

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
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 ступицы передаточной  
платформы

Студент(ка)	<u>Д.В. Фролов</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 ступицы передаточной платформы. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

Данная квалификационная работа состоит из пяти частей. В первой части производится описание основных исходных данных и их анализ, на основании которого формулируются основные задачи работы. Вторая часть работы освещает группу технологических задач работы. В результате их решения разрабатывается технология изготовления ступицы. Третья часть работы направлена на совершенствование технологического процесса путем проектирования станочного приспособления и режущего инструмента, которые позволили внести необходимые коррективы в технологический процесс изготовления ступицы и повысить его эффективность. В четвертой части работы оценивается безопасность и экологичность производства и разрабатываются соответствующие мероприятия. В пятой части проводится экономическая оценка эффективности 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 Систематизация поверхностей детали	8
1.4 Задачи работы	9
2 Технологическая часть работы	11
2.1 Определение типа и характеристик производства	11
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	12
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	14
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки	16
2.5 Разработка технологического маршрута	19
2.6 Разработка плана изготовления детали	19
2.7 Выбор средств технологического оснащения	20
2.8 Проектирование технологических операций	26
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	28
3.1 Проектирование приспособления	28
3.2 Проектирование режущего инструмента	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список использованных источников	48
Приложения	51

## ВВЕДЕНИЕ

С целью повышение эффективности производства для перемещения массивных грузов в условиях автоматизации производства часто применяются передаточные платформы. Одной из деталей такой платформы является рассматриваемая ступица. Технология ее изготовления должна отвечать всем современным требованиям. Для этого необходимо использование современного технологического оборудования, оснастки и приспособлений.

В данной работе проектируется вариант техпроцесса изготовления ступицы с обеспечением выпуска 8000 деталей в течении года.

Исходя из вышесказанного, основная цель работы заключается в разработке технологического процесса изготовления ступицы передаточной платформы, который обеспечит изготовление необходимого количества деталей заданного качества в заданные сроки при условии обеспечения минимальных затрат.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Ступица ступицы передаточной платформы служит для установки и базирования на ней опорного катка.

Рассматриваемая деталь имеет ступенчатую конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Ступица, при помощи двух шарикоподшипников запрессованных на ее внутренние поверхности устанавливается на не ведущую полуось. В процессе работы ступица вращается совместно с жестко закрепленным на ней катком. Нагрузки, возникающие при эксплуатации, могут быть весьма значительными по величине и переменными по направлению (знакопеременные), велика вероятность возникновения ударных нагрузок из-за неровностей поверхности пола цеха. Условия работы можно охарактеризовать как умеренно агрессивные. Это объясняется тем, что ступица работает в производственном помещении и на нее не влияют неблагоприятные климатические условия, однако возможен контакт с различными химически активными технологическими жидкостями, что может привести к повреждению поверхности и преждевременному износу.

### 1.2 Описание технологичности детали

Выполнение данного подраздела производим согласно рекомендаций [1].

Материал заготовки [2] – алюминиевый сплав АК-9 ГОСТ 1583-93 87,85% алюминия, 8-11% кремния, 0,8-1,3% железа, 1% меди, 0,1% бериллия, 0,2-0,45% магния, 0,5% марганца и другие примеси. Предел прочности до 157 МПа.

В качестве метода получения заготовки в данном случае рекомендуется применять методы литья [3].

Ступица имеет достаточно сложную конфигурацию. Однако конфигурация детали ступенчатая как снаружи, так и внутри, что позволяет производить обработку с одного установа. Все размеры соответствуют

нормальному ряду чисел, поэтому средства оснащения могут быть использованы стандартные.

С точки зрения базирования и закрепления затруднений не возникнет, т.к. есть достаточно поверхностей, как наружных, так и внутренних, которые можно использовать в качестве черновых и чистовых баз. При этом основные принципы базирования будут соблюдены.

Следует отметить, что количество поверхностей, которые подвергаются механической обработке значительное, но уменьшить их нельзя, т.к. для этого необходимо изменить их характеристики, что недопустимо. Однако, с точки зрения механической обработки достижение заданных параметров не вызовет затруднений и вся обработка может быть выполнена на основе типовых технологий.

Проведенный анализ показал, что ступица может считаться технологичной деталью.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Данный этап необходим для выявления наиболее ответственных поверхностей, таких как исполнительные поверхности и основные конструкторские базы. Выполняется по данным [1, 4]. Для этого нумеруем все поверхности на соответствующем эскизе, который представлен на рисунке 1.1.

Получаем следующий результат: к основным конструкторским базам относятся - 3, 18; к исполнительным поверхностям относятся - 1, 11, 12, 21; к вспомогательным конструкторским базам - 11, 12, 14; все неуказанные поверхности являются свободными и формируют контур детали.

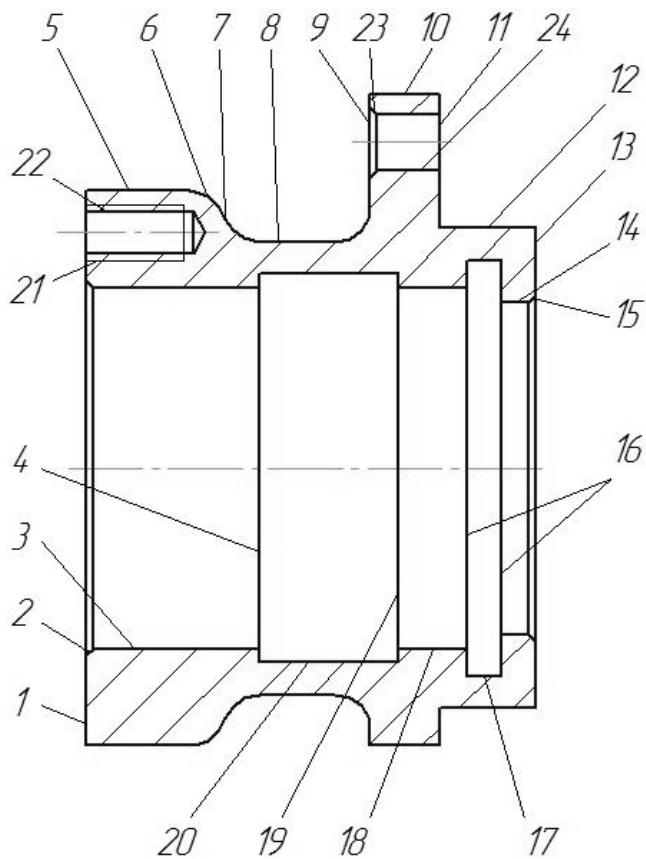


Рисунок 1.1 - Номера поверхностей

#### 1.4 Задачи работы

Проведенный выше анализ данных позволяет обозначить основные задачи, которые необходимо решить в ходе выполнения данной работы:

- 1) из имеющихся возможных вариантов получения заготовки выбрать наиболее экономически эффективный и провести ее проектирование;
- 2) для всех операций техпроцесса определить операционный припуск;
- 3) разработать и спроектировать эффективный техпроцесс изготовления ступицы;
- 4) выявить наиболее проблемные операции и модернизировать их путем проектирования для них специальной технологической оснастки и металлорежущего инструмента;
- 5) провести анализ опасных и вредных факторов, пожарной безопасности и экологичности проектируемого техпроцесса;
- 6) определить экономическую эффективность сделанных изменений.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

При условии отсутствия данных о полной номенклатуре производственного участка тип производства определяется табличным методом [1]. В нашем случае годовая программа выпуска составляет 8000 штук в год, масса детали 0,3 кг, это соответствует среднесерийному производству.

Характеристики производства определяем исходя из его типа и рекомендаций [5, 6].

Предпочтительной являются последовательная и адаптивная стратегии разработки техпроцесса с групповой формой организации техпроцесса и выпуском изделий периодически повторяющимися партиями.

Заготовка для рассматриваемой детали при среднесерийном типе производства может быть получена различными методами литья и штамповки.

Припуски на механическую обработку определяются расчетно-аналитическим методом, либо по таблицам.

Разработка техпроцесса изготовления детали ведется на базе типового техпроцесса. Детализация разработки техпроцесса соответствует маршрутному техпроцессу, в случае необходимости допускается разработка маршрутно-операционного техпроцесса.

В качестве средств технологического оснащения в основном используются универсальные. При проведении экономического обоснования возможно использование специальных станочных приспособлений и инструмента. При выборе оборудования в данном типе производства предпочтение необходимо отдавать станкам, оснащенным числовым программным управлением.

Определение режимов резания производится расчетно-аналитическим методом и по нормативам.

Нормирование операций производится с применением опытно-статистических данных.



## 2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Выбор метода получения исходной заготовки зависит, в первую очередь, от материала и конфигурации детали. Согласно высказанным ранее замечаниям, для рассматриваемой детали в качестве метода получения заготовки лучше всего литье в землю или литье в кокиль. Выбор оптимального варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [7].

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

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

Затраты на заготовку:

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

где  $Ц_{M.i}$  – цена исходного материала;

$M_{3i}$  – вес заготовки;

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

Масса детали:

$$M_o = V \cdot \rho, \quad (2.3)$$

$$M_o = \left[ \frac{\pi}{4} (0,08^2 \cdot 0,025 + 0,065^2 \cdot 0,021 + 0,07^2 \cdot 0,014 - 0,008^2 \cdot 0,01 \cdot 0,006 - 0,008^2 \cdot 0,014 \cdot 0,003 - 0,052^2 \cdot 0,035 - 0,056^2 \cdot 0,02 - 0,06^2 \cdot 0,005 - 0,048^2 \cdot 0,005) + 0,014 \cdot 0,014 \cdot 0,01 \cdot 6 \right] \cdot 2730 = 0,3 \text{ кг}$$

Масса заготовки может быть определена упрощенно:

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

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

$$M_{31} = 0,3 \cdot 1,5 = 0,45 \text{ кг} \text{ – для литья в землю.}$$

$$M_{32} = 0,3 \cdot 1,3 = 0,39 \text{ кг} \text{ – для литья в кокиль.}$$

Коэффициент использования металла:

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

$$K_{ИМ1} = \frac{0,3}{0,45} = 0,67.$$

$$K_{ИМ2} = \frac{0,3}{0,39} = 0,77.$$

$$K_{СП1} = 1,2, K_{СП2} = 1,3;$$

$$K_{СЛ1} = 0,9, K_{СЛ2} = 0,9;$$

$$K_{Т1} = 1, K_{Т2} = 1.$$

Получим:

$$C_{31} = \frac{50000 \cdot 0,45 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 24,3 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{50000 \cdot 0,39 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 22,82 \text{ руб.}$$

Затраты на мехобработку:

$$C_{ОБР.i} = \frac{C_{УД} \left( \frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_d}{K_o}, \quad (2.6)$$

где  $C_{УД}$  - затраты на стружку;

$K_o$  – коэффициент, характеризующий обрабатываемость металла.

$$C_{OBR1} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 0,3}{0,85} = 6,95 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR2} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,77} - 1 \right) \cdot 0,3}{0,85} = 4,22 \text{ руб.}$$

Окончательные затраты:

$$C_1 = 24,3 + 6,95 = 31,25 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 22,82 + 4,22 = 27,04 \text{ руб.}$$

Как показал проведенный расчет, наилучшим способом получения заготовки в данном случае является литье в кокиль.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

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 [8, 9].

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Принятые в таблице сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; ЦВ – цилиндр внутренний; КВ – конус внутренний; Р – резьба; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Тт – тонкое точение; ТО - термическая обработка.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2	3	4	5
1	6,3	12	П	ТО-Т-Тч
2	6,3	12	КВ	ТО-Тч
3	0,8	7	ЦВ	ТО-Т-Тч-Тт
4	6,3	12	ПВ	ТО-Т
5	6,3	12	Ц	ТО-Т

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
6	6,3	12	Ц	ТО-Т
7	6,3	12	Ц	ТО-Т
8	6,3	12	Ц	ТО-Т
9	6,3	12	П	ТО-Т
10	6,3	12	Ц	ТО-Т
11	1,6	12	П	ТО-Т-Тч-ТТ
12	0,8	6	Ц	ТО-Т-Тч-ТТ
13	6,3	12	П	ТО-Т-Тч
14	6,3	12	П	ТО-Т-Тч
15	6,3	12	КВ	ТО-Тч
16	6,3	12	ПВ	ТО-Т
17	6,3	12	ЦВ	ТО-Т
18	0,8	7	ЦВ	ТО-Т-Тч-ТТ
19	6,3	12	ПВ	ТО-Т
20	6,3	12	ЦВ	ТО-Т
21	6,3	12	Р	ТО-РН
22	6,3	12	ЦВ	ТО-С
23	6,3	12	КВ	ТО-С
24	6,3	12	ЦВ	ТО-С

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Для самой точной поверхности 14 расчет припуска на обработку проводим расчетно-аналитическим методом с использованием методики и справочных данных [10].

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.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{1,0^2 + 0,025^2} = 1,3$$

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

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_2^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,02^2} = 0,295$$

Максимальный припуск равен:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (0,0 + 0,30) = 2,65$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,763 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = 0,973$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_2 + TD_3) = 0,295 + 0,5 \cdot (0,12 + 0,03) = 0,370$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.9)$$

$$Z_{cp1} = \frac{Z_{1\max} + Z_{1\min}}{2} = \frac{2,65 + 1,3}{2} = 1,975$$

$$Z_{cp2} = \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} = \frac{0,973 + 0,763}{2} = 0,868$$

$$Z_{cp3} = \frac{Z_{3\max} + Z_{3\min}}{2} = \frac{0,370 + 0,295}{2} = 0,333$$

Размеры равны:

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

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

$$\begin{aligned}
D_{3\min} &= 52,000 \\
D_{3\max} &= 52,030 \\
D_{2\max} &= D_{3\max} - 2 \times Z_{3\min} = 52,030 - 2 \cdot 0,295 = 51,44 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 51,44 - 0,12 = 51,32 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \times Z_{2\min} = 51,44 - 2 \cdot 0,763 = 49,914 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 49,914 - 0,3 = 49,614 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \times Z_{1\min} = 49,914 - 2 \cdot 1,3 = 48,314 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 48,314 - 2,0 = 46,914
\end{aligned}$$

Средние значения размеров:

$$D_{icc} = \frac{D_{i\max} + D_{i\min}}{2} \quad (2.12)$$

$$\begin{aligned}
D_{3cp} &= (D_{3\max} + D_{3\min}) / 2 = (52,030 + 52,000) / 2 = 52,015 \\
D_{2cp} &= (D_{2\max} + D_{2\min}) / 2 = (51,44 + 51,32) / 2 = 51,38 \\
D_{1cp} &= (D_{1\max} + D_{1\min}) / 2 = (49,914 + 49,614) / 2 = 49,764 \\
D_{0cp} &= (D_{0\max} + D_{0\min}) / 2 = (48,314 + 46,914) / 2 = 47,614
\end{aligned}$$

Общий припуск равен:

$$2Z_{\min} = D_{3\min} - D_{0\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_3 \quad (2.14)$$

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

$$\begin{aligned}
2Z_{\min} &= 77,000 - 72,314 = 4,686 \\
2Z_{\max} &= 4,686 + 2,4 + 0,03 = 7,116 \\
2Z_{cp} &= 0,5 \cdot (4,686 + 7,116) = 5,901
\end{aligned}$$

Припуски на оставшиеся поверхности определяем по нормативам [11, 12]. В соответствии с данной методикой определяем по таблицам  $Z_{i\min}$ , после чего определяем:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{TD_{i-1} + TD_i} \quad (2.16)$$

Для удобства дальнейшего использования расчетов результаты сведем в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Расчет припусков

№	Переход	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
1	Черновое точение	1,8	3,15
	Чистовое точение	0,8	1,01
11	Черновое точение	1,8	2,55
	Чистовое точение	0,8	1,01
	Тонкое точение	0,4	0,52
12	Черновое точение	2,0	3,35
	Чистовое точение	0,3	0,473
	Тонкое точение	0,16	0,193
13	Черновое точение	1,8	3,15
	Чистовое точение	0,8	1,01
	Тонкое точение	0,4	0,52

На основании полученных данных и рекомендаций [13] проектируется заготовка.

## 2.5 Разработка технологического маршрута

Корректное выполнение данного этапа возможно только основываясь на типовых маршрутах обработки и рекомендациях [1, 8]. Полученный маршрут обработки выглядит следующим образом (таблица 2.3).

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	все
2	010	11, 12, 13
3	015	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 18, 19
4	020	10
5	025	11, 12, 13
6	030	1, 2, 3, 15, 16, 17
7	035	23, 24
8	040	22
9	040	21
10	045	11, 12, 13
11	050	3, 18
12	055	все
13	060	все

## 2.6 Разработка плана изготовления детали

На данном этапе формируется технологический процесс в виде плана изготовления [1, 8], который представляет из себя графический документ с указанием следующих данных: операционные эскизы; технологические требования, схемы базирования; операционные размеры; используемое оборудование.

## 2.7 Выбор средств технологического оснащения

На данном этапе необходимо определить технологическое оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент и средства контроля.

При выполнении данного этапа необходимо использовать данные и рекомендации соответствующей литературы и каталогов [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. В таблицах 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 представлены данные по выбору



технологического оборудования, станочных приспособлений, режущего инструмента и средств контроля соответственно.

Таблица 2.4 - Технологическое оборудование

Операция	Наименование	Поверхности	IT	Оборудование
010	Токарная	11, 12, 13	12	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением
015	Токарная	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 18, 19	12	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением
020	Фрезерная	10	12	Вертикально-фрезерный Haas DT-1 с числовым программным управлением
025	Токарная	11, 12, 13	10	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением
030	Токарная	1, 2, 3, 15, 16, 17	10	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением
035	Сверлильная	23, 24	12	Вертикально-сверлильный Haas VF-2 с числовым программным управлением
040	Сверлильная	21, 22	10	Вертикально-сверлильный Haas VF-2 с числовым программным управлением
045	Токарная	11, 12, 13	6	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением
050	Токарная	3, 18	6	Токарный Haas SL-10 с числовым программным управлением



Таблица 2.5 - Станочные приспособления

Операция	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
010	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
020	Фрезерная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
025	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ24351-80
030	Токарная	Торец кулачка	Кулачок	Патрон трехкулачковый ГОСТ24351-80
035	Сверлильная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
040	Сверлильная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
045	Токарная	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
050	Токарная	Торец цанги	Лепестки цанги	Патрон цанговый специальный



Таблица 2.6 - Режущий инструмент

Операция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
010	Токарная	H10	Резец контурный	Резец CCGX 12 04 08-AL Sandvik
015	Токарная	H10, H13A	Резец контурный, Резец расточной, Резец канавочный	Резец CCGX 12 04 08-AL Sandvik, Резец CCGX 12 04 08-AL Sandvik, Резец N123H2-0500-0004-GF H13A "Sandvik
020	Фрезерная	GC1025	Фреза сферическая	Фреза сферическая R216.32-10030-AC19A GC1025 Sandvik
025	Токарная	H10	Резец контурный	Резец CCGX 12 04 08-AL Sandvik
030	Токарная	H10, H13A	Резец контурный, Резец расточной, Резец канавочный	Резец CCGX 12 04 08-AL H10 "Sandvik", Резец специальный H10 "Sandvik", Резец N123H2-0500-0004-GF H13A "Sandvik"
035	Сверлильная	GC1220	Сверло	Сверло R841-0800-30-A1A GC1220 "Sandvik"
040	Сверлильная	GC1220	Сверло, фреза резьбовая	Сверло R841-0725-30-A1A GC1220 "Sandvik", Фреза резьбовая R217.14C060125AK17N 1630"Sandvik"

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
045	Токарная	H10	Резец контурный	Резец CCGX 12 04 08-AL H10 "Sandvik"
050	Токарная	H10	Резец расточной	Резец специальный H10 "Sandvik"

Таблица 2.7 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	<i>IT</i>	Контрольные приспособления
010	Ø70, L=65, L=51	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
015	Ø48, Ø52, Ø56, Ø60 L=5, L=40, L=20, L=5	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89 нутромер ГОСТ 10-88
020	Ø108, Ø80, R=7	12	Калибры
025	Ø70, L=65, L=51	10	Микрометр ГОСТ 6507-90
030	Ø52, Ø60, L=40, L=20, L=5	10	Нутромер ГОСТ 10-88
035	Ø8, Ø94	12	Калибры, нутромер ГОСТ 10-88
040	Ø7,5, Ø68, M8, L=51, L=48	10	Калибры, нутромер ГОСТ 10-88
045	Ø70, L=65, L=51	6	Скоба ГОСТ 11098-75
050	Ø52	7	Калибры

## 2.8 Проектирование технологических операций

При назначении режимов резания следует учесть, что на всех операциях технологического процесса используется инструмент «Sandvik», поэтому необходимо использовать данные по режимам резания на данный инструмент [16], т.к. в виду его высокой производительности стандартные методы расчета не дадут адекватного результата.

Нормирование операций технологического процесса проводим согласно методике, рекомендаций и данных [1, 14] расчетно-аналитическим методом.



Таблица 2.8 - Режимы резания и нормы времени

№ операции	№ перехода	$S_o$	$V$	$n$	$L_{PX}$	$T_o$	$T_{шт}$
010	1	0,5	820	2500	35	0,03	0,48
015	1	0,5	820	2500	75	0,06	0,66
	2	0,3	600	3400	66	0,07	
	3	0,2	90	500	8	0,08	
020	1	0,2	110	3500	568	3,6	4,28
025	1	0,2	1000	3000	35	0,06	0,51
030	1	0,2	800	4800	37	0,04	1,56
	2	0,015	100	500	8	1,07	
035	1	0,018	125	4000	90	1,25	1,7
040	1	0,1	125	4000	51	0,13	0,6
	2	1,5	80	3500	48	0,02	
045	1	0,15	1200	3600	35	0,07	0,52
050	1	0,15	1000	6300	37	0,04	0,49

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Из анализа существующих стандартных средств закрепления можно сделать вывод, что для реализации принятой на фрезерной операции схемы базирования необходимо спроектировать специализированное станочное приспособление.

На данной операции выполняется фрезерование поверхностей согласно эскиза рисунок 3.1.

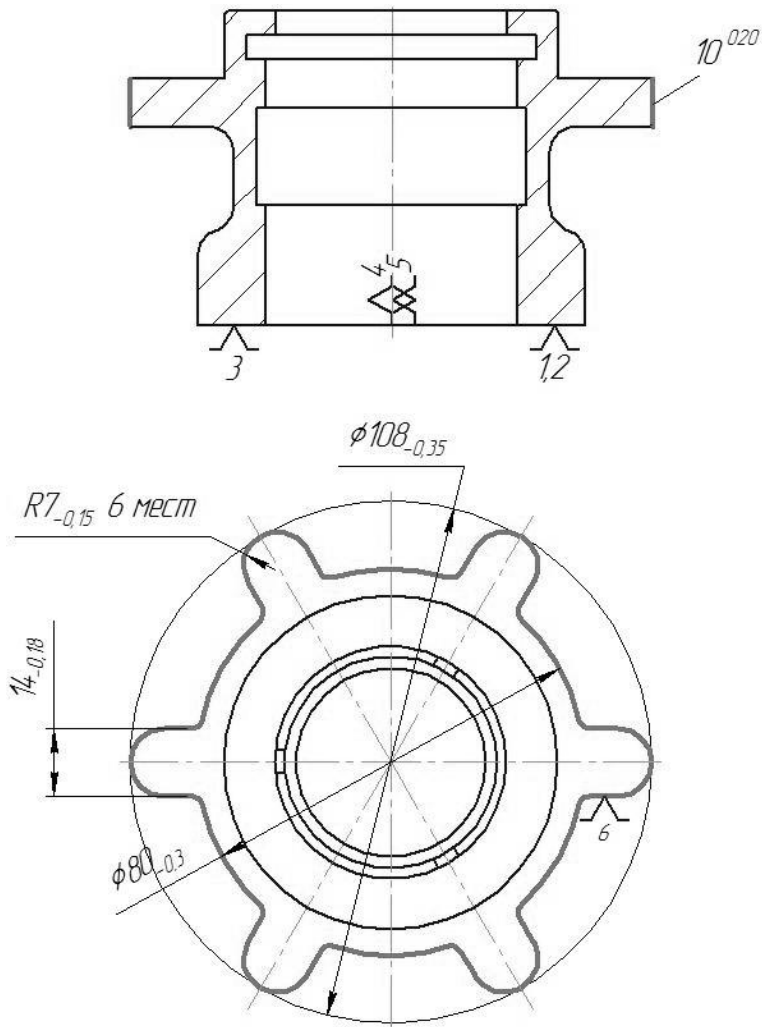


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Расчеты будем производить для фрезерования поверхностей, согласно данных [22, 23, 24].

Сила резания  $P_z$  определяется по формуле:

$$P_Z = \frac{10C_P t^X S_Z^Y B^\omega Z}{D^q n^W} K_{\mu Pz} \quad (3.1)$$

где  $C_P, x, y, w, q, \omega, K_{\mu Pz}$  - коэффициенты, которые зависят от реальных условий обработки.

$$P_Z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 1,6^{0,95} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 10^{1,1} \cdot 2}{10^{1,1} \cdot 1} \cdot 0,94 = 5242 \text{ Н.}$$

Расчет усилия зажима производится на основе схемы закрепления, которая представлена на рисунке 3.2.

Исходя из приведенной схемы искомое усилие можно определить из условия равновесия системы. Для этого необходимо определить моменты от силы резания и силы закрепления.

$$M_P = \frac{P_Z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

Получаем:

$$W = \frac{2K \cdot M_P}{f \cdot d_2} = \frac{2K \cdot P_Z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

где  $K$  – коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.5)$$

где  $K_0$  - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  - коэффициенты, учитывающие условия обработки.

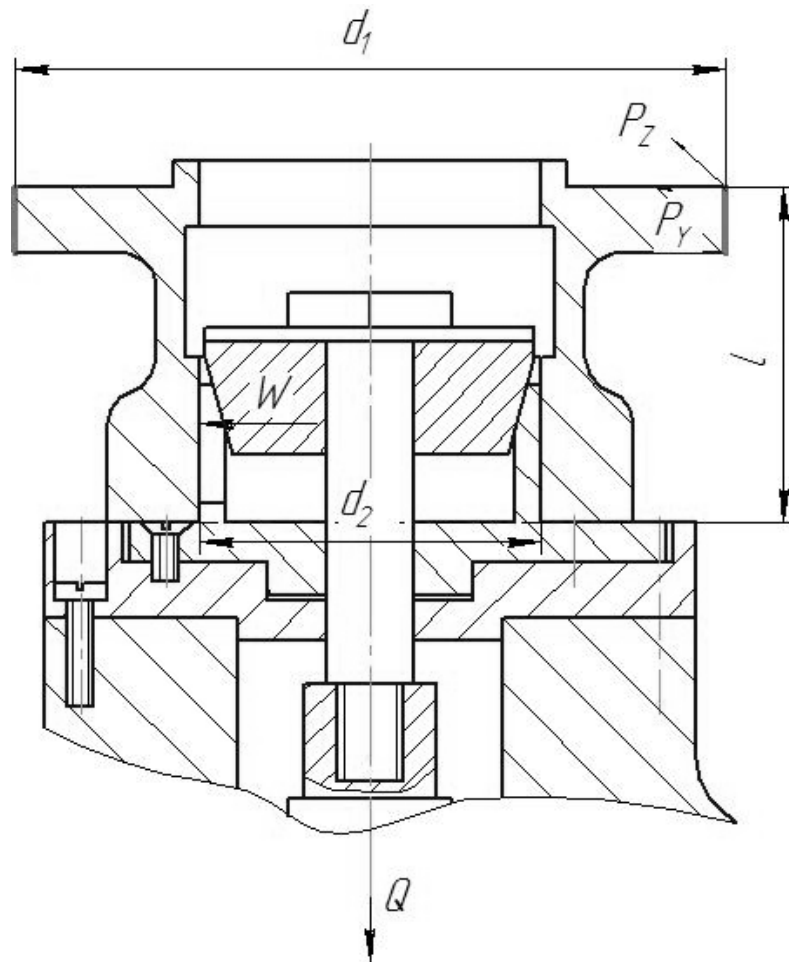


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

$$\text{Получим, } W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 5242 \cdot 108}{0,3 \cdot 52} = 130647 \text{ Н.}$$

Аналогичное уравнение равновесия составляем для силы  $P_Y$  и определяем из него необходимое усилие закрепления.

$$M_P = P_Y \cdot l \quad (3.6)$$

Данному моменту препятствует момент от силы зажима:

$$M_3 = \frac{2}{3} \cdot W \cdot f \cdot d_2 \quad (3.7)$$

$$W = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{f \cdot d_2} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 4456 \cdot 51}{0,3 \cdot 52} = 1079 \text{ Н.}$$

В дальнейшем расчётов принимаем  $W = 130647$  Н.

Учитывая усилия в качестве привода примем гидравлический силовой привод.

Диаметр поршня гидравлический определится по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P_r}} \quad (3.8)$$

где  $P_r$  – давление на поршень.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{130647}{10}} = 60 \text{ мм.}$$

Принимаем  $P=10$  МПа,  $D=60$ мм.

Для расчета погрешности установки составляем схему погрешностей приспособления, представленную на рисунке 3.3.

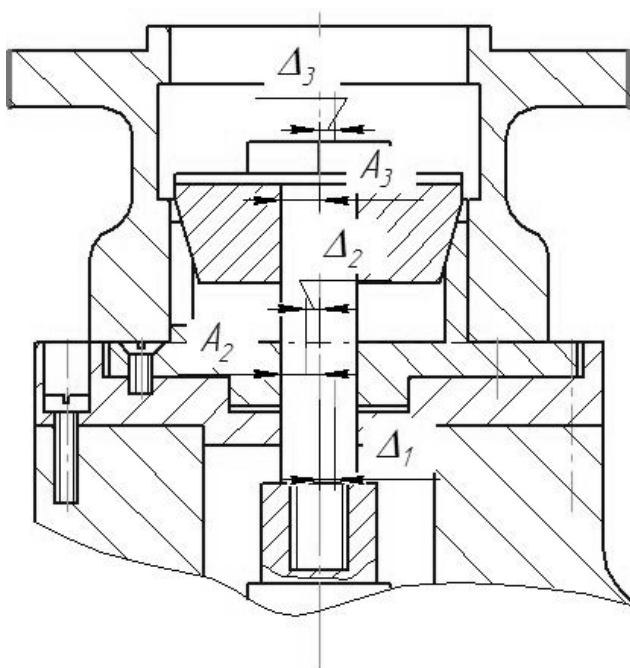


Рисунок 3.3 - Схема для расчета погрешности

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_{\Delta}}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.9)$$

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

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

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет  $\varepsilon_{\delta}^{iii} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,15 = 0,045 \text{ мм.}$

Условие  $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$  выполняется.

Оправка удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из цанги 3, которая жестко крепится к крышке 2. Для зажима цанги служит тяга 4, которая через шток 6 связана с гидроцилиндром. Крышка и зажимной механизм монтируются в корпусе 1. Внутри гидроцилиндра располагается поршень 8. Для подачи масла к гидроцилиндру проведено отверстие.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

При использовании стандартных расточных резцов затрачивается значительное время на смену режущих пластин, также не всегда стандартные крепления обеспечивают необходимую надежность закрепления режущей пластины. Спроектируем расточной резец, лишенный данных недостатков.

Для решения данной задачи будем использовать методику [25].

Наиболее эффективной конструкцией на практике себя зарекомендовали резцы с твердосплавными пластинами. В нашем случае для эффективного использования технологического оборудования токарного станка с ЧПУ модели HAAS SL-10 будем использовать трехгранную пластину из твердого сплава H10 фирмы "Sandvik".

Для обеспечения необходимых параметров обработки, необходимо обеспечение главного угла в плане  $\varphi = 91^\circ$ .

Проектирование основных конструктивных параметров резца производится исходя из расчета площади сечения стружки. В нашем случае она равна  $F = t \cdot S = 0,973 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ мм}^2$ .

Исходя из полученных значений площади сечения стружки и зная модель

используемого оборудования, выбираем следующие конструктивные параметры резца: диаметр державки 32 мм; рабочую высоту 25 мм; длину резца  $L=170$  мм. Остальные размеры принимаем из конструктивных соображений или определяем путем прочерчивания конструкции резца.

Для крепления режущей пластины применим винт. Как правило, он изготавливается из закаленной стали 45. Необходимо определить минимально допустимый диаметр данного винта.

Для этого произведем расчет по формуле:

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

Величину  $Q_1$  определяем из соотношения:

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

Откуда,

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

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Исходя из расчетов видно, что в конструкции резца можно применить винт с диаметром более 1,6 мм.

Так же предлагается использовать усовершенствованную режущую пластину облученную лазером с целью повышения эффективности точения. Данное решение позволит повысить стойкость режущей пластины в 2-2,5 раза.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

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
Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок Haas SL-10 с системой программного управления	Алюминиевый сплав АК-9, смазочно-охлаждающая жидкость
Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-сверлильный станок Haas VF-2 с системой программного управления	Алюминиевый сплав АК-9, 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, токарный станок Haas SL-10 с системой программного управления
Сверлильная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, вертикально-сверлильный станок Haas VF-2 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

Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
Участок механической обработки	Токарный станок Haas SL-10 с системой программного управления Вертикально-сверлильный станок Haas VF-2 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

<p>Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта</p>	<p>Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно- технических мероприятий</p>	<p>Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты</p>
<p>Точение</p>	<p>Хранение ветоши в несгораемых ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков 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>
<p>Сверление</p>	<p>Хранение ветоши в несгораемых ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков Участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ</p>

## 4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого 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	Токарный станок Haas SL- 10 с системой программного управления Вертикально- сверлильный станок Haas	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукты	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	VF-2 с системой программного управления			отходов должен производиться своевременно

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

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

#### 4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела стал комплекс разработанных мер по снижению и устранению опасных и вредных производственных факторов, обеспечению пожарной безопасности и 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 «ступица передней платформы». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операции «020 – Фрезерная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<u>Оборудование</u> – вертикально-фрезерный станок с ЧПУ, модель 6P11Ф3.	<u>Оборудование</u> – вертикально-фрезерный станок с ЧПУ HAAS, модель VF2.
<u>Оснастка</u> – оправка цанговая с ручным зажимом.	<u>Оснастка</u> – оправка цанговая с механизированным зажимом.
<u>Инструмент</u> – фреза концевая, P6M5.	<u>Инструмент</u> – фреза сферическая, GS1640 «Sandvik».
$T_O = 6,8 \text{ мин}; T_{\text{ШТ-К}} = 7,78 \text{ мин}$	$T_O = 3,6 \text{ мин}; T_{\text{ШТ-К}} = 4,28 \text{ мин}$

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 8000 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 [26], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 020 операции – Фрезенной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 32,95 руб., а по проектируемому – 20,15 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.

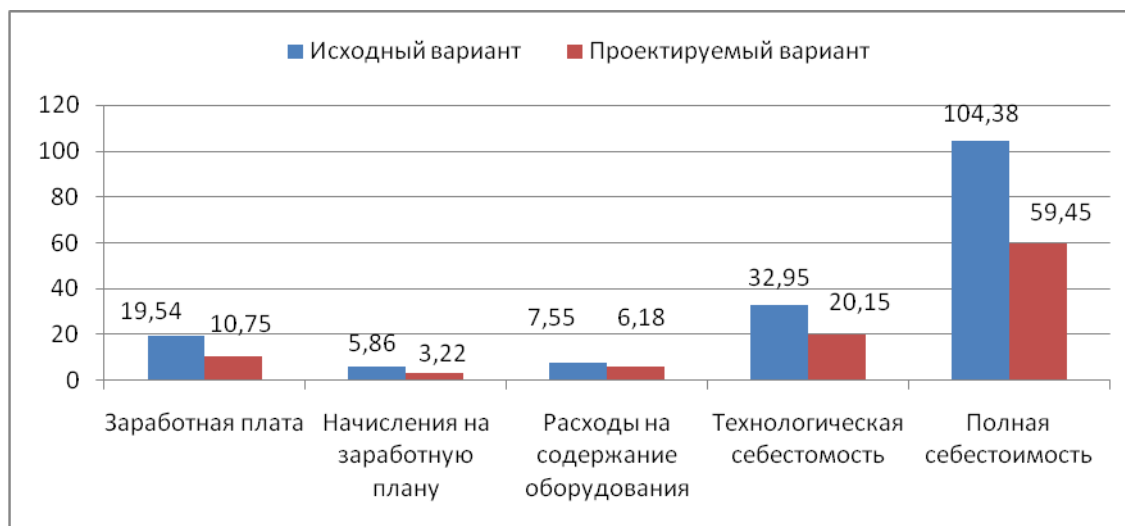


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 [26], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 318604,2 руб. и весь перечень изменений при выполнении операции «020 Фрезерная».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [26], 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	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	287552
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	2
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск.}} \text{ руб.}$	351963,65
4	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД, руб.}$	33359,45
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,1

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 – 33359,45 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 2 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,1 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции «020 – Фрезерной» технологического процесса изготовления детали «ступица передней планформы».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной работы стало достижение поставленной цели, т.е. разработан эффективный технологический процесс изготовления ступицы, отвечающий всем предъявляемым к нему требованиям, были решены ряд задач:

1. разработана заготовка, сделаны расчеты припусков и режимов резания;
2. разработан технологический процесс изготовления ступицы;
3. разработано станочное приспособление;
4. спроектирован прогрессивный режущий инструмент для токарных операций;
5. разработаны мероприятия по обеспечению охраны труда и экологической безопасности.
6. проведены экономические расчеты, подтверждающие эффективность техпроцесса.

## 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 <http://metallischekiy-portal.ru>
- 3 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.
- 4 Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
- 5 Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
- 6 Трофимов, А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ, 2013. — 72 с.
- 7 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
- 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 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.
- 10 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.

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

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

14 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.

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

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

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

23 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.

24 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.

25 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.

26 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



		Обозначение документа																
А	Цех	Ч4	РМ	Опер	Код, наименование операции	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт				
Б	φ48 <sup>+0,25</sup>		67 <sup>+0,5</sup>		508		412 <sup>+0,21</sup>		212 <sup>+0,21</sup>		25,2		6,2					
0 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ССГХ120408-А1 Sandvik H10.																	
Т 20	392190 Резец расточной ССГХ 12 04 08-А1 Sandvik; 392190 Резец токарный расточной канавочный																	
Т 21	N123H2-0500-0004-GE H13A Sandvik H13A; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89.																	
Т 22																		
23																		
А 24	XX XX XX 020 4260 Фрезерная																	
Б 25	381210 Фрезерный с ЧПУ Haas VF-2		3 17335		312		1P		1		1		1200		1		4,28	
0 26	Фрезеровать поверхность 10 в размер φ108 <sup>+0,35</sup> , φ80 <sup>+0,3</sup> , 14 <sup>+0,16</sup> , R7 <sup>+0,15</sup>																	
Т 27	396190 Оправка цанговая специальная; 391822 Фреза сферическая R216.32-10030-AC19A GC1025 Sandvik; 393610 Шаблон.																	
Т 28																		
29																		
А 30	XX XX XX 025 4110 Токарная																	
Б 31	381101 Токарный Haas SL-10		3 18217		422		1P		1		1		1200		1		0,51	
0 32	Точить поверхность 11, 12, 13 в размер φ70,32 <sup>+0,048</sup> , 66,2 <sup>+0,12</sup> , 52,2 <sup>+0,12</sup> .																	
Т 33	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ССГХ120408-А1 Sandvik H10;																	
Т 34	394233 Микрометр МК-200 ГОСТ 6507-90.																	
35																		
А 36	XX XX XX 030 4110 Токарная																	
Б 37	381101 Токарный Haas SL-10		3 18217		422		1P		1		1		1200		1		156	
0 38	Точить поверхность 1, 2, 3, 15, 16, 17, 18 в размер φ51,44 <sup>+0,12</sup> , φ60 <sup>+0,12</sup> , 65,4 <sup>+0,12</sup> , 5,4 <sup>+0,048</sup> .																	
Т 39	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ССГХ120408-А1 Sandvik H10;																	
Т 40	392190 Резец расточной специальный; 392190 Резец токарный расточной канавочный																	
Т 41	N123H2-0500-0004-GE H13A Sandvik H13A; 393450 Диаметр НМ-200 ГОСТ10-88.																	
МК																		



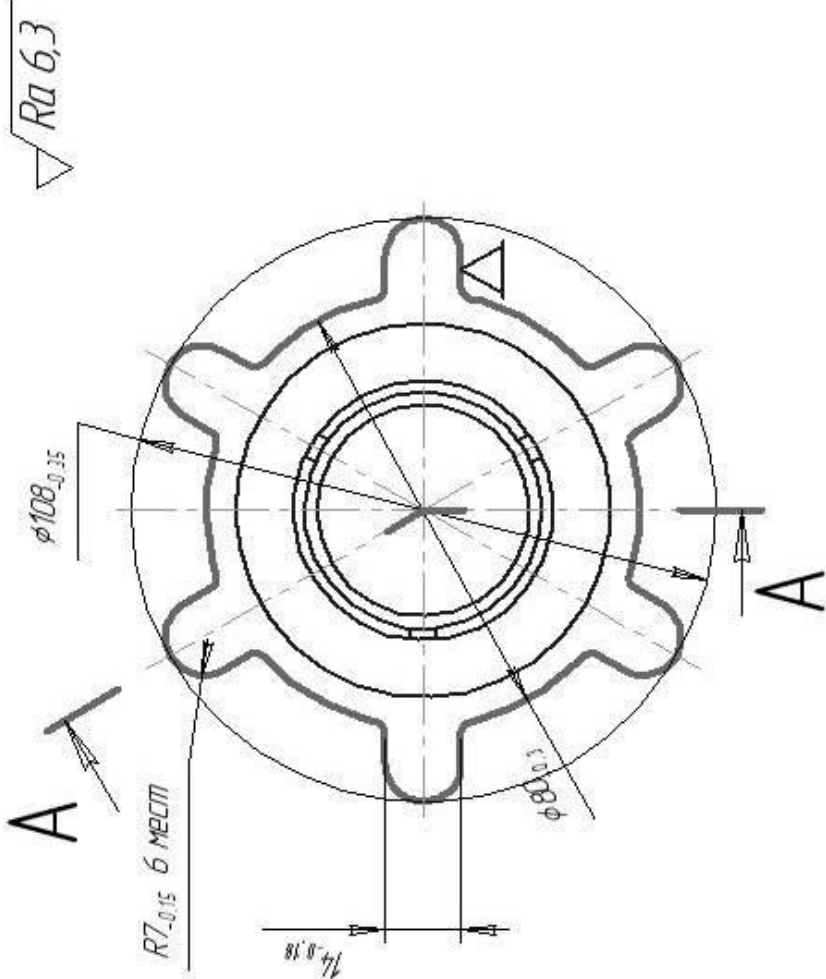




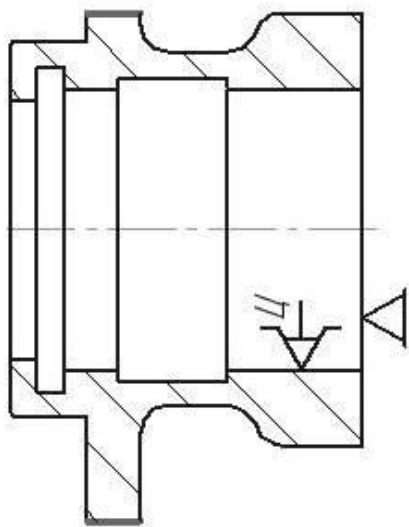
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты

Διούλ.												
Βασμ.												
Παθμ.												
Ροζαβδ.	Φρασεβδ											
Προβερσιμ	Κασιμ											
Η.Κομμρ.	Βυμκασοβδ											
	ΤΤΥ											
	Καφεδρα ΟΤΜΠ											
	Στυλιυα											020



A-A







Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
Разраб.	Фролов																
Проверил	Козлов																
Н.контр.	Виткалов																
Наименование операции	ТГУ Карфедра ОПМП																
Материал	Славяк АК9 ГОСТ 1583-93		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры		MB	КОИД								
Оборудование, устройство ЧПУ	Токарная		EB	166	0,3	φ112x714		0,39	1								
HAAS SL-10	Обозначение программы		Т0	Т5	Т6	Тум	СОК										
			112			156	Blasocout										
			0.100.0.0	L	l	s											
01	1. Установить заготовку																
T 02	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный ССГХ120408-А1 Sandvik H10;																
T 03	392190 Резец расточной специальный; 392190 Резец токарный расточной кантовочный																
T 04	M123H2-0500-0004-GF H13A Sandvik H13A; 393450 Нутромер HM-200 ГОСТ10-88.																
O 05	2. Точить поверхность выдерживая размеры согласно эскиза																
P 06	1					1123	0,2			3000	1000						
P 07	2					2,0	0,2			4800	800						
P 08	3					2,0	0,015			500	100						
09	3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																
10																	