

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 «Калина»

Студент

Р.С. Голега

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Аннотация

Совершенствование технологического процесса изготовления вала коленчатого автомобиля «Калина». Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2021

В работе представлена технология изготовления коленвала для автомобиля “Калина” для среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, коленвал, маршрут, обработка, план обработки.

Целью бакалаврской работы является совершенствование технологического процесса изготовления вала коленчатого автомобиля «Калина».

В результате бакалаврской работы была спроектирована заготовка, этап, который требует наибольшее число использования материала. Спроектирован технологический процесс для обработки детали и так же для процесса были спроектированы специальные средства оснащения.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты.

- произведён анализ исходных данных;
- произведён анализ, который показал технологичность детали;
- разработан технологический процесс;
- изучен процесс обработки.

Так же не менее важным является выбор оборудования и специального инструмента для того, чтобы качество механической обработки поверхностей детали была максимально качественной.

В тему бакалаврской работы входит пояснительная записка в количестве 48 страниц, содержит 20 таблиц, 9 рисунков и графическую часть, в количестве 8 листов.

Abstract

The topic of the given graduation work is «Improvement of the technological process of manufacturing the crankshaft of the Kalina automobile».

This graduation work is devoted to the manufacturing technology of the crankshaft for the Kalina automobile for medium-scale production.

The graduation work consists of an explanatory note on 37 pages, introduction, including 5 figures, 7 tables, the list of 25 references including 5 foreign sources and the graphic part on 9 A1 sheets.

The key issues of the graduation work are: part, workpiece, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, fixture, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

The results of the graduation work are as follows:

- input data have been analyzed for a part engineering design;
- technological process has been developed;
- special tool has been developed and based on literature research;
- safety and environmental security measures for the project have been examined;

The economic efficiency of the developed technology is investigated.

Taking into consideration the fact that it is equally important to choose equipment and special tools so that the quality of the parts' surfaces is of the highest quality. The suggested technology corresponds to safety regulations.

Содержание

Аннотация.....	2
Введение	6
1 Анализ исходных данных	7
1.1 Служебное назначение детали	7
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Технологичность детали.....	11
1.4 Задачи работы	12
2 Технологическая часть работы.....	13
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	13
2.2 Определение такта выпуска.....	13
2.3 Проектирование заготовки	14
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	17
2.5 Выбор средств технического оснащения	20
3. Совершенствование оснастки и инструмента.....	25
3.1.1 Сбор исходных данных	25
3.1.2 Расчёт сил резания	25
3.1.3 Расчёт усилия зажима.....	27
3.1.4 Расчёт силового привода.....	31
3.1.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление	31
3.1.6 Конструирование патрона и силового привода.....	32
3.2 Расчет режущего инструмента	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	35
4.2 Идентификация профессиональных рисков	36
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	37

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности и технического объекта	40
4.6 Вывод по разделу	41
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение	47
Список используемых источников	48
Приложение А Технологическая документация	51
Приложение Б Операционные карты.....	53
Приложение В Спецификация к приспособлению	57

Введение

Машиностроение – это важнейшая отрасль в современной промышленности, определяющая так же и возможность развития других отраслей. Автомобильное машиностроение занимается производством и ремонтом огромного количества разнообразных автомобилей. Одним из признаков развитого автомобилестроительного производства является собственная марка страны. В каждой развитой стране есть собственные именитые бренды, которые занимаются выпуском автомобилей. Самым успешным брендом, производящим огромное количество автомобилей, которые пользуются невероятным спросом, является АО «АвтоВАЗ». Один из таких автомобилей, выпускаемых в двух поколениях на протяжении 14 лет является LADA Kalina.

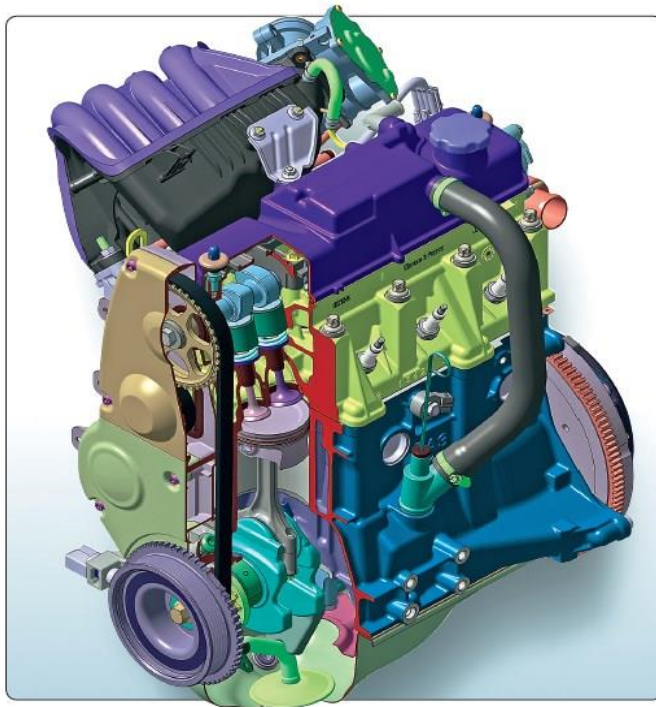
Один из основных агрегатов автомобиля – двигатель. Он влияет на стоимость авто, его качество и спрос. Самым популярным двигателем у LADA Kalina является 8-клапанный агрегат с объемом 1.6 литра, выдающий 82 лошадиных силы. Основным узлом данного двигателя – узел коленвала. Сам коленвал – базовая деталь этого узла. Коленчатый вал имеет довольно сложную конструкцию и не менее сложный технологический процесс изготовления. На любом производстве важнейшую роль играет технология. Правильная технология позволяет достичь максимальных результатов в производстве при минимальных затратах ресурсов. Технологии не стоят на месте, они постоянно обновляются, по мере развития техники. Разработка нового технологического процесса для вала коленчатого очень актуальна. Таким образом, целью работы будет совершенствование технологии изготовления коленчатого вала.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Технологический процесс детали, которую мы будем усовершенствовать, это коленчатый вал двигателя автомобиля семейства LADA Kalina. В эти автомобили устанавливались двигатели различных компоновок, мы возьмем самый популярный из них это 8-клапанный агрегат с объемом 1.6 литра, выдающий 82 лошадиных силы. Коленвал – это сложная деталь, имеющая шейки для крепления шатунов, коренные шейки, щеки вала и противовесы. Основное назначение коленчатого вала – преобразование возвратно-поступательного движения поршней в цилиндрах двигателя в крутящий момент, который далее передается на колеса автомобиля через трансмиссию. Прodelать данные преобразования возможно за счет конструкции коленвала.

На рисунке 1 представлен общий вид двигателя «ВАЗ – 11183» в разрезе, на котором показаны все основные узлы, осуществляющие работу



агрегата.

Рисунок 1 – Общий вид двигателя автомобиля «Калина»

У коленвала имеются конструкционные особенности, как и у любой сложной детали. Особенность заключается в радиусе кривошипа. Изменения радиуса кривошипа влечет за собой изменение объема цилиндров, эти изменения используют для технических характеристик двигателя. Точность взаимного расположения коренных и шатунных шеек коленвала влияет на качество всей детали, а также на срок эксплуатации.

Данные конструкционные особенности детали «Коленчатый вал» позволяют достичь ощутимых величин вращательных и крутящих моментов, при всей компактности двигателя и поддержании его необходимых характеристик. Смазка коленвала осуществляется за счет косых или прямых каналов в шейках для подачи смазочного материала.

Большое значение имеет точность размеров, шероховатость поверхностей и их взаиморасположение, все это сказывается на работе всей детали.

Материал каждой детали в машине подбирается с учетом веса и стоимости материала, если позволяет стоимость, то можно и облегчить данную деталь и наоборот. Так как у нас автомобиль бюджетного класса, и мы заинтересованы сделать наш технологический процесс экономически эффективней, то следует взять более дешевые материалы. Поэтому мы выбираем для производства коленчатого вала Чугун Gh 75-50-03, данный материал даст хорошую работоспособность детали с такой себестоимостью.

Это высокопрочный чугун фирмы «Fiat» с требованиями по механическим свойствам: HB5/750 250-300, $\delta \geq 3\%$, $\sigma_b \geq 736$ МПа; на перлитной основе (феррита $\leq 8\%$) с шаровидным графитом, степень сфероидизации – не менее 90.

1.2 Классификация поверхностей детали

Возьмем во внимание деталь и расставим на ее чертеже номера каждой поверхности нашей детали как показано на рисунке 2. «Нумерация поверхностей поможет там классифицировать каждую поверхность для дальнейшей работы с коленвалом.» [19] Классифицировать будем по четырем направлениям: ОКБ, ВКБ, ИП, СП.

Основные конструкторские базы – это те поверхности, которые направляют деталь в механизме.

Вспомогательные конструкторские базы – поверхности, которые используются для определения, присоединяемого к ним изделия.

Исполнительные – поверхности, с помощью которых деталь выполняет свое функциональное назначение.

Свободные поверхности – все оставшиеся поверхности, которые конструктивно оформляют деталь.

Зная, что свободные поверхности оформляют конструктивно детали, требуется определить основные, вспомогательные и исполнительные конструкторские базы, так как к ним предъявляются повышенные требования.

«С целью выявления поверхностей, имеющих определяющее значение для качественного выполнения деталью своего служебного назначения, систематизируем поверхности детали.

Поверхности детали имеют качества, степени точности и шероховатости, соответствующие их служебному назначению.» [19]

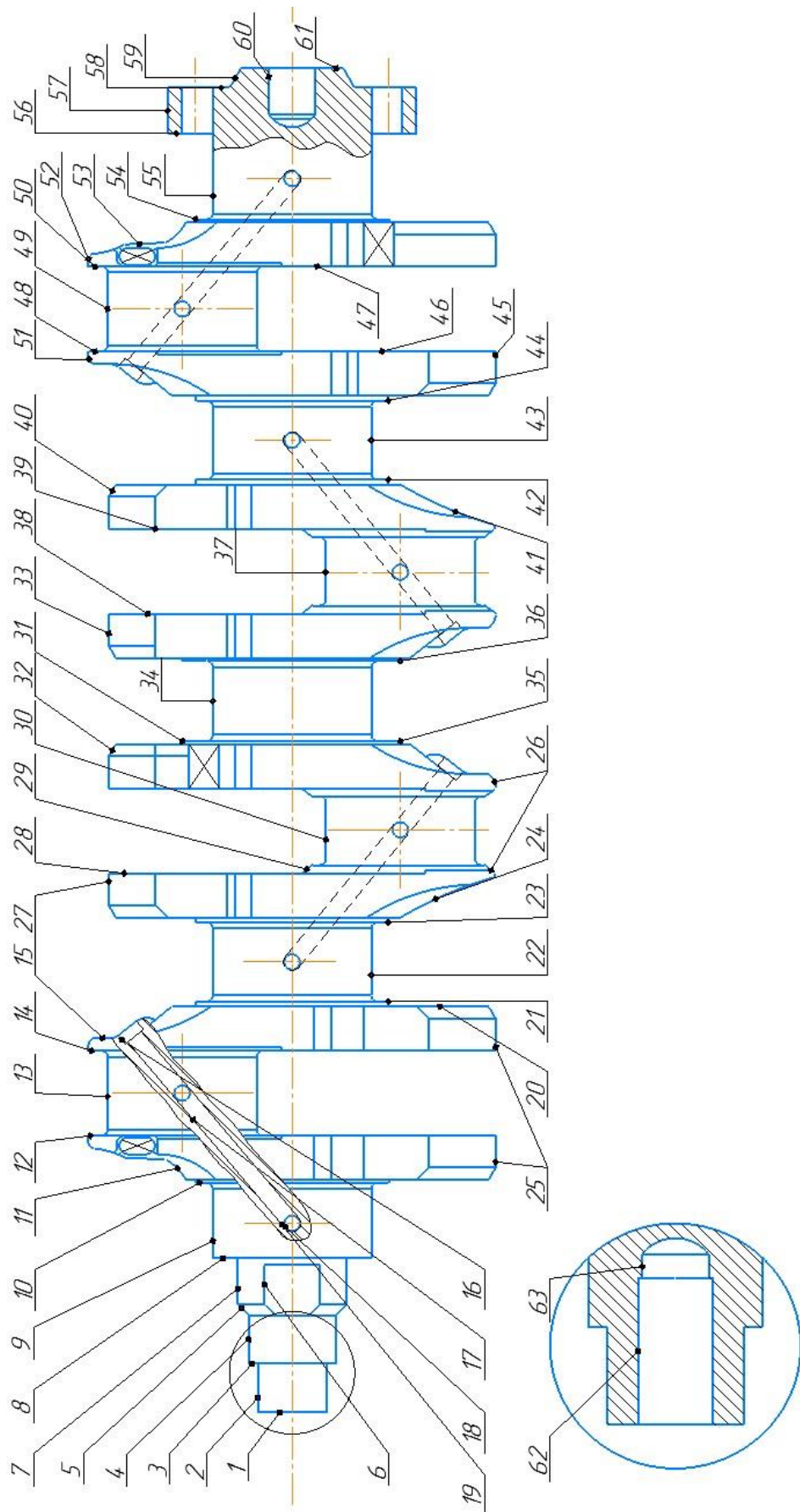


Рисунок 2 – Общий вид чертежа детали - «Коленвал»

Классификацию поверхностей детали представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Название	Порядковый номер
ОКБ	9,10,21,22,23,34,35,36,42,43,44,54,55
ВКБ	2,3,4,5,7,8,57,58
ИП	12,13,14,24,30,37,38,39,48,49,50
СП	Все остальные

1.3 Технологичность детали

Необходимо провести исследование технологичности детали, чтобы определить показатели технологичности и на основе их сформулировать вывод. Данные о вычислении показателей представлены по формулам (1), (2), (3) и (4).

Коэффициент унификации:

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{y.э.}}{Q_э.} = \frac{23}{61} = 0,37 \quad (1)$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{M_{д.}}{M_э.} = \frac{11,34}{15} = 0,76 \quad (2)$$

Коэффициент точности:

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{T_{ср.}} = 1 - \left(\frac{1}{8,2}\right) = 0,86 \quad (3)$$

Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{ср.}} = \frac{1}{2,4} = 0,42 \quad (4)$$

Подводя итоги можем сказать, что производство коленчатого вала из чугуна Gh 75-50-03 относится к не технологичным.

1.4 Задачи работы

В первом разделе «Введение» были поставлены задачи бакалаврской работы, чтобы сформулировать список необходимых задач для реализации этой работы. Цель направляет нас на предполагаемый результат, а задача даёт на способы достижения этой цели. Две эти составляющие необходимы в любой работе. Ниже представлен перечень задач в нужной последовательности:

- проектирование чертежа общего вида детали в графической части;
- провести полный анализ исходных данных в пояснительной записке;
- провести проектирование заготовки и сделать расчёт припусков в пояснительной записке;
- проектирование чертежа заготовки в графической части;
- разработка технологического процесса (ТП) изготовления коленчатого вала в пояснительной записке;
- проектирование операций в пояснительной записке;
- провести расчёт и установку станочных и контрольных приспособление в пояснительной записке;
- провести разработку в пояснительной записке необходимых мероприятий по охране труда;
- проведем расчёт и определим в пояснительной записке экономический эффект работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

От типа производства будет зависеть вид заготовки, назначение припусков и весь план разработки техпроцесса в целом. Так как годовая программа выпуска детали составляет 20000 шт., а масса детали составляет 11,34 кг, то по [5] можем принять тип производства – среднесерийным.

Принятый тип производства для данной детали имеет следующий перечень характеристик:

- малый опыт рабочих;
- операционные карты оформляются для документации технологии;
- припуски для заготовки вычисляются размерным анализом;
- так выпуска определяется по нормированию;
- применяются специальный тип оборудования, оснастки, инструмент и средств контроля;
- применение высоких научных достижений;
- межпозиционный транспорт перемещает изделие по операциям.

2.2 Определение такта выпуска

«Среднесерийный тип производства подразумевает такт выпуска изделий, отталкиваясь от годового объема выпуска и действительного годового фонда рабочего времени сборочного оборудования. В формуле (5) определим такт выпуска изделий.

$$T_d = \frac{F_d \cdot 60 \cdot m}{N}, \quad (5)$$

где F_d – действительный годовой фонд рабочего времени оборудования в одну смену;

$m - 2$ – количество смен;

N – шт. – годовой объем выпуска.» [10]

Такт выпуска изделий определяем по формуле (5):

$$T_d = \frac{2000 \cdot 60 \cdot 2}{20000} = 12 \text{ мин}$$

2.3 Проектирование заготовки

В этом разделе мы представим чертеж заготовки коленчатого вала от двигателя «ВАЗ – 11183». «Назначим для заготовки нашей детали технические требования (ТТ): 3° (неуказанные уклоны); 3мм (неуказанные радиусы и припуски); деталь не должна иметь дефектов на поверхностях (раковины, трещины); 0,6 (максимальный прогиб).» [6] В таблице 2 представлены «величины допусков по размерам отливки коленвала.» [7]

Таблица 2 – «Допуски на размеры отливки» [7]

Размер, мм	Допуск, мм	Размер, мм	Допуск, мм	Размер, мм	Допуск, мм
445,12	1,5	33,46	1,5	Ø 54	1,0
235,5	1,5	140,94	1,5	Ø 38	1,0
72,68	1,5	209,62	1,5	Ø31	1,0
30,18	0,8	117,14	1,2	Ø 25	1,0
11,08	0,7	Ø 51	1,0	Ø 83	1,5

С чертежом заготовки коленвала можно ознакомиться на рисунке 3.

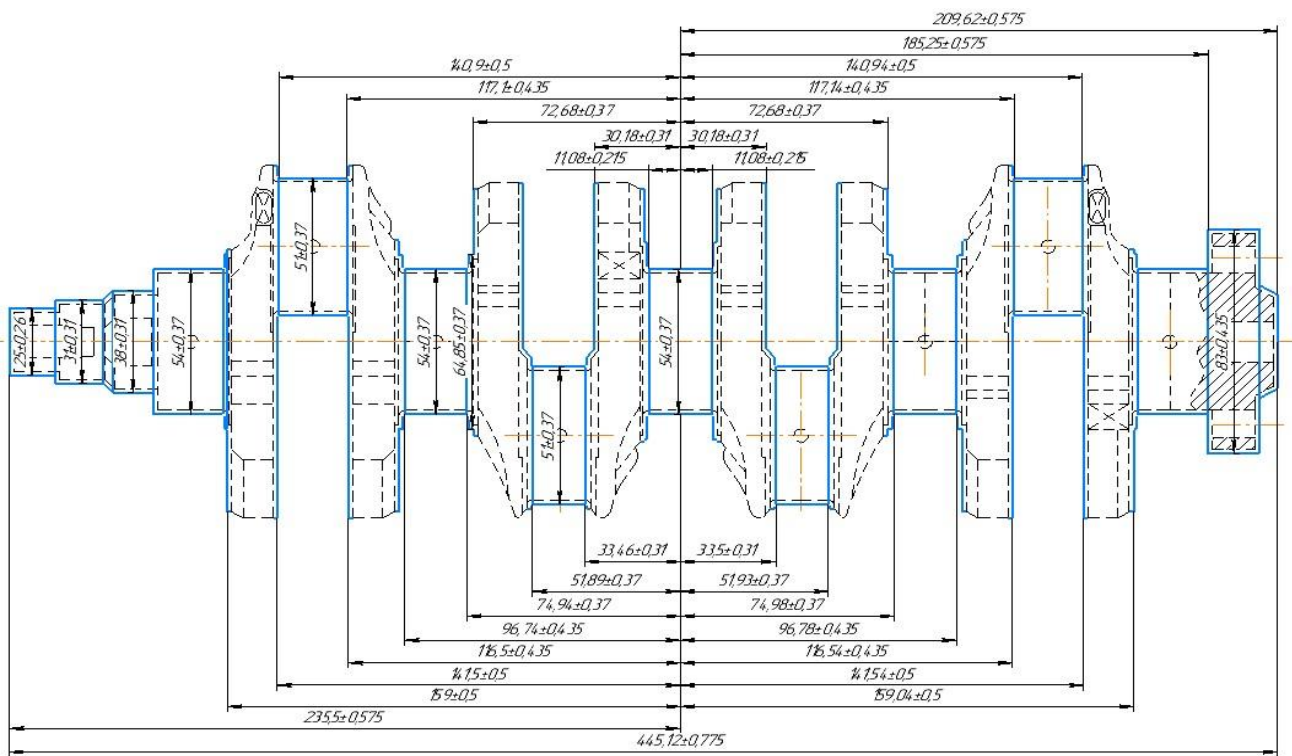


Рисунок 3 – Чертеж заготовки коленчатого вала двигателя «ВАЗ – 11183»

Рассчитаем припуски для заготовки. Рассчитаем Z_{max} и Z_{min} с помощью формул 6 и 7 представленных ниже.

$$Z_{max} = Z_{min} + \frac{h}{2} \quad (6)$$

$$Z_{min} = R_z + h, \quad (7)$$

где Z_{max} – максимальный припуск, мм

Z_{min} – минимальный припуск, мм

h – дефектный слой, мм

R_z – шероховатость, мм

Проведем расчет с метода литья в землю.

$$Z_{1min} = 0,5 + 0,6 = 1,1 \text{ мм}$$

$$Z_{1max} = 1,1 + \frac{0,1}{2} = 1,4 \text{ мм}$$

После операции точения черногого.

$$z_{2min} = 0,15 + 0,1 = 0,25 \text{ мм}$$

$$z_{2max} = 0,25 + \frac{0,1}{2} = 0,3 \text{ мм}$$

После операции точения чистового.

$$z_{3min} = 0,025 + 0,03 = 0,055 \text{ мм}$$

$$z_{3max} = 0,55 + \frac{0,03}{2} = 0,567 \text{ мм}$$

После операции точения тонкого.

$$z_{4min} = 0,01 + 0,02 = 0,03 \text{ мм}$$

$$z_{4max} = 0,03 + \frac{0,02}{2} = 0,04 \text{ мм}$$

После операции шлифования.

$$z_{5min} = 0,0035 + 0,01 = 0,0135 \text{ мм}$$

$$z_{5max} = 0,0135 + \frac{0,01}{2} = 0,0185 \text{ мм}$$

Рассчитываем припуски z_{max} и z_{min} при получении заготовки с помощью операции литья в землю по формуле 8 и 9.

$$z_{min} = z_{3min} + z_{5min} + z_{2min} + z_{1min} + z_{4min} \quad (8)$$

$$z_{max} = z_{3max} + z_{5max} + z_{1max} + z_{4max} + z_{2max} \quad (9)$$

Тогда

$$z'_{min} = 1,1 + 0,25 + 0,055 + 0,03 + 0,0135 = 1,4485 \text{ мм}$$

$$z'_{max} = 1,4 + 0,3 + 0,567 + 0,04 + 0,0185 = 2,3255 \text{ мм}$$

Рассчитаем общий диаметр заготовки на этой поверхности путем сложения припуска и диаметра детали.

При литье в землю:

$$D'_{3min} = 2 \times 1,4485 \text{ мм} + 48 \text{ мм} = 50,897 \text{ мм}$$

$$D'_{3max} = 2 \times 2,3255 \text{ мм} + 48 \text{ мм} = 52,651 \text{ мм}$$

Мы рассчитали припуски на выбранную нами операцию.

На отливку назначены технические требования:

- шейки и кулачки коленчатого вала закалить ТВЧ до твердости 54-62HRC;
- конусность опорных шеек не более 0,02 мм;
- не параллельность образующей поверхности кулачков к образующим опорных шеек не более 0,04 мм на длине кулачка;
- неуказанные предельные отклонения H12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$.

2.4 Разработка ТП изготовления детали

«Технологический процесс создания нашего коленчатого вала сделаем в 2 этапа.» [16] В первом этапе создадим маршрут обработки особых поверхностей коленчатого вала. Второй этап будет заключаться в создании маршрута обработки на всех поверхностях «Коленвала». С маршрутом обработки нашей детали можно ознакомиться ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Технологический маршрут изготовления детали – «Коленвал»

№ пов.	Шероховатость R _a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1,61	2,5	7	Плоская	Литье- черновое- Термообработка Точение
2,4,7,9,13,22,30,34,37,43,49,55,57	0,8	7	Цилиндрическая	Литье- черновое- Точение чистовое- Точение Термообработка- Шлифование
3,5,6,8,10,12,14,20,21,23,28,29,31,35,36,38,39,42,44,46,47,48,50,54,56,58,59	2,5	7	Плоская	Литье- черновое- Точение чистовое- Точение тонкое- Термообработка

Продолжение таблицы 3

№ пов.	Шероховатость R_a , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
11,15,24,25,26,27,32,33,40,41,45,51,52,53	R_z300	14	Фасонная	Литье-Термообработка
16,17,18,19,60,62,63	3,2	7	Цилиндрическая	Литье- Сверление-Фрезерование
57	2,5	7	Цилиндрическая	Литье- Сверление-Фрезерование-Нарезание резьбы

Данные материалы из таблицы (3) помогут в разработке технологического процесса по созданию детали из отливки. Теперь мы можем составить второй этап разработки технологического процесса, полной его систематизации в таблице 4.

Таблица 4 - Технологический процесс изготовления детали - «Коленвал»

№ операции	Номер установка и перехода	Шероховатость R_z , мм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименования операций
000	-	80	14	все	Заготовительная
005	1/1	12,5	12	36,38,42,44,46,47,48,54,56.57.58,61	Токарно-фрезерная (Черновое точение)
	1/2	3,2	9	36,38,42,44,46,47,48,54,56.57.58,61	Токарно-фрезерная (Чистовое точение)
	1/3	2,5	7	36,38,42,44,46,47,48,54,56,57,58,61	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)

Продолжение таблицы 4

№ операции	Номер установка и перехода	Шероховатость R_z , мм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименования операций
005	1/4	12,5	12	34,37,43,55	Токарно-фрезерная (Черновое точение)
	1/5	3,2	9	34,37,43,55	Токарно-фрезерная (Чистовое точение)
	1/6	2,5	7	34,37,43,55	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
	2/1	12,5	12	1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,14,21,23,28,29,31,35,36	Токарно-фрезерная (Черновое точение)
	2/2	3,2	9	1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,14,21,23,28,29,31,35,36	Токарно-фрезерная (Чистовое точение)
	2/3	2,5	7	1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,14,21,23,28,29,31,35,36	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
	2/4	12,5	12	9,13,22,30,34	Токарно-фрезерная (Черновое точение)
	2/5	3,2	9	9,13,22,30,34	Токарно-фрезерная (Чистовое точение)
	2/6	2,5	7	9,13,22,30,34	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
	2/7	12,5	12	16,17,18,19,62,63	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)

Продолжение таблицы 4

№ операции	Номер установка и перехода	Шероховатость R_z , мм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименования операций
005	2/8	3,2	9	16,17,18,19,62,63	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
	2/9	12,5	12	16,17,18,19,62,63	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
	2/10	3,2	9	16,17,18,19,62,63	Токарно-фрезерная (Тонкое точение)
010	-	-	-	все	Термическая
015	-	0,8	6	2,4,7,9,22,34	Шлифовальная
020	-	0,8	6	13,30	Шлифовальная
025	-	0,8	6	43,55,57	Шлифовальная
030	-	0,8	6	37,49	Шлифовальная
035				все	Моечная
040				все	Контрольная

2.5 Выбор средств технического оснащения

На основе пункта 2.1 мы выбираем типы СТО в соответствии со стратегией.

«Применятся специальный тип оборудования, оснастки, инструмент и средств контроля.» [21] Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 5-7.

Таблица 5 – Выбор оборудования, оснастки и средств контроля для изготовления детали – «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Наименование оснастки	Наименование средств контроля
000	Заготовительная	-	-	-
005	Токарно-фрезерная	Токарный станок СТХ gamma 2000 TC	Патрон	«Штангенциркуль» и «микрометр»

Продолжение таблицы 5

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Наименование оснастки	Наименование средств контроля
010	Термическая	-	-	-
015	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3411	Патрон, люнет самоцентрирующийся	«микрометр»
020	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3411	Патрон, люнет самоцентрирующийся	«микрометр»
025	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3411	Патрон, люнет самоцентрирующийся	« микрометр »
030	Шлифовальная	Круглошлифовальный станок 3411	Патрон, люнет самоцентрирующийся	« микрометр »
035	Моечная	Камера моечная машина	-	-
040	Контрольная	Стол контрольный	-	-

В таблице 6 был выбран инструмент для каждой операции технологического процесса изготовления детали «Коленвал».

Таблица 6 – Выбор инструмента для изготовления детали – «Коленвал»

№ операции	Наименование операции	№ поз.	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-	-
005	Токарно-фрезерная	1/1	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (HC)
		1/2	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (HC)
		1/3	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (HC)
		1/4	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (HC)

Продолжение таблицы 6

№ операции	Наименование операции	№ поз.	Наименование инструмента
005	Токарно-фрезерная	1/5	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		1/6	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/1	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/2	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/3	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/4	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/5	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/6	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
		2/7	Концевая фреза CoroMill с диаметром 6
		2/8	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)
2/9	Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn 107 формы D материал GC3225 (НС)		
010	Термическая	-	-

Продолжение таблицы 6

№ операции	Наименование операции	№ поз.	Наименование инструмента
015	Шлифовальная	0,8	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35
020	Шлифовальная	0,8	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35
025	Шлифовальная	0,8	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35
030	Шлифовальная	0,8	Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35
035	Моечная	-	-
040	Контрольная	-	-

В таблице 7 представлены режимы резания и нормы времени для каждой операции по всем переходам.

Таблица 7 – Режимы резания и нормы времени для технологического процесса изготовления детали – «Коленвал»

№ опер.	Наименование операции	Номер установки	Номер перехода	Т стойкость инструмента (мин)	Длина рабочего хода, мм	S подача (мм/об)	n число оборотов (об/мин)	T ₀ основное время (мин)	T _{шт} штучное время (мин)
000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
005	Токарно-фрезерная	1	1	250	154	0,45	800	0,8	22,6
		1	2	250	153	0,4	1200	0,58	
		1	3	250	154	0,25	1500	0,32	
		1	4	250	143	0,45	800	0,5	
		1	5	250	141	0,4	1200	0,28	
		2	6	250	143	0,25	1500	0,12	
		2	1	250	264	0,45	800	1,2	
		2	2	250	263	0,4	1200	0,64	
		2	3	250	263	0,25	1500	0,34	
		2	4	250	208	0,45	800	0,93	
		2	5	250	206	0,4	1200	0,5	
		2	6	250	208	0,25	1500	0,4	
		2	7	250	55	0,20	1000	0,1	
		2	8	250	52	0,20	1000	0,1	
2	9	250	53	0,20	1000	0,1			

Продолжение таблицы 7

№ опер.	Наименование операции	Номер установки	Номер перехода	T стойкость инструмента (мин)	Длина рабочего хода, мм	S подача (мм/об)	n число оборотов (об/мин)	T ₀ основное время (мин)	T _{штг} штучное время (мин)
005	Токарно-фрезерная	2	10	250	53	0,20	100	0,1	
010	Термическая	-	-	-	-	-	-	-	-
015	Шлифовальная	-	-	470	144	0,12	2000	0,1	0,35
020	Шлифовальная	-	-	470	172	0,12	2000	0,1	0,35
025	Шлифовальная	-	-	470	112	0,12	2000	0,1	0,35
030	Шлифовальная	-	-	470	113	0,12	2000	0,1	0,35
035	Моечная	-	-	-	-	-	-	-	-
040	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-	-

3. Совершенствование оснастки и инструмента

3.1.1 Сбор исходных данных

Задача этого раздела сделать расчет патрона трехкулачкового самоцентрирующегося специального, применимой для Токарно-фрезерной операции.

Заготовка получается методом отливки в землю из чугуна Gh 75-50-03. Используя данные таблицы 2 узнаем, что $\delta_B=736$ Мпа. Рассчитывать будем обработку чернового точения.

Материал режущей пластины GC3225 (НС), пластина имеет форму D. Пластина имеет следующие данные: $\varphi = 30^\circ$, $\gamma=2^\circ$, $\lambda=0^\circ$.

Режимы резания: глубина $t=1,5$ мм, подача $S=0,45$ мм/об, скорость резания $V=106$ м/мин.

«Тип приспособления: одноместное универсальное наладочное (УНП) со сменными кулачками.» [25]

«Металлорежущий станок - Токарный станок СТХ gamma 2000 ТС самый большой диаметр патрона 700мм.» [3]

3.1.2 Расчёт сил резания

«Расчет сил резания производится с помощью формулы (11):

$$P_{z,y} = 10C_p t^X S^Y V^n K_p, \quad (11)$$

где C_p , X , Y , n - константа и показатели степени для конкретных условий обработки.» [2]

«При вытачивании чугуна резцом, оснащенным пластиной из твёрдого сплава GC3225 (НС), равны:

$$P_z: C_{pz}=54, X_{pz}=0,9, Y_{pz}=0,75, n_{pz}=0$$

$$P_y: C_{py}=46, X_{py}=1,0, Y_{py}=0,4, n_{py}=0$$

Из этого найдем:

$$P_z = 10 \cdot 54 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,45^{0,75} \cdot 106^0 \cdot 1,013 = 441,54 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,45^{0,4} \cdot 106^0 \cdot 1,321 = 662,05 \text{ Н} \gg [24]$$

«Поправочный коэффициент есть произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.» [2]

«Рассчитаем поправочный коэффициент суммы коэффициентов, которые учитывают фактические условия резания:

$$K_p = K_{MP} K_\varphi K_{\gamma P} K_{\lambda P}, \quad (12)$$

где K_{MP} - это коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости ($n' = 0,75$ для стали).» [15] Этот коэффициент нужно рассчитать по формуле (13).

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta B}{750}\right)^n \left(\frac{736}{750}\right)^0 = 0,98, \quad (13)$$

где $K_{\varphi P}$ – коэффициент, учитывающий влияние сил: $K_{\varphi Pz}=0,94$; $K_{\varphi Py}=1,1$

$K_{\gamma P}$ – коэффициент, учитывающий влияние силы на передний угол:

$K_{\varphi Pz}=0,77$; $K_{\varphi Py}=1,4$.

$K_{\lambda P}$ – коэффициент, учитывающий изменение угла наклона:

$K_{\lambda Pz}=1,0$,

$K_{\lambda Py}=1,25$

Воспользуемся формулой (12) и подставим полученные нами значения:

$$K_{Pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8$$

$$K_{Py} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 2,16$$

3.1.3 Расчёт усилия зажима

На заготовку воздействуют внешние силы во время операции чернового точения. С одной стороны, обрабатываемую деталь может выбить из текущей операции, другая сторона оборудования наоборот удерживает ее.

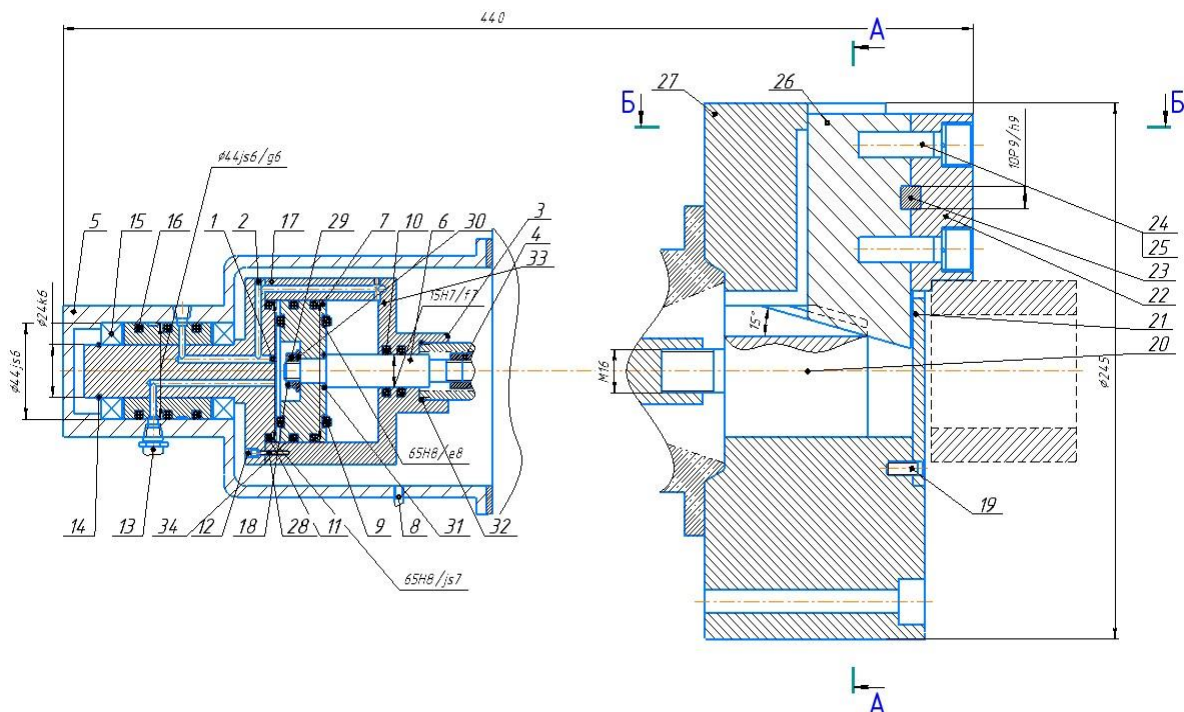


Рисунок 4 - Вид трехкулачкового гидравлического патрона

«От этого коэфф. зависит, как будет проходить операция:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 , \quad (14)$$

где $K_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за характерных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке, равен 1,2;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличения сил резания по причине затупления режущего инструмента;

K_3 – показывает увеличение сил резания при прерывистом резании его принимают 1,0;

K_4 – показывает постоянство силы, развиваемой зажимным;

механизмом. Для механизированных приводов $K_4=1,0$;
 K_5 – показывает эргономику немеханизированного зажимного;
механизма. Для механизированных приводов его принимают 1,0»
[11].

Последний 6 коэффициент используется если создается возможность повернуть заготовку.

В данном варианте коэффициент K равен:

$$K_{pz} = K_0 K_1 K_2 \quad (15)$$

Из информации можем понять:

$$K_z=1; K_y=1,2$$

Тогда получаем:

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8$$

$$K_{py} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 2,16$$

Определим силу зажима по формуле (16):

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (16)$$

Тогда

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 441,54 \cdot 22}{0,3 \cdot 131} = 8750 \text{ Н}$$

Используем формулу (17) и применим форму рабочей поверхности кулачка с кольцевыми канавками $f=0,3$

$$W_y = K_{py} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{P_y \cdot l}{F \cdot d_2} \quad (17)$$

Тогда

$$W_y = \frac{2,16 \cdot 3 \cdot 662,05 \cdot 234}{2 \cdot 0,3 \cdot 131} = 20889,99 \text{ Н}$$

Величина усилия зажима рассчитывается по формуле(18):

$$W_1 = \frac{W_y}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)}, \quad (18)$$

«где f_1 - коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса и равен 0,1 (для полусухого трения по стали)» [17]

Тогда

$$W_1 = \frac{12772}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot 55}{81}\right) \cdot 0,1\right)} = 16039,256 \text{ Н}$$

Расчёт зажимного механизма в патроне

Когда рассчитываем усилие, которое делает силовой привод:

$$Q = \frac{W_1}{I_c}, \quad (19)$$

«где I_c - передаточное отношение по силе зажимного механизма.» [14]

Рассчитывается оно по формуле:

$$I_{с.кл.} = \frac{1}{(tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1)} = \frac{1}{(tg(15+6) + tg6)} = 2,045 \quad (20)$$

«где α – наклон клина φ и φ_1 - углы трения на поверхностях кулачка и втулки, равен 6» [23]

Подставляем в формулу зажимного механизма и получаем:

$$Q = \frac{W_1}{I_c} = \frac{16039,256}{2,045} = 7843,157 \text{ Н}$$

После всех вычисление можем перейти на этап расчёта диаметра патрона и он находится по формуле:

$$D_n = d_2 + 2 \cdot H_k \quad (21)$$

Подставляем все данные и получаем:

$$D_n = 131 + 2 \cdot 81 = 293 \text{ мм}$$

3.1.4 Расчёт силового привода

Цилиндр поршня и его диаметр равен:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (22)$$

где P – давление которое равно 0,4 МПа

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{7843,157}{0,4}} = 158,3 \text{ мм}$$

Условие не применяется, берём $P=2,5$ для гидроцилиндра и получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{7843,157}{2,5}} = 63,3 \approx 63 \text{ мм}$$

Округляем наш диаметр до 65 мм.

У поршня есть ход и он будет 23 мм.

3.1.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособление

Из-за того, что у нас вид обработки черновой мы вынуждены взять 12 квалитет.

$$E_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \quad (23)$$

где $\omega_{A\Delta}$ – неизменность последнего размера;

Δ_1, Δ_3 – неточности из-за размеров;

Δ_4, Δ_5 , – неточность из-за колебания;

$$\Delta_1 = 0,043 \text{ мм}$$

$$\Delta_2 = 0,036 \text{ мм}$$

$$\Delta_3 = 0,074 \text{ мм}$$

$$\Delta_4 = 0,030 \text{ мм}$$

$$\Delta_5 = 0,043 \text{ мм}$$

Получим

$$E_y = 0,5\sqrt{0,043^2 + 0,036^2 + 0,074^2 + 0,030^2 + 0,43^2} = 0,0322 \text{ мм}$$

3.1.6 Конструирование патрона и силового привода

Проанализировав все силовые привода и конструкцию патрона к ним, мы выбрали прототип для создания. Рисуем всю конструкцию кулачка и силового привода в оригинальном размере 1:1. «Рисуем заготовку в такой последовательности:

- сменные кулачки;
- постоянные кулачки;
- прижимной механизм;
- вспомогательные элементы корпуса.

Патрон должен быть установлен на передний конец шпинделя, контуры изображены штрихпунктирными, тонкими линиями» [4] «Вытягивание заднего конца шпинделя дало начало разработки конструкции привода после этого устанавливаем гильзы цилиндра, шток и поршень. Для подачи рабочего тела и прочих вспомогательных элементов конструируем муфту.» [21] Все требования к агрегату указаны на чертеже

3.2 Расчет режущего инструмента

Задача этого раздела рассчитать державку токарного резца на прочность. «Токарные резцы делят на квадратные, прямоугольные и круглые.» [18] Мы выбрали квадратный. Резец представлен на рисунке (5).

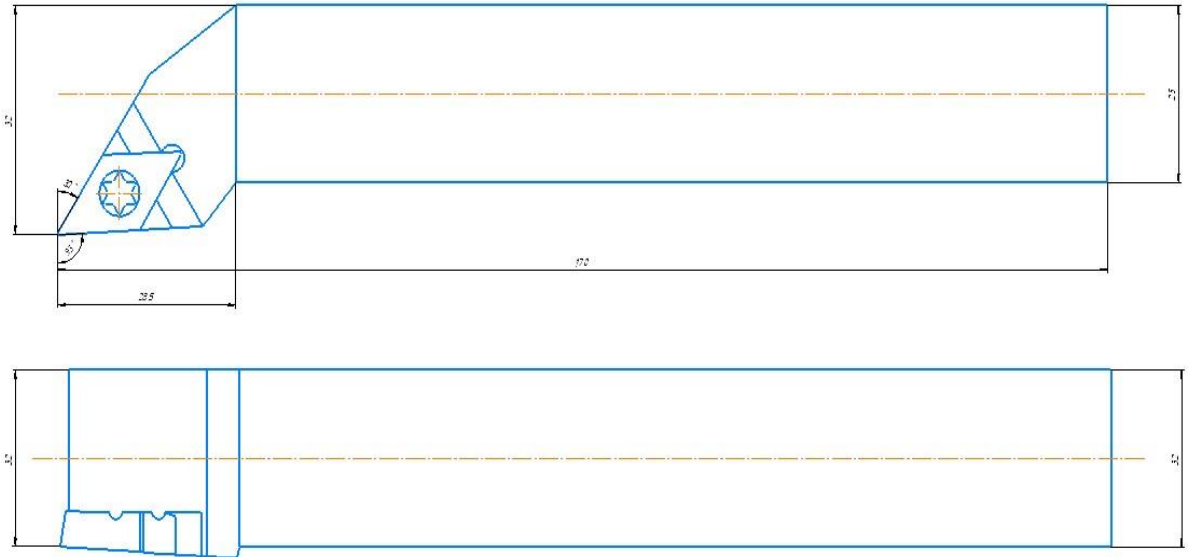


Рисунок 5 – Вид токарного резца

Нам «необходимо приравнять действующий изгибающий момент максимально моменту, допускаемому прочностью державки» [5], это нужно для определения минимальных размеров сечения державки.

$$M_{\text{изг}} = P_z l = \sigma_b W, \quad (24)$$

«где l – это вылет резца, мм;

σ_b – это допускаемое напряжение на изгиб материала державки, МПа;

W – это момент сопротивления, м^3 ; зависит от формы сечения державки» [20].

Формула момента сопротивления державки прямоугольного сечения указана ниже.

$$W = \frac{HB}{6} \quad (25)$$

После этого мы можем записать.

$$P_z l = \frac{BH}{6} \sigma_B \quad (26)$$

Откуда

$$BH = \frac{P_z l \cdot 6}{\sigma_B} \quad (27)$$

«Момент сопротивления державки квадратного сечения» [22]

$$W = \frac{B}{6} \quad (28)$$

Рассчитаем, воспользуемся формулой (24), (27) и (28)

$$BH^2 = \frac{320,51 \times 28,5 \times 6}{736} = 74,5 \text{ Н}$$

Рассчитав это можем понять, что нам хватит с запасом так как $BH < 400$

$$W = \frac{74,5}{6} = 12,42 \text{ мм}^3$$

$$M_{\text{изг}} = 28,5 \times 320,5 = 9134 \text{ мм}$$

Исходя из всех расчетов выше можем понять, что совершенство закрепления заготовки при черновой обработке было достигнуто, державка была проверена на прочность при этом виде операции. И тем самым доказав пригодность державки. Данный резец используется на нескольких переходах и выполняет все условия

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Этот раздел состоит из поставленной задачи проектирования технологического процесса детали. «Сам технологический процесс создаётся с указанными стандартами по безопасности и технологичности.» [13]

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 12 приведена характеристика выбранной операции.

Таблица 12 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы вещества» [12]
Техпроцесс изготовления коленвала	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	ГС1725Ф3, Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон	Сталь 40 ГОСТ 1050-2013, СОЖ, ветошь
Техпроцесс изготовления коленвала	Внутришлифовальная операция	Шлифовщик	Полуавтомат внутришлифовальный специальный 3М2 27УВФ2S, круг шлифовальный 25АF48К6V35	Сталь 40 ГОСТ 1050-2013, СОЖ, ветошь

Анализируемым объектом, является деталь – «Коленвал», для неё был разработан ряд мероприятий по безопасности и экологичности. В таблице 12 были выбраны и рассмотрены две технологические операции: токарная и внутришлифовальная.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном пункте рассмотрим профессиональные риски, по ним была составлена таблица 13.

Таблица 13 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция»	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [13]
Токарная операция	Различные элементы физического воздействия: Статичные элементы оборудования, режущие и колющие, которые взаимодействуют с поверхностями твердых элементов; Подвижные твердые элементы. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за температуры. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за большим загрязнением воздуха рядом с дыхательными путями Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за механических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электромагнитного поля. Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (через дыхательные пути) Различные элементы, обладающие характеристиками психофизиологического воздействия: Пассивная нагрузка сильное напряжение анализаторов	Оборудование; обрабатываемая заготовка; СОЖ; приспособление; инструмент; центр передний; центр задний; опора – 3 штуки; прокладка – 2 штуки; зажим; зажимное приспособление; резцы; пульт управления станком; смазки
Внутришлифовальная операция	Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебании твердых объектов. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электромагнитного поля. Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (через дыхательные пути) Различные элементы, обладающие характеристиками психофизиологического воздействия: Пассивная нагрузка сильное напряжение анализаторов	Оборудование, обрабатываемая заготовка, СОЖ, приспособление, инструмент

В таблице 13 приведена система технологических и эксплуатационных рисков. К рискам относятся опасные и вредные факторы для человека. Саму опасность представляют материалы, процессы, частицы и оборудование, вследствие которых получается желаемая деталь.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Безопасность человека важна на любых этапах жизни. К сожалению опасные ситуации невозможно свести к нулю, но при этом возможно максимально сократить их количество. На любом рабочем месте имеются разные типы рисков. Задачей этого пункта является минимизирование возникновения профессиональных рисков, с указанием средств и методов их возникновения. Сами методы и средства направлены для защиты и максимального снижения вредных и опасных факторов при производстве «Коленвала».

Таблица 14 – «Организационно-технические методы и технические средства (Технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [1]

Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы, технические средства	Средства защиты (СИЗ)
Статичные элементы режущие и колющие, соприкасающиеся с поверхностью твердых элементов обдирая их. Подвижные твердые элементы. Опасные и вредные производственные факторы, которые возникают из-за температуры.	Ограждения, защитный кожух на станке. Различные инструктажи по охране труда	Очки защитные, ботинки кожаные, перчатки с полимерным покрытием, костюм для защиты от загрязнений
Различные элементы химического воздействия: раздражающего, токсического (через дыхательные пути)	Прокладка вентиляции. Различные инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 14

Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы, технические средства	Средства защиты (СИЗ)
Опасные и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебаний твердых объектов.	Виброподавляющие балки для снижения время контакта с поверхностью подверженной вибрации Различные инструктажи по охране труда	Резиновые виброподавляющие покрытия
Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за большим загрязнением воздуха рядом с дыхательными путями	Прокладка вентиляции Различные инструктажи по охране труда	-
Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за акустических колебаний твердых объектов.	Использование шумопоглощающих панелей Различные инструктажи по охране труда	Использование шумопоглощающих вкладышей
Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электрического тока. Опасный и вредные производственные факторы, которые возникают из-за электромагнитного поля.	Необходимое заземление оборудования изоляция токоведущих элементов Применение предохранителей Различные инструктажи по охране труда Отслеживание нужного интервала времени для стандартизированных перерывов	Перчатки с полимерным покрытием, резиновые напольные покрытия
Различные элементы психофизиологического воздействия: пассивная нагрузка, сильное напряжение анализаторов	Оснащение освещением Различные инструктажи по охране труда	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

На любом производстве одной из самых важных критериев безопасности является пожарная безопасность, и пренебрегать ей не стоит. Особенно на машиностроительных производствах, не удивительно, что это одна из самых опасных отраслей. Задача этого пункта минимизировать возникновение пожаров на объектах производства. В приведенных ниже

таблицах 15-18 показаны источники пожарной опасности и средства, которые смогут уменьшить риски, и различные организационные мероприятия. Всё это должно быть использовано для безопасности людей при пожаре.

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Производственный участок	ГС1725Ф3; ЗМ227УВФ2S	В, Е	Искры и пламя; дефекты электропроводки; воспламенение промасленной ветоши; повышенная температура; тепловой поток; пониженная концентрация кислорода.	Изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования; элемента оборудования, изделий другой принадлежности; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 16 – Средства пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
Первичные	Мобильные	Стационарные	Автоматики	
Емкость с песком, пожарный гидрант, огнетушители	Пожарные автомобили	Модули газового пожаротушения	Дымовой извещатель по оповещению и управлению эвакуацией	Огнеупорные пожарные рукава

Таблица 17 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Пожарные верёвки, карабины, респираторы, противогазы	Багры, лопаты, ломы и топоры ЩП-Б	Дымовые извещатели

Таблица 18 – Средства по обеспечению пожарной безопасности

Оборудование, процесс	Организационные технические мероприятия	Нормативные требования
Технология производства коленвала. Токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3	Использование СОЖ с применение не горючих веществ; содержать промасленную ветошь в негоряемых емкостях; обширное руководство и контроль над состоянием пожарной безопасности на рабочем месте.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение мероприятий направленных на информирование работников о пожарной безопасности

4.5 Обеспечение экологической безопасности и технического объекта

Вследствие анализа, выявили результаты, представленные в таблицах 19 и 20. Действия сосредоточены на защиту природных ресурсов и микроклимата.

Таблица 19 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные вода	Воздействия объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления коленвала	Специальный токарный станок с ЧПУ ГС1725Ф3	Стружка, токсические испарения, масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты, отработанные в жидкие среды	Отходы стружки, промасленная ветошь, растворы жидкостей

Таблица 20 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технологический процесс 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 Вывод по разделу

Анализируемым объектом, является деталь – «Коленвал», для неё был разработан ряд мероприятий по безопасности и экологичности. В начале раздела были рассмотрены две операции: токарная и внутришлифовальная, в таблице 12, с указанием оборудования, должности работника, материала провели анализ этих операций.

«Для определения ОВПФ проводится расчёт профессиональных рисков для токарной операции. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с повышенной температурой объекта, избыточным загрязнением воздуха 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.» [8]

В таблице 13 показаны риски при производстве, возможные при изготовлении коленвала, описаны опасные производственные факторы. Для снижения этих рисков были предложены различные методы и средства, которые используются в производствах.

В таблицах 15-18 определены источники пожарной опасности и средства, которые помогут уменьшить риски до минимума. Были определены класс пожар и опасные риски возникновения искры. Так же найдены средства защиты и пожаротушения.

В 19-20 таблицах определены экологически опасные факторы, такие как: токсические испарения, масляный туман и т.д. Определения этих факторов необходимо для защиты окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

В пятом разделе выпускной квалификационной работы производится расчёт технико-экономических показателей технологического процесса детали – «Коленвал». Данный расчёт необходим для того, чтобы определить экономический эффект и провести обоснование использования дорогостоящего оборудования и инструментов в данном техпроцессе.

Для проведения расчётов была составлена программа в Microsoft Excel, расчёты производились по методичке [9]. Были найдены такие параметры: «заработная плата рабочих; определение себестоимости изготовления детали; расчёт капитальных вложений; определение срока окупаемости вложенных инвестиций; обоснование эффективности внедрения процесса.» [9] Основными параметрами для определения экономической составляющей являются:

- полная технологическая себестоимость по операциям технологического процесса;
- капитальные вложения в техпроцесс;
- показатели экономической эффективности.

Для определения величины полной себестоимости нужно найти параметры, которые оказывают на неё прямое влияние, такие как: технологическая себестоимость, полные расходы на производство и затраты на содержание и обслуживание оборудования. Наибольшее влияние из перечисленных параметров оказывает технологическая себестоимость. В неё входят такие значения как: основная заработная плата рабочих и наладчиков, и расходы на содержание оборудования.

Воспользуемся методикой и программным обеспечением, чтобы представить и описать полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 7 приведена диаграмма себестоимости, в которой сравниваются показатели технологического процесса коленвала в руб.

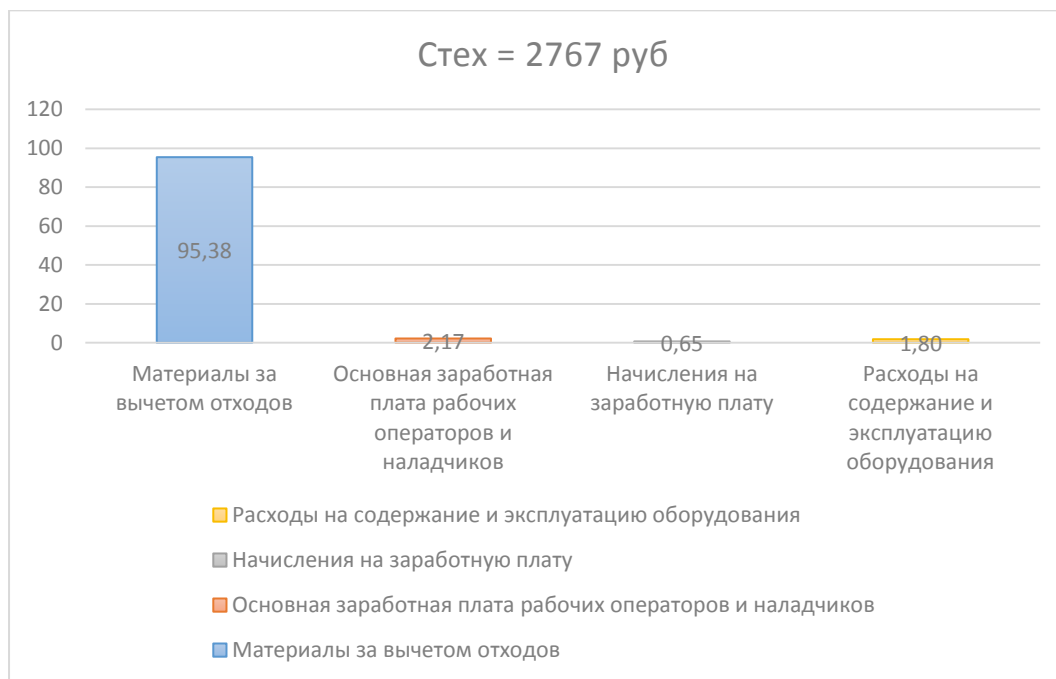


Рисунок 7 – Параметры, входящие в технологическую себестоимость, %

Из рисунка 7 видно, что максимальная доля себестоимости приходится на материалы и составляет 95,38%, это связано с тем, что в проектируемом техпроцессе используется среднесерийный тип производства и деталь изготавливается методом отливки. Вторым, по величине затрат, является основная заработная плата рабочих и составляет 2,17%. На расходы содержания и эксплуатации оборудования приходится 1,80%, а это 49,7 руб. за единицу детали.

На рисунке 8 показана калькуляция себестоимости изготовления. В неё входят все величины полной себестоимости в руб., а это:

- технологическая себестоимость;
- цеховая себестоимость;
- полная себестоимость;
- производственно-заводская себестоимость.

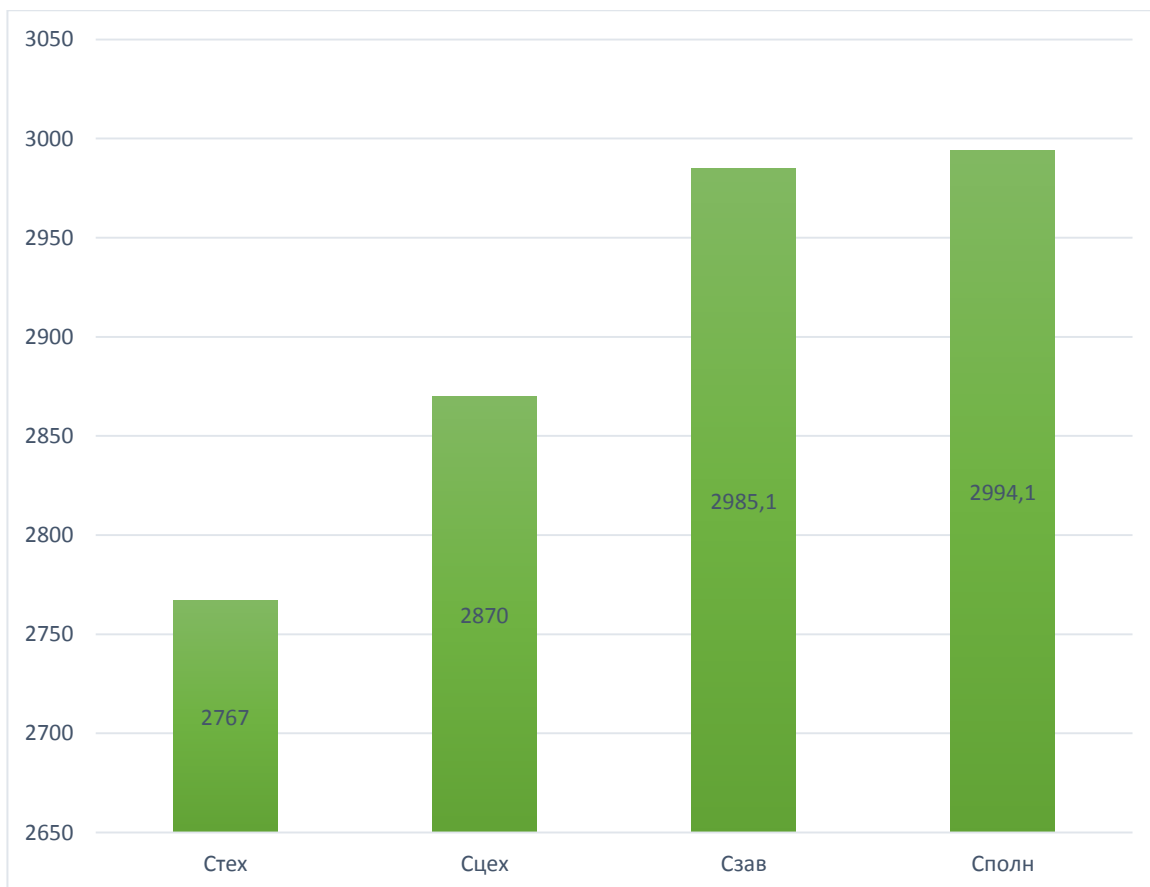


Рисунок 8 – Себестоимость изготовления

На рисунке 8 продемонстрированы следующие себестоимости: технологическая ($C_{\text{ТЕХ}}$), цеховая ($C_{\text{ЦЕХ}}$), производственно-заводская ($C_{\text{ЗАВ}}$) и полная ($C_{\text{ПОЛН}}$). Рассматривая диаграмму, можно сделать вывод о том, что полная себестоимость за единицу изделия, которая производится по представленному технологическому процессу равна 2994,1. Второй, важной составляющей калькуляции себестоимости, является $C_{\text{ЗАВ}}$ и равна она 2985,1 руб.

Для внедрения нашего технологического процесса и принятия решения об его эффективности нужен расчёт капитальных вложений. Учитывая то, что в данном техпроцессе преобладает проектируемый вариант, рисунок 10 показывает нам долевое соотношение, от которого зависит величина инвестиции.

Рисунок 9 показывает величины инвестиций, необходимых для внедрения описанного техпроцесса.



Рисунок 9 – Инвестиции и параметры, оказывающие на них влияние

Рассматривая рисунок 9 можно предполагать, что самая большая затрата будет потрачена на оборудование, его установку и транспортировку. Расход на оборудование составит 12282500,0 руб. от всех наших инвестиций. Вторая большая инвестиция будет касаться оснастки, и она составит 1596725,0 руб. от наших инвестиций. Оставшиеся параметры так же влияют на конечную величину минимальных затрат, но являются незначительными по сравнению с первыми.

При расчёте экономической эффективности были определены следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- расчёт капитальных вложений;
- индекс доходности;
- определение себестоимости изготовления детали;
- расчёт количества оборудования и коэффициента его загрузки.
- обосновали свои действия по экономическому эффекту.

«Проанализировав все полученные данные из расчетов и диаграмм и описание рекомендуемых значений, мы можем сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления» [9] коленвала.

Наш технологический процесс изготовления коленчатого вала является целесообразным, так как мы можем сделать вывод, опираясь на значения таких параметров, как интегральный экономический эффект, который равен 3464706,08 руб. и индекс доходности с величиной 1,22. Рассматривая срок окупаемости можно понять, что выбранное оборудование и затраты актуальны и подходят для проектируемого технологического процесса. При расчёте экономической эффективности были определены следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- расчёт капитальных вложений;
- индекс доходности;
- определение себестоимости изготовления детали;

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что данных вложения хватит для реализации технологического процесса изготовления коленчатого вала.

Заключение

За все время совершенствования технологического процесса коленвала был проведен ряд мероприятий. По завершению бакалаврской работы сформирован полный комплекс важных проектных и конструкторских расчетов касающихся вопросов проектирование технического процесса для оснастки и еще для различных элементов. Созданы все элементы графической части. Подробно были просмотрены и рассчитаны такие задачи:

- Провели полный анализ исходных данных;
- Выбрали тип производства;
- Определили такт выпуска;
- Спроектировали заготовку;
- Выбрали метод получения заготовки;
- Разработали ТП изготовления детали;
- Провели проектирование заготовки и сделали расчет припусков;
- Выбрали средства технического оснащения;
- Произвели совершенствование оснастки и инструмента;
- Произвели расчеты сил резания, усилий зажима и силового привода;
- Произвели расчет погрешности установки заготовки в приспособление
- Сконструировали патрон и силовой привод;
- Произвели расчет режущего инструмента;
- Спроектировали чертеж общего вида детали;
- Провели разработку необходимых мероприятий по охране труда;
- Провели расчет и определили экономический эффект работы;
- Провели расчет и установку станочных и контрольных приспособлений.

Список используемых источников

1. 20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.
2. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с
3. 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
4. Боровков В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 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 г.,- 256 с.
6. Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
7. 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
8. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с
9. 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.
10. Козлов А.А. Проектирование механических цехов : электронное учеб.-метод. Пособие / А.А. Козлов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015 г, 11 с.

11. Кучеров А.О. Проектирование кулачковых самоцентрирующих патронов Методические указания к курсовой работе по дисциплине: «Технологическая оснастка», для студентов машиностроительных специальностей. – Тольятти, ТГУ, 2008 г., 6 с.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения»/ составил к.т.н., доц. Козлов А.А., к.т.н., доц. Кузьмич И.В., к.т.н., доц. Солдатов А.А. – Тольятти: ТГУ, 2007 г., 210с.

16. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления : электрон. учеб. – метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017 г., 16 с.

17. 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 57 справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

18. 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.
19. 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.
20. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. 352 с.
21. Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.
22. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.
23. Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English)
24. 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.
25. 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).

Приложение А
Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														Листов2		Лист1			
Разраб.		Голега		ТГУ															
Пров.		Воронов																	
Н. контр.		Воронов																	
Утв.		Логинов		Коленвал															
M01	Чугун Gh 75-50-03																		
	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки		Профиль и размеры			КД	МЗ					
M02	-		166	11,34		1	0,76			131x445,12			1	15					
A	Цех	УЧ	РМ	Опер	Код, наименование операции						Обозначение документа								
B	Код		Наименование оборудования						СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
03	<i>000 Заготовительная</i>																		
04	<i>Литейная машина</i>																		
05	<i>005 4110 Токарно-фрезерная</i>																		
06	<i>Токарный станок СТХ датта 2000 ТС</i> 1 1 1 22,6																		
07	<i>Трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон; Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина 107 формы D материал GC3225</i>																		
08	<i>Концевая фреза CoroMill с диаметром 6</i>																		
09	<i>010 Термическая</i>																		
10																			
11	<i>015 4153 Шлифовальная</i>																		
12	<i>Круглошлифовальный станок 3311</i> 1 1 1 0,35																		
13	<i>Патрон, люнет самоцентрирующийся; Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35</i>																		
14	<i>020 4182 Шлифовальная</i>																		
15	<i>Круглошлифовальный станок 3311</i> 1 1 1 0,35																		
16	<i>Патрон, люнет самоцентрирующийся; Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35</i>																		
МК		<i>Маршрутная карта</i>																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
																				2			
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции							Обозначение документа											
Б	Код				Наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код							ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх				
01					025	Шлифовальная																	
02						Круглошлифовальный станок 3311											1	1	1				0,35
03						Патрон, люнет самоцентрирующийся; Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35																	
04					030	Шлифовальная																	
05						Круглошлифовальный станок 3311											1	1	1				0,35
06						Патрон, люнет самоцентрирующийся; Круг шлифовальный 1-40x125x22 25AF48K6V35																	
07					035	Моечная																	
08						Камера моечная машина																	
09					040	Контрольная																	
10						Стол контрольный																	
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
МК		Маршрутная карта																					

Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Голега			ТГУ								
Провер.	Вороное											
Принят												
Утверд.	Вороное			Колесвал								
Н. контр.	Логичов											
Наименование операции		Материал			Твёрдость		Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры		М.З.	КОИД
Токарно-фрезерная		Чугун GH 75-50-03					166	11,34	131×445,12		15	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То.	ТВ	Тпз.	Тшт.	СОЖ			
Токарный станок <i>СТХ гамма 2000 TC</i>		-							5% эмульсия			
Р		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	ТВ	То.	
01												
02	<i>Патрон <u>трехкулачковый</u></i>											
03	<i>Точить поверхности, выдерживая размеры согласно с эскизом</i>											
04	<i>Призматическая державка с креплением <u>iLock</u>; Режущая пластина <u>CoroTurn 107</u> формы D материал GC3225 (HC)</i>											
05	<i>Концевая фреза <u>CoroMill</u> с диаметром 6</i>											
06	<i>Штангенциркуль и микрометр</i>											
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
О.К.												

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дубл.													
Взам.													
Подп.													
Разраб.	Голега				ТГУ							1	
Провер.	Воронов												
Принят													
Утверд.	Воронов				Коленвал							005	
Н. контр.	Логинов												

Technical drawing of a crankshaft (Коленвал) showing a side view with dimensions and a surface finish symbol (Ra25). The drawing includes various diameters and lengths, such as 25, 31, 38, 65, 97, 64, 73, 91, 64, 64, 73, 91, 64, 64, 65, and 83. The total length is 445.12 ± 0.775. A surface finish symbol indicates Ra25.

К.Э.

Продолжение Приложения Б

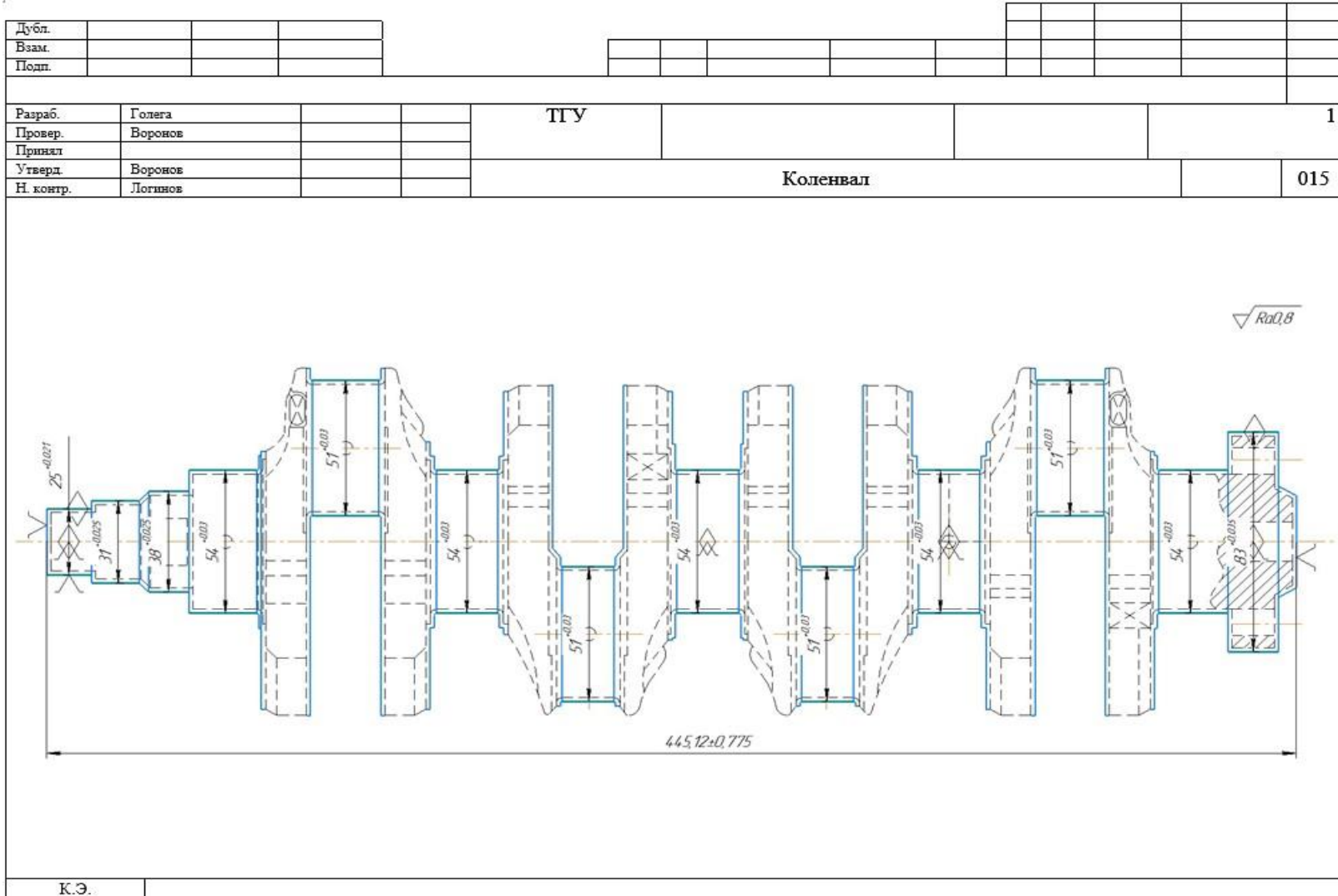
Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1418-82 Форма 3

Дубл.																										
Взам.																										
Подп.																										
Разраб.	Голева				ТГУ				Коленвал																	
Провер.	Воронов																									
Принят																										
Утверд.	Воронов																									
Н. контр.	Логинев																									
Наименование операции				Материал				Твёрдость		Е.В.	М.Д.	Профиль и размеры			М.З.	КОИД										
Шлифовальная				Чугун GH 75-50-03						166	13,34	131×445, 12/			15	1										
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То.	Тв.	Тпз.	Тшт.	СОЖ														
Круглошлифовальный станок 3311				-								5% эмульсия														
P		П.И.	D или B	L	t	l	S	n	V	Тв	То.															
01																										
02	Патрон, люнет самоцентрирующий																									
03	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры согласно с эскизом																									
04	Призматическая державка с креплением <u>iLock</u> ; Режущая пластина <u>SogoTurn 107</u> формы D материал GC3225 (HC)																									
05	Концевая фреза <u>SogoMill</u> с диаметром 6																									
06	Штангенциркуль и микрометр																									
07																										
08																										
09																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
О.К.																										

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1



К.Э.

Приложение В

Спецификация к приспособлению

Таблица В.1 – Спецификация к приспособлению

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
				<u>Документация</u>			
АЗ			21.ВКР.ОТМП.269.50.000 СБ	Сборочный чертеж	1		
				<u>Детали</u>			
		1	21.ВКР.ОТМП.269.50.001	Заглушка	1		
		2	21.ВКР.ОТМП.269.50.002	Заглушка	1		
		3	21.ВКР.ОТМП.269.50.003	Корпус	1		
		4	21.ВКР.ОТМП.269.50.004	Шток	1		
		5	21.ВКР.ОТМП.269.50.005	Корпус	1		
		6	21.ВКР.ОТМП.269.50.006	Шток	1		
		7	21.ВКР.ОТМП.269.50.004	Поршень	1		
		8	21.ВКР.ОТМП.269.50.008	Заглушка	1		
		9	21.ВКР.ОТМП.269.50.009	Кольцо	2		
		13	21.ВКР.ОТМП.269.50.013	Штуцер	1		
		15	21.ВКР.ОТМП.269.50.015	Подшипник	4		
		17	21.ВКР.ОТМП.269.50.017	Заглушка	1		
		20	21.ВКР.ОТМП.269.50.020	Клин	1		
		21	21.ВКР.ОТМП.269.50.021	Крышка	1		
		22	21.ВКР.ОТМП.269.50.022	Кулачок сменный	3		
		23	21.ВКР.ОТМП.269.50.023	Шпонка	3		
		26	21.ВКР.ОТМП.269.50.026	Кулачок постоянный	3		
		27	21.ВКР.ОТМП.269.50.027	Корпус патрона	1		
		33	21.ВКР.ОТМП.269.50.033	Гильза	2		
			21.ВКР.ОТМП.269.50.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Патрон		
Разраб.		Галежа Р.С.					Лит.
Проб.		Варонав Д.Ю.				1	2
И.контр.		Варонав Д.Ю.			ТГУ ТМп-1702а		
Утв.		Логинов Н.Ю.					

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<i>Стандартные изделия</i>		
		10		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	1	
		11		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	2	
		12		<i>Шайба М12 ГОСТ 1971-78</i>	2	
		14		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	2	
		16		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	3	
		18		<i>Гайка М20 ГОСТ 6424-73</i>	1	
		19		<i>Винт М3</i>	1	
		28		<i>Винт М12</i>	1	
		24		<i>Винт М12</i>	6	
		25		<i>Шайба пружинная ГОСТ 6402-20 М12</i>	6	
		28		<i>Шайба М20 ГОСТ 1971-78</i>	1	
		29		<i>Гайка М20 ГОСТ 6424-73</i>	1	
		30		<i>Шайба М12 ГОСТ 1971-78</i>	1	
		31		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	1	
		32		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	2	
		34		<i>Кольцо уплотнительное ГОСТ 9833-73</i>	4	
						Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Побл.	Дата		