



## АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления шестерни коробки передач погрузчика Atek. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

Работа посвящена рассмотрению вопросов связанных с проектированием технологического процесса изготовления шестерни коробки передач погрузчика Atek. В ходе выполнения работы были описаны исходные данные и поставлены задачи работы. На основании полученных данных была выбрана заготовка и проведены мероприятия по ее проектирования. Также был проведен комплекс мероприятий по проектированию техпроцесса изготовления шестерни. Для лимитирующих операций произведена их модернизация путем проектирования приспособления и режущего инструмента. Также была выполняется оценка техпроцесса с точки зрения его безопасности и рассчитываются экономические показатели от его внедрения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали	7
1.2 Описание технологичности детали	7
1.3 Задачи работы	8
2 Технологическая часть работы	10
2.1 Определение типа и характеристик производства	10
2.2 Выбор метода получения заготовки	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	13
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки	16
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления	20
2.6 Выбор средств технологического оснащения	21
2.7 Проектирование технологических операций	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	27
3.1 Проектирование приспособления	27
3.2 Проектирование режущего инструмента	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	32
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	46
Список использованных источников	47
Приложения	51

## ВВЕДЕНИЕ

Для проведения различного рода погрузочно-разгрузочных работ в настоящее время широко применяются погрузчики. Они универсальны, компактны, мобильны и относительно недороги. Все эти качества способствуют их распространению.

Данная деталь является одной из самых ответственных. Выход ее из строя приведет к долговременному простоя погрузчика, что в современном производстве скажется на дополнительных экономических потерях. В связи с этим технология изготовления шестерни должна обеспечить заданное конструктором качество.

Таким образом, цель данной работы заключается в проектировании технологического процесса изготовления шестерни коробки передач погрузчика Атек, который обеспечит выпуск качественных деталей при обеспечении годовой программы и минимальных затратах.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Служебное назначение шестерни заключается в передаче крутящего момента от ведущего вала ведомому при обеспечении возможности получения трех возможных частот вращения.

Шестерня воспринимает крутящий момент от ведущего вала боковыми поверхностями шлиц и передает боковыми поверхностями зубьев одного из трех зубчатых венцов.

Работа шестерни осуществляется в закрытом корпусе коробки передач в условиях хорошей смазки. При работе возможно возникновение ударных нагрузок, вибраций, что объясняется характером работ выполняемых погрузчиком. Температурный режим может быть различным, возможно значительные колебания температур, это связано с тем, что погрузчик используется в основном при работе вне производственных помещений.

### 1.2 Описание технологичности детали

Технологичность детали начинаем оценивать с ее материала [1].

Химический состав стали 12ХНЗА ГОСТ 4543-71: 0,09-0,16% углерода, 0,6-0,9 хрома, 3,25-3,65% никеля, 2,75-3,15% марганца, 0,17-0,37% кремния, 0,3% меди, 0,025% серы, 0,025% фосфора.

Механические характеристики: прочность  $\sigma_s$  в состоянии поставки 690-784 МПа, твердость 230-260 НВ. Обрабатываемость резанием характеризуется коэффициент обрабатываемости, который при обработке твердосплавным инструментом 0,9, быстрорежущим инструментом 0,8.

Такие характеристики материала, обусловлены условиями работы детали и изменение их приведет к ухудшению эксплуатационных характеристик шестерни, поэтому материал следует считать отвечающим требованиям.

Заготовка шестерни тоже может считаться технологичной. Это объясняется тем, что исходя из формы детали, марки материала и габаритов, заготовка может быть получена методами обработки металлов давлением.

Данные методы достаточно производительны, просты, обеспечивают максимальное приближение формы заготовки к готовой детали и хорошую точность. В качестве заготовки по рекомендациям [2] заготовку можно получать методом штамповки с применением штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе или методом штамповки с применением горизонтально-ковочной машине.

Конфигурацию детали также можно считать технологичной.

Наружный контур ступенчатый, что характерно для данного типа детали, имеются фаски и скругления, выполненные по стандартам. Все размеры соответствуют нормальному ряду чисел. Поэтому при обработке шестерни можно применять универсальное оборудование, оснастку, режущий инструмент и средства контроля, что удешевит технологический процесс. Саму обработку можно выполнять на основе типового технологического процесса.

Механическая обработка шестерни также указывает на ее достаточно высокую технологичность.

Обработке необходимо подвергнуть все поверхности детали, что связано с их точностными характеристиками. Изменение этих характеристик невозможно, т.к. это приведет к снижению рабочих характеристик, как самой шестерни, так и всего узла в целом.

Базирование детали при механической обработке также не вызовет затруднений. Исходя из конфигурации детали и возможности ее обработки на базе типовых технологических процессов, можно применять типовые схемы базирования. При этом будут соблюдены принципы единства и постоянства баз.

Делаем вывод о том, что шестерня обладает достаточной технологичностью.

### 1.3 Задачи работы

Описанный выше анализ технологического процесса изготовления детали позволяет сформулировать задачи, которые необходимо решить при проектировании: выбрать оптимальный метод получения заготовки, рассчитать

припуск и спроектировать заготовку; применить средства технологического оснащения, которые отвечали бы современным требованиям; спроектировать оснастку и инструмент для обеспечения совершенствования техпроцесса; провести анализ техпроцесса на наличие опасных и вредных факторов, на пожарную и экологическую безопасность; рассчитать экономические показатели предложенных мероприятий.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

Характеристики производства зависят в первую очередь от его типа.

Для определения типа производства необходимо определить основной показатель, которым является коэффициент закрепления операции. Он представляет собой отношение числа операций подлежащих к выполнению на участке к числу рабочих мест. Исходя из этого, необходимо знать всю номенклатуру изделий и нормирование всех технологических процессов.

В нашем случае речь идет о принятии проектных решений, поэтому данная информация в достаточном объеме отсутствует. В таком случае, согласно рекомендаций [3], тип производства с достаточной степенью достоверности может быть определен исходя из массы детали и годовой программы выпуска.

Годовая программа производства шестерни составляет 5000 деталей в год, масса 1,67 кг. Данные значения соответствуют среднесерийному типу производства.

Характеристики производства определяются в соответствии с типом производства:

- непоточность формы техпроцесса;
- маршрутно-операционный вид документации;
- проектирование маршрута обработки детали на базе типового маршрута; расчет припусков и нормирование по нормативам, за исключением самых точных поверхностей, которые желательно рассчитывать аналитическим методом;
- использование универсальных средств технологического оснащения.

Более подробно характеристики среднесерийного производства представлены в литературе [4].

Дальнейшую разработку технологического процесса изготовления шестерни коробки передач погрузчика Atek будем проводить с учетом



выявленных характеристик.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

Ранее были высказаны рекомендации, что заготовку шестерни будем получать либо на ГКМ, либо на КГШП.

Окончательный выбор варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [5].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i} \quad (2.1)$$

где  $C_{3i}$ ,  $C_{ОБР.i}$  – затраты соответственно на заготовку и механическую обработку.

Затраты на заготовку:

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{3.i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \quad (2.2)$$

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{Д.i}}{1000 \cdot K_{ИМ}} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ} \quad (2.3)$$

где  $Ц_{Мi}$  – цена исходного материала;

$M_{3.i}$  – вес заготовки;

$K_{СП}$ ,  $K_T$ ,  $K_{СЛ}$  – коэффициенты, которые учитывают особенности заготовки.

Масса детали:

С целью облегчения расчетов, для определения массы детали воспользуемся программным обеспечением «Компас-3D V15», для этого построим трехмерную модель детали (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 - Трехмерная модель детали

По данным моделирования  $M_{\partial} = 1,67$  кг.

Массу заготовки определим ориентировочно используя данные [6]:

$$M_{3i} = M_{\partial} \cdot K_p, \quad (2.4)$$

Для ГКМ:  $M_{31} = 1,67 \cdot 2,3 = 3,82$  кг.

Для КГШП  $M_{32} = 1,67 \cdot 2,4 = 4,01$  кг.

Коэффициент использования металла:

$$K_{ИМ.i} = \frac{M_{\partial}}{M_3} \quad (2.5)$$

$$K_{ИМ1} = \frac{1,67}{3,82} = 0,44$$

$$K_{ИМ2} = \frac{1,67}{4,01} = 0,42$$

Получим:

$$C_{31} = \frac{35000 \cdot 3,82 \cdot 0,56 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 74,87 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{35000 \cdot 4,01 \cdot 0,53 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 89,26 \text{ руб.}$$

Затраты на мехобработку:

$$C_{OBR.i} = \frac{C_{уд} \left( \frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_D}{K_O} \quad (2.6)$$

где  $C_{уд}$  - затраты на стружку;

$K_O$  – коэффициент, характеризующий обрабатываемость металла.

$$C_{OBR1} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,44} - 1 \right) \cdot 1,67}{0,9} = 94,46 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR2} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,42} - 1 \right) \cdot 1,67}{0,9} = 102,5 \text{ руб.}$$

Окончательные затраты:

$$C_1 = 74,87 + 94,46 = 169,33 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 89,26 + 102,5 = 191,76 \text{ руб.}$$

Проведенные расчеты показали, что более выгодным является метод получения заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине. Следовательно, заготовку будем проектировать для данного метода получения.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Для проведения данного этапа проведем предварительное кодирование всех поверхностей шестерни. Для этого выполним эскиз детали и каждой поверхности присвоим свой номер (рисунок 2.2).

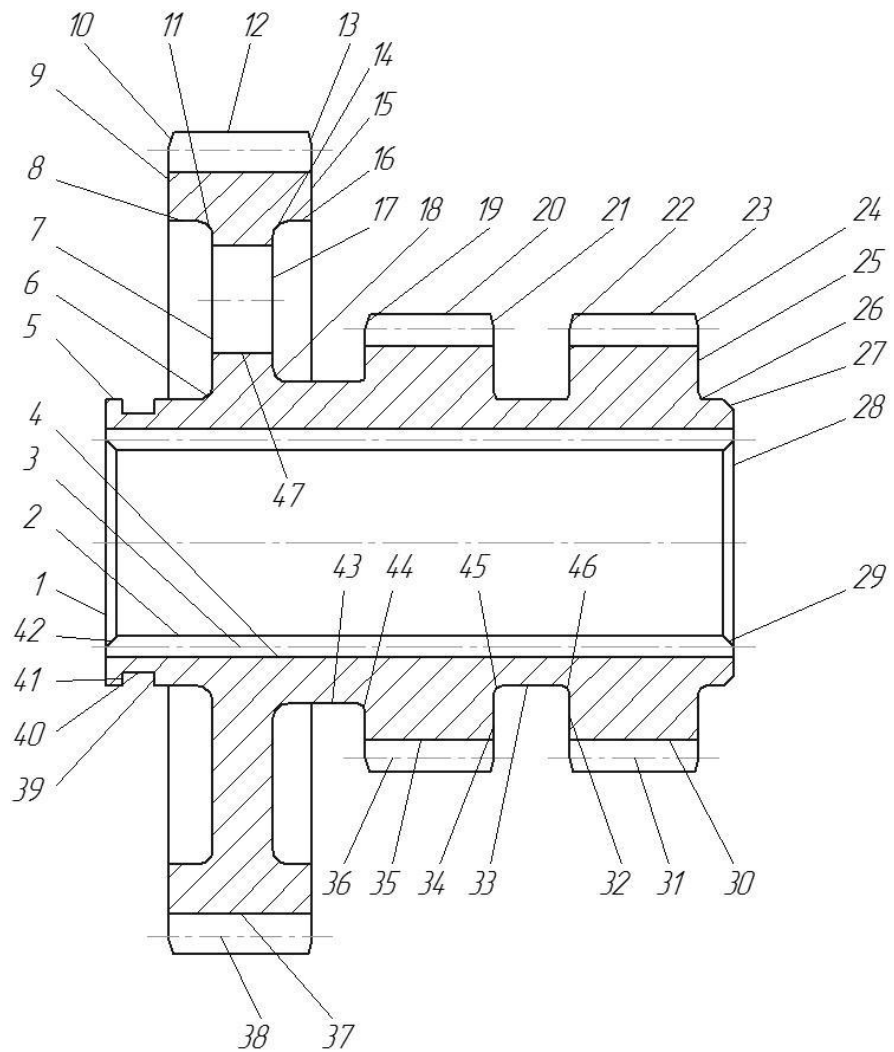


Рисунок 2.2 - Эскиз детали

Для определения экономически обоснованных методов обработки поверхностей необходимо из чертежа детали определить для каждой поверхности квалитет точности и шероховатость.

Далее исходя из этих данных определяется такой маршрут обработки поверхности, который обеспечит минимум удельных затрат на обработку [7, 8].

В таблице 2.1 представлены результаты.

В таблице приняты следующие сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр внутренний; К – конус; КВ – конус внутренний; Э – эвольвента; Р – резьба; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Ш – черновое шлифование; ТО - термическая обработка; ЗД – зубодолбление; ЗФ – зубофрезерование; ШВ – шевингование; Пр – протягивание.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2	3	4	5
1	12,5	12	П	Т-ТО
2	1,25	7	ЦВ	С-Пр-ТО-Ш-Шч
3	3,2	9	П	Пр-ТО
4	12,5	12	ЦВ	Пр-ТО
5	12,5	12	Ц	Т-ТО
6	12,5	12	П	Т-ТО
7	12,5	12	П	Т-ТО
8	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
9	12,5	12	П	Т-ТО
10	12,5	12	К	Тч-ТО
11	12,5	12	П	Т-ТО
12	12,5	12	Ц	Т-ТО
13	12,5	12	К	Тч-ТО
14	12,5	12	П	Т-ТО
15	12,5	12	П	Т-ТО
16	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
17	12,5	12	П	Т-ТО
18	12,5	12	ЦВ	Т-ТО
19	12,5	12	К	Тч-ТО
20	12,5	12	Ц	Т-ТО
21	12,5	12	К	Тч-ТО
22	12,5	12	К	Тч-ТО
23	12,5	12	Ц	Т-ТО
24	12,5	12	К	Тч-ТО
25	12,5	12	П	Т-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
26	12,5	12	П	Т-ТО
27	12,5	12	К	Тч-ТО
28	2,5	11	П	Т-Тч-ТО-Ш
29	12,5	12	КВ	Тч-ТО
30	12,5	12	Ц	Ф-ТО
31	2,5	8 ст.т.	Э	ЗД-ШВ-ТО
32	12,5	12	П	Т-ТО
33	12,5	12	Ц	Т-ТО
34	12,5	12	П	Т-ТО
35	12,5	12	Ц	Ф-ТО
36	2,5	8 ст.т.	Э	ЗД-ШВ-ТО
37	12,5	12	Ц	Ф-ТО
38	2,5	8 ст.т.	Э	ЗФ-ШВ-ТО
39	3,2	10	П	Т-Тч-ТО-Ш
40	3,2	10	Ц	Т-Тч-ТО-Ш
41	3,2	10	П	Т-Тч-ТО-Ш
42	12,5	12	КВ	Тч-ТО
43	12,5	12	Ц	Т-ТО
44	12,5	12	П	Т-ТО
45	12,5	12	П	Т-ТО
46	12,5	12	П	Т-ТО
47	12,5	12	ЦВ	С-ТО

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

В соответствии с характеристиками производства припуск для обработки самой точной поверхности  $\varnothing 26H7(^{+0,021})$  и операционные размеры определяются расчетно-аналитическим методом с использованием методики и

справочных данных [9].

Минимальный припуск равен:

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.7)$$

где -  $a$ ,  $\Delta$ ,  $\varepsilon$  - справочные составляющие припуска;

$i$  – индекс соответствующего перехода.

$$Z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,55 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{3 \min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,60 + \sqrt{0,018^2 + 0,015^2} = 0,623$$

$$Z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,50 + \sqrt{0,007^2 + 0,010^2} = 0,512$$

Максимальный припуск равен:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.8)$$

$$Z_{2 \max} = Z_{2 \min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,084) = 0,748$$

$$Z_{3 \max} = Z_{3 \min} + 0,5 \cdot (TD_{TO} + TD_3) = 0,623 + 0,5 \cdot (0,11 + 0,033) = 0,695$$

$$Z_{4 \max} = Z_{4 \min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,512 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,021) = 0,539$$

Средний припуск:

$$Z_{cp i} = (Z_{i \max} + Z_{i \min}) / 2 \quad (2.9)$$

$$Z_{cp 2} = (Z_{2 \max} + Z_{2 \min}) / 2 = (0,601 + 0,748) / 2 = 0,675$$

$$Z_{cp 3} = (Z_{3 \max} + Z_{3 \min}) / 2 = (0,623 + 0,695) / 2 = 0,659$$

$$Z_{cp 4} = (Z_{4 \max} + Z_{4 \min}) / 2 = (0,512 + 0,539) / 2 = 0,526$$

Размеры равны:

$$D_{(i-1) \max} = D_{i \min} - 2 \cdot Z_{i \min} \quad (2.10)$$

$$D_{(i-1) \min} = D_{(i-1) \max} - TD_{i-1} \quad (2.11)$$

Для перехода термообработки, необходимо учесть изменение размеров при фазовых превращениях:

$$D_{(TO-1)\max} = D_{(i-1)\max} \cdot 0,999 \quad (2.12)$$

$$D_{4\min} = 26,000$$

$$D_{4\max} = 26,021$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 26,000 - 2 \cdot 0,512 = 24,976$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 24,976 - 0,033 = 24,943$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 24,943 - 2 \cdot 0,623 = 23,697$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 23,697 - 0,110 = 23,587$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 23,587 \cdot 0,999 = 23,563$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 23,563 - 0,084 = 23,479$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 23,479 - 2 \cdot 0,601 = 22,277$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 22,277 - 0,210 = 21,857$$

Средние значения размеров:

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{D_{i\max} + D_{i\min}} \quad (2.13)$$

$$D_{\text{ср}1} = \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} = \sqrt{22,277 + 21,857} = 22,067$$

$$D_{\text{ср}2} = \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} = \sqrt{23,563 + 23,479} = 23,521$$

$$D_{\text{ср}TO} = \sqrt{D_{TO\max} + D_{TO\min}} = \sqrt{23,697 + 23,587} = 23,642$$

$$D_{\text{ср}3} = \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} = \sqrt{24,976 + 24,943} = 24,960$$

$$D_{\text{ср}4} = \sqrt{D_{4\max} + D_{4\min}} = \sqrt{26,021 + 26,000} = 26,011$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{\min} = D_{4\max} - D_{1\min} \quad (2.14)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_1 + TD_4 \quad (2.15)$$



$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{min}^2 + 2Z_{max}^2} \quad (2.16)$$

$$2Z_{min} = 26,021 - 21,857 = 4,164$$

$$2Z_{max} = 4,164 + 0,21 + 0,021 = 4,395$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot \sqrt{4,164^2 + 4,395^2} = 4,28$$

Остальные припуски на обработку поверхностей определяем опытно-статистическим методом [1] с использованием справочных данных [10, 11].

Таблица 2.2 - Расчет припусков

№	Название перехода	$Z_{min}$	$Z_{max}$
1	Переход черного точения	1,6	2,805
5	Переход черного точения	1,7	2,825
9	Переход черного точения	1,9	2,965
12	Переход черного точения	2,3	3,575
15	Переход черного точения	1,9	3,005
20	Переход черного точения	2,0	3,25
23	Переход черного точения	2,0	3,25
25	Переход черного точения	1,8	2,975
26	Переход черного точения	1,7	2,825
28	Переход черного точения	1,6	2,805
	Переход чистового точения	0,9	1,125
	Переход черного шлифования	0,4	0,5
31, 36	Переход шевингования	0,5	0,825
38	Переход шевингования	0,6	1,075

Заготовка проектируется на основе полученных данных расчета припусков. Более подробно порядок проектирования описан в литературе [12].

Основные характеристики заготовки и напуски определяются по справочным данным [12].

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

В соответствии с характеристиками среднесерийного типа производства технологический маршрут проектируется на базе типового маршрута.

Типовые технологические маршруты изготовления представлены в различной литературе, например в [13, 14, 15].

Проведя анализ известных маршрутов и, учитывая конструктивные особенности рассматриваемой детали, а также рекомендации [1], разработаем ее маршрут обработки.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления детали

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 39, 40, 41
2	010	14, 15, 16, 18, 20, 23, 25, 26, 28, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46
3	015	47
4	020	2, 3, 4
5	025	3, 21, 24, 27, 28, 29
6	030	1, 39, 40, 41, 42
7	035	37, 38
8	040	30, 31, 35, 36
9	045	38
10	050	31, 36
11	055	
1	2	4
12	060	все
13	065	28
14	070	2
15	075	39, 40, 41
16	080	2

На основе полученного технологического маршрута обработки формируется план изготовления.

Для его выполнения рекомендуется использовать рекомендации [8].

При формировании плана изготовления особое внимание следует уделить базированию заготовок на операциях механической обработки. Следует неукоснительно соблюдать принципы единства и постоянства баз. Сами схемы базирования для шестерни можно использовать типовые [16].

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираются в соответствии с типом производства по рекомендациям [1].

При выборе средств технологического оснащения используются справочные данные и каталоги [17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25].

Таблица 2.4 - Средства оснащения

№	Название операции	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный HAAS GT10	Патрон трехкулачковый ГОСТ 24351-80	Резец TNMG 22 04 08-PF GC4225 "Sandvik"; Резец TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец N123G2-	Штангенциркуль ГОСТ 160-80, нутромер ГОСТ 160-80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				0300-0001- CF GC1125 "Sandvik", Сверло 880- D2300C6-04 GC4044 "Sandvik"	
010	Токарная	Токарный HAAS GT10	Оправка кулачковая	Резец специальный GS 4225 "Sandvik" Резец N123M1- 1100-0008- GM GC4225 "Sandvik" Резец N123K2- 0714-0008- GF GC1125 "Sandvik", Резец N123K2- 0714-0008- GF GC1125 "Sandvik"	Штангенци ркуль ГОСТ 160- 80
015	Сверлильная	Вертикально- сверлильный	Оправка цанговая	Сверло R840-1500-	Нутромер ГОСТ 160-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		с ЧПУ HAAS OM 1		30-A0A GC1220 "Sandvik"	80
020	Протяжная	Горизонтальн о-протяжной 7Б56	Опора шаровая	Протяжка ГОСТ 25969-83	Нутромер ГОСТ160- 80, калибры
025	Токарная	Токарный HAAS GT10	Оправка кулачковая	Резец TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"	Штангенци ркуль ГОСТ 160- 80, калибры
030	Токарная	Токарный HAAS GT10	Оправка кулачковая	Резец TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец N123K2- 0714-0008- GF GC1125 "Sandvik"	Штангенци ркуль, нутромер ГОСТ 160- 80, калибры

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
035	Зубофрезерная	Зубофрезерный 53A50	Оправка цанговая	Фреза ГОСТ 9324-80	Шаблон
040	Зубодолбежная	Зубодолбежный 5A122	Оправка цанговая	Долбяк чашечный Ø80 ГОСТ 9323-79	Шаблон
045	Зубошевинг овальная	Зубошевинговальный 5702	Оправка цанговая	Шевер дисковый Ø180 ГОСТ8570-75	Шаблон
050	Зубошевинг овальная	Зубошевинговальный 5702	Оправка цанговая	Шевер дисковый Ø180 ГОСТ8570-75	Шаблон
055	Слесарная				
060	Термическая				
065	Плоскошлиф овальная	Плоскошлиф овальный 3E711B1	Магнитный стол	Круг 23A46K5V	Скоба рычажная
070	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3K227B	Патрон мембранный ГОСТ 16157-70	Круг 23A46K7V	Скоба рычажная
075	Круглошлиф овальная	Круглошлиф овальный	Оправка цанговая	Круг 23A60K4V	Скоба рычажная,

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		3М151			калибры
080	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3К227В	Патрон мембранный ГОСТ 16157- 70	Круг 24А60К8V	Скоба рычажная

### 2.7 Проектирование технологических операций

Режимы резания для операций технологического процесса рассчитываем согласно методике, рекомендаций и данных [19, 26, 27, 28] расчетно-аналитическим методом. Аналогично выполняем нормирование техпроцесса.

Таблица 2.5 - Режимы резания и нормирование операций

№ операции	№ перехода	$S_o$	$V$	$n$	$T_o$
1	2	3	4	5	6
005	1	0,2	510	1400	1,7
	2	0,05	150	2000	
	3	0,07	210	1600	
010	1	0,35	305	900	1,95
	2	0,25	180	900	
	3	0,1	150	760	
	4	0,1	150	530	
	5	0,1	150	530	
015	1	0,2	24	500	0,65
020	1	-	3,5	-	0,95
025	1	0,15	600	1200	0,18
	2	0,03	280	560	
030	1	0,15	600	1200	0,52

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
	2	0,15	450	1000	
	3	0,03	280	1200	
035	1	2,1	50	180	3,11
040	1	0,4	24		3,43
045	1	0,02		290	2,05
050	1	0,02		290	3,42
065	1	0,015	10		1,61
070	1	0,0015	30	320	1,5
075	1	0,008	35	120	0,47
080	1	0,0015	30	380	1,52



### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Анализ существующих стандартных средств закрепления, которые можно использовать для токарной операции, представленной на рисунке 3.1, показывает, что применение стандартных приспособлений не отвечает всем предъявляемым к ним требованиям в условиях среднесерийного типа производства. Поэтому возникает необходимость проектирования специального станочного приспособления для данной операции. Для этого воспользуемся методикой указанной в литературе [29, 30, 31].

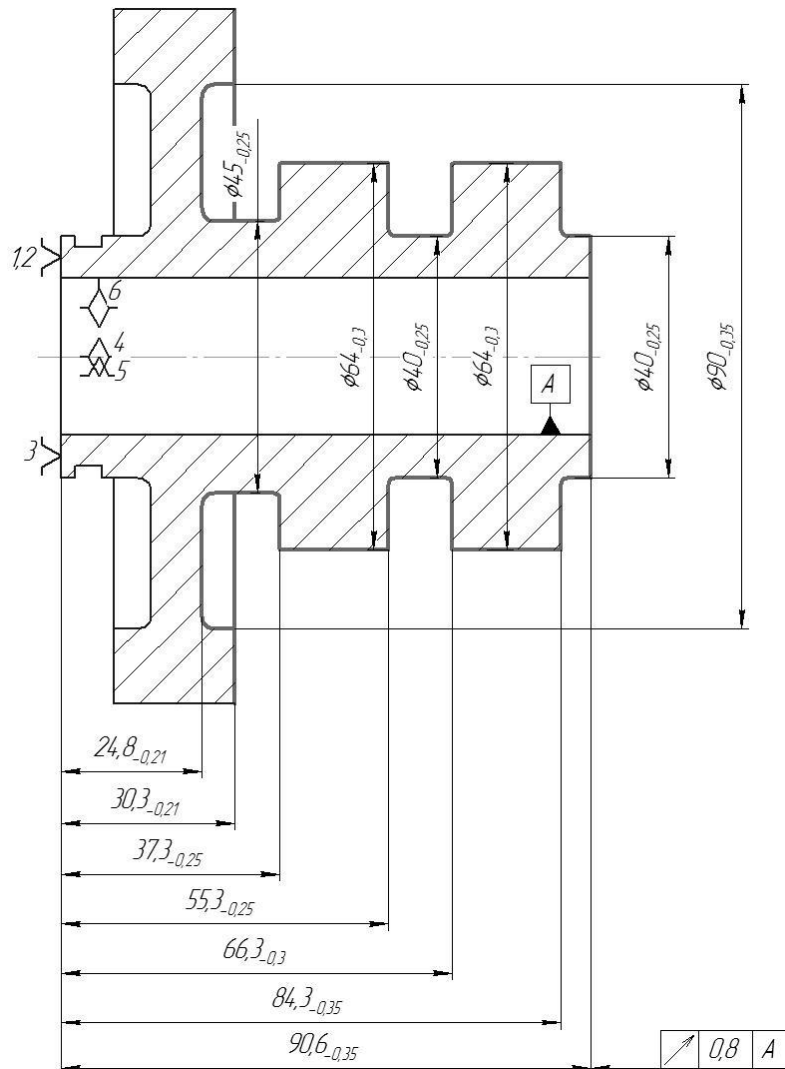


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Основные составляющие сил резания, рассчитанные в соответствии с данными [9] равны:  $P_Y = 484$  Н,  $P_Z = 693$  Н.

Для расчета необходимого усилия зажима необходимо определить действующие моменты от сил резания и уравновешивающие их моменты от силы зажима. Затем, исходя из условия равновесия системы, определяется искомая величина усилия зажима.

Момент силы  $P_z$  :

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_o}{2} \quad (3.1)$$

где  $d_o$  – обрабатываемый диаметр.

Момент силы закрепления:

$$M_{зрз} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2} \quad (3.2)$$

где  $W$  - сила закрепления;

$d_3$  – диаметр закрепления.

Отсюда получим силу зажима:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_o}{3fd_3} \quad (3.3)$$

где  $K$  - коэффициента запаса, который определяется конкретными условиями обработки.

$$W = \frac{2,5 \cdot 693 \cdot 55}{3 \cdot 0,2 \cdot 40} = 3970 \text{ Н.}$$

Усилие на приводе:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.4)$$

где  $\alpha$  – угол наклона поверхности плунжера;

$\varphi$  – угол трения.

$$Q = 3970 \cdot \operatorname{tg} (0 + 6,5) = 1980 \text{ Н.}$$

Расчетный диаметр поршня определяется как:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.5)$$

где  $P$  – давление воздуха.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1980}{0,4}} = 83,54 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до ближайшего большего равного 90 мм.

Составим схему для расчета погрешности приспособления (рисунок 3.2).

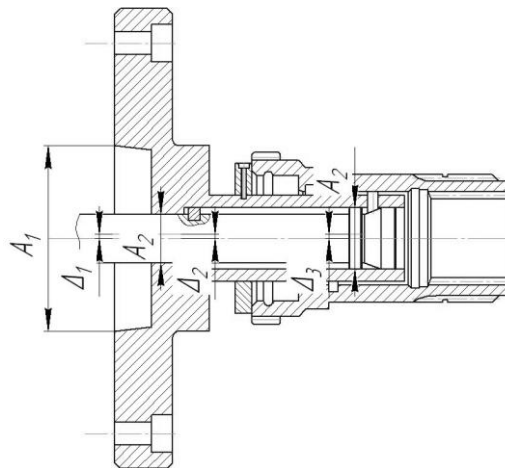


Рисунок 3.2 - Схема для определения погрешности

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.6)$$

где  $\Delta_1$  – погрешность из-за неперпендикулярности штока привода;

$\Delta_2, \Delta_3$  - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,010^2 + 0,010^2 + 0,006^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Для спроектированной оправки погрешность должна быть меньше чем допуск на несоосность обрабатываемой и установочной поверхностей:

$$\varepsilon_y^{\text{доп}} = 0,008 \text{ мм.}$$

Исходя из полученных данных, делаем вывод о том, что оправка обеспечивает необходимую точность установки.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

При точении стали на высоких скоростях с большой подачей и глубиной резания в зоне резания возникают высокие температуры, что приводит к ухудшению качества обработки и повышенному износу инструмента. С целью решения указанных проблем рассчитаем и спроектируем токарный резец. Особенно данная проблема актуальна для токарных черновых операций. С целью ее решения произведем проектирование соответствующего резца по методике [25].

Наиболее эффективным в данном случае будет применение в качестве режущего элемента твердосплавной трехгранной пластины с креплением к державке через отверстие.

Согласно данным [25] для обеспечения необходимых параметров обработки и качества обработанных поверхностей главный угол в плане должен составлять  $\varphi = 91^\circ$ . В зависимости от данного угла выбирается остальная геометрия режущей части резца, которая представлена на соответствующем чертеже работы.

Для определения конструктивных размеров резца необходимо определение площади сечения стружки:

$$F = t \cdot S \quad (3.7)$$

где  $t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

$$F = 2,0 \cdot 0,35 = 0,7 \text{ мм}^2.$$

В данном случае, исходя из полученных данных, определяем искомые конструктивные параметры: рабочая высота резца 25 мм, диаметр описанной

окружности пластины 12,7 мм.

Как отмечалось ранее, крепление пластины производим через отверстие посредством винта, который будет удерживать режущую пластину. Для гарантированного стабильного закрепления пластины рассчитаем минимальный диаметр винта:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.8)$$

где  $Q_1$  - усилие, которое действует на винт в процессе обработки;

$\sigma_0$  - напряжение, допускаемое материалом винта.

Усилие, действующее на винт, находим по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.9)$$

где  $P_{z \max}$  - усилие, возникающее при резании.

$$Q_1 = \frac{164}{0,7} = 235 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 235}{3,14 \cdot 650}} = 2,13 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр винта 4 мм.

Остальные конструктивные параметры резца определяем путем его прочерчивания с учетом рекомендаций [32]. В корпусе и пластинах резца выполнен канал для подвода СОЖ с целью улучшения условий охлаждения. Конструкция канала взята в соответствии с рекомендациями [27].

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок Haas GT10 с системой программного управления	Сталь 12ХНЗА, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Горизонтально-протяжной 7Б56	Сталь 12ХНЗА, смазочно-охлаждающая жидкость жидкость

## 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок Haas GT10 с системой программного управления
Протяжная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, горизонтально-протяжной станок 7Б56

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума</p>	

#### 4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно- технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей	Регламентированная процедура по	Краги брезентовые с



Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	оборудования, материалов	обучению по охране труда	двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Беруши «Лазер Лайт»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	Участок механической обработки	Токарный станок Naas GT10 с системой программного управления Горизонтально-протяжной станок 7Б56	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокодавления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Протягивание	Хранение ветоши в негоряемых ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

## 4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Точение Протягива ние	Токарный станок Haas GT10 с системой программного управления Горизонтально- протяжной	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	станок 7Б56			отходов должен производиться своевременно

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

1	2
Название технического объекта	Точение, Протягивание
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение пылеуловителей
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение отстойников, флотационных установок, песковых площадок, биологических фильтров.
Предлагаемые мероприятия для снижения	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с определением основных опасностей возникающих на данном производстве при ведении технологического процесса изготовления, а также мероприятия по их устранению и снижению их влияния.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «шестерня коробки передач погрузчика Атек». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «005 и 010 Токарные», представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<b>Операция 005 – Токарная</b>	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты:</u> резец проходной, Т5К10.</p> <p><math>T_O = 2,05 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,44 \text{ мин}</math></p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ НААС GT-10.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты:</u> резец проходной с каналами для СОЖ, GC42255</p> <p><math>T_O = 1,31 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,7 \text{ мин}</math></p>
<b>Операция 010 – Токарная</b>	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка кулачковая с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструменты:</u> резец проходной, Т15К6.</p> <p><math>T_O = 1,42 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 2,07 \text{ мин}</math></p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ НААС GT-10.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка кулачковая с механизированным зажимом.</p> <p><u>Инструменты:</u> резец проходной с каналами для СОЖ, GC42255</p> <p><math>T_O = 1,5 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,95 \text{ мин}</math></p>



Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 5000 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [33], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 005 и 010 операций – Токарных. По исходному варианту технологического процесса она составляет 21,0 руб., а по проектируемому – 16,42 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

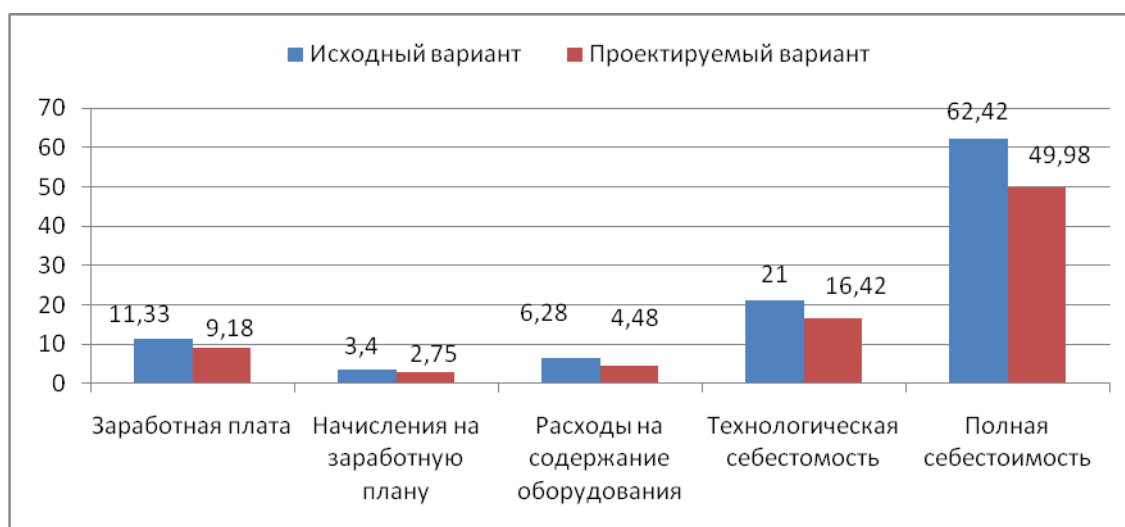


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [33], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 118963,49 руб. и учитывает весь комплекс совершенствований по выполнению анализируемой операции «005 и 010 – Токарные».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [33], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе

которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$ , руб.	49760
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$ , руб.	142114,56
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = ЧДД$ , руб.	23151,07
5	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,19

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 18963,49 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 4 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,19 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 005 и 010 технологического процесса изготовления детали «шестерня коробки передач погрузчика Атек».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение данной работы позволило разработать технологический процесс изготовления шестерни, который отвечает всем требованиям, предъявляемым к нему исходя из типа производства.

Для достижения этой цели был проведен ряд мероприятий. Выбран наиболее эффективный метод получения заготовки и проведено ее проектирование. Разработана маршрутно-операционная технология с применением современного оборудования и инструментальных материалов. Определены наиболее проблемные операции, для которых предложены мероприятия по их модернизации, которые включают в себя проектирование специальной оснастки и режущего инструмента. Также разработаны меры по обеспечению безопасности в ходе выполнения техпроцесса. Экономические расчеты подтвердили эффективность предложенного техпроцесса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
5. Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
6. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
7. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
8. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

10. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

11. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

12. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.

13. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

14. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

15. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.

16. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

17. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

18. [www.int.haascnc.com](http://www.int.haascnc.com)

19. [www.sandvik-coromant.ru](http://www.sandvik-coromant.ru)

20. Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] :

учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

21. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

22. Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

23. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

24. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

25. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

26. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

27. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

28. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

29. Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

30. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

31. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

32. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень : ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

33. Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам







## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты









А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
					Код, наименование операции	СМ									
Б	Обозначение документа														
А 94	XX XX XX	045	4157	Зубошлифовальная											
Б 95	381574	Зубошлифовальный	5А702Г	3	12287	312	1Р	1	1	1	800	1			2,05
О 96	Шлифовать зудья поверхности 38 m=2,5, z=44, 7 степень точности														
Т 97	396190	Оправка	цанговая;	391810	Шевер	дисковый	φ180	ГОСТ8570-75	Р18;	393610	Шаблон.				
98															
А 99	XX XX XX	050	4157	Зубошлифовальная											
Б 100	381574	Зубошлифовальный	5А702Г	3	12287	312	1Р	1	1	1	800	1			3,42
О 101	Шлифовать зудья поверхности 31, 36 m=2, z=30, 7 степень точности														
Т 102	396190	Оправка	цанговая;	391810	Шевер	дисковый	φ180	ГОСТ8570-75	Р18;	393610	Шаблон.				
103															
А 104	XX XX XX	055	0190	Слесарная											
105															
А 106	XX XX XX	060	Термическая												
107															
А 108	XX XX XX	065	4133	Плоскошлифовальная											
Б 109	381313	Плоскошлифовальный	3Е711В1	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1			1,61
О 110	Шлифовать поверхность 28 в размер 88 <sup>0,022</sup> .														
Т 111	396161	Плита	магнитная;	39810	Круг	шлифовальный;	393121	Скоба	рычажная.						
112															
А 113	XX XX XX	070	4132	Внутришлифовальная											
Б 114	381312	Внутришлифовальный	3К227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1			15
О 115	Шлифовать поверхность 2 в размер φ23,563 <sup>0,022</sup> .														
Т 116	396190	Патрон	мембранный	ГОСТ 16157-70;	39810	Круг	шлифовальный;	393121	Скоба	рычажная.					
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа													
					Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз	Тшт			
А 117						XX XX XX 075	4131	Круглошлифовальная												
Б 118						381311	Круглошлифовальный ЗМ151	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1				0,47
0 119						Шлифовать поверхности 39, 40, 41 в размер $\phi 36_{-0,1}^{+0,04}$ , 4,5 $_{-0,015}^{+0,025}$ , 81														
Т 120						396190 Оправка цапговая: 39810 Круг шлифовальный: 393121 Скоба рычажная: 393610 Калибр.														
121																				
А 122						XX XX XX 080	4132	Внутришлифовальная												
Б 123						381312	Внутришлифовальный ЗК227В	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1				152
0 124						Шлифовать поверхность 2 в размер $\phi 26_{-0,021}^{+0,021}$														
Т 125						396190 Патрон мембранный ГОСТ 16157-70: 39810 Круг шлифовальный: 393121 Скоба рычажная.														
126																				
А 127						XX XX XX 085	Моечная.													
128																				
А 129						XX XX XX 090	Контрольная.													
130																				
131																				
132																				
133																				
134																				
135																				
136																				
137																				
138																				
139																				
						МК														

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты









