

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование кафедры)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(код и наименование направления подготовки)  
Технология машиностроения  
(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления крышки коробки передач  
фронтального погрузчика

Студент(ка)	<u>Р.А. Панин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

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

Данная квалификационная работа состоит из пяти основных разделов. В первом разделе производится описание исходных данных. Во втором разделе определяется тип производства, его характеристики, проектируется заготовка, разрабатывается технологический процесс и операционная технология, проектируются технологические операции. В третьем разделе проводится проектирование прогрессивного режущего инструмента и станочного приспособления. Четвертый раздел посвящен оценке безопасности и экологичности работы. В пятом разделе оценивается экономическая эффективность работы.

## 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.....	9
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	9
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	13
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	17
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	18
2.7 Проектирование технологических операций.....	21
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	25
3.1 Проектирование приспособления .....	25
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	48
Список использованных источников.....	46
Приложения.....	47

## ВВЕДЕНИЕ

В производственных условиях для проведения погрузочно-разгрузочных работ широкое применение нашли фронтальные погрузчики. Они легкие, маневренные и несложные в управлении, при этом имеют хорошую грузоподъемность и недорогие в эксплуатации.

Рассматриваемая крышка коробки передач является одной из деталей фронтального погрузчика. Она герметично закрывает редуктор от внешней среды, а так же базирует один из валов коробки, что накладывает на точность, долговечность и износостойкость крышки, достаточно жесткие требования. Технология изготовления должна обеспечить все эти требования.

Целью данной работы является разработка такого техпроцесса изготовления крышки коробки передач погрузчика, который обеспечит выполнение годовой программы выпуска в заданные сроки при обеспечении заданного качества и наименьших затрат.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Рассматриваемая деталь предназначена для герметизации коробки передач и установки в ней вала.

Рассматриваемая деталь устанавливается в коробке передач по посадке и крепится к нему при помощи винтов. Для недопущения утечки масла на посадочном диаметре имеется проточка для уплотнения. В середине крышки имеется отверстие для установки вала редуктора.

В процессе работы крышка находится в непосредственном контакте с подшипником вала и уплотнениями, в результате чего возможен износ в контактных местах.

Эксплуатация крышки происходит в условиях производственного помещения, поэтому возможно попадание на нее различных технологических жидкостей. Поэтому есть опасность возникновения коррозии.

### 1.2 Описание технологичности детали

Описание технологичности проведем по рекомендациям [1].

Крышка изготавливается из стали 12Х2Н4А ГОСТ 4543-71, физико-механические и химические характеристики материала более подробно представлены в литературе [2]: 0,09-0,16% углерода, 1,25-1,65% хрома, 3,26-3,65% никеля, 0,3-0,6% марганца, 0,17-0,37% кремния, 0,3% меди и другие элементы, такие как сера и фосфор содержание которых не превышает 0,025%. Из механических свойств отметим  $\sigma_B = 650$  МПа,  $HV$  230...260 единиц.

Самым приемлемым методом получения заготовки в данном случае является штамповка, т.к. он обеспечивает необходимую форму как самой заготовки в целом, так и ее элементов.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы о технологичности общей конфигурации детали. Крышка имеет несложную конфигурацию, имеются ступени, убывающие по диаметру с одной стороны внутри и снаружи детали, что облегчает обработку детали с одного установка.

Механическая обработка поверхностей детали является типовой. Применение специального инструмента и контрольно-измерительных приборов не требуется, т.к. все размеры выбраны из стандартизованного ряда чисел. Исходя из этого, на участке по обработке данной детали целесообразно применять универсальное оборудование и оснастку. Исходя из точности и шероховатости поверхностей крышки, механической обработке подлежат все поверхности. Уменьшение точности этих поверхностей невозможно, т.к. это приведет к снижению точности сборки узла, долговечности и ухудшению других эксплуатационных показателей. Увеличение шероховатости и уменьшение точности рабочих поверхностей приведет к их интенсивному изнашиванию, а также к потерям энергии при работе.

Анализ показал, что деталь обладает хорошими технологическими показателями с точки зрения ее механической обработки. Это позволит при проектировании технологического процесса широко применять стандартные и типовые решения, что повысит качество проектируемого варианта техпроцесса.

### 1.3 Задачи работы

Анализ имеющихся данных показал, что в ходе выполнения работы необходимо решить нижеследующие задачи:

- 1) провести проектирование различных вариантов заготовки и выбрать из них оптимальную;
- 2) рассчитать операционный припуск для обработки на каждой операции;
- 3) разработать и спроектировать техпроцесс изготовления крышки на базе типового;
- 4) внести изменения в наиболее загруженные операции, путем применения специально спроектированной оснастки и режущего инструмента;
- 5) провести анализ опасных и вредных факторов, возникающих на производстве и разработать мероприятия по их устранению;
- 6) рассчитать экономическую эффективность сделанных изменений.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

В соответствии с нормами выпуска деталей и массой детали тип производства соответствует среднесерийному производству.

Характеристики производства выбираются по рекомендациям [1, 4]. Основные из них приведены ниже.

Заготовка получается методами штамповки. Допускается применение различных способов организации техпроцесса, но предпочтение отдается последовательной. Разработка техпроцесса ведется, основываясь на типовом техпроцессе. Оформление техпроцесса в маршрутно-операционной форме. Маршрут обработки формируется основываясь на экстенсивном принципе. Выпуск деталей осуществляется периодическими партиями. Припуски на обработку поверхностей незначительные. Метод достижения точности - работа на настроенном оборудовании, с применением средства активного контроля. Базирование на операциях с учетом принципа единства и постоянства баз. Средства технологического оснащения универсальные, допускаются специализированные и специальные. Применение одновременной обработки нескольких поверхностей. Расстановка оборудования по группам, исходя из типов и размеров станков. Высокая квалификация наладчиков, средняя станочников.

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Наиболее вероятными методами получения заготовок являются [8] получение заготовки на горизонтально-ковочной машине и в закрытых штампах на молоте. Эскиз планируемого варианта контура заготовки представлен на рисунке 2.1.

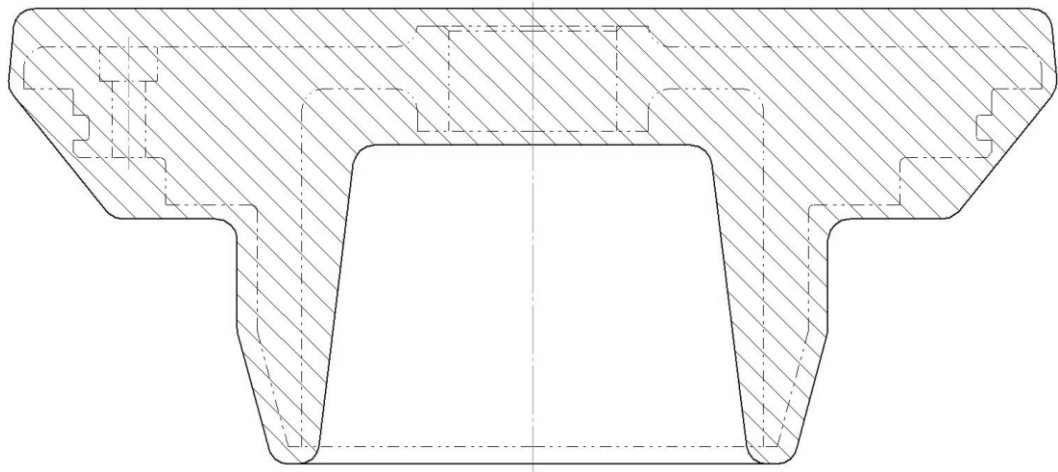


Рисунок - 2.1 – Вариант контура заготовки

Для выбора оптимального варианта получения заготовки необходимо рассчитать технологические себестоимости изготовления детали различными методами и сравнить их [9].

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} (Q - q) - C_{ОТХ} (Q - q), \quad (2.1)$$

где  $C_T$  - технологическая себестоимость;

$C_{ЗАГ}$  - стоимость кг заготовок;

$C_{МЕХ}$  - стоимость механической обработки одного кг стружки;

$C_{ОТХ}$  - цена отходов.

Масса детали:

$$q = V \cdot \rho, \quad (2.2)$$

$$q = \left(\frac{\pi}{4}\right) (0,194^2 \cdot 0,005 + 0,175^2 \cdot 0,013 + 0,14^2 \cdot 0,009 + 0,105^2 \cdot 0,046 - 0,088^2 \cdot 0,060 - 0,032^2 \cdot 0,02 + 0,044^2 \cdot 0,012) \cdot 0,785 = 4,97 \text{ кг.}$$

Масса заготовки может быть определена упрощенно:

$$Q_i = q \cdot K_p, \quad (2.3)$$



где  $K_p$  – коэффициент, который учитывает способ получения заготовки и форму детали.

$Q_1 = 4,97 \cdot 1,7 = 8,45$  кг – для штамповки в закрытых штампах на молоте.

$Q_2 = 4,97 \cdot 1,6 = 7,95$  кг – для горизонтально-ковочной машины.

Стоимость механической обработки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (2.4)$$

где  $C_C$ ,  $C_K$ ,  $E_H$  - соответствующие текущие, капитальные затраты и коэффициент определяющий эффективность капитальных вложений.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Цена одной заготовки может быть определена:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.5)$$

где  $C_{ШТ}$  - стоимость кг заготовки;

$h_T$ ,  $h_M$ ,  $h_C$ ,  $h_B$ ,  $h_{II}$  - коэффициенты, которые учитывают характеристики заготовки и производства.

$$C_{ЗАГ1} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗАГ2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 33,04 \cdot 4,97 + 4,6 \cdot (4,45 - 4,97) \cdot 1,4 \cdot (4,45 - 4,97) = 175,35 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 31,46 \cdot 4,97 + 4,6 \cdot (4,95 - 4,97) \cdot 1,4 \cdot (4,95 - 4,97) = 165,9 \text{ руб.}$$

Экономический анализ показал, что метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине наиболее выгоден, т.к. в этом случае затраты на получение заготовки минимальны.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

С целью проведения выбора последовательности обработки поверхностей необходимо каждой поверхности присвоить свой номер. Такой эскиз представлен на рисунке 2.2.

Выбор технологической последовательности воздействий проводится на основе типового маршрута, при этом необходимо учитывать весь набор геометрических требований, а также возможности современного технологического оборудования и области экономической эффективности его применения. Данные методики содержатся в литературе [10, 11].

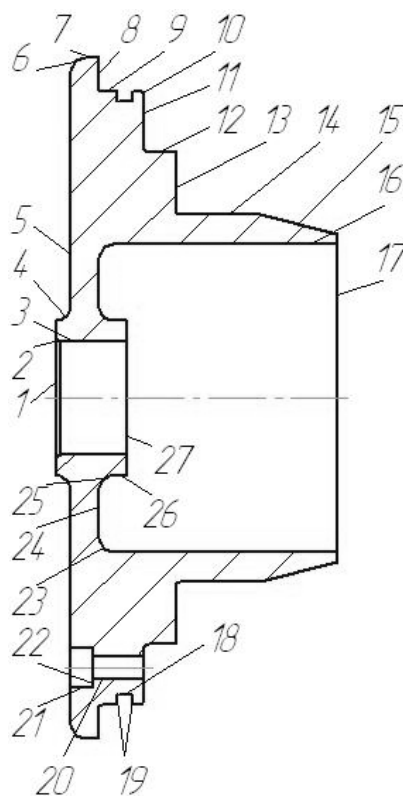


Рисунок 2.2 - Номера поверхностей

Получаем следующие результаты.

Для поверхностей 1, 3, 8, 9, 17: черновое точение-чистовое точение-черновое шлифование-чистовое шлифование.

Для поверхности 14: черновое точение-чистовое точение-черновое шлифование-чистовое шлифование–полирование.

Для поверхности 18: черновое точение-чистовое точение-черновое шлифование.

Для поверхностей 4 ,5 ,6, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 19, 23, 24, 25, 26, 27: черновое точение.

Для поверхностей 2, 10: чистовое точение.

Для поверхности 20: сверление.

Для поверхностей 21, 22: зенкерование.

При этом следует отметить, что в маршруте обработки после выполнения лезвийных переходов обязательно присутствует термическая обработка, т.к. конструктором задана твердость поверхностей готовой детали, которая не может быть получена без термообработки.

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Расчет припуска для обработки поверхности 3 в размер  $\varnothing 32H7(+0,025)$  ведем по методике [7].

Минимальный припуск:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

Составляющие минимального припуска определяются по данным [7].

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,1^2 + 0,025^2} = 0,763$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,016^2 + 0,02^2} = 0,155$$

Максимальный припуск:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{i-1} + TD_{i-1}) \quad (2.7)$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,938$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{TO} + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,039) = 0,405$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\Delta_3 + TD_4) = 0,155 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,025) = 0,187$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.8)$$

$$Z_{cp2} = \sqrt{Z_{2max} + Z_{2min}} = \sqrt{0,763 + 0,938} = 0,851$$

$$Z_{cp3} = \sqrt{Z_{3max} + Z_{3min}} = \sqrt{0,295 + 0,405} = 0,35$$

$$Z_{cp4} = \sqrt{Z_{4max} + Z_{4min}} = \sqrt{0,155 + 0,187} = 0,171$$

Размеры рассчитываем по формулам:

$$D_{(i-1)min} = D_{imin} + 2 \cdot Z_{imin} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)max} = D_{(i-1)min} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

Размер для термообработки рассчитываем по формуле:

$$D_{(TO-1)min} = D_{(i-1)min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

Получаем:

$$D_{4min} = 32,000$$

$$D_{4max} = 32,025$$

$$D_{3max} = D_{4max} - 2 \cdot Z_{4min} = 32,025 - 2 \cdot 0,187 = 31,651$$

$$D_{3min} = D_{3max} - TD_3 = 31,651 - 0,057 = 31,551$$

$$D_{TOmax} = D_{3max} - 2 \cdot Z_{3min} = 31,651 - 2 \cdot 0,405 = 30,841$$

$$D_{TOmin} = D_{TOmax} - TD_{TO} = 30,841 - 0,18 = 30,661$$

$$D_{2max} = D_{TOmax} \cdot 0,999 = 30,841 \cdot 0,999 = 30,81$$

$$D_{2min} = D_{2max} - TD_2 = 30,81 - 0,1 = 30,71$$

$$D_{1max} = D_{2max} - 2 \cdot Z_{2min} = 30,71 - 2 \cdot 0,938 = 28,834$$

$$D_{1min} = D_{1max} - TD_1 = 28,834 - 0,25 = 28,584$$

Среднее значение размера:

$$D_{icc} = \sqrt{D_{imax} + D_{imin}} \quad (2.12)$$

$$D_{cp1} = \sqrt{D_{1max} + D_{1min}} = \sqrt{28,834 + 28,584} = 28,709$$

$$D_{cp2} = \sqrt{D_{2max} + D_{2min}} = \sqrt{30,81 + 30,661} = 30,736$$

$$D_{cpTO} = \sqrt{D_{TOmax} + D_{TOmin}} = \sqrt{30,661 + 30,841} = 30,751$$

$$D_{cp3} = \sqrt{D_{3max}^2 + D_{3min}^2} = \sqrt{1,651^2 + 31,551^2} = 31,601$$

$$D_{cp4} = \sqrt{D_{4max}^2 + D_{4min}^2} = \sqrt{2,025^2 + 32,00^2} = 32,013$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{min} = D_{4min} - D_{1max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_1 + TD_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{min}^2 + 2Z_{max}^2} \quad (2.15)$$

$$2Z_{min} = 32,000 - 28,834 = 3,166$$

$$2Z_{max} = 3,166 + 0,25 + 0,025 = 3,441$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot \sqrt{1,166^2 + 3,441^2} = 3,304$$

Припуски на обработку оставшихся поверхностей определяем по таблицам [5, 6].

Результаты сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Припуски на обработку

№	Переход	$Z_{min}$	$Z_{max}$
1	1	1,6	3,575
	2	0,7	0,945
	3	0,4	0,499
	4	0,1	0,192
8	1	2,2	3,89
	2	1,0	1,125
	3	0,5	0,549
	4	0,2	0,227
9	1	2,8	5,264

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282
	4	0,06	0,112
14	1	2,3	4,475
	2	0,3	0,545
14	1	2,3	4,475
	2	0,3	0,545
	3	0,2	0,299
	4	0,06	0,106
	5	0,007	0,010
17	1	1,8	3,775
	2	0,8	1,045
	3	0,4	0,499
18	1	2,8	5,264
	2	0,3	0,58
	3	0,17	0,282

Заготовка проектируется с использованием методики [12].

Определяем исходные параметры для расчета заготовки:

- класс точности Т4;
- группа стали М3;
- степень сложности С2;
- в зависимости от предыдущих значений (Т, М, С) рассчитываем исходный индекс И16.

Рассчитываем заготовку:

- начальные допуски в зависимости от И;
- штамповочные уклоны: наружные 5°, внутренние 7°;
- радиусы скруглений 4 мм;

- допустимые значения остаточного облоя не более 1,0 мм;
- concentricity отверстий 1,0 мм;
- плоскостность торцев 0,8 мм.

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Технологический маршрут проектируется на базе типовых маршрутов [10, 11]. Маршрут обработки указан в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27
2	010	1, 4, 5, 6, 7
3	015	3, 20
4	015	21, 22
5	025	8, 9, 10, 14, 17, 18, 19
6	030	1, 2, 3
7	030	все
8	035	1, 3
9	040	17
10	045	18
11	050	14
12	055	8, 9
13	060	1, 3
14	065	14
15	070	8, 9
16	075	14
17	080	все
18	085	все

Данный маршрут обработки является основой для формирования плана изготовления крышки, который выполняется в соответствии с требованиями [10].

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения выбираются основываясь на выбранных ранее характеристиках производства и данных литературы [13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21].

Таблица 2.3 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец ГОСТ18879-73, Резец ГОСТ18879-73, резец специальный	Штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
010	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80	Резец специальный	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
015	Сверлильная	Вертикально-сверлильный 2С125Ф2	Оправка цанговая	Сверло Ø28 ГОСТ4010-77, Сверло-зенковка	Нутромер ГОСТ 10-88, калибр



Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
				специальное	
020	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Оправка цанговая	Резец специальный , резец ГОСТ18879-73	Скоба ГОСТ 11098-75
025	Токарная	Токарный 16К20Ф3	Патрон трехкулачков ый ГОСТ2675-80	Резец ГОСТ18879- 73, резец ГОСТ18879- 73,	Нутромер ГОСТ 10- 88
030	Термическая				
035	Шлифовальн ая	Внутришлиф овальный 3К228	Патрон цанговый	Круг шлифовальн ый 23А80К6V30 м/с2А, Круг шлифовальн ый 23А60К7V30 м/с2А	Нутромер ГОСТ 10- 88
040	Шлифовальн ая	Внутришлиф овальный 3К228	Оправка цанговая	Круг шлифовальн ый 23А80К6V30 м/с2А -	Скоба ГОСТ 11098-75
045	Шлифовальн ая	Круглошлиф овальный 3Е153	Оправка цанговая	Круг шлифовальн ый	Скоба ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
				23A46L6V8 30м/с1А	
050	Шлифовальн ая	Круглошлиф овальный 3E153	Оправка цанговая	Круг шлифовальн ый 23A46K7V6 30м/с1А	Скоба ГОСТ 11098-75
055	Шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн ый 3T160	Оправка цанговая	Круг шлифовальн ый 23A46K7V6 30м/с1А	Скоба ГОСТ 11098-75
060	Шлифовальн ая	Внутришлиф овальный 3K228	Патрон цанговый	Круг шлифовальн ый 24A90K7V30 м/с1А Круг шлифовальн ый 24A80K7V30 м/с1А	Нутромер ГОСТ 10- 88
065	Шлифовальн ая	Круглошлиф овальный 3E153	Оправка цанговая	Круг шлифовальн ый 24A80K7V6 30м/с1А	Скоба ГОСТ 11098-75
070	Шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн	Оправка цанговая	Круг шлифовальн	Скоба ГОСТ

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		ый 3Т160		ый 24А80К6V6 30м/с1А	11098-75
075	Полироваль- ная	Полироваль- ный ДШ-88	Оправка цанговая	Полироваль- ная лента KLX808 (пробка + SiC) P-400	Скоба ГОСТ1109 8-75

### 2.7 Проектирование технологических операций

Разработка данного раздела производится по данным [7, 22, 23, 24].

Ниже приведена методика расчета режимов резания.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.16)$$

где  $C_V$ ,  $K_V$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  - зависят от материала заготовки и инструмента, состояния поверхностей;

$T$  – инструментальная стойкость;

$t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

Частота определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.17)$$

где  $d$  – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.18)$$

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

где  $C_p$ ,  $K_p$ ,  $n$ ,  $x$ ,  $y$  - учитывают реальные условия обработки.

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.20)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.21)$$

где  $C_v$  – коэффициент;

$T$  – период стойкости шлифовального круга;

$\beta$  - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.22)$$

где  $D_k$  – диаметр шлифовального круга;

$n_k$  – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_S^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.23)$$

Нормирование операции выполняется путем расчета штучно-калькуляционного времени:

$$T_{\text{ум.к.}} = T_{\text{ум}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.24)$$

где  $T_{\text{ум}}$ ,  $T_{n-3}$ ,  $n_3$  - принимаются согласно рекомендаций [22].

Нормы времени определяем по методике [22, 23, 24].

В таблице 2.4 представлены полученные в результате расчетов режимы резания.

Таблица 2.4 - Режимы резания и нормы времени

№ операции	№ перехода	$S_o$	$V$	$n$	$L_{\text{РХ}}$	$T_o$	$T_{\text{шт}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
005	1	0,6	219	360	110	0,86	3,65
	2	0,6	257	930	72	0,65	
	3	0,1	263	930	50	1,36	
010	1	0,6	219	360	105	0,97	1,77
015	1	0,5	21	200	24	0,24	1,36
	2	0,15	19	960	24	0,5	
020	1	0,3	346	630	22	0,12	0,54
	2	0,15	338	630	4	0,04	
025	1	0,3	367	1200	22	0,07	0,48
	2	0,3	358	1200	10	0,03	
035	1	0,014	30	360	7	0,87	1,84
	2	0,010	40	360	0,905	0,35	

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
040	1	0,014	25	360	4	0,46	1,08
045	1	0,010	40	360	0,982	0,27	0,89
050	1	0,010	30	360	0,692	0,19	0,81
055	1	0,010	30	360	0,682	0,19	0,81
060	1	0,011	35	360	7	1,02	1,89
	2	0,005	45	360	0,455	0,25	
065	1	0,005	40	360	0,406	0,23	0,85
070	1	0,005	40	360	0,412	0,23	0,85
075	1		20	600		0,8	1,45

Полученные данные используются для проектирования технологических операций. Результаты этого проектирования отражены в технологических наладках, а также маршрутных и операционных картах техпроцесса.

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Основные требования, которые предъявляются к станочным приспособлениям в условиях среднесерийного производства, заключаются в обеспечении ими реализации теоретической схемы базирования, быстродействия, надежности и ремонтпригодности.

В нашем случае станочное приспособление будем проектировать для операции сверления отверстий  $\varnothing 6,4H12$ ,  $\varnothing 28,5H12$ . Для этого будем использовать методику [25].

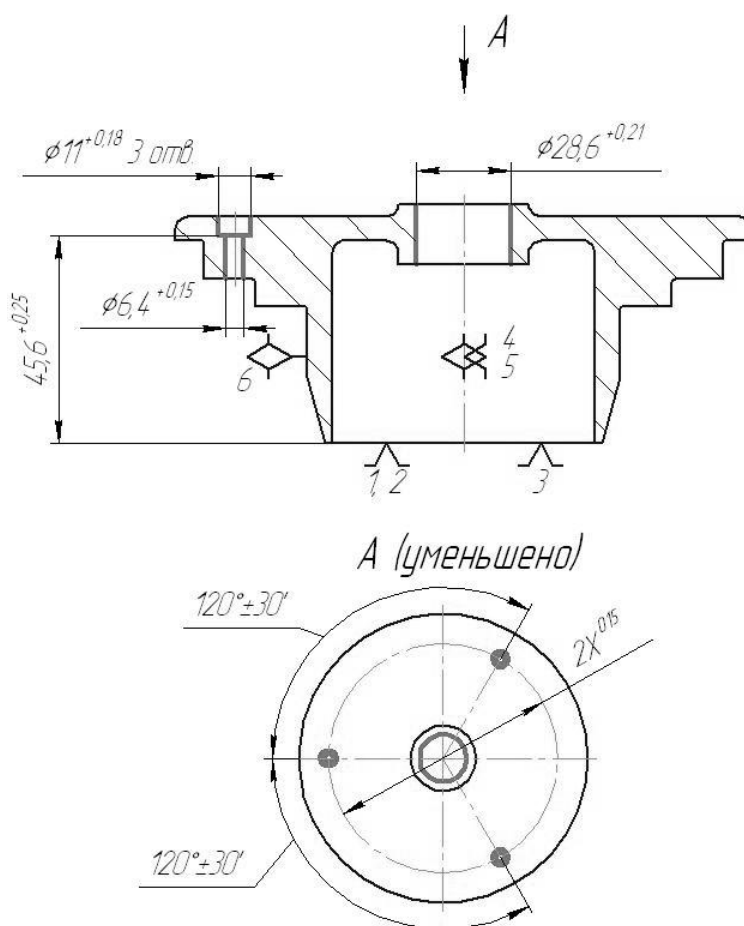


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

При сверлении на заготовку действуют осевая сила и крутящий момент.

Момент от силы резания:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p, \quad (3.1)$$

где  $K_p$  - коэффициент, который учитывает реальные условия обработки.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 28,5^{2,0} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,94 = 152 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Сила при резании:

$$P_o = 10 C_p t^x s^y K_p \cdot \quad (3.2)$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 14,25^0 \cdot 0,5^{0,7} \cdot 0,94 = 394 \text{ Н}.$$

Суммарная осевая сила  $P_o$  стремится сместить заготовку от упора, ей противодействует сила трения, а суммарный крутящий момент, стремится повернуть заготовку в установочных элементах.

$$M_p = M_{кр} = 152 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент силы закрепления:

$$M_3 = 2W' \cdot f \cdot d_3. \quad (3.3)$$

Получим:

$$W' = \frac{M_p \cdot k}{2fd_3}, \quad (3.4)$$

$$W' = \frac{152 \cdot 2,48}{2 \cdot 0,16 \cdot 105} = 12 \text{ Н}.$$

Осевая сила  $P_o = 394 \text{ Н}$ .

Сила трения:

$$F_{тр} = 8 \cdot W'' \cdot f. \quad (3.5)$$

В этом случае:



$$W'' = \frac{P_o \cdot k}{8 \cdot f} \quad (3.6)$$

$$W'' = \frac{394 \cdot 2,5}{8 \cdot 0,16} = 770 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня штоковой полости определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.7)$$

где  $P$ - давление рабочей среды;

$d$  – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 770}{0,4} + 25^2} = 78 \text{ мм.}$$

Диаметр округляем до ближайшего большего стандартного 80 мм.

Расчет погрешности приспособления производится на основе схемы приспособления, представленной на рисунке 3.2.

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.8)$$

где  $\Delta_1, \Delta_2$  - колебания зазора в сопряжениях;

$\Delta_3$  – отклонение размера  $A_3$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,041^2 + 0,048^2 + 0,01^2} = 0,035 \text{ мм.}$$

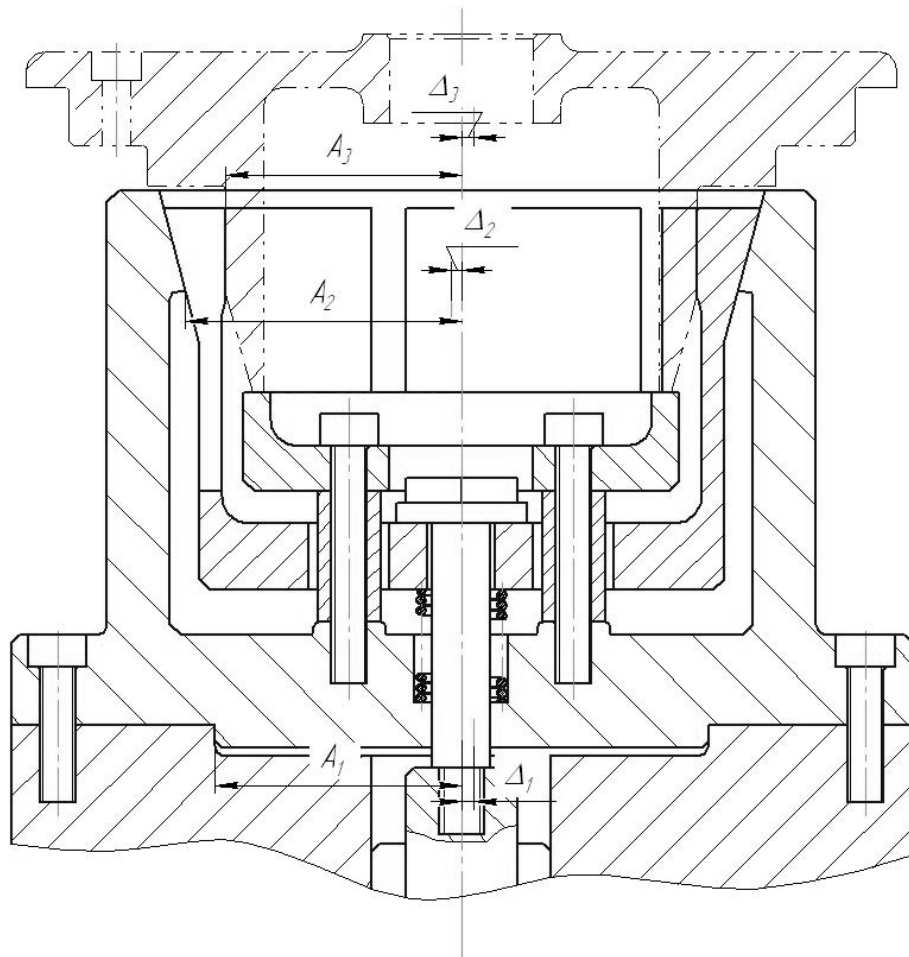


Рисунок 3.2 - Схема для расчета погрешности

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{\text{дон}} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,15 = 0,045 \text{ мм.}$$

Условие  $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{\text{дон}}$  выполняется, значит оправка удовлетворяет заданной точности.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

В спроектированном технологическом процессе одной из существенных проблем является неудовлетворительное охлаждение зоны резания при выполнении токарных операций. Это приводит к увеличению времени на обработку, вследствие применения менее интенсивных режимов резания, уменьшению точности обработки и уменьшению стойкости режущей части инструмента. Особенно данная проблема актуальна на черновых операциях. В связи с этим возникла необходимость конструирования резца, не имеющего

данных недостатков. Для решения данной задачи будем использовать методику [26].

Срок службы резца можно повысить путем применения в качестве режущих элементов быстросменных многогранных пластин из керамики или твердого сплава. Поэтому принимаем решение применить в конструкции проектируемого механическое крепление твердосплавной трехгранной пластины сплава Т5К10, с обеспечением главного угла в плане  $\varphi = 91^\circ$ .

Для определения конструктивных параметров резца рассчитаем площадь сечения стружки:

$$F = t \cdot S \quad (3.9)$$

$$F = t \cdot S = 2,0 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ мм}^2.$$

Далее зная значения площади сечения стружки и зная модель используемого оборудования выбираем сечение державки резца 25x20 мм и длину резца не более 140 мм. Для окончательного определения длины резца необходимо полностью прочертить его конструкцию и при необходимости внести в нее необходимые коррективы.

Рассчитаем минимально допустимый диаметр винта, крепящий прихват к корпусу резца:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}}, \quad (3.10)$$

Величину  $Q_1$  определяем из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1, \quad (3.11)$$

Откуда,

$$Q_1 = \frac{P_{z.\max}}{0,7} \quad (3.12)$$

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

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

Примем диаметр винта 4 мм.

Согласно данным [26] принимаем оставшиеся конструктивные размеры.

Спроектированный резец включает в себя державку 1, в которой установлен винт 6, фиксирующий прихват 2, который прижимает режущую пластину 3 к опорной пластине 4. Свою очередь опорная пластина 4 крепится к державке при помощи винта 5.

Для решения описанных в начале раздела проблем связанных с охлаждением зоны резания в корпусе и пластинах резца выполнен канал для подвода смазочно-охлаждающей жидкости. Это решение позволит подвести охлаждающую жидкость непосредственно в зону резания, тем самым значительно улучшив ее охлаждение. 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 предлагаемых 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	Токарно-винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления	12Х2Н4А, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-сверлильный станок 2С125Ф2 с системой программного управления	12Х2Н4А, смазочно-охлаждающая 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, токарно-винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления
Сверлильная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Вертикально-сверлильный станок 2С125Ф2 с системой

Продолжение таблицы 4.2

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

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	поверхностей оборудования, материалов	процедура по обучению по охране труда	брезентовые с 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	Токарно-винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления Вертикально-сверлильный станок 2С125Ф2 с системой программного управления	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 автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для 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 высокого давления	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
1	2	3
Точение	<p>Хранение ветоши в негоряемых ящиках</p> <p>Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков</p> <p>Участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ</p>
Сверление	<p>Хранение ветоши в негоряемых ящиках</p> <p>Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами</p>

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	Участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа	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 производственног о техпроцесса (производственног о сооружения или производственног о 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 Сверление	Токарно- винторезный станок 16К20Ф3 с системой программного управления Вертикально- сверлильный станок	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных отходов должен производиться

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	2С125Ф2 с системой программного управления			своевременно

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

Название технического объекта	Техпроцесс механической обработки крышки
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Внедрение рукавных фильтров и установок автоматического удаления пыли
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Внедрение дополнительных фильтров в очистные сооружения
Предлагаемые мероприятия для	Соблюдение регламентированных процедур по охране окружающей среды и экологии

Продолжение таблицы 4.8

1	2
снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с выявлением опасных и вредных производственных факторов, разработкой мер по их снижению, разработкой мер по снижению пожарной опасности и мер по сохранению экологии и окружающей среды.

## 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 «Крышка коробки передач фронтального погрузчика». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операции 005 Токарная, представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок, модель 16К20.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты:</u> резец токарный контурный, Т5К10; резец расточной, Т5К10 – 2 шт.</p> <p><math>T_O = 4,45 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 5,58 \text{ мин}</math></p>	<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 токарный контурный, Т5К10 с каналом для подвода СОЖ; резец расточной, Т5К10 – 2 шт.</p> <p><math>T_O = 2,87 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,65 \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 4500 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 [28], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 015 операции – Токарной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 26,62 руб., а по проектируемому – 18,7 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.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что почти все параметры, за исключением статьи «Расходы на содержание и эксплуатация оборудования», имеют тенденцию к снижению. Это следует

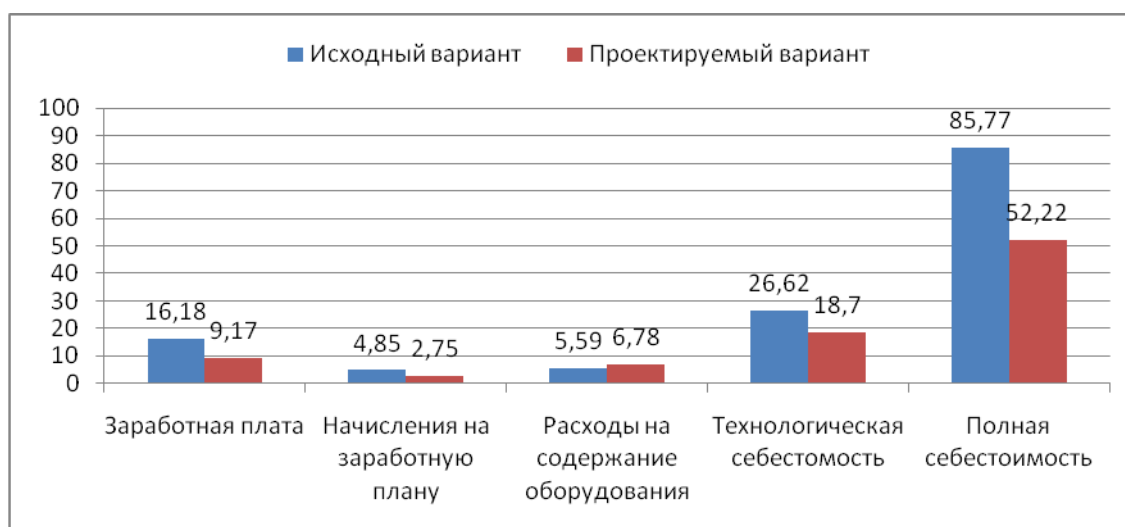


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства. Что касается «статьи-исключения», то это обосновывается введением в эксплуатацию нового оборудования, более современного по сравнению с уже использованными основными фондами.

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 [28], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 182832,81 руб., которая учитывает весь комплекс совершенствований по выполнению анализируемой операции 005 – Токарная.

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [28], 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.	120780
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ОК}}$ , лет	3
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{ОБЩ,ДИСК}}$ , руб.	219336,48
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД}$ , руб.	36503,67
5	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,2

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 – 36503,67 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 3 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,2 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции 005 технологического процесса изготовления детали «Крышка коробки передач фронтального погрузчика».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении отметим, что для решения поставленных в работе задач был проведен ряд технических мероприятий: проведен выбор заготовки и ее проектирование на базе расчетов припусков на обработку; разработана технология изготовления на базе типовой и проведено проектирование технологических операций; применен специальный резец с каналом для подвода смазочно-охлаждающей жидкости, проектирование которого было проведено; для сверлильной операции было спроектировано приспособление – цанговый патрон; также проведен анализ безопасности технологического процесса и расчет экономического эффекта от проведенных мероприятий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
3. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736с.
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. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
6. 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.
7. 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.
8. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
9. 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.

10. 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.

11. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник. [Электронный ресурс] / С.Н. Григорьев, М.В. Кохомский, А.Р. Маслов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 544 с.

17. 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.

18. 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.

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

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

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

22. 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.

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

24. 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.

25. Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

26. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

27. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.

28. 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		СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт	
					Код, наименование операции	Код, наименование оборудования												
Т 65	<i>396190 Оправка цанговая: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>																	
66																		
А 67	<i>XX XX XX 060 4132 Внутршлифовальная</i>																	
Б 68	<i>381312 Внутршлифовальный ЗК228 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 189</i>																	
0 69	<i>Шлифовать поверхность 1 3 в размер <math>\phi 32^{+0,025}</math> 80<sup>+0,035</sup></i>																	
Т 70	<i>396190 Патрон цанговый: 39810 Круг шлифовальный: 393450 Диаметр ИМ-50 ГОСТ10-88.</i>																	
71																		
А 72	<i>XX XX XX 065 4130 Круглошлифовальная</i>																	
Б 73	<i>381311 Круглошлифовальный ЗЕ153 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,85</i>																	
0 74	<i>Шлифовать поверхность 14 в размер <math>\phi 105,014^{+0,035}</math></i>																	
Т 75	<i>396190 Оправка цанговая: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>																	
76																		
А 77	<i>XX XX XX 070 4130 Торцекруглошлифовальная</i>																	
Б 78	<i>381311 Торцекруглошлифовальный ЗТ160 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,85</i>																	
0 79	<i>Шлифовать поверхность 8, 9 в размер <math>\phi 175^{+0,045}</math> 12<sup>+0,027</sup> 0,083.</i>																	
Т 80	<i>396190 Оправка цанговая: 39810 Круг шлифовальный: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>																	
81																		
А 82	<i>XX XX XX 075 4191 Полуровальная</i>																	
Б 83	<i>381337 Полуровальный ДШ-88 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 1,45</i>																	
0 84	<i>Шлифовать поверхность 14 в размер <math>\phi 105^{+0,036}</math> 0,074.</i>																	
Т 85	<i>396190 Оправка цанговая: 397110 Лента полировальная: 394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.</i>																	
86																		
А 87	<i>XX XX XX 065 Моечная.</i>																	
МК																		

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тлоз
Б	Код, наименование обработки баня														
А 88	<i>XX XX XX 070 Контрольная.</i>														
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															
101															
102															
103															
104															
105															
106															
107															
108															
109															
110															
											МК				

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Операционные карты







