



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы  
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Кислицына Ильмира Александровна гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления крышки насоса
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 6000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)  
*Титульный лист.*  
*Задание. Аннотация. Содержание.*  
*Введение, цель работы*
  - 1) *Описание исходных данных*
  - 2) *Технологическая часть работы*
  - 3) *Проектирование приспособления и режущего инструмента*
  - 4) *Безопасность и экологичность технического объекта*
  - 5) *Экономическая эффективность работы**Заключение. Список использованных источников.*  
*Приложения: технологическая документация*

# АННОТАЦИЯ

Кислицына И.А. Технологический процесс изготовления крышки насоса.  
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.  
ТГУ Тольятти, 2016 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления крышки насоса.

В первом разделе производится описание исходных данных на основе которых формулируются задачи работы.

Во втором разделе производится выбор и проектирование заготовки, проектирование плана изготовления детали и технологических операций.

В третьем разделе проектируются приспособление и режущий инструмент.

В четвертом разделе анализируется безопасность и экологичность технического объекта.

В пятом разделе производится расчет экономической эффективности работы.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Выбор типа и характеристик производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	17
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	31
3.1 Проектирование приспособления .....	31
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	37
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	39
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	42
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	51

5 Экономическая эффективность работы.....	52
Заключение.....	56
Список использованных источников.....	57
Приложения.....	60

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Рассматриваемая в выпускной квалификационной работе крышка является одной из деталей насоса, который может применяться для перекачки различных жидкостей в промышленном производстве. К рассматриваемой крышке предъявляются жесткие требования по эксплуатационным показателям, что связано с большими экономическими потерями при поломке насоса. Данные показатели обеспечиваются технологией изготовления, поэтому ей уделяется особое внимание.

Исходя из выше сказанного, цель работы заключается в разработке технологического процесса изготовления крышки. При этом он должен обеспечить выпуск деталей заданного качества, в установленном количестве, в указанные сроки, с наименьшими затратами. Достижению этой цели посвящены все остальные разделы выпускной квалификационной работы.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Крышка служит для установки в ней подшипника вала, контактного кольца и деталей устройства для смазки подшипников и контактного кольца.

Рассматриваемая деталь устанавливается в корпусе. Внутри крышки установлен подшипник, контактное кольцо и уплотнения. К наружным поверхностям при помощи ленточного хомутика крепится фланец соединительной муфты, а при помощи резьбы штуцера для подвода масла в систему смазки и охлаждения

Нагрузки, возникающие при эксплуатации не значительны по величине. Возможен износ поверхностей крышки в местах контакта с уплотнениями, контактным кольцом и подшипником.

Рабочая среда является умеренно агрессивной, т.к. механизм работает в условиях закрытого производственного помещения, но происходит непосредственный контакт с окружающей средой некоторых поверхностей, также возможно попадание на них технологических жидкостей и масла, что может привести к коррозии.

### 1.2 Анализ технологичности детали

Данный пункт выполняем согласно рекомендаций [1].

Материал заготовки серый чугун СЧ-35 ГОСТ 1412-85 имеет следующий химический состав [2]: 2,9-3,0% углерода, 0,12% серы, 0,2% фосфора, 1,2-1,5% кремния, 0,7-1,1% марганца. Прочность  $\sigma_b$  в состоянии поставки до 310 МПа. Данные механические характеристики обеспечивают нормальную работу крышки.

Наиболее эффективным методом для получения заготовки рассматриваемой детали являются методы литья. В этом случае форма заготовки наиболее полно приближена к форме готовой детали и обеспечивает минимальные припуски на обработку.

Кроме того, исходя из приведенных выше свойств, материал нельзя подвергать обработке давлением, что делает методы литья в данном случае единственными экономически обоснованными возможными методами получения заготовки.

Конфигурация крышки сложная имеют различные приливы, бобышки и платики, что усложняет техпроцесс обработки и требует введения операций фрезерования. Широко применены в конструкции стандартные элементы, такие как фаски и канавки.

Данная конфигурация является типовой для данного класса деталей, поэтому, несмотря на ее сложность, механическая обработка поверхностей не вызывает затруднений.

Так же следует отметить, что все элементы унифицированы, а размеры соответствуют нормальному ряду чисел, поэтому не требуется применение специальных средств технологического оснащения.

Базирование крышки достаточно сложно с точки зрения выбора поверхностей для реализации, т.к. поверхностей достаточно много. В связи с этим при выборе баз следует учесть не только принципы единства и постоянства баз, но и проанализировать возможность применения типовых схем базирования.

С точки зрения реализации схем базирования трудностей не возникнет, т.к. для этого могут быть использованы стандартизованные установочные и зажимные элементы.

Механической обработке придется подвергнуть большое количество поверхностей, что обусловлено их точностью и шероховатостью. Так же имеются поверхности, которые не подвергаются механической обработке. Поверхности различного назначения, точности и шероховатости разделены канавками для выхода резца, что облегчает их обработку.

Проведенный анализ показывает, что крышка достаточно технологична и при проектировании технологического процесса ее изготовления можно широко применять типовые решения.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Для выявления наиболее ответственных поверхностей все поверхности детали номеруем и систематизируем по их назначению согласно рекомендаций [1, 3]. Эскиз детали с пронумерованными поверхностями представлен на рисунке 1.1.

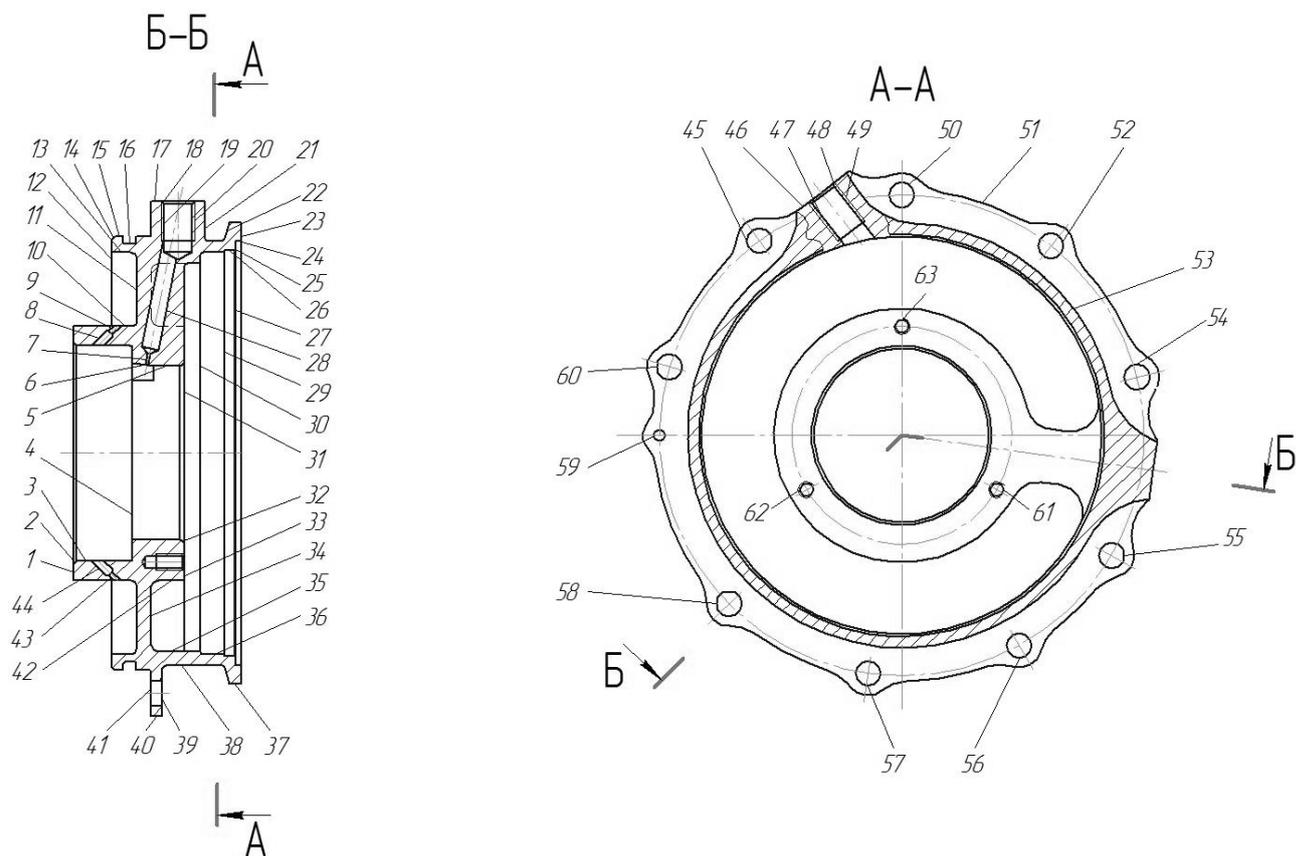


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Все поверхности разделяются по назначению на основные конструкторские базы, вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности и свободные поверхности. Систематизируем поверхности для крышки.

Основные конструкторские базы поверхности 15, 41.

Вспомогательные конструкторские базы поверхности 1, 3, 5, 8, 15, 16, 22, 24, 25, 26, 31, 41, 44, 45, 46, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60.

Исполнительные поверхности 1, 3, 5, 19, 47.

К свободным относятся все оставшиеся поверхности.

При проектировании технологического процесса основное внимание следует уделять обработке основных конструкторских баз и исполнительных поверхностей.

#### 1.4 Задачи работы

Для достижения указанной во введении цели, на основе анализа исходных данных, необходимо решить ряд задач:

- 1) произвести анализ методов получения аналогичных заготовок и выбирать наиболее рациональный способ получения заготовки в условиях данного типа производства;
- 2) определить технологические методы обработки;
- 3) разработать технологический маршрут изготовления;
- 4) произвести разработку специального станочного приспособления и режущего инструмента;
- 5) проанализировать безопасность и экологичность объекта;
- 6) правильность выбранных решений необходимо проверить путем экономических расчетов.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа и характеристик производства

Тип производства может быть выбран различными методами [4]. В случае, когда известны полная номенклатура изделий, их годовые программы и станкоемкость механической обработки для определения типа производства применяют коэффициент закрепления операций.

В данном случае у нас нет всех перечисленных данных, поэтому применим метод определения типа производства по массе детали и ее годовой программе. Этот метод допустим на начальной стадии проектирования. При заданном объеме выпуска детали 6000 штук в год и массе 2,48 кг тип производства среднесерийный.

Основываясь на типе производства, определяем его характеристики. Основные из них: непоточная форма организации техпроцесса, маршрутно-операционная технология разработки техпроцесса, стандартные средства технологического оснащения, определение припусков на обработку по упрощенным методикам и т.д. Более подробно рекомендации по характеристикам среднесерийного производства отражены в [1, 3].

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Для крышки из чугуна СЧ-35 целесообразно применять в качестве метода получения заготовки отливку в земляные формы или отливку в кокиль [1, 5].

Ориентировочно эскиз заготовки показан на рисунке 2.1.

Для окончательного выбора метода получения заготовки выполним сравнительный экономический анализ, используя методику и справочные данные [5]. Сравним общие затраты на получение детали для этих методов по формуле:

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

где  $C_T$  - технологическая себестоимость изготовления детали;

$C_{ЗАГ}$  - стоимость одного кг заготовки;

$C_{МЕХ}$  - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезаемой стружки;

$C_{ОТХ}$  - цена одного кг отходов.

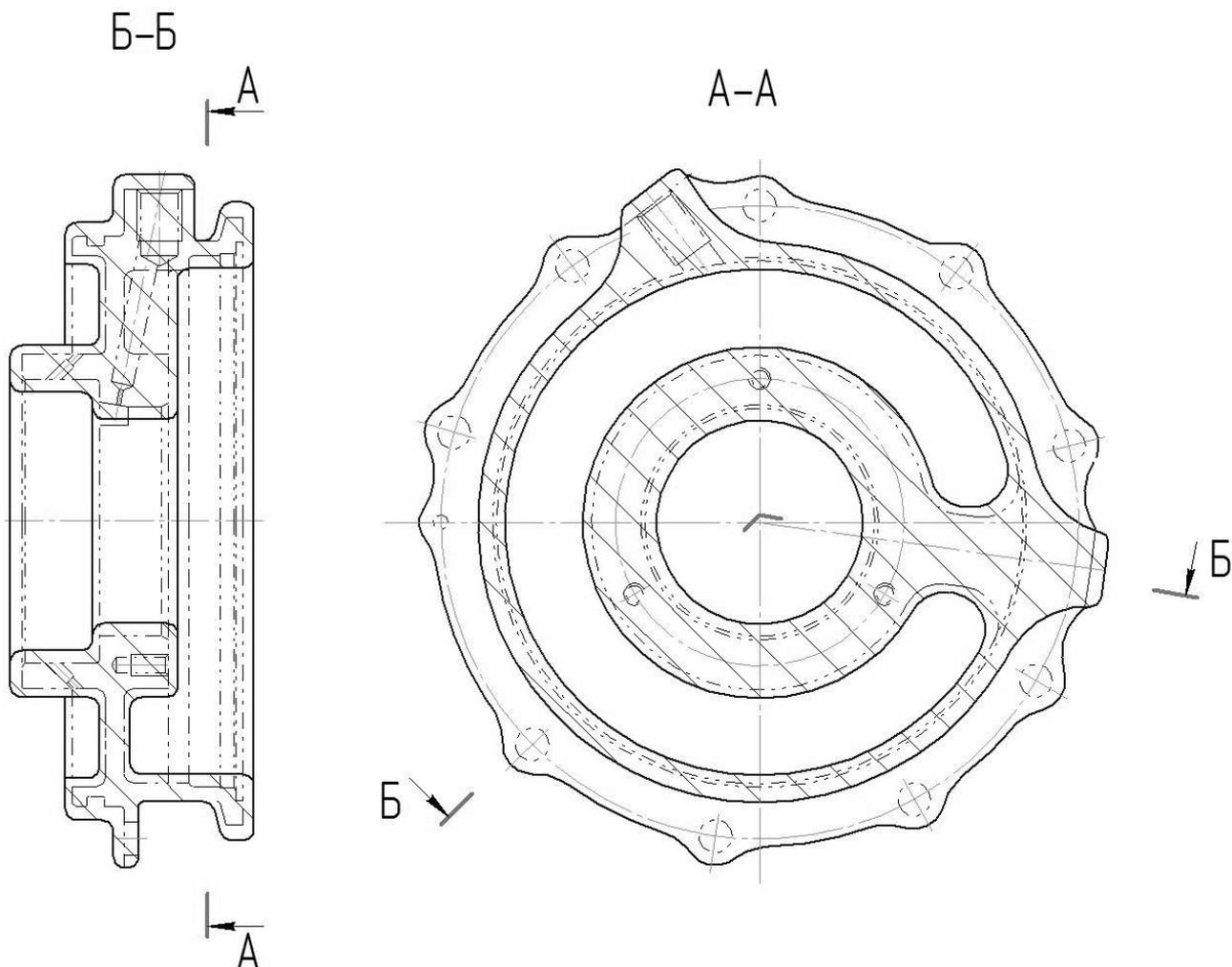


Рисунок 2.1 - Эскиз заготовки

Масса детали:

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

где  $V$  – объем детали;

$\rho$  – плотность материала.

$$q = \left( \frac{\pi}{4} (0,091^2 \cdot 0,0225 + 0,155^2 \cdot 0,014 + 0,188^2 \cdot 0,004 + 0,152^2 \cdot 0,0235 + 0,165^2 \cdot 0,0045 + 0,09^2 \cdot 0,0183 - 0,077^2 \cdot 0,021 - 0,062^2 \cdot 0,0183 - 0,144^2 \cdot 0,009 - 0,144^2 \cdot 0,0118 - 0,145^2 \cdot 0,0202) \right) \cdot 0,74 = 2,48 \text{ кг.}$$

Масса заготовки:

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

где  $M_o$  – масса детали;

$K_p$  – расчетный коэффициент, зависящий от способа получения заготовки и формы детали.

$Q_1 = 2,48 \cdot 1,6 = 3,97$  кг – масса заготовки полученной литьем в землю.

$Q_2 = 2,48 \cdot 1,5 = 3,72$  кг – масса заготовки полученной литьем в кокиль.

Затраты на механическую обработку, отнесенные на один кг стружки:

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

где  $C_c$  - текущие затраты на один кг стружки;

$C_K$  - капитальные затраты на один кг стружки;

$E_H$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

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

Стоимость заготовок:

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

где  $C_{ШТ}$  - базовая стоимость одного кг штампованных заготовок;

$h_T$  - коэффициент, зависящий от класса точности;

$h_M$  – коэффициент, зависящий от марки материала;

$h_C$  - коэффициенты, зависящий от группы сложности;

$h_B$  - коэффициент, зависящий от массы;

$h_{II}$  - коэффициент, зависящий от объема производства.

Получим:

$$\tilde{N}_{САА} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 33,04 \text{ руб.}$$

$$C_{заг2} = 29,96 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 0,89 \cdot 1,0 = 31,46 \text{ руб.}$$

Себестоимости изготовления:

$$\tilde{N}_{\delta 1} = 3,97 \cdot 15,63 + 4,6 \cdot (9,97 - 2,48) - 1,4 \cdot (9,97 - 2,48) = 66,82 \text{ руб.}$$

$$\tilde{N}_{\delta 2} = 3,72 \cdot 15,63 + 4,6 \cdot (8,72 - 2,48) - 1,4 \cdot (8,72 - 2,48) = 62,12 \text{ руб.}$$

В качестве метода заготовки в соответствии с проведенными расчетами выбираем литье в кокиль.

Экономический эффект при сопоставлении различных способов получения заготовок может быть рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N \quad (2.6)$$

где  $C_{T_1}$ ,  $C_{T_2}$  - себестоимость изготовления детали из сопоставляемых заготовок.

$$\mathcal{E} = (66,82 - 62,12) \cdot 8000 = 37600 \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей выбираем в зависимости от заданных характеристик поверхностей.

Как правило, это задача многофакторная и имеет множество решений. Для правильного выбора необходимо знать коэффициенты удельных затрат для каждого метода.

Оптимальным будет считаться такое сочетание методов обработки, которое даст наименьшее значение суммы коэффициентов удельных затрат. Воспользуемся данными [6].

Полученные результаты представим в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей крышки

№ пов.	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1	П	11	1,25	Т-Тч-ТТ
2	КВ	12	12,5	Тч
3	ЦВ	7	0,63	Т-Тч-ТТ
4	ПВ	12	12,5	Т
5	ЦВ	11	0,32	Т-Тч-ТТ-Х
6	КВ	12	12,5	Ф
7	ЦВ	12	12,5	С
8	ЦВ	12	12,5	С
9	ЦВ	12	12,5	С
10	Ц	12	12,5	Т
11	П	12	12,5	Т
12	П	12	12,5	Т
13	ЦВ	11	12,5	Т
14	К	12	12,5	Тч
15	Ц	7	0,63	Т-Тч-ТТ
16	Ц	8	3,2	Тч
17	П	12	6,3	Ф
18	КВ	12	12,5	С
19	ЦВ	10	6,3	С
20	РВ	10	6,3	РН
21	П			Л
22	К	10	6,3	Т-Тч
23	П	11	1,6	Т-Тч-ТТ
24	ЦВ	12	12,5	Т
25	КВ	12	12,5	Тч

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
26	ЦВ	7	1,25	Т-Тч-ТГ
27	ПВ	12	12,5	Т
28	ЦВ	12	12,5	С
29	ПВ	12	12,5	Т
30	ПВ	12	12,5	Т
31	ПВ	12	2,5	Т-Тч-ТГ
32	КВ	12	12,5	Тч
33	ПВ	12	2,5	Т-Тч-ТГ
34	ПВ	12	12,5	Ф
35	ЦВ	12	12,5	Ф
36	ЦВ	12	12,5	Т
37	Ц	10	6,3	Т-Тч
38	Ц			Л
39	П			Л
40	ЦВ	12	12,5	Т
41	П	11	1,25	Т-Тч-ТГ
42	ЦВ	12	12,5	Ф
43	ЦВ	12	12,5	С
44	ЦВ	12	12,5	С
45	ЦВ	12	12,5	С
46	П	12	6,3	Ф
47	ЦВ	10	6,3	С
48	КВ	12	12,5	С
49	РВ	10	6,3	РН
50	ЦВ	12	12,5	С
51	Ц			Л
52	ЦВ	12	12,5	С

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
53	Ц			Л
54	ЦВ	12	12,5	С
55	ЦВ	12	12,5	С
56	ЦВ	12	12,5	С
57	ЦВ	12	12,5	С
58	ЦВ	12	12,5	С
59	ЦВ	12	12,5	С
60	ЦВ	12	12,5	С

Обозначения в таблице: П – плоская поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; КВ – коническая внутренняя; ПВ – плоская внутренняя поверхность; РВ – резьбовая внутренняя поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Тт – точение тонкое; Ф – фрезерование; С – сверление; Рн – резбонарезание; Л – литье.

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Согласно рекомендаций для среднесерийного типа производства, определение припусков для обработки самой точной поверхности производится по методике [7]. В данном случае самой точной является поверхность 14 с размером  $\varnothing 77H7(+0,03)$ .

Произведем расчеты.

Минимальное значение припуска определяем по формуле:

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

где  $i$  - индекс данного перехода;

$i-1$  - индекс предыдущего перехода;

$i+1$  - индекс последующего перехода;

$a$  - суммарная величина дефектного слоя;

$\Delta$  - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей;

$\varepsilon$  - погрешность установки заготовки в приспособлении.

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

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

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

Максимальное значение припуска определяем по формуле:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,3 + 0,5 \cdot (4 + 0,30) = 2,65$$

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

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

Определяем среднее значение припуска по формуле:

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

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

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

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

Определяем предельные размеры для каждого перехода по формулам:

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

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

Расчет начинаем с последнего перехода.

$$D_{3\min} = 77,000$$

$$D_{3\max} = 77,030$$

$$\begin{aligned}
D_{2\max} &= D_{3\max} - 2 \times Z_{3\min} = 77,030 - 2 \cdot 0,295 = 76,44 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 76,44 - 0,12 = 76,32 \\
D_{1\max} &= D_{2\max} - 2 \times Z_{2\min} = 76,44 - 2 \cdot 0,763 = 74,914 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 74,914 - 0,3 = 74,614 \\
D_{0\max} &= D_{1\max} - 2 \times Z_{1\min} = 74,914 - 2 \cdot 1,3 = 72,314 \\
D_{0\min} &= D_{0\max} - TD_0 = 72,314 - 2,4 = 69,914
\end{aligned}$$

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле:

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

$$\begin{aligned}
D_{\bar{n}00} &= \frac{D_{0\max} + D_{0\min}}{2} = \frac{72,314 + 69,914}{2} = 71,114 \\
D_{\bar{n}01} &= \frac{D_{1\max} + D_{1\min}}{2} = \frac{74,914 + 74,614}{2} = 74,764 \\
D_{\bar{n}02} &= \frac{D_{2\max} + D_{2\min}}{2} = \frac{76,32 + 76,44}{2} = 76,38 \\
D_{\bar{n}03} &= \frac{D_{3\max} + D_{3\min}}{2} = \frac{77,03 + 77,00}{2} = 77,015
\end{aligned}$$

Определяем общий припуск на обработку по формулам:

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

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

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

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

Припуски на обработку оставшихся поверхностей определяем по методике [8].

Результаты расчетов представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку поверхностей

№ пов.	Наименование перехода	Минимальный припуск	Максимальный припуск
1	Точение черновое	1,8	2,95
	Точение чистовое	0,8	1,045
	Точение тонкое	0,4	0,555
5	Точение черновое	0,9	2,05
	Точение чистовое	0,7	0,945
	Точение тонкое	0,2	0,39
	Хонингование	0,02	0,21
15	Точение черновое	1,2	2,6
	Точение чистовое	0,25	0,53
	Точение тонкое	0,12	0,24
23	Точение черновое	2,2	3,35
	Точение чистовое	1,0	1,245
	Точение тонкое	0,5	0,655
26	Точение черновое	0,9	2,3
	Точение чистовое	0,7	0,98
	Точение тонкое	0,2	0,3
31	Точение черновое	2,2	3,125
	Точение чистовое	1,0	1,175
	Точение тонкое	0,5	0,6
37	Точение черновое	2,8	4,4
	Точение чистовое	0,3	0,58
41	Точение черновое	2,2	3,325
	Точение чистовое	1,0	1,175
	Точение тонкое	0,5	0,6

Проектирование заготовки проводится по методике [5].

Порядок проектирования:

- 1) вычерчиваем контур детали;
- 2) выбираем метод получения заготовки;
- 3) вычерчиваем контур заготовки путем добавления к детали припусков и напусков;
- 4) определяем параметры заготовки.

В данном случае получаем следующие параметры заготовки: степень точности поверхности – 14; класс точности массы – 10; класс размерной точности – 9; ряд припусков – 7; дефекты формы - сдвиг не более 1,0 мм, эксцентricность отверстий не более 1,0 мм.

Полученная заготовка представлена на листе графической части работы.

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Разработку маршрута обработки поверхностей проводим согласно рекомендаций [1, 6]. Особое внимание следует уделить обработке основных конструкторских баз и исполнительных поверхностей. их окончательную обработку будем производить в конце технологического маршрута.

Маршрут обработки оформляем в соответствии с рекомендациями [6] в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки крышки

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	2	3	4	5
1	Точение	22, 23, 24, 27, 30, 31, 35, 36, 37	005	Токарная
2	Точение	1, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 15, 41, 43	010	Токарная
3	Точение	22, 23, 25, 26, 29, 31, 37	015	Токарная
4	Точение	1, 2, 3, 5, 14, 15, 16,	020	Токарная

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
		32		
5	Фрезерование	6	025	Сверлильная
6	Сверление	8, 9, 43, 44, 45, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60	025	Сверлильная
7	Фрезерование	34, 35, 42	030	Фрезерная
8	Сверление	61, 62, 63	030	Фрезерная
9	Резьбонарезание	61, 62, 63	030	Фрезерная
10	Фрезерование	17, 46	035	Сверлильная
11	Сверление	7, 18, 19, 28, 47, 48	035	Сверлильная
12	Резьбонарезание	20, 49	035	Сверлильная
13	Точение	23, 26, 31	040	Токарная
14	Точение	1, 3, 5, 15, 41	045	Токарная
15	Хонингование	5	050	Хонинговальная
16	Мойка	все	055	Моечная
17	Контроль	все	060	Контрольная

По результатам формирования маршрута обработки проектируем план изготовления детали. По сути, план изготовления это наглядное графическое изображение маршрута обработки. Кроме того, на план обработки выносятся для каждой операции тип оборудования, схема базирования, операционные размеры и технологические требования. План изготовления выполняется в соответствии с требованиями [6]. План изготовления крышки входит в графическую часть выпускной квалификационной работы.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Задача выбора средств технологического оснащения является многофакторной. Как правило, всегда есть несколько вариантов выбора

технологического оборудования, оснастки, режущего инструмента и средств контроля. Оптимальными будут такие средства технологического оснащения, которые обеспечат минимум затрат на изготовление детали.

При выборе конкретных моделей и типов средств технологического оснащения необходимо учитывать тип производства и возможность использования выбранных средств оснащения для изготовления других деталей. Более подробно рекомендации по выбору средств технологического оснащения содержатся в специальной литературе [9].

Для выбора средств технологического оснащения также воспользуемся справочными данными и каталогами фирм-изготовителей оборудования [10, 11, 12, 13, 14, 15]. Полученные данные по выбору средств технологического оснащения приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Средства контроля	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный обрабатывающий центр SBL500	Резец контурный DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"	Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ166-89, нутромер НМ-200 ГОСТ10-88	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Токарный обрабатываю	Резец контурный	Штангенциркуль ШЦ-II	Патрон трехкулач-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		ший центр SBL500	DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"	ГОСТ166- 89, нутромер НМ-200 ГОСТ10-88	ковый ГОСТ2675- 80
015	Токарная	Токарный обрабатываю щий центр SBL500	Резец токарный контурный специальный Резец токарный расточной DCMT 07 02 08-КМ "Sandvik"	Штангенцир куль ШЦ-II ГОСТ166- 89, нутромер НМ-200 ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый ГОСТ2675- 80
020	Токарная	Токарный обрабатываю щий центр SBL500	Резец токарный контурный специальный Резец токарный канавочный N123J2-0500- 0002-СМ "Sandvik"	Штангенцир куль ШЦ-II ГОСТ166- 89, нутромер НМ-200 ГОСТ10-88	Патрон трехкулач- ковый ГОСТ2675- 80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			Резец токарный расточной DCMT 07 02 08-КМ "Sandvik"		
025	Сверлильная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр VMMS600L	Фреза концевая R216.24- 10050GCK22 P "Sandvik" Сверло R842- 0200-50-A0A "Sandvik" Сверло R842- 0300-50-A0A "Sandvik" Сверло R842- 0600-50-A0A "Sandvik" Сверло R842- 0900-50-A1A "Sandvik"	Калибры	Приспособ- ление самоцентри- рующее специаль- ное
030	Фрезерная	Вертикальны й обрабатываю- щий центр VMMS600L	Сверло спиральное R842-0550- 30-A0A "Sandvik"	Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88, калибры	Приспособ- ление самоцентри- рующее специаль-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			<p>Зенковка GC1640 "Sandvik" Фреза резьбовая R217.14- 045100AC10 H "Sandvik" Фреза концевая R216.24- 10050GCK22 P "Sandvik" Фреза сферическая R216.42- 02530- AK30G "Sandvik" Фреза концевая R216.24- 10050GCK22 P "Sandvik" Фреза сферическая R216.42- 02530-</p>		ное

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			AK30G "Sandvik"		
035	Сверлильная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр VMMS600L	Фреза концевая R216.24- 10050GCK22 P "Sandvik" Сверло R842- 0160-50-A0A "Sandvik" Сверло R842- 0600-50-A0A "Sandvik" Сверло R842- 1200-50-A1A "Sandvik" Фреза резьбовая 327R12-22 150MM-TH "Sandvik"	Штангенцир- куль ШЦ-II ГОСТ166- 89, нутромер НМ-200 ГОСТ10-88, калибры	Патрон мембран- ный
040	Токарная	Токарный обрабатываю- щий центр SBL500	Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"	Нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	Патрон мембран- ный
045	Токарная	Токарный обрабатываю	Резец расточной	Скоба рычажная	Патрон мембран-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		ший центр SBL500	DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" Резец контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik"	CP ГОСТ11098- 75, нутромер НМ-100 ГОСТ10-88	ный
050	Хонинговаль ная	Хонинговаль ный SET 150E	Хон 63C5C2K	Скоба рычажная CP ГОСТ11098- 75	Патрон мембран- ный
055	Моечная				
060	Контрольная				

### 2.7 Проектирование технологических операций

Режимы резания на операции где используются режущие инструменты фирмы «Sandvik» производятся по соответствующим нормативам [12].

Нормирование технологического процесса производим на основе опытно-статистического метода [1, 16]. Для этого будем использовать справочные данные [17, 18].

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

Номер перехода	$S_0 (S_Z)$ мм/об (мм/зуб)	$V$ м/мин	$n$ об/мин	$L_{px}$ мм	$T_0$ мин	$T_{шт}$ мин
1	2	3	4	5	6	7
Операция 005 – Токарная						
1	0,5	215	450	20	0,09	1,21
2	0,5	215	450	72	0,32	
Операция 010 – Токарная						
1	0,5	215	360	41	0,23	1,15
2	0,5	215	900	50	0,12	
Операция 015 – Токарная						
1	0,25	350	630	20	0,13	1,33
2	0,15	350	760	45	0,4	
Операция 020 – Токарная						
1	0,25	350	600	45	0,3	1,34
2	0,15	350	1400	42	0,2	
3	0,2	240	500	4	0,04	
Операция 025 – Сверлильная						
1	0,025	130	4100	2,5	0,013	0,946
2	0,2	30	2900	10	0,017	
3	0,15	30	3200	15	0,03	
4	0,25	40	2600	7	0,011	
5	0,3	80	2800	63	0,075	
Операция 030 – Фрезерная						
1	0,2	70	3500	48	0,069	18,45
2	0,1	70	3500	6	0,017	
3	0,018	76	4800	36	0,42	
4	0,025	105	3300	2200	13,33	
5	0,015	42	5350	740	4,61	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
Операция 035 - Сверлильная						
1	0,025	105	3350	88	0,53	1,873
2	0,4	120	3200	47	0,037	
3	0,3	120	5400	43	0,027	
4	0,1	45	2300	10	0,043	
5	0,018	76	2500	36	0,4	
Операция 040 – Токарная						
1	0,1	250	2400	50	0,21	1,01
Операция 045 – Токарная						
1	0,15	250	2100	45	0,14	1,02
2	0,1	250	5200	42	0,08	
Операция 050 – Хонинговальная						
1		40		20	0,8	1,4

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Спроектируем приспособление для 030 фрезерной операции.

На данной операции выполняется фрезерование поверхностей, сверление отверстий и нарезание резьбы.

Операционный эскиз представлен на рисунке 3.1.

Расчет произведем по методике [19] с использованием справочных данных [20, 21].

Необходимые для расчета составляющие силы резания определяем по данным [11].

Получаем следующие значения:  $P_z = 5242$  Н,  $P_y = 4456$ .

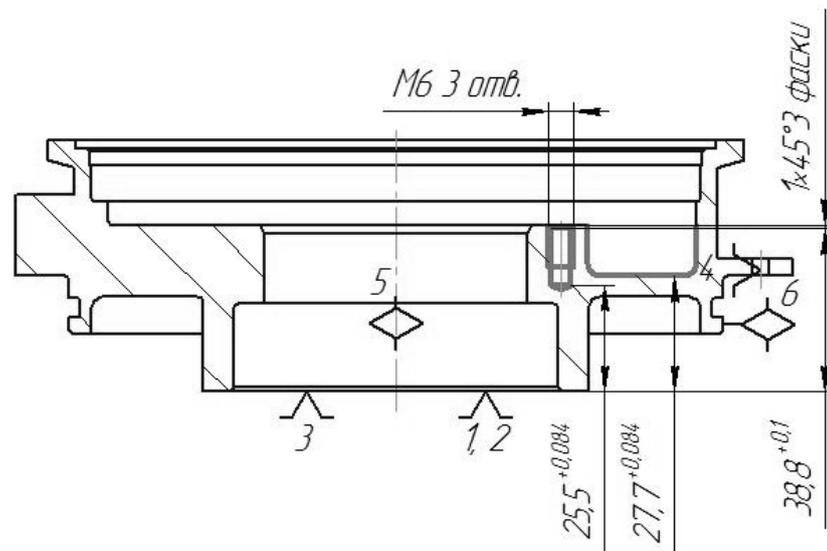


Рисунок 3.1 Операционный эскиз.

Для расчета усилия закрепления заготовки при обработке необходимо составить схему закрепления (рисунок 3.2). Исходя из этой схемы определяем моменты, действующие на заготовку во время обработки от составляющих сил резания и от усилия закрепления. Для того чтобы заготовка была надежно закреплена эти системы моментов должны быть уравновешены. Исходя из этих соображений, приравниваем моменты и определяем усилие закрепления.

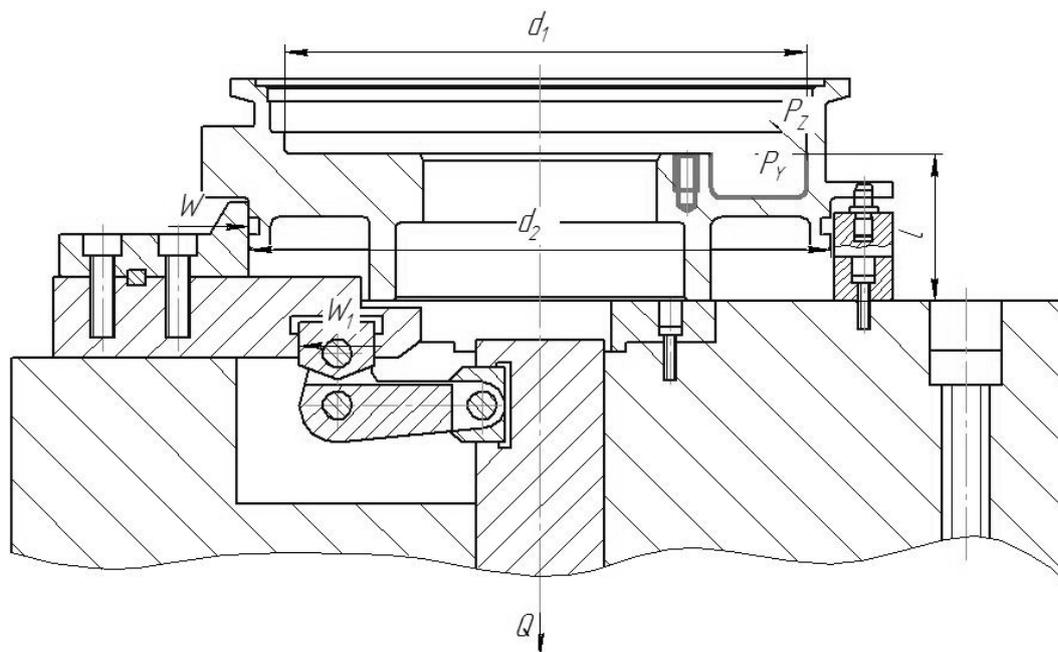


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания равен:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.1)$$

Момент от усилия зажима равен:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.2)$$

где  $W$  - суммарное усилие зажима приходящееся на 3 кулачка,  
 $f$  - коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка.

Из условия равенства моментов усилие зажима равно:

$$W = \frac{2K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.3)$$

Коэффициент запаса равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

где  $K_0$  - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки;

$K_2$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3$  - учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4$  - характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

$K_5$  - характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$K_6$  - вводится в расчёт при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры-штыри.

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1237 \cdot 144}{0,3 \cdot 155} = 38594 \text{ Н.}$$

Сила  $P_Y$  создает момент:

$$M_P = P_Y \cdot l \quad (3.5)$$

Момент от усилия закрепления равен:

$$M_3 = \frac{2}{3} \cdot W \cdot f \cdot d_2 \quad (3.6)$$

Получаем:

$$W = \frac{1,5 \cdot K \cdot P_Y \cdot l}{f \cdot d_2} = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 547 \cdot 40}{0,3 \cdot 50} = 11717 \text{ Н.}$$

В качестве расчетного усилия закрепления принимаем наибольшее значение равное 38594 Н.

Величина усилия зажима на постоянных кулачках определяется по формуле:

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

где  $l_k$  - вылет кулачка, расстояние от середины рабочей поверхности сменного кулачка до середины направляющей постоянного кулачка;

$H_k$  - длина направляющей постоянного кулачка;

$f$  - коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

Получаем:

$$W_1 = \frac{38594}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 70171 \text{ Н.}$$

Усилие, развиваемое силовым приводом, определяется как:

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

где  $i_c$  - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

Для рычажного зажимного механизма передаточное отношение определяется по формуле:

$$i_c = \frac{A}{B} \quad (3.9)$$

где  $A$  и  $B$  - плечи рычага.

Плечи уточняются путем прочерчивания приспособления.

$$Q = \frac{70171}{2,5} = 28069 \text{ Н.}$$

Для создания исходного усилия необходимо рассчитать диаметр поршня.

Для этого используется формула:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.10)$$

где  $P$  - избыточное давление рабочей среды.

В данном случае очевидно, что применение пневмоцилиндра, где обеспечивается давление в 0,4 МПа не целесообразно, т.к. диаметр поршня будет больше рекомендованного максимального размера в 120 мм. Поэтому сразу применим гидроцилиндр с давлением масла 5 МПа. В результате расчетов получим:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{28069}{5,0}} = 96 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее стандартное большее значение равное 100 мм.

Определим погрешность установки заготовки в приспособлении по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПП}^2}, \quad (3.11)$$

где  $\varepsilon_B$  - погрешность базирования;

$\varepsilon_3$  - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{ПП}$  - погрешность элементов приспособления;

На рисунке 3.3 представлена размерная схема приспособления с рычажным зажимным механизмом.

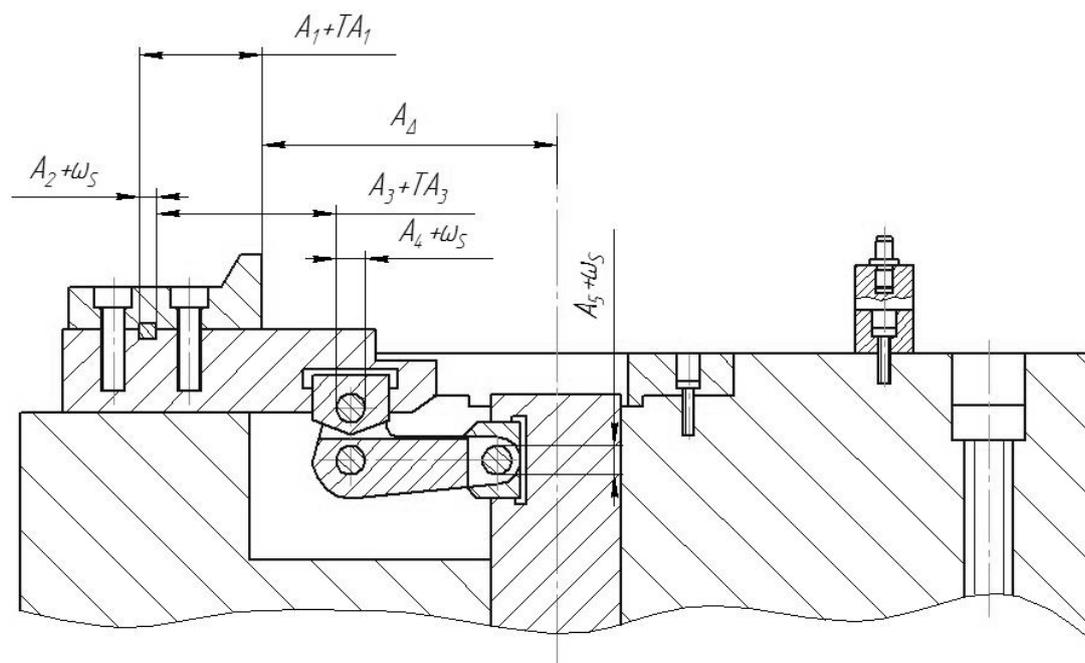


Рисунок 3.3 - Размерная схема приспособления с рычажным зажимным механизмом

Из схемы определяем:

$$\varepsilon_v = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.12)$$

где  $\omega_{A\Delta}$  - колебания замыкающего размера  $A_\Delta$ ;

$\Delta_1, \Delta_3$  - погрешности, возникающие вследствие не точности изготовления размеров  $A_1$  и  $A_3$ ;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$  - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

Погрешность установки не должна превышать величин  $0,3Td$  на выполняемый размер.

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

$$\varepsilon_v^{доп} = 0,3 \cdot 0,084 = 0,026 \text{ мм.}$$

Следовательно приспособление отвечает заданной точности.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон содержит корпус 1, в котором установлен рычажный зажимной механизм, состоящий из рычагов 4 установленных на осях 14. Один конец рычагов закреплен с

плунжером 3, а другой с постоянными кулачками 5, на которых установлены сменные кулачки 10.

Силовой привод содержит: корпус 7, с крышкой 9, который жестко закреплен на корпусе патрона. В полости корпуса расположены поршень 8 и шток 2.

Приспособление работает следующим образом: при подаче масла в верхнюю полость поршень со штоком и плунжером перемещается вниз, в результате чего через рычажный механизм происходит закрепление заготовки. При подаче масла в нижнюю полость система возвращается в исходное положение и происходит раскрепление заготовки.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент проектируем для токарной черновой операции по методике изложенной в [22].

Конструируем токарный проходной правый резец с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава GS 3205 «Sandvik».

Главный угол в плане  $\varphi=91^\circ$ .

Обработка производится на токарном обрабатывающем центре SBL500.

Для определения размеров резца необходимо определить сечение срезаемого слоя на операции. Для этого используем формулу:

$$F = t \cdot S \quad (3.13)$$

где  $t$  – глубина резания;

$S$  – подача.

Получим:

$$F = t \cdot S = 1,245 \cdot 0,15 = 0,2 \text{ мм}^2.$$

Согласно справочных данных [23] при сечении срезаемого слоя до  $0,6 \text{ мм}^2$  резец должен иметь рабочую высоту  $H=20$  мм и диаметр описанной

окружности пластины  $D=12,7$  мм. Остальные конструктивные размеры резца указаны чертеже в графической части работы.

Крепление пластины к державке осуществляется через штифт, определим минимально допустимый диаметр штифта. Для этого используем формулу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.14)$$

где  $Q_1$  - усилие действующее на штифт;

$\sigma_0$  - допустимое напряжение.

Усилие, действующее на штифт, определяется по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.15)$$

где  $P_{z \max}$  - усилие резания.

Получим:

$$Q_1 = \frac{425}{0,7} = 608 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 608}{3,14 \cdot 650}} = 1,09 \text{ мм.}$$

На основе полученных данных производим конструирование. Резец состоит из державки 1, в которой установлен винт 3, приводящий в действие рычаг 2 через который происходит закрепление режущей пластины 4, находящейся на опорной пластине 5.

Преимущество такого способа крепления режущей пластины заключается в его простоте и надежности, при этом значительно экономится время на замену режущих пластин.

Чертеж резца представлен в графической части работы.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр SBL500	Чугун СЧ-35, СОЖ
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с ЧПУ	Вертикальный обрабатывающий центр VMMS600L	Чугун СЧ-35, СОЖ

### 4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно- технологическая и/или эксплуатационно- технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки,	Токарный обрабатываю- щий центр SBL500

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
2	Сверлильная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки,</p>	Вертикальный обрабатывающий центр VMMS600L

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда; наличие ограждающих устройств;	Каска

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		наличие знаков безопасности.	
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда; наличие устройств автоматического отключения и автоматической сигнализации; наличие ограждающих устройств; наличие знаков безопасности	Каска, очки защитные
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда; наличие ограждающих устройств	Спецодежда, спецобувь, рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда; наладка оборудования;	Наушники или вкладыши противозумные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>применение звукоизоляции, звукопоглощения и глушителей</p>	
5	<p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>	<p>Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда; применение систем защитного заземления, защитного отключения, наличие знаков безопасности</p>	<p>Диэлектрический коврик</p>
6	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</p>	<p>Обучение персонала безопасным приемам работы; проведение инструктажей по охране труда</p>	<p>Перчатки с полимерным покрытием, комбинированные рукавицы, спецодежда, спецобувь</p>
7	<p>Монотонность труда</p>	<p>Разработка эффективного графика режимов работы и отдыха</p>	

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный обрабатывающий центр SBL500 Вертикальный обрабатывающий центр VMMS600L	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования; вынос

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
				концентрация кислорода; снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).	(замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожаротушения автоматические	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Пожарные щиты огнетушители, пожарные кра-ны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные автоцистерны, пожарные лестницы	Установки автоматического пожаротушения, оборудование для пенного пожаротушения	Автоматические средства оповещения о пожаре и управления эвакуацией	Пожарные гидранты, напорные рукава, пожарные пеносмесители	Огнестойкие накидки, самоспасатели, респираторы, противогазы,	Пожарные крюки, ломы, багры, топоры, лопаты, пневматический и гидравлический инструмент для резки и перекусывания конструкций	Автоматическая пожарная сигнализация, пожарные извещатели

#### 4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарная, Токарный обрабатывающий центр SBL500 Сверлильная, Вертикальный обрабатывающий центр VMMS600L	Инструктажи по пожарной безопасности, контроль за эксплуатацией и содержанием оборудования в исправном состоянии, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Соблюдение мер пожарной безопасности, запрет на курение и применение открытого огня в недозволённых местах, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом -

необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействия технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
1	2	3	4	5
Токарная	Токарный обрабатывающий центр SBL500	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Сверлильная	Вертикальный обрабатывающий центр	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук-	Стружка, ветошь

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	VMMC600L		ты, СОЖ	

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Токарная операция, Сверлильная операция
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение электростатических фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песколовок, механических фильтров, отстойников, нефтеловушек, установок физико-химической очистки, контроль состава сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного	Переплавка стружки, утилизация ветоши на мусороперерабатывающих заводах, вывоз на полигон отходов.

Продолжение таблицы 4.8

1	2
антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления крышки насоса, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления крышки насоса, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

## 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.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Крышка насоса». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления данной детали, которые представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 020 – Токарная	
Оборудование – токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Оснастка – 3-хкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80 Инструмент: - резец контурный ВК6; - резец канавочный ВК6; - резец расточной ВК6.	Оборудование – токарный станок с ЧПУ SBL500. Оснастка – 3-хкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 24351-80 Инструмент: - резец контурный специальный с режущей пластиной GS3205 "Sandvik"; - резец канавочный специальный с режущей пластиной GS3205 "Sandvik"; - резец расточной специальный с режущей пластиной GS3205 "Sandvik".
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Перечисленные изменения позволяют существенно сократить трудоемкость выполнения токарной операции:

- штучное время с 2,36 мин. до 1,34 мин.;
- основное время с 1,49 мин. до 0,54 мин.

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенных изменений, для этого нужно:

- определить капитальные вложения в проектируемый вариант;
- рассчитать себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;
- составить калькуляцию полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам;
- рассчитать экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Чтобы осуществить перечисленные действия будем использовать методику экономического обоснования инженерных решений [25]. Согласно этим методическим рекомендациям для осуществления рассмотренных мероприятий необходимо наличие капитальных вложений в размере  $K_{ВВ.ПР} = 199126,7$  руб.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем выполнять без затрат на материал, т.к. эти значения влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Крышка насоса» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

На базе представленных, на рисунке 5.1, данных рассчитываем значения полной себестоимости выполнения операции 020. Согласно расчетам по представленной методике [25] для базового варианта полная себестоимость составила 29,29 руб.; а по проектному варианту – 17,15 руб.

Далее проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической

эффективности [25], согласно которой мы получаем следующие данные.



Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарной операции по сравниваемым вариантам

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{Пол(баз)} - C_{Пол(пр)}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (9,29 - 17,15) \cdot 6000 = 72840 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 72840 \cdot 0,2 = 14568 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 72840 - 14568 = 58272 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{P_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{199126,7}{58272} + 1 = 4,42 = 5 \text{ лет}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 58272 \cdot \left( \frac{1}{\langle +0,1 \rangle^1} + \frac{1}{\langle +0,1 \rangle^2} + \frac{1}{\langle +0,1 \rangle^3} + \frac{1}{\langle +0,1 \rangle^4} + \frac{1}{\langle +0,1 \rangle^5} \right) = 220850,9, \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = 220850,9 - 199127,7 = 21724,2 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \text{ руб./руб.} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{220850,9}{199126,7} = 1,11 \text{ руб./руб.}$$

Согласно проведенным расчетам, сделаем заключение относительно экономической обоснованности предложенного инженерного решения по операции 020 –Токарная. Не смотря на существенные капитальные вложения в проект, а именно 199126,7 руб., они окупятся в течение 5 лет, что является допустимым сроком окупаемости для технических предложений. В результате изменений достигнуто снижение себестоимости на 41,45%, что позволило получить чистую прибыль в размере 58272 руб., и привести получению экономического эффекта 21724 руб. Последняя величина является доказательным значением экономической эффективности технического решения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была достигнута поставленная цель - разработка технологического процесса изготовления крышки насоса позволяющего получать детали заданного качества в установленном количестве в указанные сроки с наименьшими затратами.

Для этого была спроектирована заготовка, выбор которой обоснован технологически, выбраны методы обработки поверхностей. Сделаны расчеты припусков и режимов резания. Разработана маршрутная технология изготовления крышки. Так же был спроектирован специальный режущий инструмент для токарной операции, что позволило сократить время обработки и увеличить стойкость инструмента. Для фрезерной операции было спроектировано самоцентрирующее приспособление, которое позволило уменьшить погрешность изготовления детали, увеличить надежность крепления и снизить время на установку и снятие заготовки.

Правильность выбранных решений подтверждается экономическими расчетами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
2. [www.metallischekiy-portal.ru](http://www.metallischekiy-portal.ru)
3. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
4. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.
5. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
6. 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.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
8. 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.
9. 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.

10.Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11.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.

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

13.[www.stanki-snab.ru](http://www.stanki-snab.ru)

14.Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

15.Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

16.Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

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

18.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.

19.Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

20.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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

25. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам



Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		19		Шайба стопорная ГОСТ 11872-89	1	
		20		Гайка М20 ГОСТ 15526-70	1	
		21		Кольцо ОСТ 92-8969-78	1	
		22		Демпфер ГОСТ 8754-79	1	
		23		Шпонка ГОСТ 14737-69	2	
		24		Винт М6х25 ГОСТ 11738-84	3	
		25		Винт М12х20 ГОСТ 11738-84	6	
		26		Винт М12х27 ГОСТ 11738-84	6	
		27		Кольцо ОСТ 92-8969-78	2	
		28		Демпфер ГОСТ 8754-79	1	
		29		Шпонка ГОСТ 23360-78	1	
		30		Винт М16х100 ГОСТ 11738-84	3	
		31		Винт М8х28 ГОСТ 11738-84	6	
		32		Винт М4х16 ГОСТ 11738-84	3	
		33		Винт М4х10 ГОСТ 11738-84	2	
		34		Палец установочный ГОСТ 12210-66	1	

Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

16.07.ТМ.565.008.000

Лист  
2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			16.07.ТМ.565.010.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A4	1		16.07.ТМ.565.010.001	Державка	1	
A4	2		16.07.ТМ.565.010.002	Рычаг	1	
A4	3		16.07.ТМ.565.010.003	Винт специальный	1	
A4	4		16.07.ТМ.565.010.004	Режущая пластина	1	
A4	5		16.07.ТМ.565.010.005	Опорная пластина	1	
16.07.ТМ.565.010.000						
Изм. Лист № докум. Подп. Дата						
Разраб. Кислицына						
Проб. Логинов						
Н.контр. Виткалов						
Утв. Бобровский						
<b>Резец токарный контурный</b>				Лист	Лист	Листов
				Д		1
				ТГУ, ТМдз-1131		

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты



А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						код, наименование оборудования	СМ	проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт	Троз	Тшт
0.19						$\phi 63,84^{+0,05}$	$4,75^{+0,05}$	$40^{+0,3}$	$39,7^{+0,5}$	$34,7^{+0,25}$							
T.20						396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"											
T.21						GC3215; 392190 Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" GC3215; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II											
T.22						ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.											
23																	
A.24						XX XX XX 015 4110 Токарная											
B.25						381101 Обработывающий центр SBL500 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 133											
0.26						Точильная поверхность 22, 23, 25, 26, 29, 31, 37 в размер $\phi 165_{-0,16}$ , $\phi 145,4_{-0,16}$ , $61,2^{+0,19}$ , $54,7^{+0,12}$ , $41^{+0,1}$ , $15 \times 4,5$ .											
0.27																	
T.28						396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный специальный GC3205; 392190											
T.29						Резец токарный расточной DCMT 07 02 08-KM "Sandvik" GC3205; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II											
T.30						ГОСТ 166-89; 393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.											
31																	
A.32						XX XX XX 020 4110 Токарная											
B.33						381101 Обработывающий центр SBL500 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 134											
0.34						Точильная поверхность 1, 2, 3, 5, 14, 15, 16 в размер $\phi 155,24^{+0,16}$ , $\phi 76,44_{-0,12}$ , $\phi 61,56_{-0,19}$ , $\phi 149,4_{-0,63}$ .											
0.35						$60,4^{+0,12}$ , $37,9^{+0,1}$ , $4,7^{+0,12}$ , $0,4 \times 4,5$ .											
T.36						396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец контурный DNMG 15 06 16-KR "Sandvik"											
T.37						GC3205; 392190 Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" GC3205; 392190 Резец токарный											
T.38						канавочный N12312-0500-0002-СМ "Sandvik" GC3215; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89;											
T.39						393450 Нутромер НМ-200 ГОСТ10-88.											
40																	
A.41						XX XX XX 025 4120 Сверлильная											
МК																	



А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б												
Код, наименование оборудования												
Т 65	"Sandvik" GS1640; 393610 Шаблон.											
66												
А 67	XX XX XX 040 4110 Токарная											
Б 68	381101 Обрабатывающий центр SBL500 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 101											
0 69	Точить поверхность 23, 26, 31 в размер $\phi 145^{+0,04}$ , $599^{+0,12}$ , $397^{+0,1}$											
Т 70	396190 Патрон мембранный; 392190 Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" CB7050; 393121											
Т 71	Скода рычажная CP ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер HM-100 ГОСТ10-88.											
72												
А 73	XX XX XX 045 4110 Токарная											
Б 74	381101 Обрабатывающий центр SBL500 3 18217 422 1P 1 1 1200 1 102											
0 75	Точить поверхность 1, 3, 5, 15, 41 в размер $\phi 155^{+0,045}$ , $\phi 77^{+0,03}$ , $\phi 62,04^{+0,09}$ , $595^{+0,12}$ , $32^{+0,1}$											
Т 76	396190 Патрон мембранный; 392190 Резец расточной DNMG 15 06 16-KR "Sandvik" CB7050; 392190											
Т 77	Резец контурный DNMX 15 06 12-WF "Sandvik" CB7050; 393121 Скода рычажная CP ГОСТ 11098-75;											
Т 78	393450 Нутромер HM-100 ГОСТ10-88.											
79												
А 80	XX XX XX 050 4192 Хонинговальная											
Б 81	381836 Хонинговальный SET 150E 3 18873 312 1P 1 1 1200 1 14											
0 82	Хонинговать поверхность 5 в размер $\phi 62^{+0,19}$											
Т 83	396190 Патрон мембранный; 397717 Хон 63C52K; 393450 Нутромер HM-100 ГОСТ10-88.											
84												
А 85	XX XX XX 055 Моечная											
86												
А 87	XX XX XX 060 Контрольная.											
МК												

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты









