, упрощает конструкцию задней бабки.

Повышение чувствительности и точности измерения силы резания обеспечивают регулировки положения сопел в корпусе датчика и самого корпуса в цилиндрической расточке задней бабки.

Конструктивная схема задней бабки металлорежущего станка показана на рисунке 4.

Задняя бабка 1 металлорежущего станка содержит динамометрический центр 2 с осевой глухой цилиндрической расточкой 3, в дно которой запрессован конец измерительного стержня 4.

Передняя консольная часть центра служит упругим элементом, деформируемым под действием усилия резания.

Датчик измерения силы резания содержит корпус 5, установленный перпендикулярно центральной оси в цилиндрической расточке. В корпусе навстречу друг другу размещены два сопла 6 и 7.

Сопла выполнены с возможностью регулирования их положения вдоль оси корпуса с помощью резьбового соединения с корпусом. Заданное положение корпуса в расточке определено подвижными упорами 19 и 20, на один из которых действует пружина 21, а второй выполнен с возможностью регулирования его положения винтом 22, установленным в крышке 23 задней бабки.

Задняя бабка металлорежущего станка работает следующим образом. Предварительная настройка датчика на заданный диапазон измерения силы резания включает в себя два этапа.

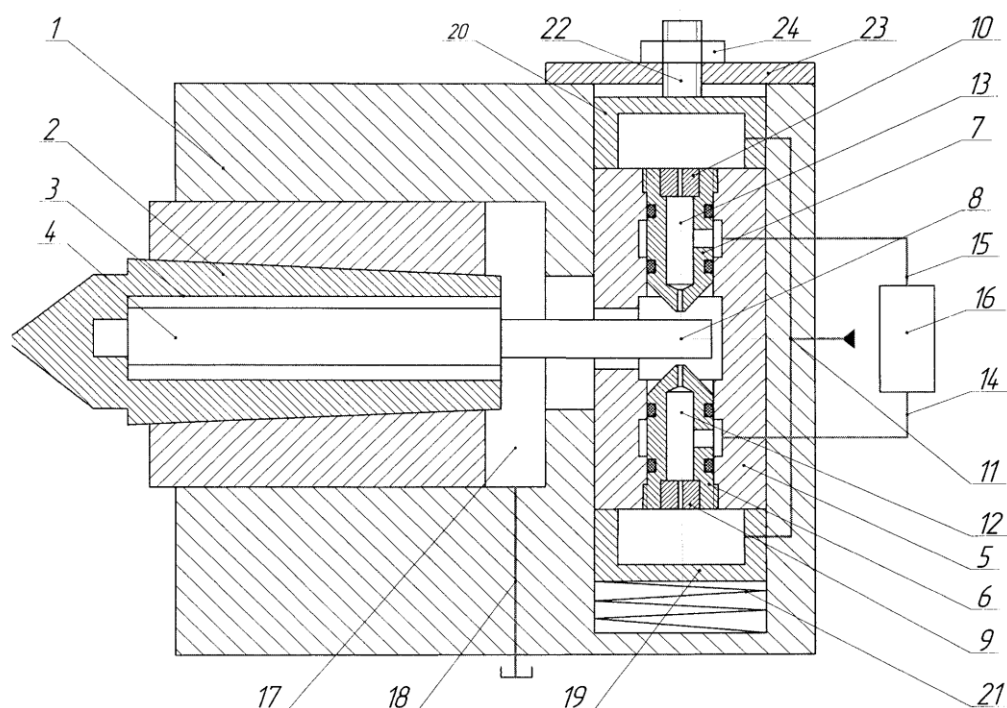


Рисунок 4 - Схема задней бабки металлорежущего станка

Первый этап предусматривает регулирование положения сопел 6 и 7 вдоль оси корпуса 5 таким образом, чтобы их торцы находились на заданном расстоянии. Для чего используют резьбовые соединения сопел с корпусом. Эту настройку можно производить вне задней бабки с использованием стандартных мерительных инструментов.

Второй этап предусматривает настройку одинаковых зазоров между торцами сопел и заслонкой. Для чего винтом 22, установленным в крышке 23 регулируют и контргайкой 24 фиксируют положение упоров 19 и 20, которые определяют заданное положение корпуса в расточке задней бабки.

В результате предварительной настройки датчика давление рабочей среды (жидкости) в линиях управляющего сигнала должно быть одинаковым.

Упрощение конструкции, повышение чувствительности и точности измерения косвенным методом радиальной составляющей силы резания, а также поддержание ее постоянной за счет автоматического регулирования режима обработки достигается, в первую очередь, за счет применения в задней бабке регулируемых элементов сопло-заслонка, что обеспечивает достаточную мощность управляющего сигнала без его усиления и преобразования.

Применение описанной выше конструкции задней бабки, позволяет увеличить качество обрабатываемой детали – коленвала. Таким образом, цель литературных исследований достигнута.

3.2 Совершенствование инструмента

Целью следующего этапа литературных исследований является совершенствование конструкции шлифовального круга. Основная идея совершенствования изложена в патенте РФ №193951, авторов Попова А.Ю. и др. Техническим результатом полезной модели является совершенствование шлифовального круга обладающего надежной конструкцией способной осуществлять профильную обработку деталей.

Данный технический результат достигается тем, что алмазно-абразивные шлифовальные сегменты зафиксированы в корпусе посредством прижимных устройств, выполненных по форме сечения упомянутых сегментов и закрепленных в резьбовых отверстиях корпуса шлифовального круга с помощью болтов. При этом каждый упомянутый сегмент выполнен в виде алмазно-абразивного шлифовального бруска с профильной поверхностью «А», форма которой соответствует форме обрабатываемой поверхности детали, и установлен между корпусом и прижимными

устройством с выступанием из них профильной поверхности «А» алмазно-абразивного шлифовального бруска на величину h_1 , равную $1/3$ его высоты.

На рисунке 5 изображен внешний вид конструкции предлагаемого шлифовального круга для высокоскоростной обработки.

На рисунке 6 изображен брусок треугольного сечения в качестве шлифовального сегмента шлифовального круга для высокоскоростной обработки.

На рисунке 7 представлен пример одного из требуемых профилей шлифовального сегмента шлифовального круга для высокоскоростной обработки.

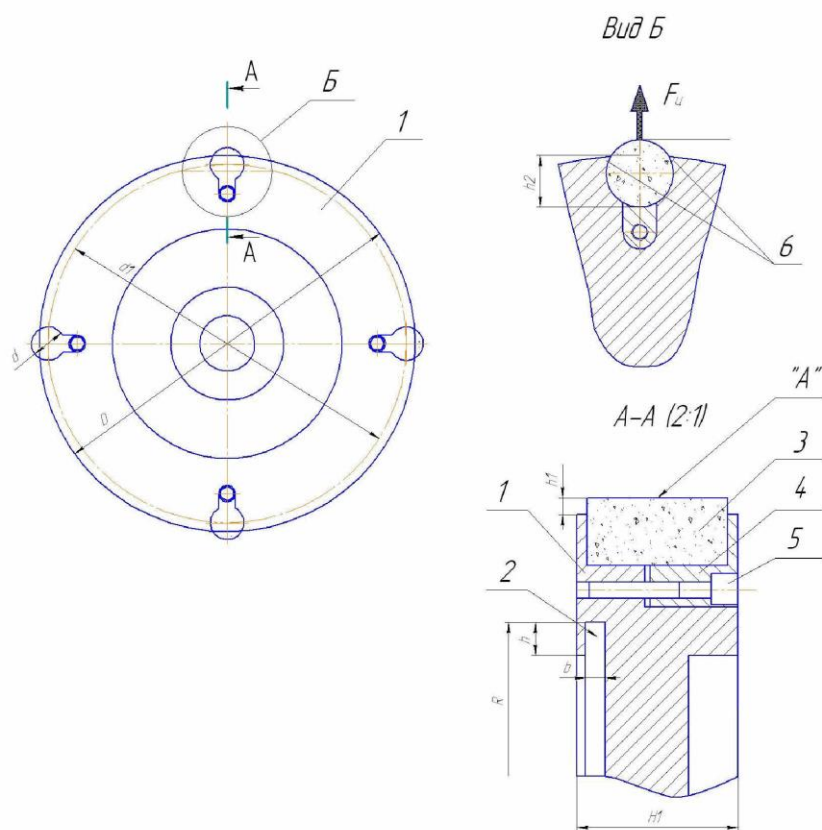


Рисунок 5 - Внешний вид шлифовального круга

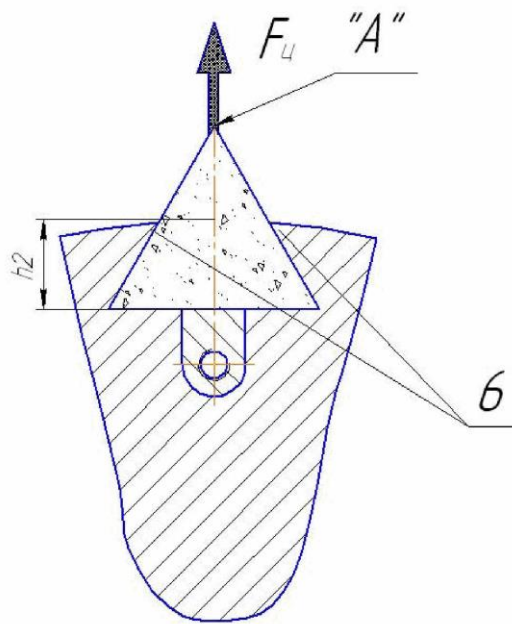


Рисунок 6 - Брусок треугольного сечения в качестве шлифовального сегмента

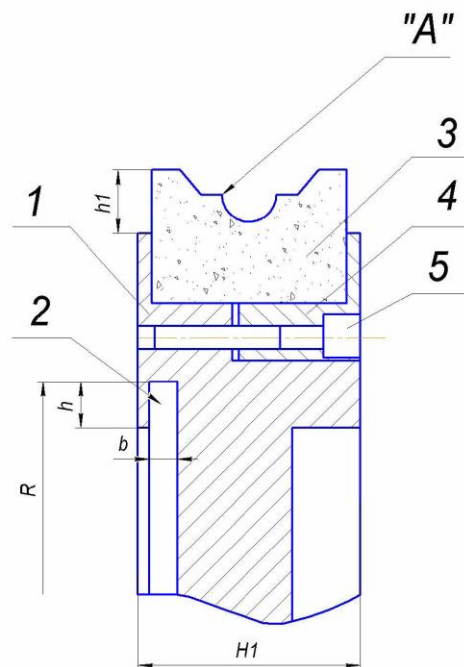


Рисунок 7 - Пример одного из требуемых профилей шлифовального сегмента шлифовального круга

Каждый шлифовальный сегмент состоит из шлифовального бруска 3 с профильной поверхностью «А», установленной между корпусом 1 и прижимным устройством 4, выступающей над ними на величину h_1 , которая равняется $1/3$ от высоты шлифовального сегмента. Данная высота выбрана из условия надежности закрепления с одной стороны и максимально возможного вылета шлифовального сегмента с другой.

Корпус 1 и прижимное устройство 4, с размещенным в них шлифовальным бруском 3, скреплены друг с другом резьбовым соединением 5. Для предотвращения возможного отрыва шлифовальных сегментов от шлифовального круга, который возможен под действием центробежных сил F_c , предусмотрены уступы 6, форма которых может быть различной, в зависимости от формы и установки шлифовального бруска 3 в корпусе 1 на величине h_2 . Шлифовальные сегменты могут быть выполнены в форме бруска (рисунок 6) или иметь требуемый профиль (рисунок 7). Требуемый профиль зависит от геометрии обрабатываемой детали. Шлифовальный круг для высокоскоростной обработки работает следующим образом.

Шлифовальный круг с расположенными на нем шлифовальными сегментами, состоящими из шлифовальных брусков 3 с профильной поверхностью «А», расположенными между корпусом 1 и прижимным устройством 4, устанавливаются на шпиндель станка. После полного износа шлифовальных брусков 3, выкручивают резьбовое соединение 5, удаляют прижимное устройство 4 вместе с изношенными шлифовальными брусками 3. На их место устанавливают новые шлифовальные бруски 3. В зависимости от требований к форме обрабатываемой поверхности шлифовальные сегменты могут быть выполнены необходимым профилем, который зависит от геометрии обрабатываемой детали. (рисунок 6, рисунок 7). Цикл повторяется.

Таким образом, предложенная конструкция шлифовального круга, обеспечивает надежную работу шлифовальных сегментов, расположенных на периферии, при условии прерывистого шлифования и возможность смены

шлифовальных брусков без съема круга со станка, что позволяет устранить дисбаланс, вызванный погрешностью переустановки круга, а также обеспечивает возможность использования различных типов и характеристик шлифовальных сегментов. При этом шлифовальным сегментам можно придать требуемый профиль. Фиксация шлифовальных сегментов механическим способом позволяет обеспечить наибольшую безопасность при эксплуатации, за счет надежного закрепления, кроме того применение прижима и винтового соединения обеспечивает быструю смену шлифовальных сегментов.

Таким образом, можно сказать, что цель литературных исследований по совершенствованию конструкции шлифовального круга достигнута.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления вала коленчатого автомобиля LADA Granta с учетом требований стандартов по безопасности.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 8 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 8 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Литье	Литейщик	Литейная машина	Чугун Gh 75-50-03, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарная	Оператор МРС	Специальный многолезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода; Центр передний, центр задний, опора – 3 штуки, прокладка – 2 штуки, зажим, колодка, зажимное приспособление	Чугун Gh 75-50-03, СОЖ, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 9 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 коленвала.

Таблица 9 - 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	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	Специальный многолезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода; Центр передний, центр задний, опора – 3 штуки, прокладка – 2 штуки, зажим, колодка, зажимное приспособление, 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 коленвала. Снижение рисков достигается мерами (таблица 10).

Таблица 10 – 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 11 – 14 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 11 – 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 колена вала	Специальный многолезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода	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 12 – 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 13 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 14 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления коленвала, Специальный многорезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода	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 15 и 16. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 15 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления коленвала	Специальный многорезцовый токарный станок с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 16 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

4.6 Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и шлифовальной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на специальном многолезцовом токарном станке с автоматической загрузкой-разгрузкой Тойода операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор МРС. Приспособление – патрон. Инструмент - набор резцов. Применяются материалы: Чугун Gh 75-50-03, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 8).

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 9).

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 10).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления коленвала (таблица 11). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 12, 13), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления коленвала (таблица 14).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления коленвала на окружающую среду (таблица 15). 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 16).

Выявив и проанализировав технологию изготовления коленвала 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 вала коленчатого автомобиля LADA Granta, которое кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010, 030 и 060 операции – фрезерные;
- 020 операция – центровочная;
- 040, 120 и 130 операции – токарные;
- 050, 170-200 и 230 операции – шлифовальные;
- 070 и 130 операции – сверлильные;
- 100 и 150 операции – правильные;
- 140 и 160 операции – накатные;
- 220 операция – балансировочная;
- 240 операция – полировальная.

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 17.

Таблица 17 – Методики, применяемых действий, необходимых для экономического обоснования разработанного технологического процесса

Действия по экономическому обоснованию	Применяемые методики
1. Определение себестоимости изготовления детали	1. «Расчет необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки» [10, с. 12-13]. 2. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса» [10, с. 17-19]. 3. «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19]
2. Расчет капитальных вложений	1. «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [..., 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 17, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 8 показан средний коэффициент загрузки используемого оборудования по названиям операций.

Из рисунка 8 видно, что оборудование загружено в среднем от 57,5 % до 78 %, это объясняется большой программой выпуска детали – 200000 штук в год, и режимом работы в две смены.

На рисунке 9 представлено долевое соотношение параметров.

Анализируя представленные на рисунке 9 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, который составляют почти 88 % от всей величины технологической себестоимости. Такой объем объясняется из-за способа получения заготовки, ее массы и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов

являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом почти 9,5 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

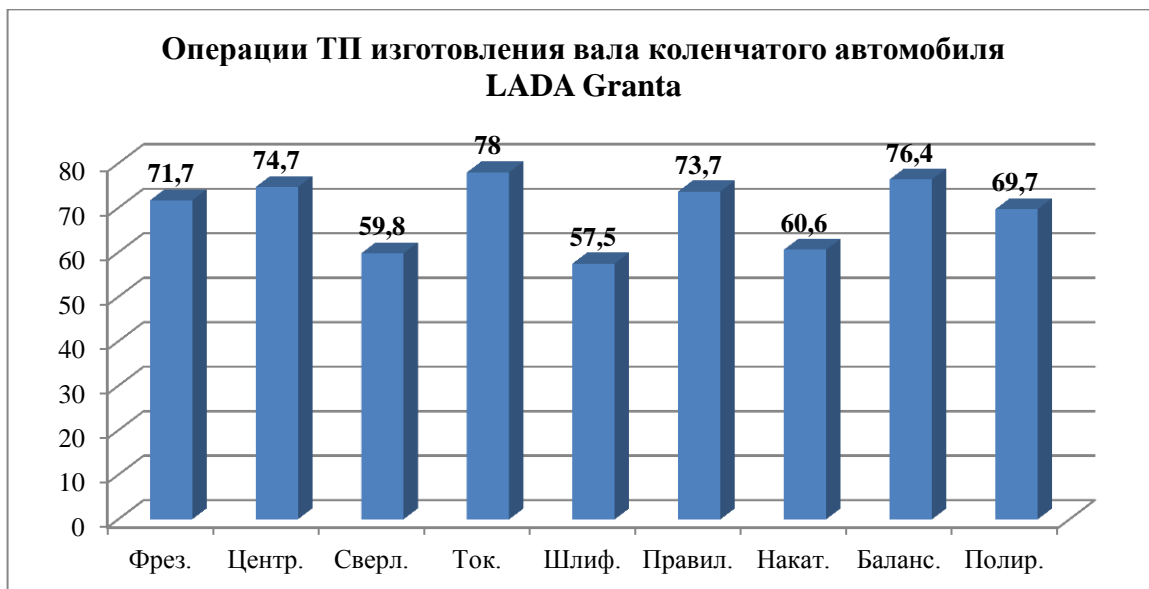


Рисунок 8 – Средний коэффициент загрузки оборудования по названиям операций, %

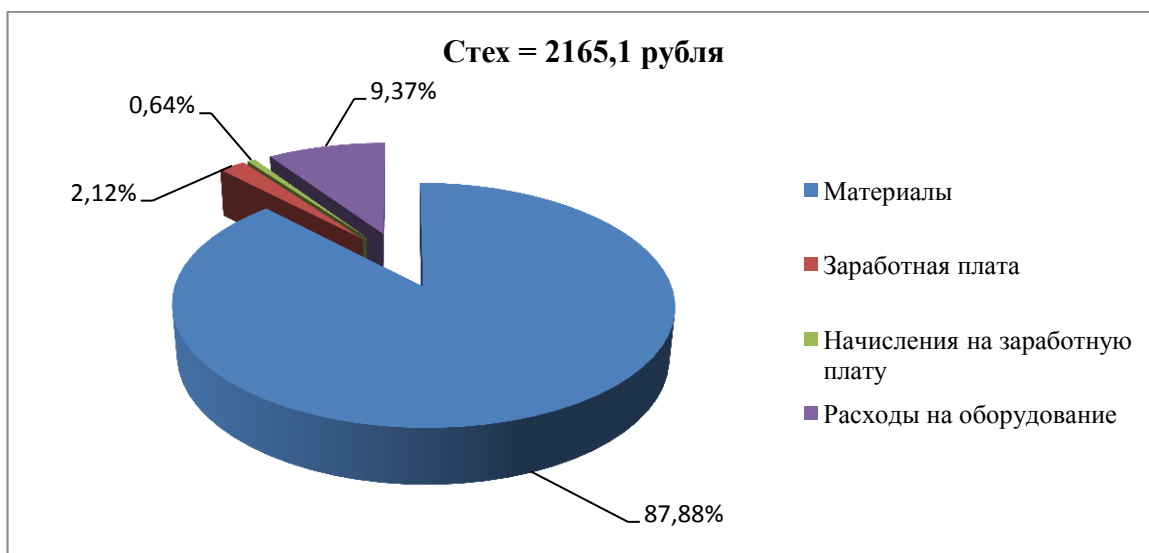


Рисунок 9 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

На рисунке 10 показана калькуляция себестоимости изготовления.

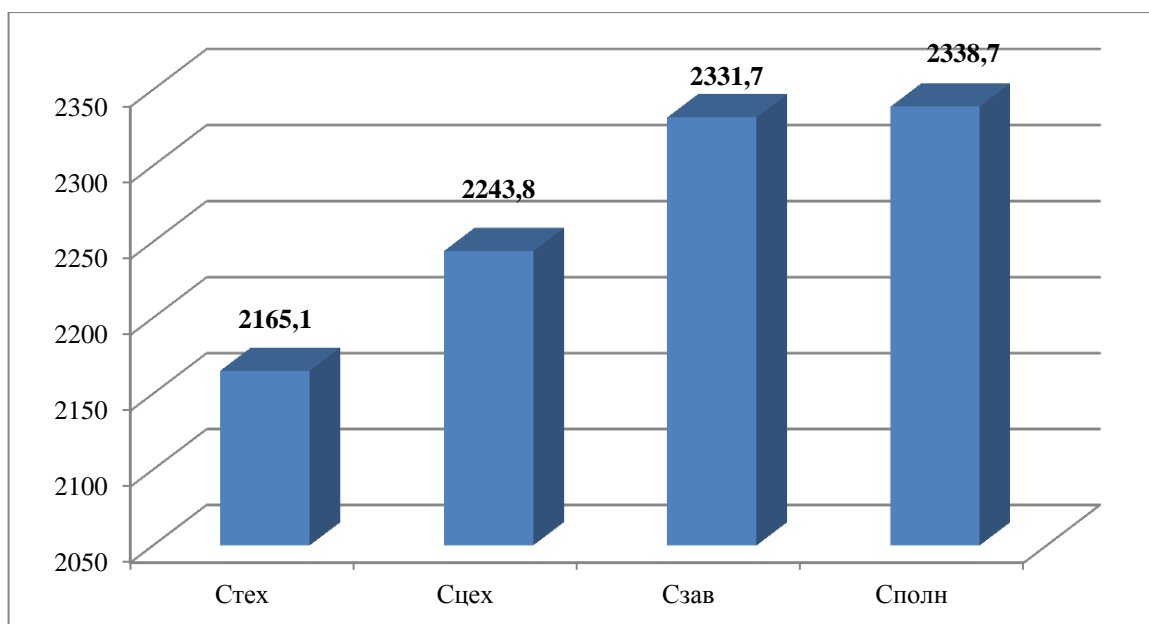


Рисунок 10 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 10 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 2338,7 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 11 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

Анализируя данные, представленные на рисунке 11, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование с доставкой и монтажом, величина которых составляет 66795518,8 руб. или 69,9 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Второй весомой величиной являются затраты на инструмент, величина которых составляет 18818846,7 или 19,7 % от общего

объема инвестиций. 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 5,2 % от общей величины.

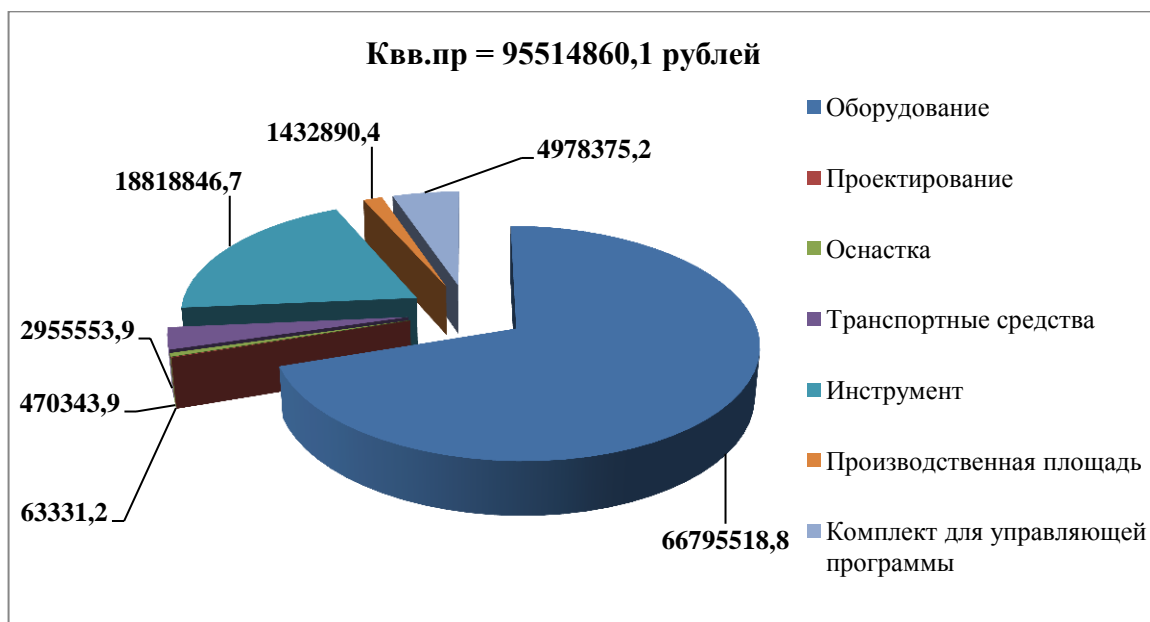


Рисунок 11 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 93548000 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 2 лет. Это допустимый срок окупаемости для производственных процессов.

Методика определения экономической эффективности [10, с. 22-23] позволила получить значения таких параметров как: интегральный экономический эффект, составляющий 19033711,3 руб. и индекс доходности с величиной 1,2 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления вала коленчатого автомобиля LADA Granta.

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:

- проведен анализ исходных данных, по чертежу детали и механизма, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведен выбор заготовки и ее проектирование, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа плана обработки в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проведено проектирование приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа инструмента в графической части бакалаврской работы;
- проведен расчет экономического эффекта, который получается за счет введения прогрессивной технологии и оснастки, составляет 19033711,3 руб.

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

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

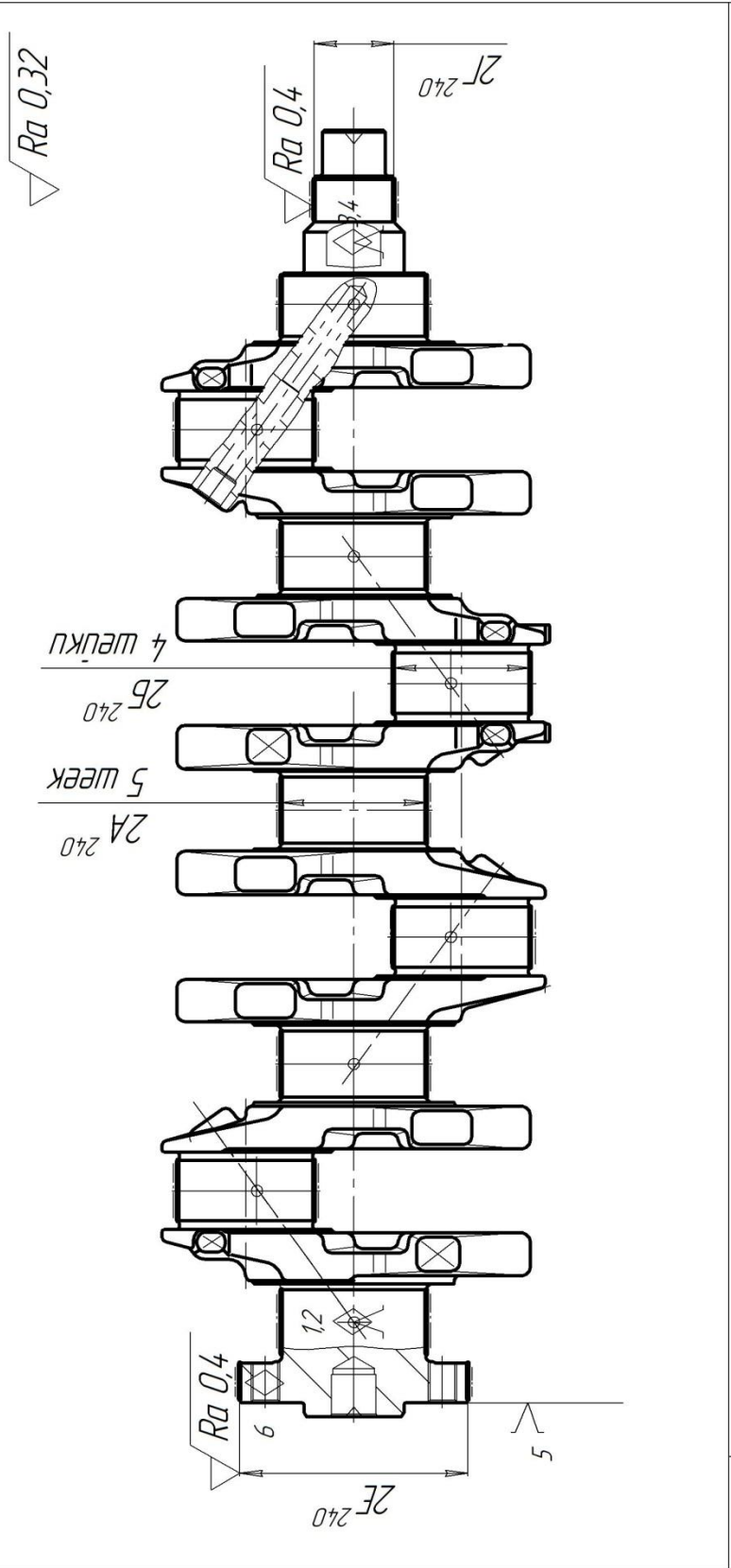
Дubl.										
Взам.										
Подл.										
Листов		Лист		Лист		Лист		Лист		Лист
Разраб.	ТГУ									
Проб.							Коленвал			
Н. контр.										
Утв.										
Цех		Уч.		Р.М.		050				
$\nabla Ra 2$										
<p>Technical drawing of a crankshaft assembly in a half-view. Key dimensions and labels include: 3,4, 5, 6, 12, 24₅₀, 5 шек, 2F₅₀. A surface texture symbol is present at the bottom left of the drawing area.</p>										
										КЭ

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

Дирл.					
Взам.					
Подл.					

Листов		Лист	
ТГУ		Коленвал	
Разраб.	Анненков	Цех	Уч. Р.М.
Проб.	Левашкин	010	
Н. контр.	Левашкин		
Утв.	Логинов		



КЗ