

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 винта гидравлического насоса

---

---

Студент(ка)	<u>В.К. Дьяконов</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 винта гидравлического насоса.  
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.  
ТГУ Тольятти, 2017 г.

Данная работа рассматривает вопросы проектирования технологического процесса изготовления винта гидравлического насоса. Первая глава посвящена описанию исходных данных и формирования задач работы. Во второй главе определяется тип производства и его характеристики, на основе которых производится дальнейшее проектирование маршрутно-операционной технологии изготовления винта. В ходе выполнения третьей главы модернизируется ряд операций путем проектирования для них специальных средств технологического оснащения. Четвертая глава посвящена оценки безопасности и экологичности проектируемого техпроцесса и разработке мероприятий по устранению выявленных недостатков. В пятой главе выполняются экономические расчеты, которые подтвердили эффективность предлагаемых технических решений.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы	7
1.2 Описание технологичности детали	7
1.3 Систематизация поверхностей детали	8
1.4 Задачи работы	8
2 Технологическая часть работы	10
2.1 Выбор стратегии разработки технологического процесса	10
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	12
2.4 Расчет припусков	14
2.5 Проектирование заготовки.	18
2.6 Разработка технологического маршрута	18
2.7 План обработки	19
2.8 Выбор средств технологического оснащения	19
2.9 Проектирование технологических операций	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	27
3.1 Проектирование приспособления	27
3.2 Проектирование режущего инструмента	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	34
5 Экономическая эффективность работы	44
Заключение	48
Список использованных источников	49
Приложения	52

## ВВЕДЕНИЕ

Для перекачки различного рода жидких продуктов широко применяются транспортные системы на основе гидравлических насосов. Данные насосы достаточно мощные, надежные и производительные. Поэтому к ним и деталям, входящим в их состав, предъявляются высокие требования по надежности, а, следовательно, точности изготовления и долговечности. Одной из важнейших деталей насоса является винт. В данной работе разработан технологический процесс изготовления винта гидравлического насоса объемом выпуска 5000 штук в год.

Цель работы заключается в разработке оптимального технологического процесса изготовления винта гидравлического насоса, который обеспечит минимум суммарных затрат на изготовлении деталей всей годовой программы выпуска при сохранении их качества.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы

Винт служит для перемещения жидкости.

Рассматриваемая деталь имеет сложную конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Винт устанавливается на опорном валу на шлицы, от которого в процессе работы он получает вращательное движение. Нагрузки, возникающие при эксплуатации, могут быть весьма значительными по величине и переменными по направлению (знакопеременные). Рабочая среда является агрессивной, т.к. насос может работать в уличных условиях, кроме того перекачиваемая жидкость может быть химически активной, что приведет к повышенному износу.

### 1.2 Описание технологичности детали

Материал заготовки [1] – сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 2176-77 0,08-0,12% углерода, 17-20% хрома, 8-11% никеля, 0,6-0,7% титана, 0,03% серы, 0,035% фосфора, 0,2-1% кремния, 1-2% марганца.  $\sigma_B = 450$  МПа. Буква Л в конце маркировки указывает на улучшенные литейные свойства.

Наиболее эффективным методом для получения заготовки рассматриваемой детали является обработка литье [2]. В этом случае форма заготовки и ее элементов достаточно простая.

Анализ конструкции винта показывает, что он имеет достаточно сложную конфигурацию, т.к. на наружной конической поверхности имеется спираль, внутренние поверхности имеют значительные перепады. Однако исходя из размеров и формы поверхностей следует, что механическая обработка не вызывает затруднений и не потребует применения специальных методов обработки. Поэтому за основу можно взять типовой технологический процесс.

С точки зрения механической обработки деталь в целом технологична, т.к. для получения заданных параметров не требуется специального оборудования, оснастки и режущего инструмента. Однако имеется достаточно большое количество точных поверхностей. Изменение точности и

шероховатости данных поверхностей невозможно, т.к. эти параметры определяются условиями работы, и их уменьшение приведет к снижению эксплуатационных показателей. детали

Из описанного выше следует, что деталь достаточно технологична.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Систематизация поверхностей по назначению [3, 4] позволит выявить наиболее важные поверхности детали. Для этого нумеруем все поверхности на соответствующем эскизе, который представлен на рисунке 1.1. К исполнительным поверхностям относятся - 8, 9, 10, 11, 12; к основным конструкторским базам - 1, 26; к вспомогательным конструкторским базам - 14, 15, 16, 21; неуказанные поверхности являются свободными.

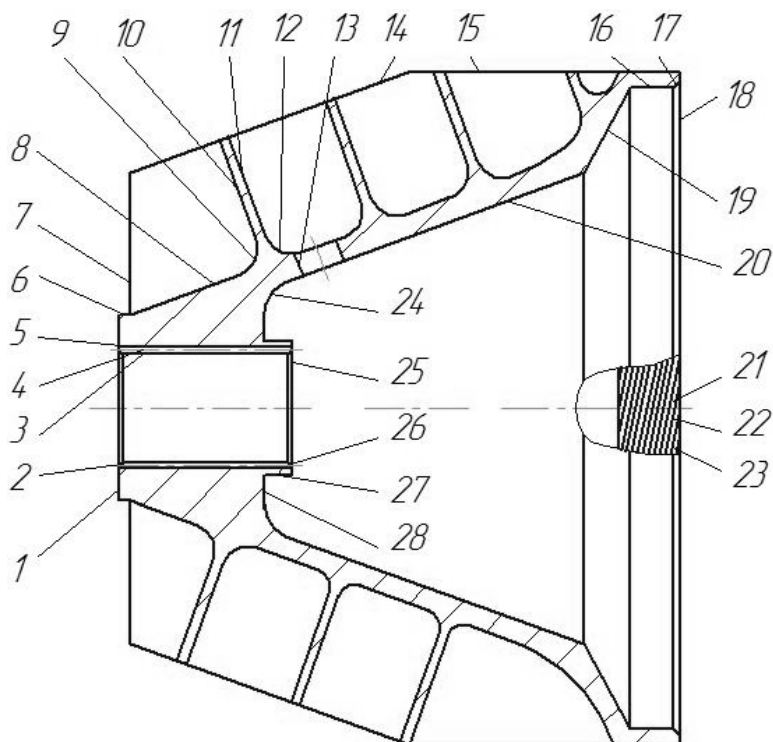


Рисунок 1.1 – Нумерация поверхностей детали

### 1.4 Задачи работы

Представленный выше анализ позволяет поставить ряд задач, которые необходимо решить в ходе выполнения работы. В их числе:

– анализ возможных методов получения заготовки и выбор наилучшего в условиях рассматриваемого типа производства;

- выполнение расчета режимов резания;
- проектирование маршрутно-операционной технологии;
- повышение эффективности производства за счет проектирования соответствующего станочного приспособления и режущего инструмента;
- анализ производства на предмет опасных и вредных факторов и оценка его экологичности;
- расчет экономической эффективности внесенных изменений.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор стратегии разработки технологического процесса

Определение стратегии разработки техпроцесса возможно только после определения его типа. На стадии проектирования допускается использовать упрощенную методику определения типа производства [3, 5]. Согласно исходным данным годовая программа выпуска составляет 5000 штук в год, масса детали 8,05 кг. Такие данные соответствуют среднесерийному типу производства.

Стратегия разработки техпроцесса выбирается на основании типа производства [3, 6]. Основные ее направления следующие: проектирование техпроцесса на базе типового; разработка маршрутной и маршрутно-операционной технологии; расчет припусков расчетно-аналитическим и табличным методами; проектирование технологических операций на базе нормативов и справочных данных; применение универсальных средств технологического оснащения; расстановка оборудования в цехе по группам; форма организации производства непоточная.

### 2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Среднесерийный тип производства ограничивает возможные способы получения заготовки. В нашем случае один из вариантов получения заготовки литье в землю, а другой вариант получения заготовки литье в кокиль. Выбор оптимального варианта получения заготовки произведем согласно рекомендациям [2, 7].

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

где  $C_{ЗАГ}$ ,  $C_{МЕХ}$ ,  $C_{ОТХ}$  - стоимость соответственно получения одного кг заготовок, механической обработки на кг стружки и одного кг стружки.

Масса детали:



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

В данном случае рассчитать массу детали сложно ввиду ее конфигурации, поэтому масса была определена при помощи программы «Компас-график 3D V-16» путем твердотельного объемного моделирования и составила 6,19 кг.

Масса заготовки может быть определена по упрощенной методике:

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

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

$$Q_1 = 6,19 \cdot 1,4 = 8,66 \text{ кг} \text{ – для литья в землю.}$$

$$Q_2 = 6,19 \cdot 1,3 = 8,05 \text{ кг} \text{ – для литья в кокиль.}$$

Стоимость механической обработки:

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

В данной формуле все составляющие берутся из справочных данных [7].

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

Цена одной заготовки может быть определена:

$$C_{ЗАГ} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П}, \quad (2.5).$$

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

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

$$C_{ЗАГ1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

$$C_{Т1} = 50,28 \cdot 8,66 + 4,6 \cdot 8,66 - 6,19 \cdot 1,4 \cdot 8,66 - 6,19 = 443,34 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 8,05 + 4,6 \cdot (8,05 - 6,19) - 1,4 \cdot (8,05 - 6,19) = 410,71 \text{ руб.}$$

Расчеты показали, что в данном случае предпочтительным является литье в кокиль. Дальнейшее проектирование заготовки будем проводить именно для этого метода.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки выбираем исходя из типа производства и его характеристик. Результаты приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Маршруты обработки поверхностей

№	Тип	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут
1	2	3	4	5
1	плоскость	11	2,5	черновое точение-чистовое-точение-термическая обработка-черновое шлифование
2	конус	12	12,5	чистовое-точение-термическая обработка
3	цилиндр	12	6,3	черновое точение-чистовое-точение-термическая обработка
4	плоскость	8	1,6	протягивание-термическая обработка
5	цилиндр	7	1,6	протягивание-термическая обработка
6	цилиндр	12	12,5	черновое точение-термическая обработка
7	плоскость	11	6,3	черновое точение-чистовое-точение-термическая обработка
8	конус		2,5	черновое фрезерование-чистовое фрезерование-термическая обработка
9	конус		2,5	черновое фрезерование-чистовое фрезерование-термическая обработка
10	плоскость		2,5	черновое фрезерование-чистовое фрезерование-термическая обработка
11	плоскость		2,5	черновое фрезерование-чистовое фрезерование-термическая обработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
12	конус		2,5	черновое фрезерование-чистовое фрезерование-термическая обработка
13	цилиндр	12	12,5	сверление-термическая обработка
14	конус	7	0,63	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование-чистовое шлифование
15	цилиндр	7	0,63	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование-чистовое шлифование
16	цилиндр	8	0,8	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование-чистовое шлифование
17	конус	12	1,25	чистовое-точение–термическая обработка
18	плоскость	12	12,5	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование
19	конус	12	12,5	черновое точение-термическая обработка
20	конус	12	12,5	черновое точение-термическая обработка
21	цилиндр	7	0,63	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование-чистовое шлифование
22	плоскость	12	12,5	накатывание- термическая обработка
23	цилиндр	12	12,5	накатывание- термическая обработка
24	конус	12	12,5	черновое точение-термическая обработка
25	плоскость	12	2,5	черновое точение-чистовое-точение–термическая обработка-черновое шлифование
26	конус	12	12,5	чистовое-точение–термическая обработка
27	цилиндр	12	12,5	черновое точение-термическая обработка

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
28	плоскость	12	12,5	черновое точение-термическая обработка

### 2.4 Расчет припусков

Расчет припуска для обработки поверхности 16 ведем по методике [10].

Минимальный припуск:

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

Все составляющие минимального припуска принимаем по данным [10].

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{1,6^2 + 0,025^2} = 1,9$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,115^2 + 0,025^2} = 0,399$$

$$Z_{3\min} = a_{\delta f} + \sqrt{\Delta_{\delta f}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,053^2 + 0,02^2} = 0,306$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,018^2 + 0,02^2} = 0,116$$

Максимальный припуск:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,9 + 0,5 \cdot \sqrt{6,4 + 0,46} = 5,33$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,399 + 0,5 \cdot \sqrt{0,46 + 0,185} = 0,722$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,306 + 0,5 \cdot \sqrt{0,21 + 0,072} = 0,447$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,116 + 0,5 \cdot \sqrt{0,072 + 0,046} = 0,175$$

Средний припуск:

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

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot 2 = \sqrt{6,33 + 1,9} \cdot 2 = 3,615 \\
Z_{cp2} &= \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,722 + 0,399} \cdot 2 = 0,561 \\
Z_{cp3} &= \sqrt{Z_{3\max} + Z_{3\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,447 + 0,306} \cdot 2 = 0,377 \\
Z_{cp4} &= \sqrt{Z_{4\max} + Z_{4\min}} \cdot 2 = \sqrt{0,175 + 0,116} \cdot 2 = 0,146
\end{aligned}$$

Минимальный и максимальный диаметры равны:

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

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} - Td_{i-1} \quad (2.10)$$

Минимальный диаметр для перехода термической обработки:

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

$$\begin{aligned}
d_{4\min} &= 199,354 \\
d_{4\max} &= 199,4 \\
d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 199,354 + 2 \cdot 0,116 = 199,586 \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 199,586 + 0,072 = 199,658 \\
d_{\delta i \min} &= d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 199,586 + 2 \cdot 0,306 = 200,198 \\
d_{\delta i \max} &= d_{\delta i \min} + Td_{\delta i} = 200,198 + 0,210 = 200,408 \\
d_{2\min} &= d_{\delta i \min} \cdot 0,999 = 200,198 \cdot 0,999 = 199,998 \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 199,998 + 0,185 = 200,183 \\
d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 199,998 + 2 \cdot 0,399 = 200,796 \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 200,796 + 0,46 = 201,256 \\
d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 200,796 + 2 \cdot 1,9 = 204,596 \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 204,596 + 6,4 = 210,996
\end{aligned}$$

Средний диаметр:

$$d_{icc} = \sqrt{d_{i\max} + d_{i\min}} \cdot 2 \quad (2.12)$$

$$d_{cp0} = \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = \sqrt{10,996 + 204,596} = 207,796$$

$$d_{cp1} = \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = \sqrt{1,256 + 200,796} = 201,026$$

$$d_{cp2} = \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = \sqrt{0,183 + 199,998} = 200,091$$

$$d_{cpTO} = \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = \sqrt{0,408 + 200,198} = 200,303$$

$$d_{cp3} = \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = \sqrt{99,658 + 199,586} = 199,622$$

$$d_{cp4} = \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = \sqrt{99,4 + 199,354} = 199,377$$

Общие предельные припуски:

$$2Z_{\min} = d_{4\min} - d_{0\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.14)$$

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

$$2Z_{\min} = 210,996 - 199,354 = 11,642$$

$$2Z_{\max} = 11,642 + 6,4 + 0,046 = 18,088$$

$$2Z_{\bar{n}\delta} = 0,5 \cdot \sqrt{11,642 + 18,088} = 14,865$$

Припуски на обработку остальных поверхностей определяются по нормативам [11, 12]. Результаты расчетов приведены в таблице 2.2

Таблица 2.2 – Припуски на обработку поверхностей

№	№ перехода	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
1	2	3	4
1	1	2,0	5,4
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,612
3	1	0,9	3,025
	2	0,6	0,775
7	1	2,0	5,4

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
	2	1,0	1,28
8	1	4,0	5,4
	2	2,9	3,222
9	1	4,0	5,4
	2	2,9	3,222
10	1	2,0	3,4
	2	1,0	1,322
11	1	2,0	3,4
	2	1,0	1,322
12	1	4,0	5,4
	2	2,9	3,222
14	1	1,5	4,93
	2	0,25	0,573
	3	0,3	0,429
	4	0,06	0,119
16	1	1,5	4,93
	2	0,25	0,573
	3	0,3	0,429
	4	0,06	0,119
18	1	2,5	5,9
	2	1,0	1,28
	3	0,5	0,612
25	1	2,0	4,65
	2	1,0	1,21
	3	0,5	0,583

## 2.5 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки производим согласно методике и справочных данных [13] в следующей последовательности:

- на рабочем чертеже изображаем деталь в тонких линиях;
- затем чертим заготовку. Для этого к контуру детали прибавляем рассчитанные ранее суммарные припуски;
- добавляем к полученному контуру напуски и вычерчиваем их на чертеже;
- определяемся с черновыми базами, которые будем использовать на первой механической обработке;
- определяем исходные параметры и технические требования на заготовку.

## 2.6 Разработка технологического маршрута

Данный раздел выполняется согласно рекомендациям [3, 8, 14]. Маршрут обработки указан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Маршрут изготовления детали

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	2	3
1	005	1, 3, 6, 7, 14
2	010	15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 27, 28
3	015	1, 2, 3, 6, 7, 14, 26
4	020	15, 16, 17, 18, 25
5	025	13
6	030	4, 5
7	035	22, 23
8	040	8, 9, 10, 11, 12



### Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
9	045	все
10	050	1, 18
11	055	16, 25
12	060	14, 15
13	065	16
14	070	14, 15
15	075	все
16	все	080

#### 2.7 План обработки

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

#### 2.8 Выбор средств технологического оснащения

Данный этап проектирования во многом определяет экономическую эффективность производства, поэтому ему нужно уделить особое внимание. Так же следует отметить, что желательно использование высокоэффективных средств оснащения, в том числе импортных. Выбор конкретных моделей и типоразмеров средств технологического оснащения будем проводить, используя справочные данные и каталоги [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24].

Результаты оформим в виде таблиц 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 для выбора оборудования, приспособлений, режущих инструментов и средств контроля соответственно.

Таблица 2.4 - Технологическое оборудование

Операция	Наименование	Поверхности	IT	Оборудование
005	Токарная	1, 3, 6, 7, 14	12	Токарный HAAS GT10
010	Токарная	15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 27 ,28	12	Токарный HAAS GT10
015	Токарная	1, 2, 3, 6, 7, 14, 26	10	Токарный HAAS GT10
020	Токарная	15, 16, 17, 18, 25	10	Токарный HAAS GT10
025	Сверлильная	13	12	Сверлильный HAAS OM 1
030	Протяжная	4, 5	7	Горизонтально-протяжной 7Б55
035	Накатная	22, 23	12	Накатной RWT12X
040	Фрезерная	8, 9, 10, 11, 12		Обрабатывающий центр HAAS VF 1
045	Термическая	все		
050	Шлифовальная	1, 18	8	Плоскошлифовальный 3Д722
055	Шлифовальная	16, 25	8	Внутришлифовальный 3К227В
060	Шлифовальная	14, 15	8	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2
065	Шлифовальная	16	7	Внутришлифовальный 3К227В
070	Шлифовальная	14, 15	7	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М151Ф2

Таблица 2.5 - Станочные приспособления

Оп.	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
005	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
010	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
015	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
020	Токарная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
025	Сверлильная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
030	Протяжная	Опора шаровая		Опора шаровая специальная
035	Накатная	Оправка шлицевая специальная	Оправка шлицевая специальная	Оправка шлицевая специальная
040	Фрезерная	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
045	Термическая			
050	Шлифовальная	Плита магнитная	Плита магнитная	Плита магнитная ГОСТ 17519-81
055	Шлифовальная	Торец оправки	Шлицы	Оправка шлицевая специальная
060	Шлифовальная	Установочные штыри ГОСТ4743-83	Кулачки	Патрон мембранный специальный
065	Шлифовальная	Торец оправки	Шлицы	Оправка шлицевая специальная
070	Шлифовальная	Установочные штыри ГОСТ4743-83	Кулачки	Патрон мембранный специальный

Таблица 2.6 - Режущий инструмент

Опера ция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	GC4235	Резец расточной, резец контурный	Резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR «Sandvik»
010	Токарная	GC4235	Резец расточной, резец контурный	Резец расточной TNMX 16 04 08-WMX «Sandvik», резец контурный CNMG 25 09 24-PR «Sandvik»
015	Токарная	CT5015	Резец расточной, резец контурный	Резец расточной VCMT «Sandvik», резец контурный специальный
020	Токарная	CT5015	Резец расточной, резец контурный	Резец расточной VCMT «Sandvik», резец контурный специальный
025	Сверлильная	GC1220	Сверло	Сверло Ø13 R840-1300-30-A0A «Sandvik»
030	Протяжная	P9	Протяжка шлицевая	Протяжка шлицевая ГОСТ25969-83
035	Накатная		Накатные ролики	Накатные ролики специальные
040	Фрезерная	GC4230, GC1620	Фреза концевая, Фреза сферическая	Фреза концевая R390-012A16-11L "Sandvik", Фреза сферическая R216.42-08030-AI08G

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
				"Sandvik"
045	Термическая			
050	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 25A80K6V
055	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 24A36K7V Круг шлифовальный 6 25A80K6V
060	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 24A60K7V
065	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 32x60x13 23A60K5V
070	Шлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 24A80K6V

Таблица 2.7 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	<i>IT</i>	Контрольные приспособления
005	Ø140, Ø55, Ø32, L=80,6, L=163, L=166	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
010	Ø40, Ø72, Ø140, Ø185, Ø190, Ø199,4 L=43, L=52, L=166	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89, нутромер ГОСТ 10-88
015	Ø140, Ø55, Ø32, L=80,6, L=163, L=166	10	Микрометр ГОСТ 6507-90, нутромер ГОСТ 10-88
020	Ø190, Ø199,4 L=52, L=166	10	Микрометр ГОСТ 6507-90, нутромер ГОСТ 10-88
025	Ø13	12	Нутромер ГОСТ 10-88, калибр
030	Ø36, L=8	7	Калибры
035	L=1, L=0,6	12	Калибры
040		8	Калибры
050	L=166	10	Скоба ГОСТ 11098-7
055	Ø190, Ø199,4 L=52, L=151	8	Скоба ГОСТ 11098-75
060	Ø140, Ø199,4 L=80,6	8	Скоба ГОСТ 11098-75
065	Ø190, L=151	7	Скоба рычажная ГОСТ 11098-75
070	Ø140, Ø199,4 L=80,6	7	Скоба рычажная ГОСТ 11098-75

## 2.9 Проектирование технологических операций

Назначение режимов резания проводим с применением данных [18, 25, 26].

Нормирование операций технологического процесса проводим согласно методике, рекомендаций и данных [25, 26] расчетно-аналитическим методом.

Таблица 2.8 - Режимы резания и нормы времени

№ операц ии	№ перехо да	$S_o$	$V$	$n$	$L_{PX}$	$T_o$
1	2	3	4	5	6	7
005	1	0,8	65	125	220	2,2
	2	0,6	75	750	53	0,12
010	1	2	3	4	5	6
	1	0,8	65	125	86	0,86
	2	0,6	75	160	220	2,29
015	1	0,2	165	260	136	3,02
	2	0,05	200	360	53	1,47
020	1	0,1	165	260	86	3,3
	2	0,05	200	360	28	1,56
025	1	0,3	90	2000	9	0,02
030	1	(0,06)	2		168	0,26
035	1					1,48
040	1	0,2	170	4500		8,36
	2	0,16	190	6500		10,12
050 А	1	1,0	20		60	2,5
050 Б	2	1,0	20		205	3,25
055	1	0,005	51	300	6	0,35
	2	0,025	50	300	17	1,38

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7
060	1	0,025	50	300	170	2,86
065	1	0,01	52	300	17	1,58
070	1	0,011	51	300	170	3,29



### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Для базирования и закрепления детали на токарной 015 операции используется патрон с ручным зажимом, что приводит к дополнительным погрешностям при обработке вследствие нестабильности сил закрепления и потерям времени на снятие и установку заготовки. Для устранения этих недостатков спроектируем патрон с механизированным приводом. Расчет проводим согласно методике [27].

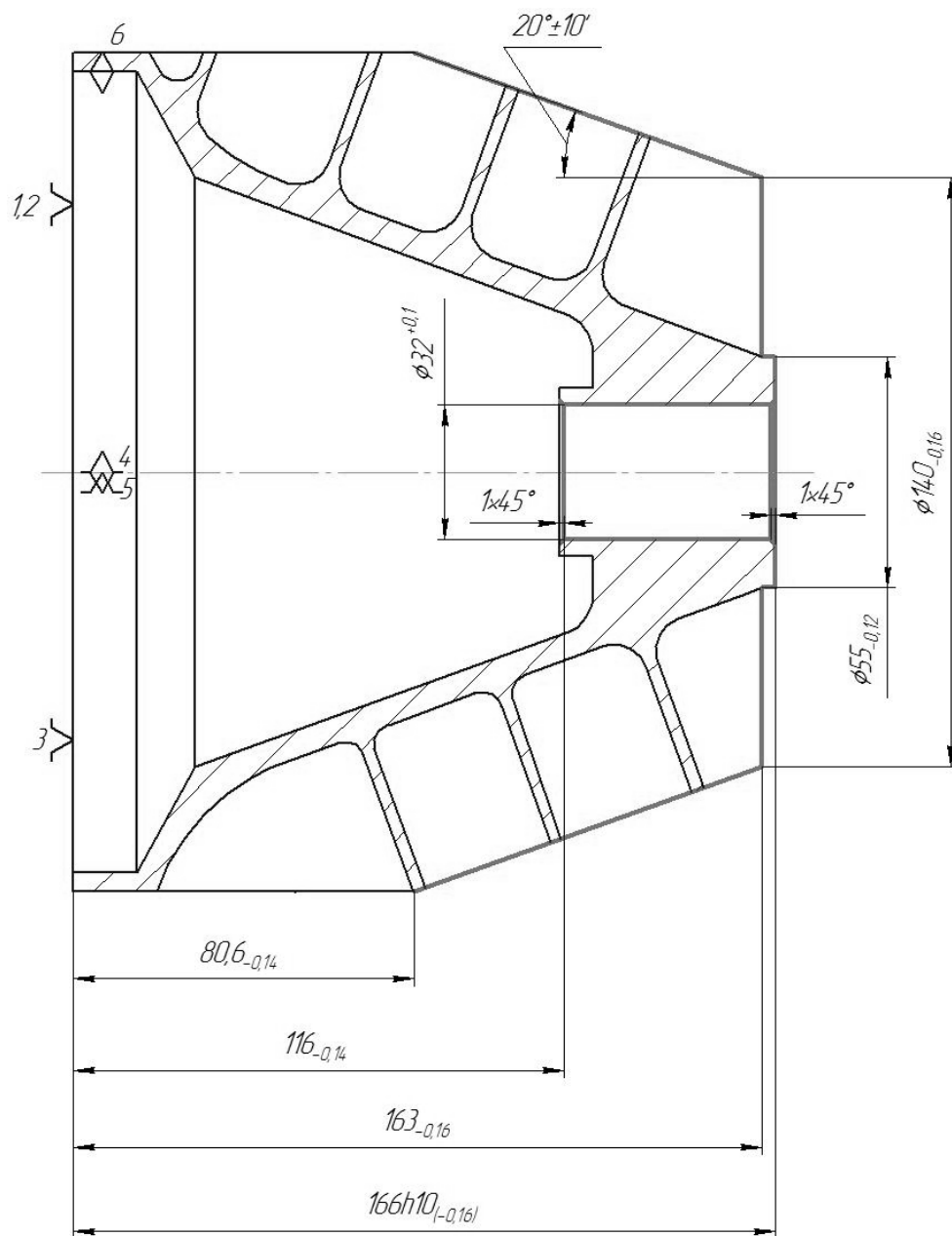


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Режущий инструмент – резец токарный CT5015 «Sandvik».

Металлорежущий станок модели HAAS GT10.

Расчет начинаем с определения сил резания:

$$P_{YZ} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

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

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 1,14^{0,9} \cdot 0,1^{0,6} \cdot 165^{-0,3} \cdot 0,9 = 484 \text{ Н.}$$

$$P_{YZ} = 10 \cdot 300 \cdot 1,14^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 165^{-0,15} \cdot 0,9 = 1080 \text{ Н.}$$

Расчет усилия зажима производится на основании схемы закрепления, приведенной на рисунке 3.2.

Исходя из схемы, момент от силы  $P_Z$  равен:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Момент от силы зажима равен:

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

Приравняв данные моменты, находим искомое усилие:

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

где  $K$  – коэффициент запаса.

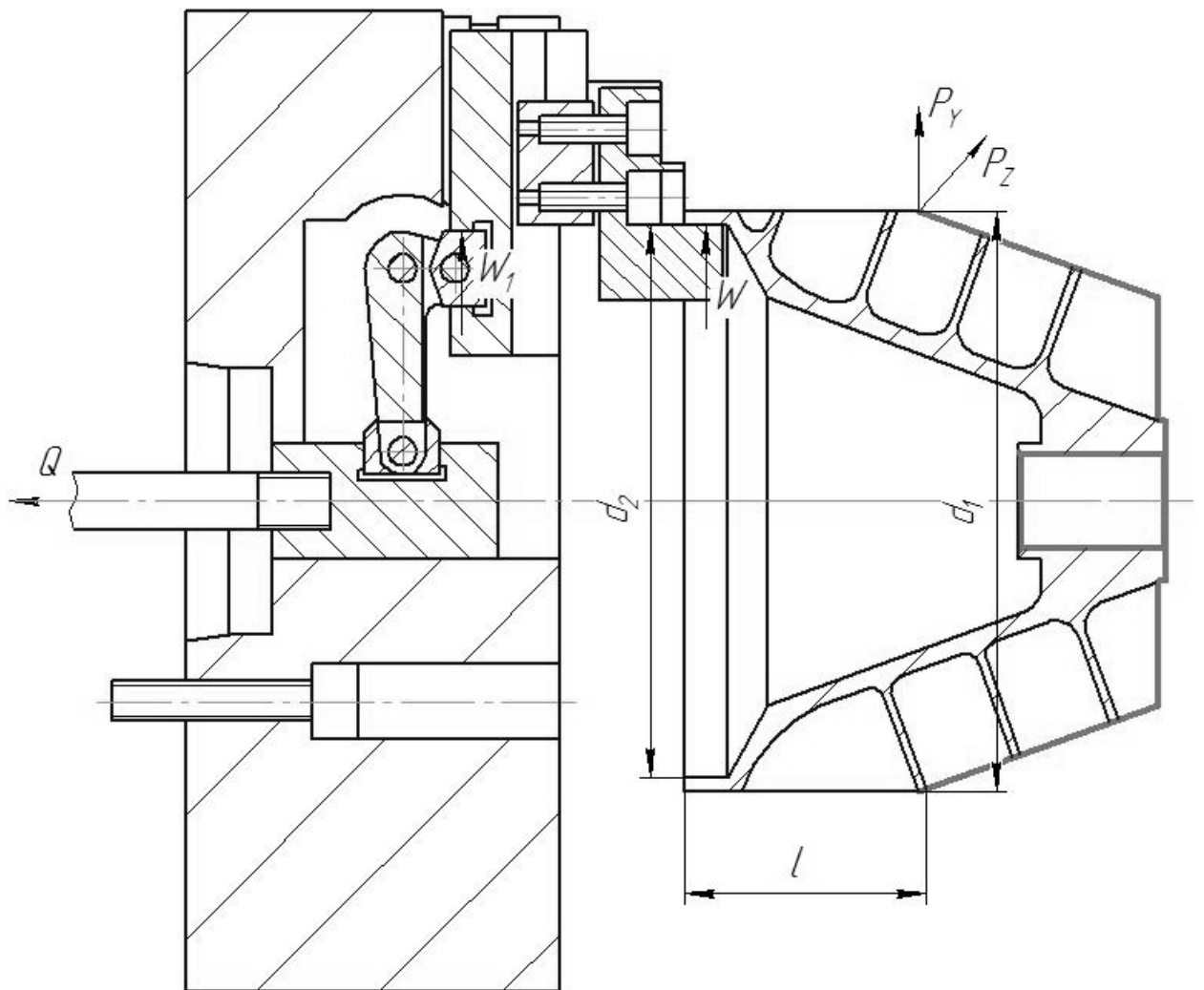


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1080 \cdot 200}{0,3 \cdot 200} = 12960 \text{ Н.}$$

Аналогично для силы  $P_y$  имеем:

$$M_p = P_y \cdot l \quad (3.5)$$

$$M_3 = 2/3 \cdot W \cdot f \cdot d_2, \quad (3.6)$$

Отсюда:

$$W = 2/3 \cdot \frac{K \cdot P_y \cdot l}{f \cdot d} = 2/3 \cdot \frac{2,52 \cdot 484 \cdot 81}{0,3 \cdot 200} = 2470 \text{ Н.}$$

$W=12960$  Н является наихудшим случаем, поэтому его принимаем для дальнейших расчетов.

Сила прикладываемая к постоянным кулачкам:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l_k}{H_k} \cdot f_1} \quad (3.7)$$

где  $l_k, H_k$  – определяются прочерчиванием.

$$W_1 = \frac{12960}{1 - \frac{3 \cdot 62}{80} \cdot 0,1} = 16885 \text{ Н.}$$

Определим усилие силового привода:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.8)$$

где  $i_c$  - передаточное отношение.

$$Q = \frac{16885}{2,5} = 6754 \text{ Н.}$$

Исходя из полученных данных рассчитаем диаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.9)$$

где  $P$  - давление в цилиндре.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 6754}{2,5} + 30^2} = 77,8 \text{ мм.}$$

Полученное значение округляем до ближайшего стандартного большего 80 мм.

С целью расчета погрешности установки разработаем размерную схему патрона (рисунок 3.3).

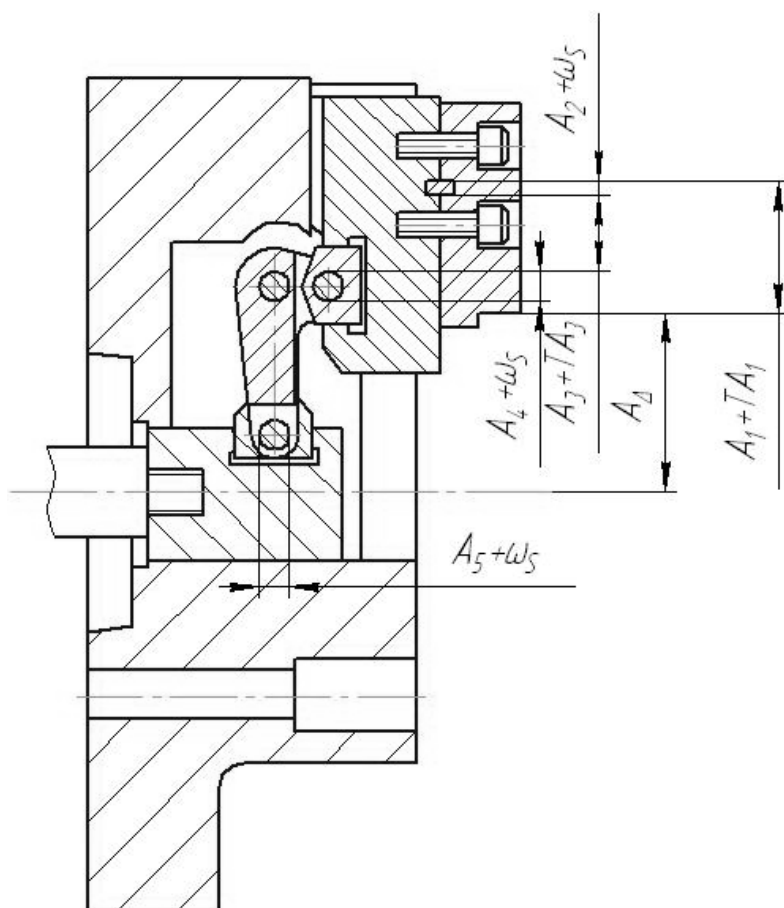


Рисунок 3.3 - Схема патрона для расчета погрешности

Для данной схемы получаем:

$$\varepsilon_v = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.10)$$

где  $\omega_{A\Delta}$  - погрешность размера  $A_{\Delta}$ ,

$\Delta_1, \Delta_3$  - отклонения изготовления размеров;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$  - зазоры в сопряжениях;

$\Delta_5$  - отклонения изготовления плеч рычага.

Получим:

$$\varepsilon_v = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

При этом допустимая погрешность определяется как:  $\varepsilon_v^{\text{доп}} = 0,16 \cdot 0,3 = 0,048$

мм.

$\varepsilon_v^{\text{доп}} \geq \varepsilon_v$  следовательно, точность патрона удовлетворительная.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Одной из проблем токарных операций является износ инструмента и ухудшение качества обработанных поверхностей вследствие возникновения значительных температур в зоне резания. Традиционно эта проблема решается применением полива смазочно-охлаждающей жидкостью сверху. Однако, данная мера полностью не решает данную проблему. Другой, более эффективный путь – подвод СОЖ непосредственно в зону резания. Сконструируем резец, реализующий второй путь, используя для проектирования методику [28].

Принимаем решение применить в конструкции проектируемого механическое крепление твердосплавной трехгранной пластины сплава СТ5015 «Sandvik», с обеспечением главного угла в плане  $\varphi = 91^\circ$ .

Конструктивные параметры резца выбираются исходя из величины сечения срезаемого слоя.

Площадь сечения стружки определяется как:

$$F = t \cdot S \quad (3.11)$$

где  $t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

$$F = t \cdot S = 1,14 \cdot 0,1 = 0,114 \text{ мм}^2.$$

Далее зная значения площади сечения стружки и зная модель используемого оборудования, выбираем резец с рабочей высотой 25 мм и диаметром описанной окружности пластины 12,7 мм.

Для окончательного определения всех конструктивных параметров резца необходимо выполнить его рабочий чертеж и определить их исходя из конструктивных соображений.

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.

В корпусе и пластинах резца выполнен канал для подвода СОЖ с целью улучшения условий охлаждения и реализации предложенных ранее усовершенствований. Конструкция канала взята в соответствии с рекомендациями [25].

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок Haas GT10 с системой программного управления	Сталь 12Х18Н9ТЛ, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-сверлильный станок Haas VF-1 с системой программного управления	Сталь 12Х18Н9ТЛ, 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 GT10 с системой программного управления
Фрезерная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, вертикально-сверлильный станок Haas VF-1 с системой

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	программного управления

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	Токарный станок Наас GT10 с системой программного управления Вертикально-сверлильный станок Наас VF-1 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	Установки	Средства	Оборудование	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 рукавов, рукава пожарные высокодавления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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

## 4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или 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 Фрезерование	Токарный станок Haas GT10 с системой программного управления Вертикально- сверлильный	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
	станок Haas VF-1 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, Фрезерование
1	2
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	Разработка регламентированных процедур по обращению



Продолжение таблицы 4.8

1	2
мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	с отходами

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В ходе выполнения раздела был разработан комплекс мероприятий 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 «крышка блокирующего механизма». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операции «015 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 с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый, с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец контурный, Т5К10.</p> <p><math>T_O = 7,25 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 8,49 \text{ мин}</math></p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ HAAS GT10.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый, с механизированным зажимом.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец контурный специальный с каналом для СОЖ и режущей пластиной СТ5015 «Sandvik»</p> <p><math>T_O = 4,49 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 5,38 \text{ мин}</math></p>

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

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

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 5000 шт.;
- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;
- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;
- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [29], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 015 операции – Токарной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 36,3 руб., а по проектируемому – 21,92 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.

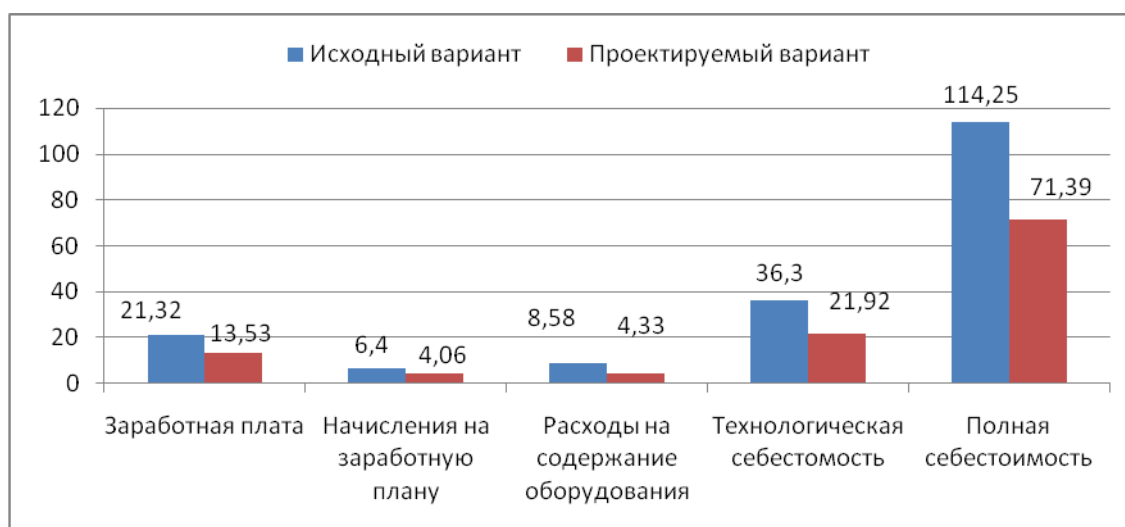


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 [29], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 497682,9 руб. и учитывает весь комплекс совершенствований по выполнению анализируемой операции «015 – Токарная».

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [29], 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.	171440
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$ , руб.	607926,24
4	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$ , руб.	110243,34
5	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,22

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 – 110243,34 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 4 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,22 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции 015 технологического процесса изготовления детали «винт гидравлического насоса».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы все задачи, поставленные в данной работе, были достигнуты. В их числе:

- анализ возможных методов получения заготовки и выбор наилучшего в условиях рассматриваемого типа производства;
- выполнение расчета режимов резания;
- проектирование маршрутно-операционной технологии;
- повышение эффективности производства за счет проектирования соответствующего станочного приспособления и режущего инструмента;
- анализ производства на предмет опасных и вредных факторов и оценка его экологичности;
- расчет экономической эффективности внесенных изменений.

Решение данных задач позволило получить технологический процесс изготовления винта гидравлического насоса, который обеспечивает минимум суммарных затрат на изготовлении деталей всей годовой программы выпуска при сохранении качества их изготовления.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <http://metallicheckiy-portal.ru>
2. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
3. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
4. 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.
5. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
6. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
7. Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. [Электронный ресурс] / А.И. Кондаков, А.С. Васильев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 560 с.
8. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
9. 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.
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. 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.

14. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361с.

15. 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.

16. 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.

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

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

19. 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.

20. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва :



ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

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

22. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 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. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

26. 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.

27. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с.

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

29.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

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
							Изм.
<u>Документация</u>							
A1			17.07.ТМ.061.008.000.СБ	Сборочный чертеж			
<u>Детали</u>							
A4	1		17.07.ТМ.061.008.001	Корпус патрона	1		
A4	2		17.07.ТМ.061.008.002	Рычаг	3		
A4	3		17.07.ТМ.061.008.003	Ось	3		
A4	4		17.07.ТМ.061.008.004	Постоянный кулачок	3		
A4	5		17.07.ТМ.061.008.005	Сухарь	3		
A4	6		17.07.ТМ.061.008.006	Сменный кулачок	3		
A4	7		17.07.ТМ.061.008.007	Ось	6		
A4	8		17.07.ТМ.061.008.008	Втулка	6		
A4	9		17.07.ТМ.061.008.009	Тяга	1		
A4	10		17.07.ТМ.061.008.010	Плунжер	1		
A4	11		17.07.ТМ.061.008.011	Корпус неподвижный	1		
A4	12		17.07.ТМ.061.008.012	Муфта	1		
A4	13		17.07.ТМ.061.008.013	Крышка	1		
A4	14		17.07.ТМ.061.008.014	Поршень	1		
A4	15		17.07.ТМ.061.008.015	Корпус гидроцилиндра	1		
A4	16		17.07.ТМ.061.008.016	Шток	1		
					<u>Стандартные изделия</u>		
	17			Винт М8х30	6		
				ГОСТ 14475-80			
			17.07.ТМ.061.008.000				
Изм. №	Разработчик	Дьяконов					
	Проектировщик	Козлов					
	Начальник цеха	Виткалов					
	Утвердил	Логинов					
<b>Станочное приспособление</b>					Лит	Лист	Листов
<b>ТГУ, ТМдз-1232</b>					В	1	2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18		Винт М5х20 ГОСТ 14475-80	3	
		19		Винт М14х70 ГОСТ 11738-84	3	
		20		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1	
		21		Подшипник 904 ГОСТ 8338-75	2	
		22		Прокладка ГОСТ 14475-80	3	
		23		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		24		Манжета ГОСТ 8752-79	3	
		25		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		26		Шайба ГОСТ 11872-89	1	
		27		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	2	
		28		Прокладка ГОСТ 14475-80	2	
		29		Винт М8х1 ГОСТ 13897-68	1	
		30		Винт М8х25 ГОСТ 14475-80	6	
		31		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

17.07.ТМ.061.008.000

Лист  
2

Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.061.010.000	Лит	Лист	Листов	
										Разраб.
Инд. № подл.	Проб.		Козлов			<b>Резец токарный</b>	В		1	
	Нконтр.		Виткалов				ТГУ, ТМдз-1232			
Утв.			Логинов							
Подп. и дата										
Взам. инв. №										
Инд. № докл.										
Подп. и дата										
Справ. №	А3	1	17.07.ТМ.061.010.001	Державка	1					
	А4	2	17.07.ТМ.061.010.002	Прихват	1					
	А4	3	17.07.ТМ.061.010.003	Пластина режущая	1					
	А4	4	17.07.ТМ.061.010.004	Пластина опорная	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		5		Винт М2х5 ГОСТ17475-80	1					
		6		Винт М4х10 ГОСТ11738-84	1					
	Перв. примен.	А1		17.07.ТМ.061.010.000.СБ	Сборочный чертеж					
				<u>Документация</u>						
				<u>Детали</u>						

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты

Дцкл																			
Взам.																			
Подп.																			
Разработал	ТГУ кафедры ОТМП																		
Проверил	Винт																		
Утвердил																			
Н. контр.																			
М01	Сталь 12Х18Н9ТЛ ГОСТ 2176-77																		
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ									
		166	6,19	1		0,77	24	φ21,2х178,6	1	8,05									
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Тноз	Тшт			
А03	XX XX XX 000 Заготовительная																		
Б04	Литейная машина																		
05																			
А06	XX XX XX 005 4110 Токарная																		
Б07	381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 1200 1 3,15																		
0 08	Точить поверхность 1 3, 6, 7, 14 в размер φ14,122 <sup>+0,4</sup> , φ55 <sup>+0,3</sup> , φ32 <sup>+0,25</sup> , φ171,5 <sup>+0,4</sup> , 82,1 <sup>+0,35</sup> , 166 <sup>+0,4</sup>																		
Т 09	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ТМХ160408-WMX «Sandvik»;																		
Т 10	GS4235; 392190 Резец контурный CNMG250924-PR «Sandvik» GS4235; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I																		
Т 11	ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.																		
12																			
А 13	XX XX XX 010 4110 Токарная																		
Б 14	381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 1200 1 3,67																		
0 15	Точить поверхность 15, 16, 18, 19, 20, 24, 25, 27, 28 в размер φ200,796 <sup>+0,46</sup> , φ188,78 <sup>+0,4</sup> , φ140 <sup>+0,4</sup>																		
0 16	φ72 <sup>+0,5</sup> , φ40 <sup>+0,25</sup> , 169 <sup>+0,4</sup> , 151,5 <sup>+0,4</sup> , 137,5 <sup>+0,55</sup> , 53 <sup>+0,3</sup> , 30 <sup>+0,25</sup>																		
МК																			

		Код, наименование операции				Обозначение документа										
А	Цех	Ч4	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования															
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ТМХ160408-ВМХ «Sandvik»;															
Т 20	GS4235; 392190 Резец контурный CNMG250924-PR «Sandvik» GS4235; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I															
Т 21	ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
22																
А 23	XX XX XX 015 4110 Токарная															
Б 24	381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 538															
0 25	Точить поверхности 1, 2, 3, 6, 7, 14 в размер $\phi 140,72^{+0,16}$ , $\phi 55^{+0,12}$ , $\phi 32^{+0,1}$ , 168 <sup>+0,16</sup> , 818 <sup>+0,14</sup> , 164,5 <sup>+0,16</sup>															
Т 26	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ВСMT160408-ВМХ «Sandvik»;															
Т 27	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89;															
Т 28	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
29																
А 30	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 31	381101 Токарный HAAS GT10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 534															
0 32	Точить поверхности 15, 16, 17, 18, 25 в размер $\phi 199,998^{+0,085}$ , $\phi 189,4_{0,195}$ , 167 <sup>+0,16</sup> , 53 <sup>+0,12</sup>															
Т 33	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ВСMT160408-ВМХ «Sandvik»;															
Т 34	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 166-89;															
Т 35	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.															
36																
А 37	XX XX XX 025 4120 Сверлильная															
Б 38	381210 Сверлильный с ЧПУ HAAS OM-13 17335 422 1P 1 1 1 1200 1 038															
0 39	Сверлить поверхность 13 в размер $\phi 13^{+0,16}$ , 58,5 <sup>+0,3</sup>															
Т 40	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391213 Сверло $\phi 13$ R840-1300-30-A0A GC1220 Sandvik;															
Т 41	393450 Нутромер НМ-25 ГОСТ10-88; 393400 Калибр.															
МК																



А	Цех	Ч4	PM	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт			
Б	Код, наименование оборудования																		
A 42	XX XX XX	030	4180	Протяжная															
B 43	381756	Протяжной	7555	3	16458	422	1P	1	1	1	1200	1							1,05
0 44	Протянуть поверхности 4, 5 в размер $\phi 36^{+0,016}$ $6^{+0,03}$ .																		
T 45	396190 Опора шаровая; 392335 Протяжка шлицевая ГОСТ 25969-83 P9; 393110 Калибр.																		
46																			
A 47	XX XX XX	035	4268	Накатная															
B 48	381641	Накатной	RWT12X	3	16869	422	1P	1	1	1	1200	1							2,35
0 49	Накатывать поверхности 21, 22, 23 в размер $0,6^{+0,1}$ .																		
T 50	396190 Оправка шлицевая; 3923XX Ролики накатные специальные; 393110 Калибр.																		
51																			
A 52	XX XX XX	040	4260	Фрезерная															
B 53	381210	Фрезерный с ЧПУ	Haas VF-1	3	17335	422	1P	1	1	1	1200	1							20,14
0 54	Фрезеровать поверхности 8, 9, 10, 11, 12 выдерживая размеры и допуски согласно чертежа детали.																		
T 55	396100 Патрон 3-х кулачковый специальный; 391822 Фреза канцеляя R390-012A16-11L Sandvik GC4230																		
T 56	391822 Фреза сферическая R216.42-08030-A108G Sandvik GC1620; 393610 Шаблон.																		
57																			
A 58	XX XX XX	045	Термическая																
59																			
A 60	XX XX XX	050	4133	Шлифовальная															
B 61	381313	Плоскошлифовальный	3Д1722	3	18873	312	1P	1	1	1	1200	1							6,94
0 62	Шлифовать поверхности 1, 18 в размер $166^{+0,005}$ .																		
T 63	396190 Плита магнитная ГОСТ 17519-81; 396161 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная CP																		
T 64	ГОСТ11098-75.																		
МК																			



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты

Дубл.  
Взам.  
Пабл.

Разраб.  
Прабверил  
Н.контр.

Дьяконов  
Козлов  
Виткалов

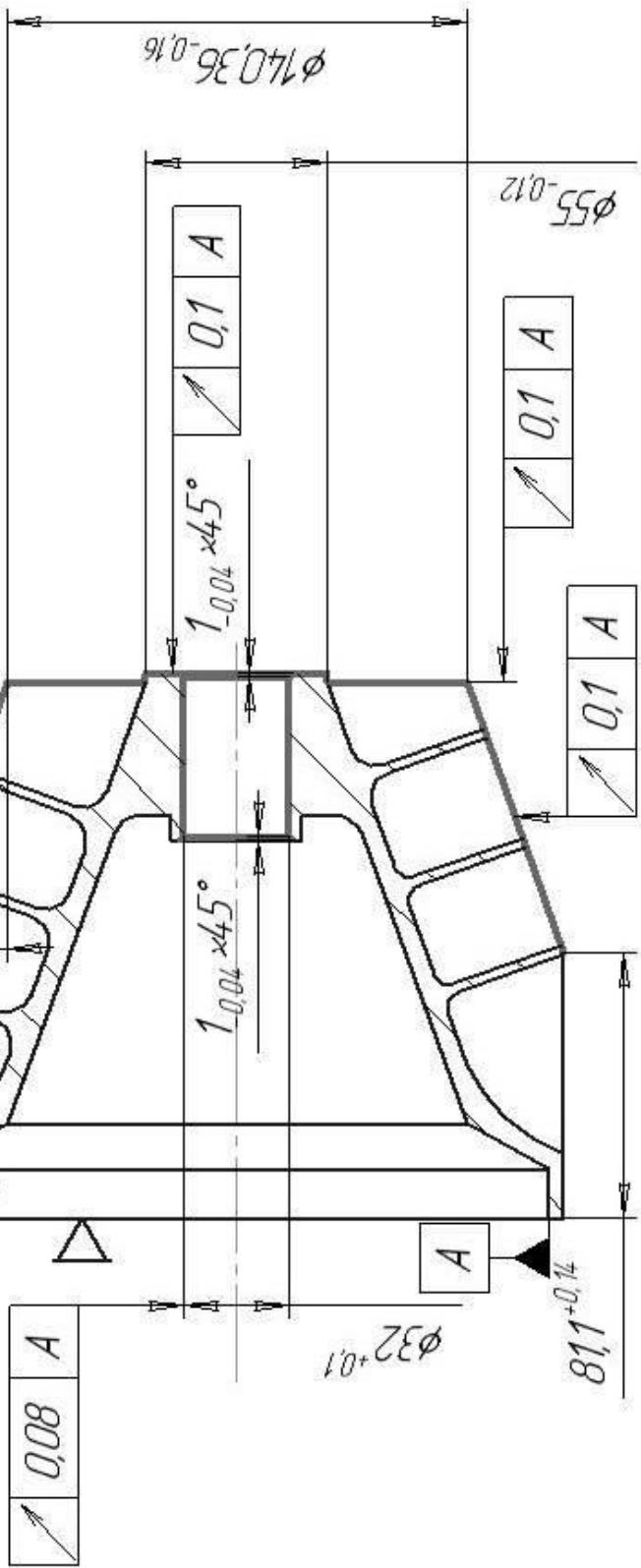
ТТУ  
Кафедра ОТМП

Винт

015

$\nabla Ra 6,3$

$20^{\circ} \pm 10'$



Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.	Дьяконов		ТТЗ																		
Проверил	Козлов		Кафедра ОТП																		
Н.контр.	Виткалов																				
Наименование операции			Винт																		
Токарная		Материал		Твердость	EB	MD	Профиль и размеры	M3	КОМД												
		Сталь 12Х18Н9Т ГОСТ 2176-77		HВ 160	166	6,19	Ø213,2x178,6	8,05	1												
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Ta	Tb	Tpa	Тип		СОЖ												
HAAS GT10				4,49			5,38		Ужидан-1												
		ПЛ		0 или B		L	T	S	P												
01	1. Установить заготовку																				
T 02	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной VCM160408-ВМХ «Sandvik»;																				
T 03	СТ 5015; 392190 Резец контурный специальный СТ 5015; 393311 Тангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 186-89;																				
T 04	393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.																				
0 05	2. Точить поверхность выдерживая размеры согласно эскиза.																				
P 06	1						0,41	0,2	260	165											
P 07	2						0,69	0,1	360	200											
08	3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.																				
09																					
10																					
11																					



