

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕ-  
ДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса конического  
редуктора

|              |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| Студент      | <u>П.Г. Кныш</u><br>(И.О. Фамилия)   | (личная подпись) |
| Руководитель | <u>к.т.н., доцент Д.А.Расторгуев</u><br>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) |                  |
| Консультанты | <u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u><br>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)           |                  |
|              | <u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u><br>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)   |                  |

Тольятти 2020

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы «Технологический процесс изготовления корпуса конического редуктора».

Выпускная квалификационная работа содержит 56 страниц пояснительной записки, 19 таблиц, 20 источников, 12 приложений и 13 чертежей

В данной работе описано проектирование технологии изготовления сложной и ответственной детали в единичном производстве с использованием современного автоматизированного оборудования и методов обработки, технологичной оснастки и мерительного инструмента.

Спроектированы методы защиты рабочих и окружающей среды от вредных факторов производства.

Разработаны изменения технологического процесса и проведен сравнительный анализ экономической эффективности внедрений в технологический процесс изготовления изделия. При разработке вышеперечисленного использовалась различная литература, документация и различные источники информации.

Ключевые слова: растачивание, фрезерование, литье, сверление.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 5  |
| 1 Анализ исходных данных.....   | 7  |
| 1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали.....                                   | 7  |
| 1.2 Анализ материала детали .....   | 7  |
| 1.3 Систематизация поверхностей детали .....  | 8  |
| 1.4 Анализ технологичности конструкции детали .....   | 11 |
| 1.5 Определение типа производства, его характеристика .....                                     | 12 |
| 2 Технологическая часть работы .....  | 13 |
| 2.1 Выбор и проектирование исходной заготовки.....  | 13 |
| 2.2 Выбор методов обработки поверхностей .....  | 15 |
| 2.3 Разработка технологического маршрута и плана изготовления детали. 15                        |    |
| 2.4 Выбор технологической оснастки.....   | 17 |
| 2.5 Разработка технологических операций .....   | 20 |
| 3 Проектирование специальных средств оснащения .....  | 25 |
| 3.1. Проектирование приспособления .....  | 25 |
| 3.1.1 Сбор данных .....   | 25 |
| 3.1.2 Расчет сил резания.....   | 25 |
| 3.1.3 Расчет усилия зажима.....   | 25 |
| 3.1.4 Расчет силового привода.....  | 27 |
| 3.1.5 Расчет приспособления на точность .....   | 28 |
| 3.1.6 Описание конструкции приспособления.....  | 28 |
| 3.2 Разработка компоновки контрольного приспособления .....                                     | 29 |
| 3.3 Проектирование и расчет регулируемой двурезцовой черновой расточной головки .....           | 30 |
| 4 Безопасность и экологичность работы.....  | 32 |
| 4.1 Идентификация профессиональных рисков.....  | 32 |
| 4.2 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта ..... | 33 |
| 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков 33                           |    |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта ..... | 35 |
| 5 Экономическая эффективность работы .....   | 37 |
| Заключение .....   | 40 |
| Список используемой литературы .....   | 42 |
| Приложения .....   | 45 |
| Приложение А. Маршрутная карта .....   | 45 |
| Приложение Б. Операционная карта .....   | 49 |
| Приложение В. Карта эскизов .....  | 50 |
| Приложение Г. Спецификация .....   | 53 |

## Введение

Изготовление корпусных деталей это трудоёмкий ступенчатый процесс, отличающийся сложными режимами обработки, базированием и высокой точностью.

Внедрением в технологический процесс автоматизированных станков с ЧПУ возможно уменьшить кол-во операций и кол-во станков в целом, уменьшить потребность в оснастке, также уменьшить кол-во брака, повысив точность обработки.

В условиях обработки сложной корпусной детали, станки с ЧПУ со специальной технологической оснасткой наиболее эффективны, т.к. возможно перемещение рабочих органов станка по нескольким осям одновременно.

Техпроцесс механической обработки деталей на станках с ЧПУ в целом проще, чем на станках с ручным управлением, за исключением попереходного техпроцесса и УП.

Цель исследования: Получить практический опыт в разработке мерительного приспособления, наладочного приспособления, режущего инструмента и разработке технологического процесса изготовления корпуса конического редуктора, используя рациональные способы выбора заготовки.

Объект исследования: процесс разработки технологического процесса изготовления.

Предмет исследования: Корпус конического редуктора.

Задачи исследования:

- проектирование исходной заготовки;
- разработки технологического маршрута и плана изготовления детали;
- выбор технологической оснастки;
- проектирование режущего инструмента;
- проектирование мерительного приспособления;
- проектирование наладочного приспособления;
- расчет экономической эффективности;

- выполнение графической части выпускной квалификационной работы.

Теоретическая и практическая значимость: Использование высокотехнологичного оборудования в изготовлении корпуса конического редуктора повышает качество детали и обеспечивает повышение производительности.

Методы исследования: теоретический (расчетно-аналитический).

Структура работы соответствует логике исследования и включает в себя введение, расчетную часть, экономическая часть, конструкторскую часть, заключение, библиографический список, приложения.

# 1 Анализ исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Представленная деталь «Корпус» является базовой частью конического редуктора, который служит для защиты их от загрязнения, организации системы смазки, ориентации узлов редуктора: конического вала шестерни и вал в сборе с подшипниками и запрессованным на него зубчатым колесом.

Редуктор предназначен для передачи мощности двигателя к остальным рабочим механизмам. В нашем случае редуктор с конической передачей, чье преимущество состоит в том, что при определенной частоте вращения, достигается наибольший крутящий момент.

## 1.2 Анализ материала детали

Деталь – Корпус конического редуктора

Годовая программа выпуска - 100 шт

Масса – Крышка корпуса 13,4 кг; Основание корпуса 12,8 кг.

При литье изделий наиболее широко применяется серый чугун, за счет высокой прочности на сжатие, что очень важно при литье данного корпуса [13].

Данные механических и химических свойств серого чугуна указаны ниже в виде диаграммы (рисунок 1).

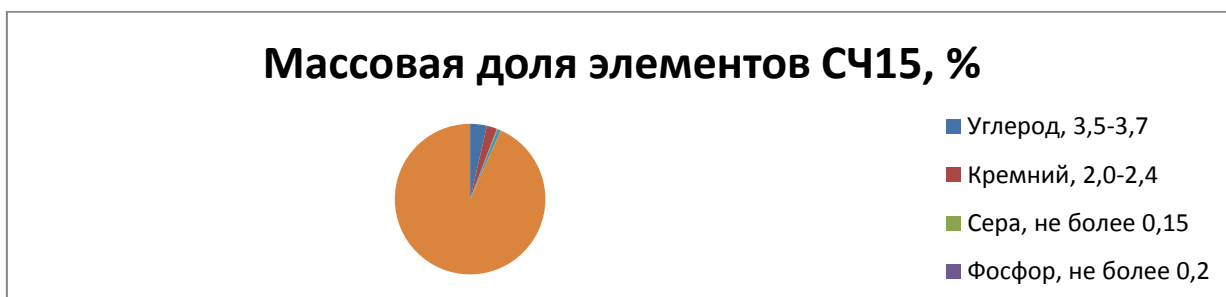


Рисунок 1 – Диаграмма химических свойств СЧ15

Предел прочности СЧ15 - 180 МПа;

Твердость по Бринеллю - 224НВ.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

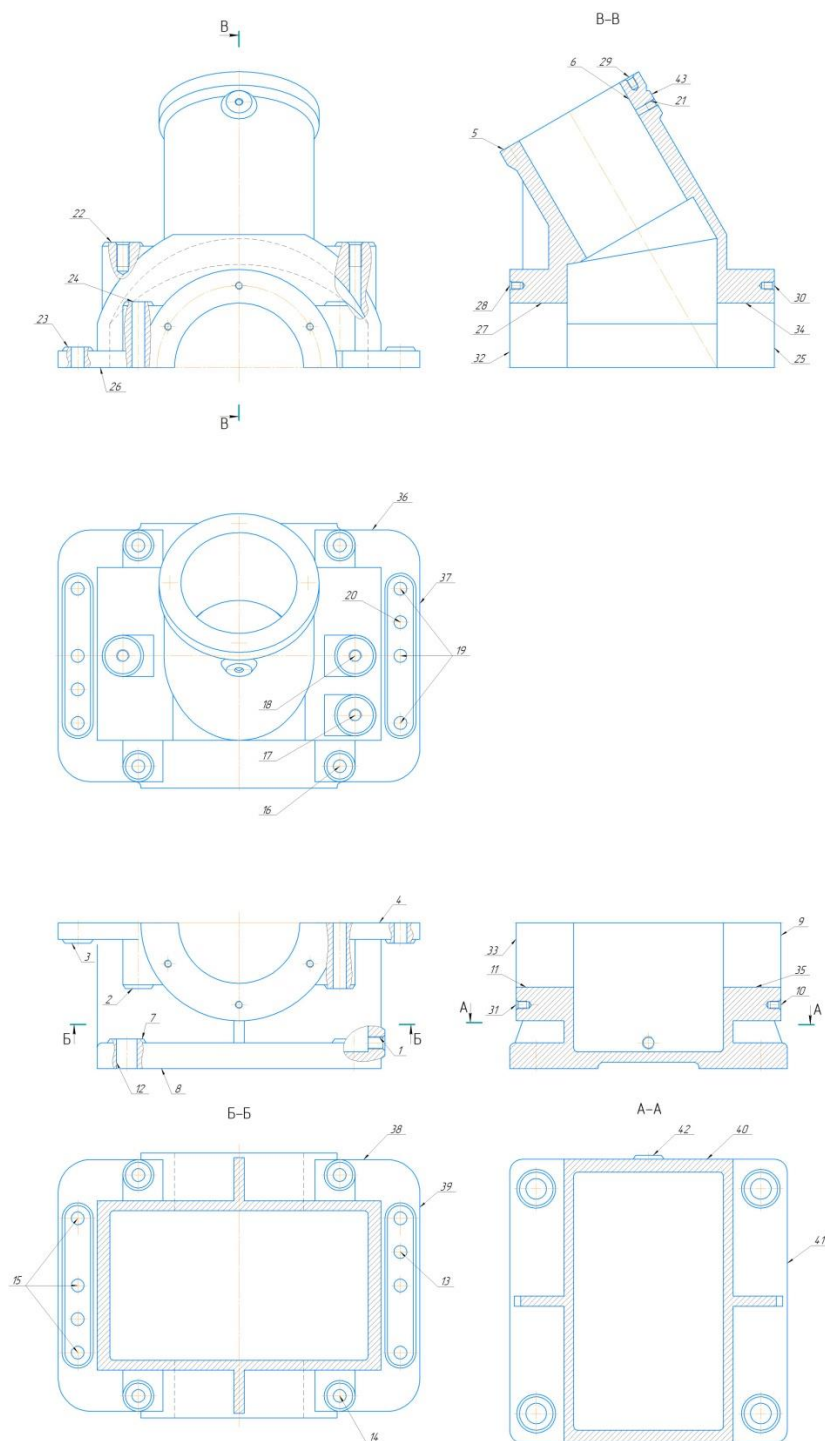


Рисунок 2 – Технологический эскиз детали «Корпус конического редуктора»



В таблице 1 проанализированы базы детали, которые указаны на рисунке 2.

Таблица 1 – Классификация поверхностей детали по функциональному назначению

| № поверхности | Вид поверхности | Тип поверхности | Размеры, мм | IT | Допуски, мм | Отклонения формы расположения | Допуски форм расположения | Ra, мкм |
|---------------|-----------------|-----------------|-------------|----|-------------|-------------------------------|---------------------------|---------|
| 1             | 2               | 3               | 4           | 5  | 6           | 7                             | 8                         | 9       |
| 1             | ВКБ             | Р               | 10          | 8  | 0,132       | -                             | -                         | 6,3     |
| 2             | ВКБ             | П               | 20          | 12 | 0,13        | -                             | -                         | 6,3     |
| 3             | ВКБ             | П               | 20          | 12 | 0,13        | -                             | -                         | 6,3     |
| 4             | ОКБ             | П               | 280         | 12 | 0,3         | ◎<br>▽                        | 0,02<br>0,012             | 2,5     |
| 5             | ВКБ             | П               | 124         | 12 | 0,25        | -                             | -                         | 2,5     |
| 6             | ИП              | ЦВ              | 90          | 7  | 0,035       | ◎<br>↔                        | 0,02<br>0,2               | 1,25    |
| 7             | ВКБ             | П               | 26          | 12 | 0,13        | -                             | -                         | 6,3     |
| 8             | ОКБ             | П               | 220         | 12 | 0,29        | ▽                             | 0,012                     | 3,2     |
| 9             | ВКБ             | П               | 152         | 12 | 0,25        | √                             | 0,02                      | 2,5     |
| 10            | ВКБ             | Р               | 6           | 8  | 0,118       | ∨                             | 0,4                       | 3,2     |
| 11            | ИП              | ЦВ              | 100         | 7  | 0,035       | ◎<br>┘                        | 0,012<br>0,04             | 1,25    |
| 12            | ОКБ             | ЦВ              | 16          | 7  | 0,02        | -                             | -                         | 1,25    |
| 13            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 7  | 0,015       | -                             | -                         | 0,63    |
| 14            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 12 | 0,09        | -                             | -                         | 6,3     |
| 15            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 12 | 0,09        | -                             | -                         | 6,3     |
| 16            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 12 | 0,09        | -                             | -                         | 6,3     |
| 17            | ВКБ             | Р               | 10          | 8  | 0,132       | -                             | -                         | 3,2     |
| 18            | ВКБ             | Р               | 10          | 8  | 0,132       | -                             | -                         | 3,2     |
| 19            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 12 | 0,09        | -                             | -                         | 6,3     |
| 20            | ВКБ             | ЦВ              | 10          | 7  | 0,015       | -                             | -                         | 0,63    |
| 21            | ВКБ             | Р               | 6           | 8  | 0,118       | -                             | -                         | 3,2     |

Продолжение таблицы 1

| 1  | 2   | 3  | 4   | 5  | 6     | 7      | 8             | 9    |
|----|-----|----|-----|----|-------|--------|---------------|------|
| 22 | ВКБ | П  | 28  | 12 | 0,13  | П      | 0,02          | 6,3  |
| 23 | ВКБ | П  | 20  | 12 | 0,13  | П      | 0,02          | 6,3  |
| 24 | ОКБ | П  | 20  | 12 | 0,13  | П      | 0,02          | 6,3  |
| 25 | ВКБ | П  | 152 | 12 | 0,25  | √      | 0,02          | 2,5  |
| 26 | ОКБ | П  | 280 | 12 | 0,3   | -      | 0,012         | 2,5  |
| 27 | ИП  | ЦВ | 100 | 7  | 0,035 | ©<br>┘ | 0,012<br>0,04 | 1,25 |
| 28 | ВКБ | Р  | 6   | 8  | 0,118 | √      | 0,1           | 3,2  |
| 29 | ВКБ | Р  | 6   | 8  | 0,118 | √      | 0,1           | 3,2  |
| 30 | ВКБ | Р  | 6   | 8  | 0,118 | √      | 0,1           | 3,2  |
| 31 | ВКБ | Р  | 6   | 8  | 0,118 | √      | 0,1           | 3,2  |
| 32 | ВКБ | П  | 152 | 12 | 0,25  | √      | 0,02          | 2,5  |
| 33 | ВКБ | П  | 152 | 12 | 0,25  | √      | 0,02          | 2,5  |
| 34 | ИП  | ЦВ | 100 | 7  | 0,035 | ©<br>┘ | 0,012<br>0,04 | 1,25 |
| 35 | ИП  | ЦВ | 100 | 7  | 0,035 | ©<br>┘ | 0,012<br>0,04 | 1,25 |
| 36 | СП  | П  | 280 | 16 | 0,3   | -      | -             | 40   |
| 37 | ВКБ | П  | 205 | 16 | 0,29  | -      | -             | 40   |
| 38 | СП  | П  | 280 | 16 | 0,3   | -      | -             | 40   |
| 39 | ВКБ | П  | 205 | 16 | 0,29  | -      | -             | 40   |
| 40 | СП  | П  | 215 | 16 | 0,29  | -      | -             | 40   |
| 41 | СП  | П  | 220 | 16 | 0,29  | -      | -             | 40   |
| 42 | ВКБ | П  | 20  | 12 | 0,13  | -      | -             | 6,3  |
| 43 | ВКБ | П  | 20  | 12 | 0,13  | -      | -             | 6,3  |

Примечание — в таблице использованы следующие обозначения:

ОКБ – основные конструкторские базы;

ВКБ – вспомогательные конструкторские базы;

ИП – исполнительные поверхности;

СП– свободные поверхности;

Р – резьба;

ЦВ – цилиндрическая внутренняя;

## Продолжение таблицы 1

|                                |
|--------------------------------|
| П – плоская;                   |
| ◎ – допуск цилиндричности;     |
| ∇ – допуск плоскостности;      |
| ↔ – допуск пересечения осей;   |
| √ – допуск перпендикулярности; |
| ∨ – позиционный допуск;        |
| ⊥ – допуск соосности;          |
| ∥ – допуск параллельности.     |

### 1.4 Анализ технологичности конструкции детали

Материалом корпуса был выбран серый чугун – СЧ 15 ГОСТ 1412-85. Он обладает хорошими литейными свойствами и хорошо обрабатывается [10].

Заготовки корпусов коробчатой формы чаще всего получают под давлением литья [18].

На базовом чертеже отсутствовали плоскости для крепежных деталей под масло и болтовых соединений. Было принято решение их добавить т.к. отливка заготовки имеет 3 класс точности.

Все шероховатости и качества на поверхностях детали соответствуют служебному назначению. Также есть некоторые погрешности и смещения.

Присутствуют все опорные базы, у которых шероховатость и точность соблюдены. Совпали технологические и измерительные базы.

Свободные поверхности перед обработкой грунтуются и красятся, чтобы исключить попадания в поверхностный слой стружки. Все конструктивные элементы стандартизированы и унифицированы.

Большая часть размеров проверяется калибрами, штангенрейсмасом и штангенциркулем. Некоторые отклонения измеряются специальным приспособлением.

## 1.5 Определение типа производства, его характеристика

Далее нужно выбрать тип производства и выбрать объем партии запуска.

При годовом выпуске деталей в кол-ве 100 шт и массе детали 26,2 кг, более подходящим типом производства является единичное производство[17].

Определяем объем партии запуска для единичного производства по формуле:

$$n = \frac{N_r \times a}{247}, \quad (1)$$

где  $N_r$  – годовой объем выпуска изделий;

$a$  – периодичность запуска в днях (возьмем 24 дня);

247 – количество рабочих дней в 2020 году.

$$n = \frac{100 \times 24}{247} = 9,7 = 10 \text{ деталей.}$$

## 1.6 Вывод по разделу «Анализ исходных данных»

В данном разделе мы выяснили служебное назначение детали «Корпус конического редуктора».

Были проанализированы и классифицированы все поверхности детали и составлен технологический эскиз.

Также была проанализирована технологичность конструкции детали, определен тип производства (единичное) и высчитана серия запуска (10 шт).

## 2. Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор и проектирование исходной заготовки

Цель раздела состоит в разработке оптимальной конструкции исходной заготовки детали.

Согласно технологическим и физическим свойствам СЧ15, более целесообразно будет в качестве заготовки выбрать литье.

С учетом маленького годового выпуска деталей (100 шт) целесообразно выбрать ручная формовка в крупных опоках, т.к. для оболочковой формы деталь имеет слишком сложную конфигурацию, а литье в кокиль и литье под давлением нецелесообразно применять в единичном производстве[15].

Далее определим припуски, качества и отклонения по ГОСТ 1855-55. Допустимое отклонение размеров 3, класс точности масс 8, класс точности 11, толщина стенок от 6 до 8 мм, допускаемое отклонение по массе 8%, припуски на механическую обработку 3 класса, качество размеров отливки IT16, степень коробления 4, степень точности 16, минимальный литейный припуск 0,8мм. Далее по методу Кована В.М.[4] проведем расчет припусков на отверстие  $d100h7$  и результаты расчетов оформим на рисунке 3 и в таблице 2.

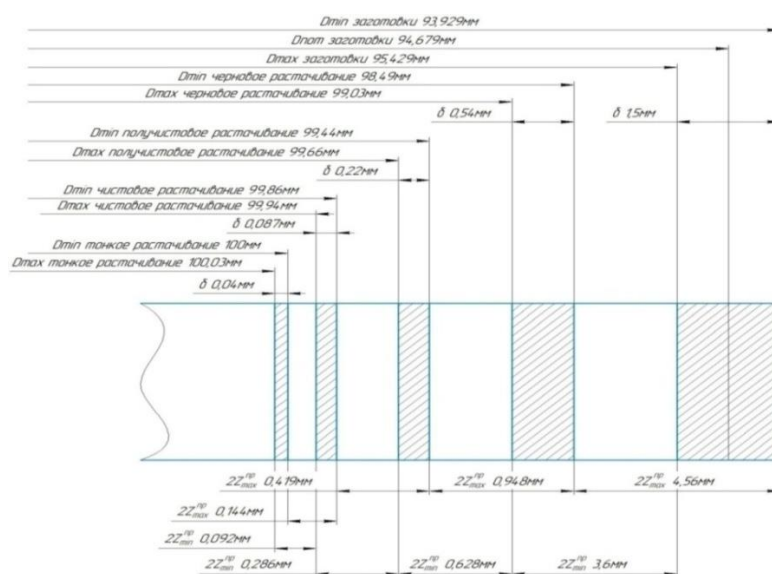


Рисунок 3 Схема припусков на отверстие 100h7.

Таблица 2 - Значения расчетных припусков отверстия 100h7( 0,035)

| Обработка отверстия       | Квалитет по переходам | Допуск по переходам, мм | Слагаемые припуска, мкм |     |      |                     | Припуски, мм    |                 | Размеры, мм |           |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----|------|---------------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------|
|                           |                       |                         | T                       | Rz  | p    | $\epsilon_{\gamma}$ | $2z_{min}^{np}$ | $2z_{max}^{np}$ | $D_{min}$   | $D_{max}$ |
| Литьё (заготовка)         | 16                    | 1,5                     | 400                     | 320 | 1072 | -                   | -               | -               | 93,929      | 95,429    |
| Растачивание черновое     | 13                    | 0,54                    | -                       | 250 | 64   | 146                 | 3,6             | 4,56            | 98,489      | 99,029    |
| Растачивание получистовое | 11                    | 0,22                    | -                       | 100 | 43   | 7                   | 0,628           | 0,948           | 99,437      | 99,657    |
| Растачивание чистовое     | 9                     | 0,087                   | -                       | 25  | 21   | 5                   | 0,286           | 0,419           | 99,856      | 99,943    |
| Растачивание тонкое       | 7                     | 0,035                   | -                       | 5   | 11   | -                   | 0,092           | 0,144           | 100         | 100,035   |
| Общие припуска            |                       |                         |                         |     |      |                     | 4,407           | 6,071           |             |           |

Исходя из расчетов припусков, масса крышки корпуса равна 20,5 кг, а основания корпуса равна 19,9 кг.

Проведем расчет коэффициента использования материала[17]:

$$K_m = \frac{M_d}{M_z}, \quad (2)$$

где  $M_d$ – масса детали, кг;

$M_z$ – масса заготовки, кг.

$$K_m = \frac{26,2}{40,4} = 0,65.$$

Данное значение коэффициента использования материала в единичном производстве является приемлемым.

На чертеже стоит указать дополнительные требования к заготовке, а именно, неуказанные литейные радиусы - R3мм, сдвиг дефекта формы не бо-

лее 1 мм, 4 ряд припусков по ГОСТ 26645-85 и уклоны на внутренние поверхности 4-7 мм и на внутренние не 3-5 мм [6].

## 2.2. Выбор методов обработки поверхностей

Далее назначаем технологические переходы[7]. Переходы указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Технические требования и виды поверхностей

| № поверхности                     | Маршрут обработки (получаемый квалитет)  |
|-----------------------------------|--|
| 1, 10, 17, 18, 21, 28, 29, 30, 31 | Сверление(12) +Зенкование(10) +Резьбонарезание(8)  |
| 2, 3, 7, 22, 23, 24, 42, 43       | Фрезерование черновое(12)  |
| 4, 5, 8, 9, 25, 26, 32, 33        | Фрезерование черновое(12) + Фрезерование чистовое(9)   |
| 6, 11, 27, 34, 35                 | Растачивание черновое(13)+ Растачивание получистовое(11)+ Растачивание чистовое(9)+ Растачивание тонкое(7) |
| 12, 13, 20                        | Сверление(12) + Зенкерование(10)+ Развертывание(7) +Зенкование(10)   |
| 14, 15, 16, 19                    | Сверление(12) +Зенкование(10)  |
| 36, 37, 38, 39, 40, 41            | Свободные поверхности(16)  |

## 2.3 Разработка технологического маршрута и плана изготовления детали

Определяем способ и вид окончательной обработки поверхностей детали[2]. Определяем наименее трудоемкий технологический маршрут. Маршрут обработки поверхностей указан в таблице 4. Маршрутная карта приведена в приложении А.

Таблица 4 – Маршрут обработки поверхностей

| №  | Метод обработки                                | № операции | Наименование операции |
|----|--|------------|-----------------------|
| 1  | 2  | 3          | 4                     |
| 1  | Отливка  | 000        | Заготовительная       |
| 2  | Фрезерование черновое поверхность 26           | 005        | Многооперационная     |
| 3  | Фрезерование чистовое поверхность 26           |            |                       |
| 4  | Сверление поверхностей 16,19                   |            |                       |
| 5  | Зенкование поверхностей 16,19                  |            |                       |
| 6  | Фрезерование черновое поверхностей 22,23,24,43 | 10         | Фрезерная             |
| 7  | Фрезерование черновое поверхность 8            | 015        | Многооперационная     |
| 8  | Фрезерование чистовое поверхность 8            |            |                       |
| 9  | Фрезерование черновое поверхностей 2,3,7,42    |            |                       |
| 10 | Сверление поверхность 12                       |            |                       |
| 11 | Зенкерование поверхность 12                    |            |                       |
| 12 | Развертывание поверхность 12                   |            |                       |
| 13 | Зенкование поверхность 12                      | 020        | Многооперационная     |
| 14 | Фрезерование черновое поверхность. 4           |            |                       |
| 15 | Фрезерование чистовое поверхность 4            |            |                       |
| 16 | Сверление поверхностей 14,15                   | 025        | Сборочная             |
| 17 | Сборка   |            |                       |
| 18 | Сверление поверхностей 13,20                   |            |                       |
| 19 | Зенкерование поверхностей 13,20                |            |                       |
| 20 | Развертывание поверхностей 13,20               |            |                       |
| 21 | Штифтование                                    | 030        | Многооперационная     |
| 22 | Фрезерование черновое поверхностей 32,33       |            |                       |
| 23 | Фрезерование чистовое поверхностей 32,33       |            |                       |
| 24 | Фрезерование черновое поверхностей 9,25        |            |                       |
| 25 | Фрезерование чистовое поверхностей 9,25        |            |                       |



Продолжение таблицы 4

| 1  | 2  | 3   | 4                 |
|----|--|-----|-------------------|
| 26 | Фрезерование черновое поверхность 5                | 030 | Многооперационная |
| 27 | Фрезерование чистовое поверхность 5                |     |                   |
| 28 | Сверление поверхностей 17,18,1                     |     |                   |
| 29 | Сверление поверхностей 10,28,30,31,21,29           |     |                   |
| 30 | Зенкование поверхностей 17,18,1,10,28,30,31,21,29  |     |                   |
| 31 | Нарезание резьбы 17,18,1                           |     |                   |
| 32 | Нарезание резьбы 10,28,30,31,21,29                 |     |                   |
| 33 | Растачивание черновое поверхностей 27,11,34,35     |     |                   |
| 34 | Растачивание получистовое поверхностей 27,11,34,35 |     |                   |
| 35 | Растачивание чистовое поверхностей 27,11,34,35     |     |                   |
| 36 | Растачивание тонкое поверхностей 27,11,34,35       |     |                   |
| 37 | Растачивание черновое поверхности б                |     |                   |
| 38 | Растачивание получистовое поверхности б            |     |                   |
| 39 | Растачивание чистовое поверхности б                |     |                   |
| 40 | Растачивание тонкое поверхности б                  |     |                   |
| 41 | Мойка  | 035 | Моечная           |
| 42 | Контроль   | 040 | Контрольная       |

## 2.4 Выбор технологической оснастки

Под технологической оснасткой понимают станочные приспособления режущий и мерительный инструмент [8], [12], [16], [19].

Операция: 005

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ

Станочное приспособление: Патрон самоцентрирующийся трехкулачковый ГОСТ 2675-80

Режущий инструмент: Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин d125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85; Сверло d10, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Зенковка ц/к D20x116 ГОСТ 14953-80.

Контрольное приспособление: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенрейсмас ТУ ШР-250.0.05 ГОСТ 164-90.

Операция: 010

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ

Станочное приспособление: Тиски станочные винтовые самоцентрирующиеся

ГОСТ 21168-75.

Режущий инструмент: Фреза концевая d10x50x135 ц/х, P6M5 ГОСТ 17025-71.

Контрольное приспособление: Штангенрейсмас ТУ ШР-250.0.05 ГОСТ 164-90.

Операция: 015

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ

Станочное приспособление: Тиски станочные винтовые самоцентрирующиеся ГОСТ 21168-75

Режущий инструмент: Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин d125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85; Сверло d15, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Зенковка ц/к d20x116 ГОСТ 14953-80; Фреза концевая d10x50x135 ц/х, P6M5 ГОСТ 17025-71; Зенкер цельный d15,5 ц/х, BK8 ГОСТ 21543-76; Развёртка машинная d16 ц/х, BK8 ГОСТ 16087-70

Контрольное приспособление: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенрейсмас ТУ ШР-250.0.05 ГОСТ 164-90; Калибр-пробка ПР/НЕ ГОСТ 14810-69.

Операция: 020

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500  
с ЧПУ

Станочное приспособление: Наладочное приспособление

Режущий инструмент: Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин D125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85; Сверло D10, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Зенковка ц/к D20x116 ГОСТ 14953-80.

Контрольное приспособление: Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89; Штангенрейсмас ТУ ШР-250.0.05 ГОСТ 164-90.

Операция: 025

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500  
с ЧПУ

Станочное приспособление: Наладочное приспособление

Режущий инструмент: Сверло D9, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Зенковка ц/к D20x116 ГОСТ 14953-80; Зенкер цельный D 9,5 ц/х, BK8 ГОСТ 21543-76; Развёртка машинная D10 ц/х, BK8 ГОСТ 16087-70; Зенковка ц/к D20x116 ГОСТ 14953-80.

Контрольное приспособление: Калибр-пробка ПР/НЕ ГОСТ 14810-69.

Операция: 030

Оборудование: 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500  
с ЧПУ

Станочное приспособление: Наладочное приспособление

Режущий инструмент: Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин D125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85; Сверло D8.5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Сверло D5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Метчик M10x1.5 ГОСТ 3449-81; Метчик M6x0.8 ГОСТ 3449-81; Черновая двурезцовая расточная система D80-110, RBH068-100LA-C, BK8, ГОСТ 23022-78; Чистовая расточная головка D80-110, CBH068 TP08, BK8, ГОСТ 22393-77.

Контрольное приспособление: Угломер с нониусом 0-320 2 универсальный ГОСТ 868-82; Калибр-пробка М 6,0x0,5 7G ПР-НЕ ГОСТ

17758-72; Калибр-пробка М 10.0x1,5 7G ПР-НЕ ГОСТ 17758-72; Нутромер НИ 50-100 GRIFF ГОСТ 868-82; Мерительное приспособление.

## 2.5 Разработка технологических операций

В таблицах 5 и 6 продемонстрированы рассчитанные данные о режимах обработки корпуса на 030 операции [1].

При расчетах использовалась регулируемая двухрезцовая черновая расточная головка RBH068-100LA-C [9].

Вместо расточного станка использовался 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ, благодаря которому отверстия D100 и D90 можно обработать за одну операцию, а не две.

В таблице 6 даются сведения о силе резания и мощности переходов. В таблице 7 приведены нормы времени, в приложении Б приведена операционная карта.

Таблица 5- Режимы обработки на 030 операции

| Последовательность переходов             | Глубина резания, мм | Подача на оборот $S_o$ , мм/об | Подача в минуту $S_m$ , мм/мин | Частота вращения $n$ , об/мин | Скорость резания $V$ , м/мин | Длина резания $L$ , мм | Ширина резания $B$ , мм |
|--|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                   | 3                              | 4                              | 5                             | 6                            | 7                      | 8                       |
| Фрезерование черновое поверхностей 32,33 | 5,5                 | 2                              | 713                            | 357                           | 140                          | 367                    | 26                      |
| Фрезерование чистовое поверхностей 32,33 | 0,5                 | 1,2                            | 978                            | 815                           | 320                          | 367                    | 26                      |
| Фрезерование черновое поверхностей 9,25  | 5,5                 | 2                              | 713                            | 357                           | 140                          | 367                    | 26                      |
| Фрезерование чистовое поверхностей 9,25  | 0,5                 | 1,2                            | 978                            | 815                           | 320                          | 367                    | 26                      |
| Фрезерование черновое поверхность 5      | 5,5                 | 2                              | 713                            | 357                           | 140                          | 283                    | 15                      |

Продолжение таблицы 5

| 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   | 7   | 8  |
|--|------|------|------|------|-----|-----|----|
| Фрезерование чистовое поверхность 5                | 0,5  | 1,2  | 978  | 815  | 320 | 283 | 15 |
| Сверление поверхностей 17,18,1                     | -    | 0,38 | 1423 | 3745 | 100 | 168 | -  |
| Сверление поверхностей 10,28,30,31,21,29           | -    | 0,27 | 1719 | 6366 | 100 | 558 | -  |
| Зенкование поверхностей 17,18,1,10,28,30,31,21,29  | -    | 0,5  | 2026 | 4051 | 140 | 315 | -  |
| Нарезание резьбы 17,18, 1                          | -    | 1,5  | 764  | 509  | 16  | 200 | -  |
| Нарезание резьбы 10,28,30,31,21,29                 | -    | 1    | 849  | 849  | 16  | 476 | -  |
| Растачивание черновое поверхностей 27,11,34,35     | 2,4  | 0,3  | 173  | 575  | 180 | 190 | -  |
| Растачивание получистовое поверхностей 27,11,34,35 | 0,4  |      |      |      |     |     |    |
| Растачивание чистовое поверхностей 27,11,34,35     | 0,2  | 0,2  | 140  | 701  | 220 | 190 | -  |
| Растачивание тонкое поверхностей 27,11,34,35       | 0,05 | 0,1  | 76   | 764  | 240 | 190 | -  |
| Растачивание черновое поверхности б                | 2,4  | 0,3  | 192  | 639  | 180 | 222 | -  |
| Растачивание получистовое поверхности б            | 0,4  |      |      |      |     |     |    |
| Растачивание чистовое поверхности б                | 0,2  | 0,2  | 156  | 779  | 220 | 222 | -  |
| Растачивание тонкое поверхности б                  | 0,05 | 0,1  | 85   | 849  | 240 | 222 | -  |

Таблица 6 - Силы резания и мощность для 030 операции

| Последовательность переходов                       | Сила касательная, Н | Сила осевая, Н | Сила радиальная, Н | Стойкость инструмента, мин | Мощность резания, кВт |
|--|---------------------|----------------|--------------------|----------------------------|-----------------------|
| Фрезерование черновое поверхностей 32,33           | 1775                | 443,75         | 887,5              | 180                        | 2,69                  |
| Фрезерование чистовое поверхностей 32,33           | 110                 | 27,5           | 55                 |                            | 0,39                  |
| Фрезерование черновое поверхностей 9,25            | 1775                | 443,75         | 887,5              | 180                        | 2,69                  |
| Фрезерование чистовое поверхностей 9,25            | 110                 | 27,5           | 55                 |                            | 0,39                  |
| Фрезерование черновое поверхность 5                | 1775                | 443,75         | 887,5              |                            | 1,67                  |
| Фрезерование чистовое поверхность 5                | 110                 | 27,5           | 55                 |                            | 0,24                  |
| Сверление поверхностей 17,18,1                     | 858                 | 214,5          | 429                | 60                         | 2,23                  |
| Сверление поверхностей 10,28,30,31,21,29           | 505                 | 126,25         | 252,5              |                            | 1,03                  |
| Зенкование поверхностей 17,18,1,10,28,30,31,21,29  | 908,8               | 227,2          | 454,4              |                            | 1,26                  |
| Нарезание резьбы 17,18, 1                          | 24,64               | 6,16           | 12,32              | 200                        | 0,51                  |
| Нарезание резьбы 10,28,30,31,21,29                 | 55,44               | 13,86          | 27,72              |                            | 0,28                  |
| Растачивание черновое поверхностей 27,11,34,35     | 1176                | 294            | 588                | 60                         | 2,74                  |
| Растачивание получистовое поверхностей 27,11,34,35 |                     |                |                    |                            |                       |
| Растачивание чистовое поверхностей 27,11,34,35     | 35                  | 8,75           | 17,5               |                            | 0,11                  |
| Растачивание тонкое поверхностей 27,11,34,35       | 10,5                | 2,625          | 5,25               |                            | 0,05                  |
| Растачивание черновое поверхности б                | 1176                | 294            | 588                |                            | 2,74                  |
| Растачивание получистовое поверхности б            |                     |                |                    |                            |                       |
| Растачивание чистовое поверхности б                | 35                  | 8,75           | 17,5               |                            | 0,11                  |
| Растачивание тонкое поверхности б                  | 10,5                | 2,625          | 5,25               |                            | 0,05                  |

Таблица 7- Нормирование 030 операции[9]

| Последовательность переходов                       | Основное время, мин | Вспомогательное время, мин | Время отдыха, мин | Время обслуживания, мин |
|--|---------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------|
| Фрезерование черновое поверхностей 32,33           | 0,56                | 16,27                      | 1,208             | 0,46                    |
| Фрезерование чистовое поверхностей 32,33           | 0,41                |                            |                   |                         |
| Фрезерование черновое поверхностей 9,25            | 0,56                |                            |                   |                         |
| Фрезерование чистовое поверхностей 9,25            | 0,41                |                            |                   |                         |
| Фрезерование черновое поверхность 5                | 0,485               |                            |                   |                         |
| Фрезерование чистовое поверхность 5                | 0,35                |                            |                   |                         |
| Сверление поверхностей 17,18,1                     | 0,187               |                            |                   |                         |
| Сверление поверхностей 10,28,30,31,21,29           | 0,227               |                            |                   |                         |
| Зенкование поверхностей 17,18,1,10,28,30,31,21,29  | 0,156               |                            |                   |                         |
| Нарезание резьбы 17,18, 1                          | 0,643               |                            |                   |                         |
| Нарезание резьбы 10,28,30,31,21,29                 | 1,603               |                            |                   |                         |
| Растачивание черновое поверхностей 27,11,34,35     | 1,12                |                            |                   |                         |
| Растачивание получистовое поверхностей 27,11,34,35 |                     |                            |                   |                         |
| Растачивание чистовое поверхностей 27,11,34,35     | 1,34                |                            |                   |                         |
| Растачивание тонкое поверхностей 27,11,34,35       | 2,48                |                            |                   |                         |
| Растачивание черное поверхности б                  | 1,16                |                            |                   |                         |
| Растачивание получистовое поверхности б            |                     |                            |                   |                         |
| Растачивание чистовое поверхности б                | 1,41                |                            |                   |                         |
| Растачивание тонкое поверхности б                  | 2,7                 |                            |                   |                         |

## **2.6 Вывод по разделу «Технологическая часть работы»**

В данном разделе была выбрана и спроектирована исходная заготовка, т.е. выбран способ получения заготовки (литьё, ручная формовка в крупных опоках), проведен расчет припусков на основное отверстие, разработан маршрут обработки поверхности, назначен вид окончательной обработки поверхности детали, назначены технологические переходы, выбрана технологическая оснастка, разработаны технологические операции и были просчитаны и оформлены в виде таблиц силы резания, мощности переходов и нормы времени.



## **3 Проектирование специальных средств оснащения.**

### **3.1 Проектирование приспособления для закрепления заготовки**

#### **3.1.1 Сбор данных**

Способом получения заготовки указано литьё.

Материал заготовки – серый чугун СЧ 15  $\sigma_B=180$  МПа, HB=224;

Вид обработки – черновое растачивание;

Режущий инструмент – двухрезцовая расточная головка, расточной ре-  
зец;

Режущий элемент – твердосплавная трехгранная пластина. BK8:  $\phi=80$  ;  
 $\gamma=5$  ;  $\lambda=0$ ;

Тип приспособления – приспособление для базирования по двум паль-  
цам и ручными прижимами[8].

#### **3.1.2 Расчет сил резания**

По результатам расчетов сил чернового растачивания двурезцовой рас-  
точной головкой в таблице 8, сила касательная  $P_z$  равна 1176Н, сила ради-  
альная  $P_y$  равна 588 Н, сила осевая  $P_x$  равна 294 Н.

#### **3.1.3 Расчет усилия зажима**

В нашем случае в процессе обработки на заготовку действуют силы  
притяжения и силы резания. Далее найдем силу закрепления, которые фик-  
сируют деталь.

Была выбрана схема заготовки (рисунок 4) с вертикальным расположе-  
нием детали и дальнейший расчет будет производиться по этой схеме, т.к.  
данное положение больше всего подвержено действию сил. Карты эскизов  
приведены в приложении В.

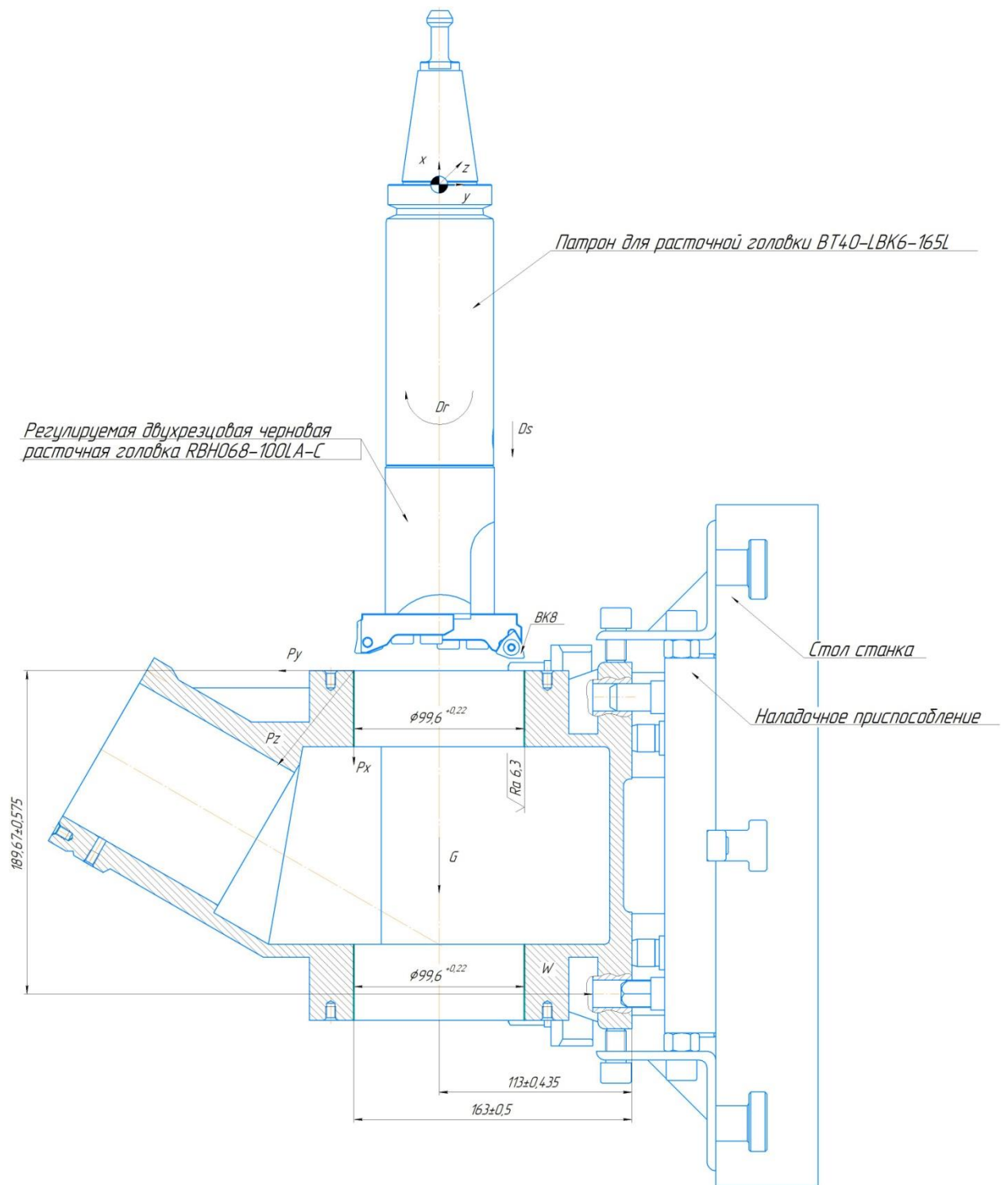


Рисунок 4 Схема сил резания и зажима для вертикальной установки

Момент опрокидывания заготовки от сил резания:

$$M_{pPy} = (P_y + P_z) \cdot L1 + P_x \cdot L2 + G \cdot L3, \quad (3)$$

где  $P_z$ -Тангенциальная сила резания, Н;

$P_x$ -Осевая сила резания, Н;

$P_y$ -Радиальная сила резания, Н;

$L$ – плечо действия сил, м.

Опрокидыванию заготовки препятствует момент силы закрепления:

$$M_{зpz} = W \cdot l_w, \quad (4)$$

где  $W$  –усилие зажима, Н;

$l_w$  – плечо действия силы зажима, м.

$$W \cdot 0,106 = K \cdot ((P_y + P_z) \cdot 0,190 + P_x \cdot 0,163 + G \cdot 0,113), \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент запаса которые мы определим по данным справочника[8].

$$W = \frac{1,8 \cdot ((588 + 1176) \cdot 0,190 + 300 \cdot 0,113 + 294 \cdot 0,163)}{0,106} = 7080 \text{ Н.}$$

### 3.1.4 Расчет силового привода

В приспособлении отсутствует зажимной механизм, соответственно вся сила зажима исходит и ручного закручивания гаек. Для создания исходного усилия  $Q$  используется динамометрический ключ.

$$Q = \frac{W \cdot r_{cp} \cdot tg(\alpha + \varphi)}{l}, \quad (6)$$

где  $r_{cp}$  - усредненный радиус резьбы винта, мм;

$\alpha = 3^\circ$  - угол подъема витка резьбы;

$\varphi$  – угол трения полученной резьбы;

$l$  – расстояние от оси винта до точки приложения  $Q$ .

$$Q = \frac{7080 \cdot 15 \cdot \operatorname{tg}(3 + 6)}{224} = 75,1 \text{ кН.}$$

Проверим диаметр винта на растяжение и сжатие:

$$d = c \cdot \sqrt{\frac{W}{[\sigma]}} \quad (7)$$

где  $W$  – сила зажима заготовки (сжимающая сила);

$[\sigma] = 80$  МПа – допускаемые напряжения на растяжение (сжатие) при переменной нагрузке;

$c$  – коэффициент для метрической резьбы  $c=1,4$ .

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{7080}{80}} = 13,7.$$

По данным полученным выше выбираем Т образный болт М16х140 с пределом прочности 5,8 и усилием затяжки 118,1 кН.

### 3.1.5 Расчет приспособления на точность

Погрешность установки исходит из зазора между диаметром установочного отверстия и диаметром позиционных пальцев, также деталь фиксируется пятью планками в трех направлениях. Исходя из этого, погрешность установки принимаем равной 0.15 мм[3].

### 3.1.6 Описание конструкции приспособления

Приспособление необходимо для фиксации, закрепления и базирования заготовки типа "корпус" на 5-осевом центре. Спецификация приспособления приведена в приложении Г.

Приспособление содержит основание 1 которую позиционируют по шпонкам 10, шпонки фиксируются винтами 9 после чего в стол станка встав-

ляются сухари 11 в которые вкручиваются винты 8. В основание вкручиваются цилиндрические пальцы 6, 7 и ромбические пальцы 5. Прихваты 13 располагаются с двух сторон заготовки фиксируются на упоре 2 и регулируется Т-образным болтом 12 и гайкой 14. К основанию 1 с помощью винтов 16 и гаек 15 устанавливается угловой профиль 3 или 4. В угловой профиль 3 или 4 вкручивается упорный винт 17.

Зажим заготовки проводят следующим образом. Заготовка устанавливается на пальцы 7 и позиционируются по пальцам 5 и 6. Далее заготовка прижимается прихватом 13, прихват регулируется гайкой 14 с помощью динамометрического ключа. Угловой профиль 3 и 4 служит для ограничения свобод заготовки с трех сторон. Гайкой 15 регулируется расстояние углового профиля, относительно основания 1. Винты 17 служат для фиксации заготовки и для снижения нагрузки при обработке.

Конструкция приспособления представлена на соответствующем листе графической части.

### **3.2 Разработка компоновки контрольного приспособления**

Приспособление предназначено для контроля пересечения осей, соосности и позиционирования отверстий относительно центрального отверстия. Спецификация контрольного приспособления приведена в приложении Г.

Приспособление разделено на три части.

Первая часть представляет собой пробку 2 в которую винтами 11 фиксируется вал 4 с одной стороны и винтами 9 фиксируется в основание 1 с другой стороны, в основание также вкручивается рукоятка 5.

Вторая часть представляет собой основание 1 в которую винтами 9 фиксируется пробка 3 с одной стороны, и с другой стороны вкручивается рукоятка 5.

Третья часть представляет собой основание, в которую с одной стороны винтами 13 фиксируется пробка 7, с другой стороны вкручивается рукоятка 5. В пробку 7 вкручивается щуп 8.

Во всех трех частях приспособления в два основания 1 и в основание 6 впрессовываются штифты 10. В два основания 1, по шесть штук, в основание 6, четыре штуки.

Измерение происходит следующим образом. Первая часть вставляется в горизонтальное отверстие D100 и позиционируется пробкой 2 по отверстию D100 и шестью штифтами 10 по резьбовым отверстиям. В вал 4 с противоположной стороны вставляется вторая часть мерительного приспособления, которая позиционируется пробкой 3 по отверстию D100 и штифтами 10 по резьбовым отверстиям.

Далее, в вертикальное отверстие D90, вставляется третья часть мерительного приспособления, которая позиционируется пробкой 7 по отверстию D90 и четырьмя штифтами 10 по резьбовым отверстиям. Щуп 8 вставляется в специальное отверстие на валу 4.

Штифтами 10 проверяются позиционирование отверстий относительно отверстий D100 и D90 соответственно. Пересечение осей проверяется стыковкой первой и третьей части мерительного приспособления. Соосность проверяются стыковкой первой и второй части мерительного приспособления.

### **3.3 Проектирование и расчет регулируемой двурезцовой черновой расточной головки**

На операции 030 используются для растачивания регулируемая двухрезцовая черновая расточная головка. Спецификация режущего инструмента приведена в приложении Г.

Режущий инструмент состоит из, скрепляемых винтом 7, патрона 1 и расточной головки 2. В патрон 1 вкручен штремель 3, предназначенный для надежного закрепления инструмента в шпинделе станка.

К расточной головке четырьмя винтами 6 крепятся две вставки 4 и 5. Винтом 8 регулируются вставки на нужный диаметр. В вставки 4 и 5, винтами 10, крепятся пластины 9.

Подобные расточные головки позволяют обрабатывать большой припуск и достигать большей жесткости инструмента, также повышает производительность и уменьшает машинное время. Вставки можно менять и их положение можно регулировать фиксирующим винтом 8.

В расточной головке используем трехгранные пластины ВК8.

#### **3.4 Вывод по разделу «Проектирование специальных средств оснащения»**

В данном разделе были рассчитаны силы резания, усилия зажима для вертикальной установки.

Была составлена схема сил резания и зажима для вертикальной установки.

Были рассчитаны силовой привод и приспособление на точность. Были спроектированы и детально описаны конструкции и работа приспособления для установки детали, приспособления для контроля детали и двурезцовая расточная головка.

## 4 Безопасность и экологичность работы

### 4.1 Идентификация профессиональных рисков

Наиболее опасным для оператора-литейщика вредным производственным фактором является повышенная температура при литье чугуна. Также для оператора при наладке фрезерного центра определенный риск составляют зажимные механизмы, суппорт, режущий инструмент и напряжение. Риски представлены в таблице 8, паспорта объектов, которые представляют определенный риск, для оператора представлены в таблице 9.

Таблица 8 – Риски в профессиональной деятельности

| № п/п | Вид работ  | Вредные факторы   | Источник фактора  |
|-------|--|---|---|
| 1     | Литье  | Повышенная температура  | Раскаленный чугун и пресс формы                         |
| 2     | Сверление, зенкование, фрезерование, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы, растачивание | Зажимные элементы, шпиндель, стружка, напряжение в сети, шум, режущий инструмент, суппорт станка, сжатый воздух | 5-осевой вертикально-фрезерный центр Naas UMC-500 с ЧПУ |

Таблица 9 - Паспорт технического объекта [10]

| № п/п | Технологический процесс  | Технологическая операция          | Должность рабочего, выполняющий операцию | Оборудование  | Вещества, материалы используемые при выполнении операции   |
|-------|--|-----------------------------------|--|---|--|
| 1     | Литье  | Заготовительная литейная операция | Литейщик                                 | Литейная установка                                      | Чугун СЧ15   |
| 2     | Сверление, зенкование, фрезерование, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы, растачивание | Многооперационная                 | Оператор станков с ЧПУ                   | 5-осевой вертикально-фрезерный центр Naas UMC-500 с ЧПУ | Чугун СЧ15, сжатый воздух, вытяжка, аспирационная система. |



## 4.2 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

Идентифицируем потенциальные источники возникновения пожара на литейном участке. Литье заготовки всегда сопровождается наличием очень высоких температур. При работе, литейщик использует определенные горючие жидкости, что является основным риском на участке и дает основание определить риск пожара, согласно "Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности" в категорию В. Более точные характеристики пожара представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Определение характеристик пожара

| № п/п | Производственный участок | Используемое оборудование   | Класс пожара  | Опасные факторы  | Сопутствующие проявляющиеся факторы   |
|-------|--------------------------|---|---|--|---|
| 1     | Литейный участок         | Литейные установки, литейные формы; 5-осевой вертикально-фрезерный центр Naas UMC-500 с ЧПУ | В (Пожары связанные с воспламенением горючих жидкостей, материалов) | Искры, пламя, возгорание горючих жидкостей, электропроводка. | Замыкание высокого напряжения в частях станка, установок или другого оборудования |

## 4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Для защиты от повышенных температур на литейном участке оператор обязан использовать защитные рукавицы и охлаждать заготовку и инструмент по мере работы. Также держать огнеопасные вещества, включая использованные СИЗ, в специальных шкафчиках.

Для защиты оператора фрезерного центра, помимо защитного экрана, который предусмотрен в станке, введем световой барьер. Принцип барьера заключается в том, что станок прекращает свою работу при пересечении барьера инородного тела (например руки). Операторы должны иметь при себе диэлектрические перчатки, беруши и защитные очки. Мероприятия и методы по обеспечению безопасности приведены в таблице 11.

На месте работы в полной доступности, должны находиться средства пожаротушения (огнетушители), сигнализации, СИЗ (респираторы, противогазы) и эвакуационные выходы. Должны, постоянно проводится инструктажи по снижению производственных рисков и обеспечению пожарной безопасности. Перечень средств, мероприятий и требований по пожарной безопасности перечислены в таблицах 12 и 13.

Таблица 11 – Мероприятия и методы способствующие снижению уровня опасных производственных факторов

| № п/п | Опасный производственный фактор                     | Методы устранения вредного производственного фактора.     | СИЗ работающего                      |
|-------|---|---|--------------------------------------|
| 1     | Повышенная температура                              | Охлаждение детали и инструмента.                          | Рукавицы защитные комбинированные    |
| 2     | Зажимные, вращающиеся и подвижные элементы, стружка | Защитный экран в двери станка, световой барьер.           | Полимерные перчатки, защитные очки.  |
| 3     | Напряжение в сети                                   | Проведения инструктажа, предохранительно защитные системы | Заземление, диэлектрические перчатки |
| 4     | Шум   | Проведение инструктажа                                    | Беруши противозумные                 |
| 5     | Сжатый воздух                                       |   | Защитные очки                        |

Таблица 12 – Средства обеспечения пожарной безопасности

| Оборудование       | Организационные мероприятия  | Требования по пожарной безопасности   |
|--------------------|--|---|
| Haas UMC-500 с ЧПУ | Хранение ветоши, перчаток и т.д. в специальных, защищенных от огня ящиках, применение плавких предохранителей. | Обеспечение производства противопожарными средствами, постоянные проверки пожарной сигнализации и выходов для эвакуации, проведение инструктажей. |

Таблица 13 – Выбор средства пожаротушения

|  |  |
|--|--|
| Основные средства пожаротушения                                      | Огнетушители   |
| Средства для мобильного пожаротушения                                | Пожарные автомобили и автолестницы   |
| Стационарные средства и устройства пожаротушения                     | Системы автоматического пожаротушения  |
| Автоматические средства для пожаротушения                            | Приемно-контрольные пожарные приборы   |
| Оборудование для пожаротушения                                       | Пожарные шкафы пожарные гидранты   |
| СИЗ для спасения людей   | Респираторы, противогазы, самоспасатели фильтрующие и изолирующие, огнестойкие накидки |
| Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный) | Ломы, багры, топоры, лопаты  |
| Сигнализация, связь и оповещение при пожаре                          | Автоматическая пожарная сигнализация   |

#### **4.4 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта**

Проанализируем опасные экологические факторы при работе производства. Т.к. при обработке серого чугуна использовать СОЖ нецелесообразно, при обработке чугуна без СОЖ выделяется чугунная пыль, которая впоследствии попадает в атмосферу. Чтобы этого избежать используем при работе аспирационные системы и вытяжки.

Негативное влияние на гидросферу оказывает масло. Поэтому использованное масло стоит утилизировать на переработку.

Для литосферы наиболее опасным фактором является чугунная стружка и промасленная ветошь. Стружку необходимо утилизировать на переплавку, ветошь на переработку.

Экологически опасные факторы и необходимые мероприятия для их снижения представлены в таблицах 14 и 15.

Таблица 14 – Определение экологически опасных факторов объекта[20]

|  |   |
|--|---|
| Название технического объекта  | Многооперационная                                       |
| Структурные элементы технического объекта, а также энергетической установки, транспорта и т.п. | 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ |
| Негативное воздействие на атмосферу  | Чугунная пыль   |
| Негативное воздействие на гидросферу   | Масло   |
| Негативное воздействие на литосферу  | Стружка, промасленная ветошь                            |

Таблица 15 – Разработанные мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия[20]

|   |  |
|---|--|
| Название технического объекта             | Многооперационная                                  |
| Мероприятия для снижения вреда атмосферы  | Аспирационная система, вытяжка.                    |
| Мероприятия для снижения вреда гидросферы | Утилизация, переработка и повторное использование. |
| Мероприятия для снижения вреда литосферы  | Переработка или переплавка сырья, утилизация       |

#### **4.5 Выводы по разделу "Безопасность и экологичность технического объекта"**

В данном разделе разработаны меры безопасности и обеспечению экологичности. Выявлены все опасные и вредные, как для рабочих, так и для экологии, факторы и разработаны меры по их снижению или полной ликвидации. Спроектированы все меры для повышения пожарной безопасности и по сохранению атмосферы, гидросферы и литосферы [5].

## 5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является расчет экономических показателей проектируемого процесса и проведение сравнительного анализа с базовым вариантом. Далее рассчитать экономический эффект и сделать вывод об эффективности проектируемых внедрений в технологический процесс.

Базовый вариант технологического процесса имел ряд недостатков, которые были устранены в предыдущих разделах, был улучшен технологический процесс. Далее нужно сравнить оба варианта технологического процесса чтобы иметь точное представление об эффективности совершенствований.

Описание базового и проектируемого варианта представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Описание изменений технологического процесса

| Базовый вариант  | Проектируемый вариант   |
|--|---|
| <p><u>Операция 030 - Фрезерная</u></p> <p><u>Оборудование</u> - Горизонтально - фрезерный станок, модель 6Т83Г</p> <p><u>Оснастка</u> - поворотный стол, СНП</p> <p><u>Инструмент</u> - Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин D125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85;</p> <p><math>T_o=2,77</math> Тшт-к=13,6</p>  | <p><u>Операция 030 - Многооперационная</u></p> <p><u>Оборудование</u> - 5-осевой вертикально-фрезерный центр Haas UMC-500 с ЧПУ</p> <p><u>Оснастка</u> - СНП</p> <p><u>Инструмент</u> - Фреза торцевая с механическим креплением многогранных пластин D125, z=8, BK8 ГОСТ 26595-85; Сверло D8.5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Сверло D5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Метчик M10x1.5 ГОСТ 3449-81; Метчик M6x0.8 ГОСТ 3449-81; Черновая двурезцовая расточная система D80-110, RBH068-100LA-C, BK8, ГОСТ 23022-78; Чистовая расточная головка D80-110, СВН068 TP08, BK8, ГОСТ 22393-77.</p> <p><math>T_o=15,8</math> Тшт-к=35,7</p> |
| <p><u>Операция 035 - Многооперационная</u></p> <p><u>Оборудование</u> - Координатно-расточный станок, модель 2431СФ10</p> <p><u>Оснастка</u> - поворотный стол, СНП</p> <p><u>Инструмент</u> - Сверло D8.5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Сверло D5, P6M5K5 ГОСТ 20695-75; Метчик M10x1.5 ГОСТ 3449-81; Метчик M6x0.8 ГОСТ 3449-81; Черновая двурезцовая расточная система D80-110, RBH068-100LA-C, BK8, ГОСТ 23022-78; Чистовая расточная головка D80-110, СВН068 TP08, BK8, ГОСТ 22393-77.</p> <p><math>T_o=13</math> Тшт-к=32,7</p> |   |

Для расчета и обоснования проектируемого технологического процесса необходимы следующие основные данные о производстве и детали:

- программа выпуска - 100 шт;
- материал изделия - СЧ 15;
- масса детали - 26,2 кг;
- масса заготовки - 40,4 кг;
- метод получения заготовки - литьё.

Рассчитаем капитальные вложения по методике[11]. Величина инвестиций для достижения усовершенствований технологического процесса составит 530880,41руб.

В эту сумму входит:

1. Стоимость оборудования (с учетом загрузки 4,2%);
2. стоимость проектирования;
3. стоимость инструментов и оснастки.

Далее определим себестоимость изделия до и после внедрения усовершенствований[11]. В результате расчетов себестоимости, изделие до совершенствования имело себестоимость в размере 8499,77руб., после совершенствования в размере 5745,46руб.

Представим статьи расходов для рассматриваемых вариантов в виде диаграммы, чтобы более наглядно продемонстрировать изменения в структуре себестоимости изделия.

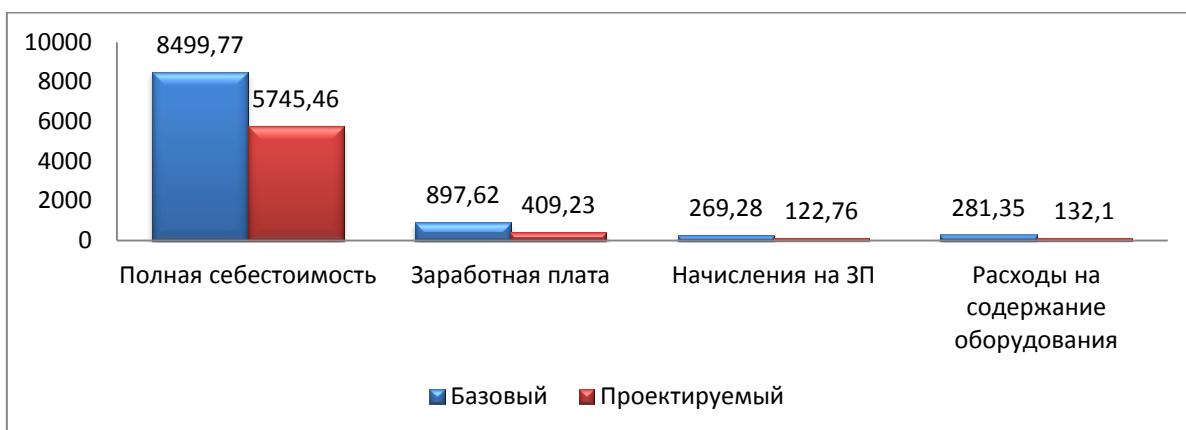


Рисунок 5 - Диаграмма изменения в структуре себестоимости изделия

Анализируя данную диаграмму, делаем вывод о существенном снижении полной себестоимости за счет сильного снижения расходов на содержание оборудования. Данное внедрение можно считать положительным. Далее убедимся в целесообразности внедрения изменений. Проведем расчет дисконтированного дохода и определим срок окупаемости проекта[14].

Таблица 17 – Результаты расчетов экономической эффективности

| № | Наименование экономических показателей | Значение экономических показателей |                       |
|---|--|------------------------------------|-----------------------|
|   |  | Базовый вариант                    | Проектируемый вариант |
| 1 | Инвестиции, руб.                       | -                                  | 530880,41             |
| 2 | Себестоимость единицы изделия, руб.    | 8499,77                            | 5745,46               |
| 3 | Годовая прибыль, руб.                  | 131651,8                           |                       |
| 4 | Общий дисконтированный доход, руб      | 625738,1                           |                       |
| 5 | Чистый дисконтированный доход, руб.    | 94857,65                           |                       |
| 6 | Индекс дохода, руб./руб.               | 1,17                               |                       |

Анализируя данную таблицу, делаем вывод что внедрение данных изменений в технологический процесс эффективен.. Так же индекс доходности равен 1,17 руб./руб., это значит что каждый вложенный рубль, имеет 0,17 рублей прибыли.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод что проектируемые изменения более чем эффективны.

## Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были решены все поставленные задачи.

Был спроектирован более эффективный, как в технологическом, так и в экономическом плане, технологический процесс. Использован наиболее подходящий для единичного производства метод получения заготовки - литьё. Были рассчитаны все припуски на обработку, режимы резания и нормы времени для каждой операции, все перечисленные расчеты были выполнены аналитическим и табличным методом. Для максимальной эффективности и минимальных затрат использовался лишь один станок (5-ти осевой центр) на котором, для работы, достаточно одного оператора-наладчика.

Было спроектировано специальное станочное приспособление для максимального ограничения свободы заготовки, позволяющее обрабатывать деталь даже в вертикальном положении при действии на заготовку силы притяжения без особых отклонений.

Было разработано и спроектировано специальное мерительное приспособление для контроля сразу трех отклонений одновременно, позиционирования отверстий, соосности и пересечения осей.

Режущим инструментом была взята специальная двухрезцовая расточная головка, что позволило обработать наибольший припуск при наименьших затратах времени и средств. В совокупности с современным 5-ти осевым центром двухрезцовая расточная головка позволила обработать три основных труднодоступных отверстия за одну операцию.

Были спроектированы все меры защиты для безопасной и экологичной работы производства. Минимализированы риски как для рабочих производства, так и для окружающей среды. Были подобраны все СИЗы (средства индивидуальной защиты) для рабочих.



Далее аналитическим способом была рассчитана себестоимость детали, проведен сравнительный анализ базового и спроектированного варианта технологического процесса изготовления детали. По итогам сравнения был сделан вывод об эффективности данных внедрений, за счет уменьшения расходов на содержание оборудования без вреда для эффективности производства.

Были разработаны все чертежи, спецификации и документации.

## Список используемой литературы

1. Garant Справочник по обработке резанием [Электронный ресурс] - URL: <https://www.chipmaker.ru/files/file/8776/> (дата обращения: 12.03.2020).
2. Борисенко Г. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: учеб.пособие / Г. А. Борисенко, Г. Н. Иванов, Р. Р. Сейфуллин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 142 с.
3. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
4. Васин А.Н. Аналитический обзор современных методов расчета припусков на механическую обработку заготовок // Вестник СГТУ (Надежность машин). - 2005. - №2(7). - С. 16-26
5. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль: учеб.пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.
6. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. — М. : Стандарт информ, 2010. - С. 48.
7. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб.пособие / В. П. Должиков. - Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 328 с.
8. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
9. Каталог WALTER 2017 Инструмент режущий и оснастка инструментальная для станков, 2017, 2605 с.

- 10.Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум : учеб.пособие / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 269 с.
- 11.Краснопевцева И. В. Экономика и управление машиностроительным производством: учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.
- 12.Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб.пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.
- 13.Михайлов А. В. Технологические основы обеспечения качества изготовления деталей в машиностроении : учеб, пособие для вузов /А. В. Михайлов, О. И. Драчев, А. Г. Схиртладзе. — Тольятти : ТГУ, 2004. — 164 с.
14. Справочник по функционально-стоимостному анализу/А.П. Ковалев, Н.К. Моисеева, В.В. Сысун и др.; Под ред. М.Г. Карпунина, Б.И. Майданчика. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 431 с.
- 15.Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
- 16.Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с
- 17.Технология машиностроения: курсовое проектирование : учебное пособие / М. М. Кане [и др.] ; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск :Высшая школа, 2013. - 311 с.
- 18.Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении: учеб.пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. - 235 с.

- 19.Фельдштейн Е. Э. Режущий инструмент: эксплуатация : учеб.пособие /  
Е. Э. Фельдштейн, М. А. Корниевич. - Минск : Новое знание, 2014 ;  
Москва : ИНФРА-М, 2014. - 256 с.
- 20.Челноков А. Л. Основы экологии: учебное пособие/А А. Челноков,  
Л.Ф. Ющенко, И.Н. Жмыхов; под ред. А .А. Челнокова. - Минск  
:Вышэйшая школа, 2012. - 543 с.











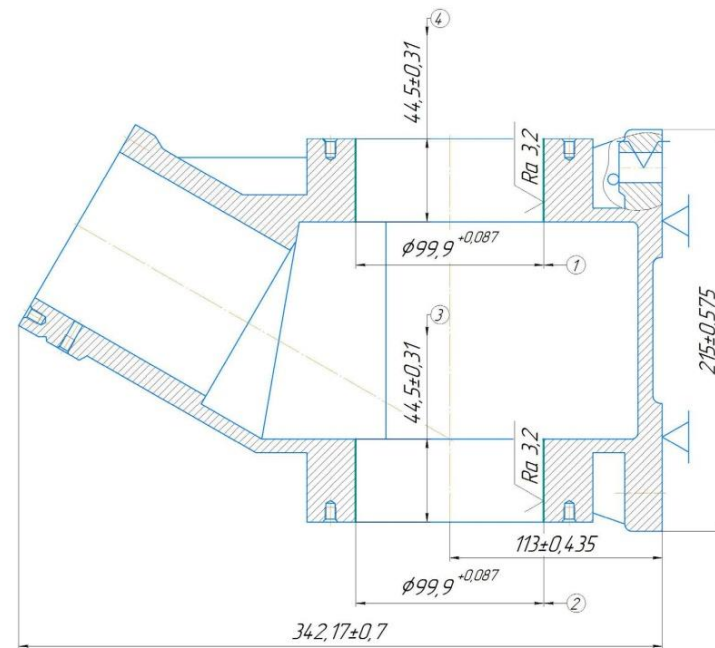
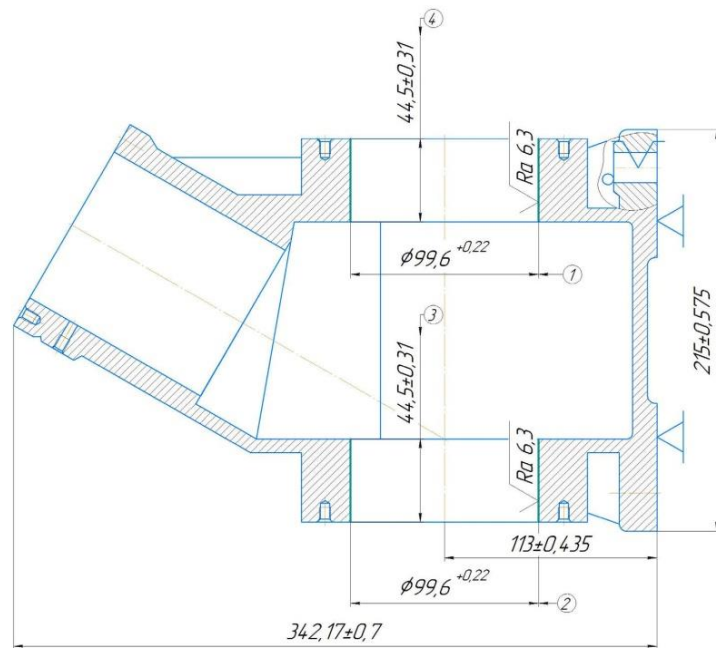


# Приложение В

## Карта эскизов

ГОСТ 3.1105-84      Форма 7

|          |                 |  |  |                               |                       |  |  |   |     |
|----------|-----------------|--|--|-------------------------------|-----------------------|--|--|---|-----|
| Дубл.    |                 |  |  |                               |                       |  |  |   |     |
| Взам.    |                 |  |  |                               |                       |  |  |   |     |
| Подп.    |                 |  |  |                               |                       |  |  |   |     |
|          |                 |  |  |                               |                       |  |  | 3 | 1   |
| Разраб.  | Кныш П.Г.       |  |  | ТГУ                           | 20.ВКР.ОТМП.727.15.КЭ |  |  |   |     |
| Провер.  | Расторгуев Д.А. |  |  |                               |                       |  |  |   |     |
| Н.контр. | Расторгуев Д.А. |  |  | Корпус конического редукторов |                       |  |  |   | 030 |



КЭ

Карта эскизов









Продолжение приложения Г

| Формат                                | Зона | Поз.            | Обозначение               | Наименование              | Кол.                   | Примечание |        |
|---------------------------------------|------|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------|--------|
|                                       |      |                 |                           |                           |                        |            |        |
| <i>Документация</i>                   |      |                 |                           |                           |                        |            |        |
| A2                                    |      |                 | 20.ВКР.ОТМП.727.61.000.СБ | Сборочный чертёж          |                        |            |        |
| <i>Детали</i>                         |      |                 |                           |                           |                        |            |        |
|                                       |      | 1               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.001    | Основание                 | 2                      |            |        |
|                                       |      | 2               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.002    | Пробка                    | 1                      |            |        |
|                                       |      | 3               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.003    | Пробка                    | 1                      |            |        |
|                                       |      | 4               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.004    | Вал                       | 1                      |            |        |
|                                       |      | 5               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.005    | Рукоятка                  | 3                      |            |        |
|                                       |      | 6               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.006    | Основание                 | 1                      |            |        |
|                                       |      | 7               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.007    | Пробка                    | 1                      |            |        |
|                                       |      | 8               | 20.ВКР.ОТМП.727.61.008    | Щуп                       | 1                      |            |        |
| <i>Стандартные изделия</i>            |      |                 |                           |                           |                        |            |        |
|                                       |      | 9               |                           | Винт М10х35 ГОСТ 11738-84 | 4                      |            |        |
|                                       |      | 10              |                           | Штифт ISO 2338 5h8x18     | 16                     |            |        |
|                                       |      | 11              |                           | Винт М3х30 ГОСТ 11738-84  | 2                      |            |        |
|                                       |      | 12              |                           | Винт М10х45 ГОСТ 11738-84 | 2                      |            |        |
| <b>20.ВКР.ОТМП.727.61.000.СП</b>      |      |                 |                           |                           |                        |            |        |
| Изм. Лист                             |      | № докум.        |                           | Подп.                     | Дата                   |            |        |
| Разраб.                               |      | Кныш П.Г.       |                           |                           |                        |            |        |
| Пров.                                 |      | Растаргуев Д.А. |                           |                           |                        |            |        |
| Н.контр.                              |      | Растаргуев Д.А. |                           |                           |                        |            |        |
| Утв.                                  |      | Логинов Н.Ю.    |                           |                           |                        |            |        |
| <b>Приспособление<br/>мерительное</b> |      |                 |                           |                           | Лит.                   | Лист       | Листов |
|                                       |      |                 |                           |                           |                        |            | 1      |
|                                       |      |                 |                           |                           | <b>ТГУ, ТМдд-1502а</b> |            |        |

Копировал

Формат А4

