

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ  
 Направление подготовки 150401/Машиностроение  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

### МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

|  |
|--|
| Тема работы  |
| Совершенствование технологического процесса изготовления станины |

УДК 621.979.065.002

Студент

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 8ЛМ71  | Шавдуrow Денис Эдуардович |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Охотин И.С. | К.Т.Н.                    |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО               | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Конотопский В. Ю. | К.Э.Н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность             | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Романова С. В. |                           |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент           | Арляпов А.Ю. | К.Т.Н.                    |         |      |

*Планируемые результаты освоения ООП*  
**«Автоматизация технологических процессов и производств в  
машиностроении»**

| Код | Результат обучения*   | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон   |
|-----|---|---|
| Р1  | Способность применять гуманитарные, естественнонаучные, математические и инженерные знания при создании новых конкурентоспособных технологий изготовления деталей и сборки машин с применением компьютерных технологий  | ОПК-1, ОПК-5, УК-1 ФГОС ВО 3+ и проект ФГОС ВО 3++, СУОС ТПУ<br>Потребности российских предприятий машиностроительного комплекса.   |
| Р3  | Способность разрабатывать методики и организовывать проведение теоретических и экспериментальных исследований в области технологии машиностроения с использованием новейших достижений науки и техники.   | ОПК-3, ОПК-11, ОПК-12, УК-1, УК-2, УК-3 ФГОС ВО 3+ и проект ФГОС ВО 3++, СУОС ТПУ<br>Потребности российских предприятий машиностроительного комплекса.  |
| Р6  | Способность подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, методическую документацию, публикации по результатам выполненных исследований в области машиностроения, проводить обучающие семинары, лабораторные или практические занятия со студентами   | ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-9, ОПК-10 ФГОС ВО 3+<br>Потребности российских предприятий машиностроительного комплекса.   |
| Р7  | Способность выполнять и обосновывать инженерные проекты для создания сложных конкурентоспособных изделий машиностроения и технологий их производства, в том числе с использованием современных CAD/ CAM/ CAE продуктов.   | ОПК-5, ОПК-6, УК-1 ФГОС ВО 3+ и проект ФГОС ВО 3++, СУОС ТПУ<br>Потребности российских предприятий машиностроительного комплекса.   |
| Р8  | Готовность обеспечивать прогрессивную эксплуатацию оборудования и других средств технологического оснащения автоматизированного производства изделий машиностроения, осваивать и совершенствовать технологические процессы изготовления новых конкурентоспособных изделий, обеспечивать их технологичность. | ОПК-11 ФГОС ВО 3+<br>Потребности российских предприятий машиностроительного комплекса.<br>40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам.<br>Зарегистрировано в Минюсте России 21 марта 2014 г. N 31692<br>40.001 Специалист по патентоведению.<br>Зарегистрировано в Минюсте России 21 ноября 2013 г. N 30435<br>28.002 Специалист по контролингу машиностроительных организаций.<br>Зарегистрировано в Минюсте России 23 сентября 2015 г. N 38979<br>28.008 Специалист по инжинирингу |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>машиностроительного производства.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 21 марта 2017 г. N 46069</p> <p>28.001 Специалист по проектированию технологических комплексов механосборочных производств.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 10 июля 2015 г. N 37972</p> <p>28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 24 сентября 2015 г. N 38991</p> <p>40.013 Специалист по разработке технологий и программ для станков с числовым программным управлением.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 04 мая 2017 г. N 46603</p> <p>40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 10 мая 2017 г. N 46667</p> <p>40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов. Зарегистрировано в Минюсте России 29 января 2015 г. N 35787</p> <p>40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства.<br/>Зарегистрировано в Минюсте России 13 августа 2015 г. N 38513</p> |
|--|--|---|

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Школа \_\_ ИШНПТ  
Направление подготовки \_\_ 150401/Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) \_\_ Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                          |
|--------------------------|
| Магистерской диссертации |
|--------------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО                         |
|--------|-----------------------------|
| 8ЛМ71  | Шавдурову Денис Эдуардовичу |

Тема работы:

|  |  |
|--|--|
| Совершенствование технологического процесса изготовления станины |  |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                      |  |

|  |  |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: |  |
|--|--|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Исходные данные к работе</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Существующий технологический процесс изготовления станины</li><li>2. Программа КОМПАС 3D для разработки чертежа детали и конструкторской документации.</li></ol> |
|---------------------------------|---|

|   |   |
|---|---|
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ существующего технологического процесса.</li> <li>2. Разработка нового технологического процесса.</li> <li>3. Разработка конструкторской документации на станину.</li> </ol> |
| <b>Перечень графического материала</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Демонстрационный материал (презентация в MS Power Point);</li> <li>2. Чертеж станины – 1 лист формата А1;</li> <li>3. Чертежи приспособления – 2 листа формата А1.</li> </ol>       |

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

| Раздел  | Консультант                    |
|---|--------------------------------|
| Исследовательский   | Охотин Иван Сергеевич          |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Конотопский Владимир Юрьевич   |
| Социальная ответственность                                      | Романова Светлана Владимировна |
| Исследовательский (на англ. яз.)                                | Ажель Юлия Петровна            |

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Технологический раздел

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| доцент    | Охотин И.С. | к.т.н                  |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 8ЛМ71  | Шавдуrow Денис Эдуардович |         |      |

Выпускная квалификационная работа 105 с., 6 рис., 20 табл., 18 источников, 1 прил.

Ключевые слова: станина, технологический процесс, приспособление, режущие инструменты, стойкость.

**Объект разработки** – технологический процесс изготовления станины.

Цель работы - разработка нового технологического процесса и разработка приспособлений для обработки.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики станины:

- предназначены для комплектации пружинных колодочных тормозов подъемно-транспортных машин (лебедок, конвейеров, кран-балок), механизмов автоматики, для открывания и закрывания заслонок, люков, шиберов, а также для других механизмов, требующих перемещения;

- эксплуатация станины требует высокой герметичности и взрыва непроницаемости;

- экономически эффективны в условиях мелкосерийного производства, и требует применения современных инструментов и станочков.

Степень внедрения: разработанный технологический процесс будет предложена для внедрения в ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В.Вахрушева».

Область применения: оборонная, нефтяная промышленность, судостроение, авиастроение, моторостроение и др.

Экономическая эффективность достигается за счёт того, что внедрение нового технологического процесса снизит затраты на обработку, сократит время обработки.

## Оглавление

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 8  |
| 1. Технологический раздел.....                                       | 9  |
| 1.1. Описание детали и узла, в который она входит.....               | 9  |
| 1.2. Анализ технологичности детали.....                              | 10 |
| 1.3. Анализ существующего технологического процесса.....             | 11 |
| 1.4. Определение типа производства.....                              | 22 |
| 1.5. Выбор баз и маршрута обработки.....                             | 23 |
| 1.6. Расчет припусков и технологических размеров.....                | 25 |
| 1.7. Выбор средств технологического оснащения.....                   | 32 |
| 1.8. Расчёт режимов резания.....                                     | 38 |
| 1.9. Расчёт технической нормы времени.....                           | 56 |
| 2. Конструкторский раздел.....                                       | 58 |
| 2.1. Описание и принцип работы приспособления.....                   | 58 |
| 2.2. Расчёт приспособления на точность.....                          | 59 |
| 2.3. Расчет потребных сил зажима.....                                | 59 |
| 2.4. Расчёт приспособления на прочность.....                         | 61 |
| 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.. | 63 |
| 3.1. Краткое описание выполненной работы.....                        | 63 |
| 3.2. Инициация проекта.....  | 63 |
| 3.3. План проекта.....   | 64 |
| 3.4. Бюджет научного исследования.....                               | 68 |
| 4. Социальная ответственность.....                                   | 75 |
| 4.1. Правовые и организационные вопросы.....                         | 77 |
| 4.2. Обоснование мероприятий по защите.....                          | 84 |
| 4.3 Экологическая безопасность.....                                  | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях ..... | 87  |
| Литература .....                                | 104 |



## **Введение**

Темой выпускной квалификационной работы является «Совершенствование технологического процесса изготовления станины толкателя электрогидравлического ТЭ-50МРВ».

В ходе выполнения проекта был произведен анализ существующего технологического процесса изготовления станины. Были выявлены положительные и отрицательные стороны.

При проектировании технологического процесса было выполнено следующее: выбраны базы и схемы установки; разработана маршрутная и операционная технология; определены технологические допуски, припуски на операционные размеры; выбрано оборудование, приспособления и инструмент; рассчитаны режимы резания.

В конструкторской части были сконструированы два новых приспособления для закрепления детали.

Принятые в проекте решения экономически обоснованы, что подтверждают расчеты экономической эффективности и представленные технико-экономические показатели проекта.

В последней части ВКР были рассмотрены вопросы экономии, произведен расчет стоимости разработки технологического процесса, разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

## 1. Технологический раздел

### 1.1. Описание детали и узла.

Деталь, представленная для разработки технологического процесса – станина толкателя электрогидравлического. Толкатели электрогидравлические предназначены для комплектации пружинных колодочных тормозов подъемно-транспортных машин (лебедок, конвейеров, кран-балок), механизмов автоматики, для открывания и закрывания заслонок, люков, шиберов, а также для других механизмов, требующих перемещения.

Технические характеристики:

|   |      |
|---|------|
| 1. Среднее усилие подъема, Н            | 500  |
| 2. Ход штока, мм                        | 65   |
| 5. Двигатель: номинальная мощность, кВт | 0,25 |
| номинальное напряжение, В               | 380  |
| 6. Потребляемая мощность, Вт            | 200  |
| 7. Масса, кг                            | 35   |

Станина относится к классу деталей корпус фланцевого типа. Заготовку для неё получают литьём в песчаные формы. Деталь имеет несимметричную форму. Средняя толщина стенок составляет 10мм, деталь нормальной точности по изготовлению, самая точная поверхность изготавливается по 7 качеству с шероховатостью  $Ra=2.5$ . Станина входит в состав толкателя электрогидравлического. В неё запрессовывается статор электродвигателя, и она служит для защиты статора от внешних механических повреждений. Являясь радиатором, станина отводит избыточное тепло от статора. Ребра жесткости, предусмотренные конструкцией, способствуют более эффективному отводу тепла. Так как к толкателю предъявляются высокие требования, следовательно, станина должна им соответствовать, её корпус должен быть герметичен и взрывонепроницаем.

## 1.2. Анализ технологичности детали

При разработке технологического процесса изготовления станины толкателя электрогидравлического необходимо проанализировать конструкцию с точки зрения ее технологичности и особенностей обработки.

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции обрабатываемой детали, сводятся к возможному уменьшению трудоемкости и металлоемкости, возможности обработки детали высокопроизводительными методами. Таким образом, улучшение технологичности конструкции позволяет снизить себестоимость ее изготовления без ущерба для служебного назначения.

Чертёж детали соответствует всем необходимым требованиям, представлены все необходимые разрезы и сечения.

Материал отливки – серый чугун СЧ30 ГОСТ1412-85 имеет твёрдость НВ (170-217), предел прочности при растяжении и предел прочности при изгибе соответствуют условиям эксплуатации детали. Материал детали чугун СЧ30 - технологичный материал, обладает хорошей жидкотекучестью, малой склонностью к образованию усадочных дефектов, а также имеет хорошую обрабатываемость резанием по сравнению с чугунами других типов. С учетом выше перечисленного целесообразно изготавливать заготовку литьем в землю, так как это наиболее экономичный способ получения заготовки

Станина – сложная корпусная деталь, поэтому для обработки на всех операциях технологического процесса необходимо использовать специальные приспособления для закрепления.

При обработке обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, но имеются поверхности, доступ к которым затруднен из-за их удаленного расположения от торца станины. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. По торцу детали выполнены четыре сквозных симметрично расположенных отверстия диаметром 9 мм для болтов, крепящих станину к корпусу толкателя. Два отверстия с резьбой М8 глубиной 20 мм

предназначены для крепления заземления. В проушинах выполнены два отверстия диаметром 20 мм для фиксации толкателя в тормозном механизме посредством пальца. По внутренней поверхности станины предусмотрены несколько посадочных диаметров:  $\varnothing$  35 мм по 7 квалитету и шероховатостью Ra2,5 под подшипник;  $\varnothing$  120 мм по 9 квалитету и шероховатостью Ra5 для запрессовки статора электродвигателя;  $\varnothing$  150 по 8 квалитету и шероховатостью Ra5 для установки подшипникового щита. На чертеже указан допуск на торцевое биение 0,05 поверхности  $\varnothing$ 35H7 относительно отверстия  $\varnothing$ 120H9. Пять отверстий с резьбой M6 под винты предназначены для крепления корпуса кабельного ввода, который устанавливается по поверхности  $\varnothing$  90 по 9 квалитету и шероховатостью Ra5. Для герметичного соединения корпуса кабельного ввода со станиной предусмотрена канавка шириной 4,5 мм и глубиной 2,2 мм (12 квалитет), в которую при сборке устанавливается уплотнительное кольцо.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что деталь в целом технологична, но имеет ряд сложностей.

### **1.3. Анализ существующего технологического процесса.**

Технологический процесс изготовления станины электрогидравлического толкателя составлен со всеми требованиями, предъявленными к чертежу.

Метод получения заготовки обоснован т.к. при данной программе выпуска деталей этот метод наиболее целесообразен, напряжения, возникающие при литье, снимаются термообработкой (отжигом).

Заготовка соответствует чертежу в отношении фактических припусков на обработку и выполнения прочих технических требований.

Выполняется соблюдение принципа единства технологических баз, правильность выбора черновых, чистовых и промежуточных баз.

Для достижения заданной точности детали, отвечает правильность последовательности операций процесса.

Параметры установленного оборудования не соответствуют требованиям т.к. оборудование, задействованное в технологическом процессе, является устаревшим и изношенным.

Недостатком существующего технологического процесса является применение универсальных сверлильного, токарного станков с ручным управлением, низко производительного режущего инструмента с малой стойкостью, что увеличивает затраты на замену и переточку инструмента.

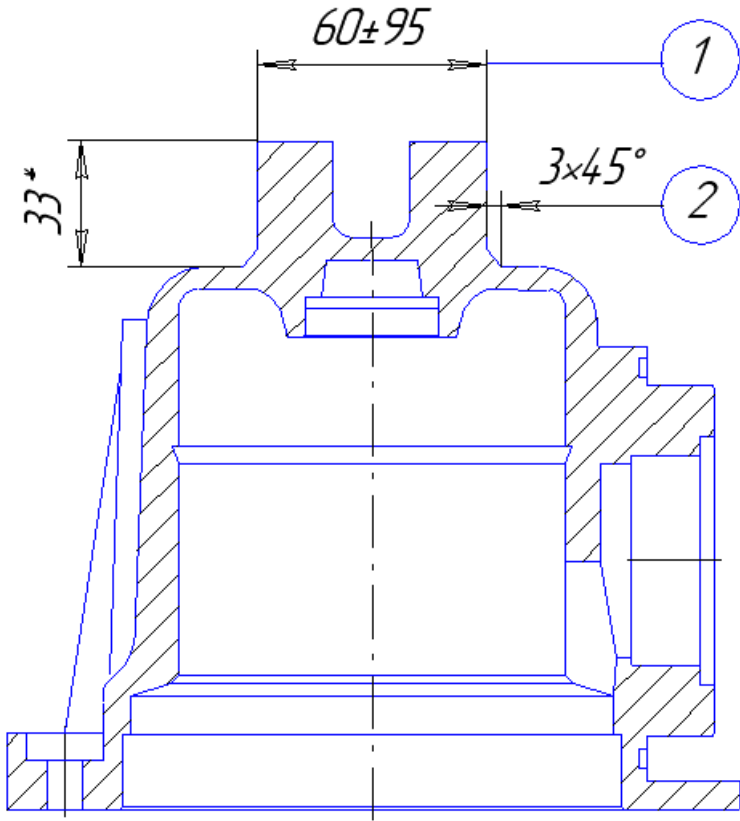
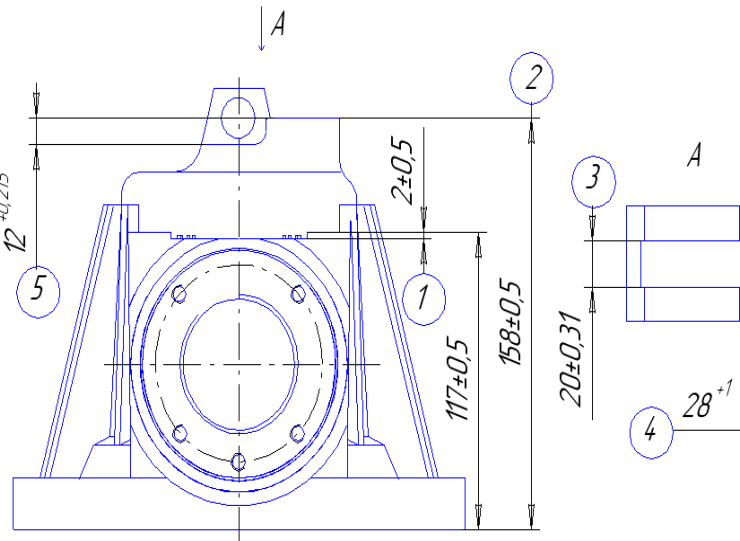
Применение большого числа специальных приспособлений негативно сказывается на точности изготовления детали.

| №  | ЭСКИЗ ОПЕРАЦИИ | ПЕРЕХОДЫ  |
|----|----------------|---|
| 54 |                | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить отливку в приспособление и закрепить.</li> <li>2. Подрезать торец фланца, выдерживая размер (1).</li> <li>3. Точить торец фланца, выдерживая размер (2).</li> <li>4. Подрезать торец фланца, выдерживая размеры (3),(4).</li> <li>5. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>6. Контроль исполнителем.</li> </ol> |
| 57 |                | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь, закрепить.</li> <li>2. Сверлить отверстие, выдерживая размеры(1),(2).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем.</li> </ol>  |

| №  | ЭСКИЗ | ПЕРЕХОД   |
|----|-------|---|
| 60 |       | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Точить, выдерживая размеры (2) (3).</li> <li>3. Точить, выдерживая размеры (1) (4).</li> <li>4. Точить, выдерживая размер (5).</li> <li>5. Подрезать торец бобышки, выдерживая размер (8).</li> <li>6. Расточить отверстие, выдерживая размеры (7) (9).</li> <li>7. Сменить инструмент.</li> <li>8. Подрезать торец, выдерживая размеры (6) (10).</li> <li>9. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>10. Контроль исполнителем.</li> </ol> |
| 63 |       | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Расточить выдержав размеры (2) (3).</li> <li>3. Расточить выдержав размеры (8) (11).</li> <li>4. Расточить выдержав размеры (9) (10).</li> <li>5. Точить канавку выдержав размеры (6) (7).</li> <li>6. Точить канавку выдержав размеры (12) (13).</li> <li>7. Точить 2 фаски выдержав размеры (1) (4).</li> <li>8. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>9. Контроль исполнителем.</li> </ol>   |

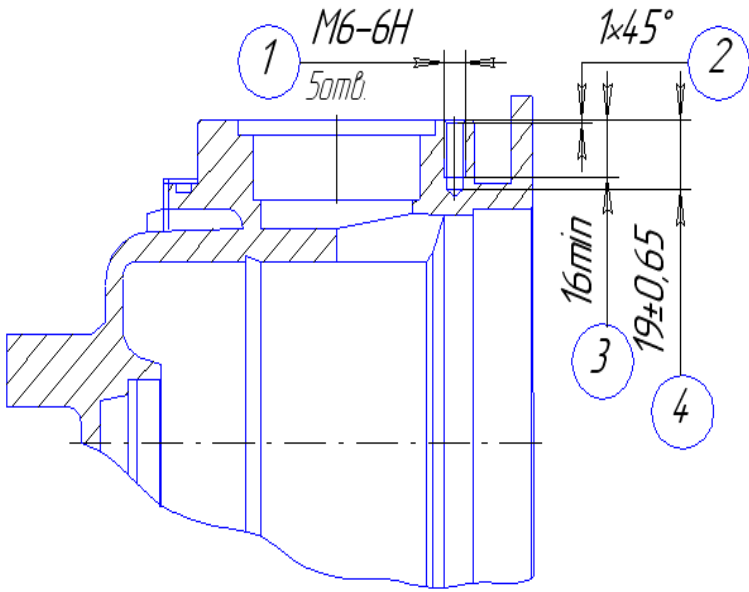
| №  | ЭСКИЗ             | ПЕРЕХОД  |
|----|-------------------|--|
| 66 | ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ | 1. Транспортировать детали на участок сверлильных станков  |
| 78 |                   | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Точить, выдерживая размеры (1) (4).</li> <li>3. Точить, выдерживая размеры (1) (3).</li> <li>4. Точить фаску, выдерживая размер (2).</li> <li>5. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>6. Контроль исполнителем</li> </ol> |
| 81 |                   | <p>ТОКАРНАЯ (1К62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Точить канавку, выдерживая размеры (1) (2) (3).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем ОТК 50%.</li> </ol>   |



| №  | ЭСКИЗ  | ПЕРЕХОД  |
|----|--|--|
| 84 | ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ  | Транспортировать детали к участку фрезерных станков.   |
| 87 |   | <p>ФРЕЗЕРНАЯ (6Н81Г)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на приспособление закрепить.</li> <li>2. Фрезеровать бобышку, выдерживая размеры (1) (2).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем ОТК 10%</li> </ol> |
| 90 |  | <p>ФРЕЗЕРНАЯ (6Р11)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Фрезеровать плоскость бобышки, выдерживая размеры (2).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем</li> </ol>                      |

| №  | ЭСКИЗ | ПЕРЕХОД  |
|----|-------|--|
| 93 |       | <p>ФРЕЗЕРНАЯ (6P11)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Фрезеровать паз, выдерживая размеры (3)(4)(5)</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем</li> </ol> |
| 96 |       | <p>ФРЕЗЕРНАЯ (6P11)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Фрезеровать 2 полочки, выдерживая размер (1).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем</li> </ol> |

| №   | ЭСКИЗ                    | ПЕРЕХОД  |
|-----|--------------------------|--|
| 99  |                          | <p><b>ФРЕЗЕРНАЯ (6Р11)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь закрепить.</li> <li>2. Фрезеровать плоскость фланца под зенковку выдерживая размеры (1) (3).</li> <li>3. Повторить переходы 1-2 два раза.</li> <li>4. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>5. Контроль исполнителем</li> </ol> |
| 102 | См. эскиз к операции 99. | <p><b>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на стол станка до упора.</li> <li>2. Зенковать последовательно 3 отверстия, выдерживая размеры (2) (4).</li> <li>3. Снять деталь, уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем ОТК-10%</li> </ol>                       |

| №   | ЭСКИЗ  | ПЕРЕХОД   |
|-----|--|---|
| 105 |  | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь в приспособление закрепить.</li> <li>2. Сверлить последовательно 5 отверстий, выдерживая размер (4).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем ОТК-10%</li> </ol> |
| 108 | См. эскиз к операции 105.  | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на подставку.</li> <li>2. Зенковать фаски в пяти отверстиях выдерживая размер (2).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем.</li> </ol>                          |
| 111 | См. эскиз к операции 105.  | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на подставку.</li> <li>2. Нарезать резьбу в пяти отверстиях выдерживая размеры (1) (3).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> </ol>  |

| №   | ЭСКИЗ | ПЕРЕХОД  |
|-----|-------|--|
| 114 |       | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на стол станка установить кондуктор.</li> <li>2. Сверлить последовательно 2 отверстия об,7 выдерживая размеры (1) (8) (9).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем ОТК-5%</li> </ol> |

| №   | ЭСКИЗ                    | ПЕРЕХОД   |
|-----|--------------------------|---|
| 117 | См. эскиз к операции 114 | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на стол по упорам.</li> <li>2. Сверлить отверстие и зенковать одновременно выдерживая размеры (5)(7).</li> <li>3. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>4. Контроль исполнителем.</li> </ol>   |
| 120 | См. эскиз к операции 114 | <p>СВЕРЛИЛЬНАЯ (СВ-18)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снять фаски в двух отверстиях.</li> </ol>  |
| 123 | См. эскиз к операции 114 | <p>РЕЗЬБОНАРЕЗНАЯ (2056)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь на стол по упорам.</li> <li>2. Нарезать резьбу в двух отверстиях выдерживая размеры (2) (4).</li> <li>3. Сменить инструмент.</li> <li>4. Нарезать резьбу выдержав размер (6).</li> <li>5. Снять деталь уложить в тару.</li> <li>6. Контроль исполнителем ОТК-5%</li> </ol> |

## 1.4. Определение типа производства

Табл. 1 Годовая программа выпуска изделия.

| наименование | модель       | Число изделий на программу. шт | Масса, т |                      |
|--------------|--------------|--------------------------------|----------|----------------------|
|              |              |                                | изделия  | На годовую программу |
| Станина      | ТЭ150РВ-1001 | 1000                           | 0,035    | 35                   |

Табл. 2 Годовая производственная программа выпуска детали.

| Наименование | Марка материала | Число деталей на изделие | Процент на запчасти | Число деталей         |             |       | Масса, т |              |
|--------------|-----------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|-------------|-------|----------|--------------|
|              |                 |                          |                     | На основную программу | На запчасти | Всего | Детали   | На программу |
| станина      | СЧЗ0            | 1                        | 5                   | 1000                  | 50          | 1050  | 0,036    | 38,587       |

Исходя из массы детали и годовой программы выпуска, определим тип производства – мелкосерийный [1,стр10,табл.4].

Размер партии запуска определим по формуле [1,стр.12]

$$n = N/a/F$$

где;

N – годовая программа выпуска детали.

a – периодичность запуска в днях.

F – число рабочих дней в году.

$$n = N \cdot a / F = 1050 \cdot 5 / 247 = 22 \text{ шт.}$$

## 1.5. Выбор баз и маршрута обработки.

### Операция 05: Слесарная.

1. Отрезать литник.

### Операция 10: Сверлильно-фрезерно-расточная.

#### УСТАНОВ А

В качестве упорной базы примем торец фланца, установочной базой будет торец бокового прилива детали, для выравнивания в горизонтальной плоскости примем торец прилива в качестве регулируемой установочной базы.

1. Фрезеровать торец 1 детали предварительно.
2. Фрезеровать торец 1 детали окончательно.
3. Фрезеровать торец 2 бобышки.
4. Зенкеровать отверстие 2 предварительно.
5. Зенкеровать отверстие 2 окончательно.
6. Фрезеровать канавку 3.
7. Развернуть отверстие 2.
8. Расточить отверстие 6 предварительно до  $\varnothing 128$ .
9. Расточить отверстие 7 до  $\varnothing 126$ .
10. Расточить отверстие 8 предварительно до  $\varnothing 99$ .
11. Расточить отверстие 6 окончательно  $\varnothing 130$ .
12. Расточить отверстие 9 окончательно до  $\varnothing 103$ .
13. Фрезеровать канавку 10.
14. Снять фаску 12  $0,5 \times 45$ .
15. Снять фаску 11  $2 \times 45$ .
16. Сверлить последовательно 7 отверстий 13  $\varnothing 9$ .
17. Фрезеровать плоскость бобышки 1, выдерживая размер  $33 \pm 0,215$ .
18. Фрезеровать плоскость прилива 2, выдерживая размер  $158 \pm 0,5$ .
19. Фрезеровать паз 3.
20. Фрезеровать две полочки 4, выдерживая размер  $117 \pm 0,5$ .
21. Фрезеровать плоскость фланца, выдерживая размер R11,  $\varnothing 160$ .
22. Зенкеровать последовательно три отверстия 6, выдерживая размер  $\varnothing 20$ .
23. Сверлить последовательно 2 отверстия 7 и снять фаску одновременно.
24. Нарезать резьбу M8 в двух отверстиях 7.
25. Сверлить отверстие 8 и зенкеровать одновременно.
26. Нарезать резьбу M10 в отверстии 8.



## УСТАНОВ Б

Базирование произведём по обработанному на операции 045 торцу, с установкой детали на установочное кольцо, для ориентации детали в пространстве дополнительно базирuem деталь по отверстию Ø9, используя срезанный палец.

- 1.Фрезеровать торец 1, выдерживая размер  $90\pm 0,415$
- 2.Сверлить отверстие 2 Ø30
- 3.Расверлить отверстие 2 до Ø48
- 4.Рассточить отверстие 2 до Ø52
- 5.Рассточить отверстие 3 до Ø55
- 6.Рассточить отверстие 4 до Ø64
- 7.Рассточить отверстие 4 до Ø65
- 8.Фрезеровать поверхность 5 предварительно.
- 9.Фрезеровать поверхность 5 окончательно.
- 10.Снять фаску 6
- 11.Фрезеровать канавку 7, выдерживая размеры Ø101; Ø92
- 12.Сверлить последовательно 5 отверстий Ø4,95 и снять фаску одновременно.
- 13.Нарезать резьбу М6 в пяти отверстиях.
- 14.Сверлить два отверстия Ø16 за один проход.
- 15.Зенковать фаску 1×45.
- 16.Зенковать фаску 1×45.

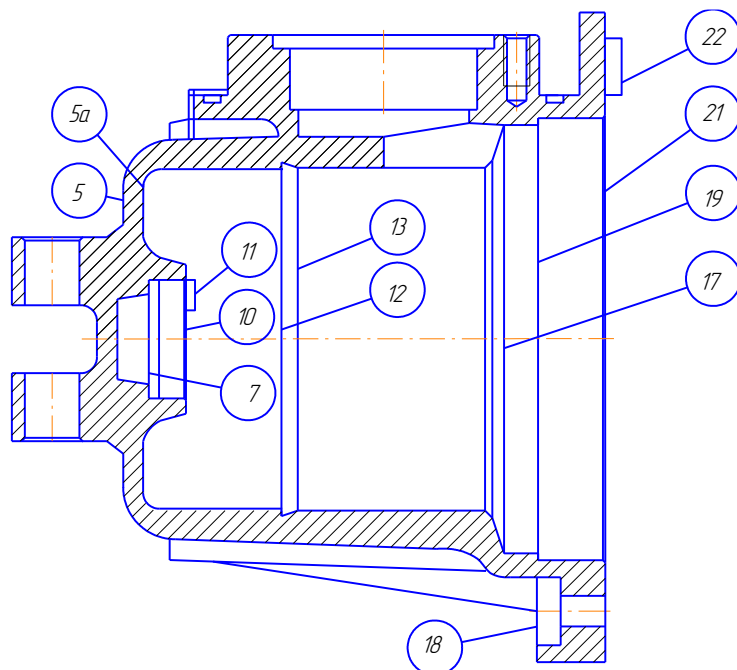
## 1.6. Расчет припусков и технологических размеров

Построение графа в осевом направлении.

Построение начинается с размерных связей заготовки на первой операции. В качестве вершин граф-дерева выступают поверхности заготовки, припуска и готовой детали, а в качестве ребер технологические размеры, т.е. размеры, которые получаются при обработке, на которые настраивается станок. Построение граф-дерева является проверкой правильности размеров, оно не должно иметь циклов и все поверхности должны быть привязаны к какой-либо базе. Технологические размеры будут составляющими звеньями, конструкторские будут исходными, а припуски будут замыкающими звеньями.

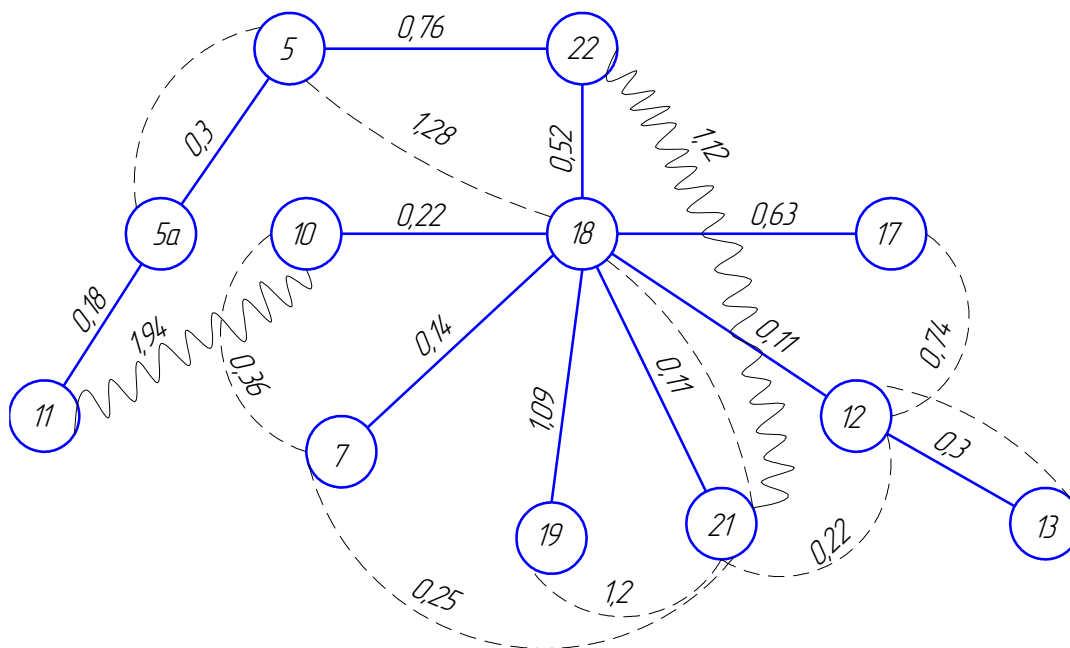
Схема обработки в осевом направлении.

Вычерчивается эскиз готовой детали, и на него наносятся припуски.



Комплексная схема

Граф технологического процесса по оси X



Расчет припусков.

Припуск – слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить более качественную поверхность.

Определяем припуск по следующим формулам:

$$Z_{\min i} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2}, \text{ мм}$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм}$$

$$Z_{CP} = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм}$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм}, \text{ где}$$

$R_z$  - высота неровностей предшествовавшей обработке;

$T$  - дефектный слой предшествовавшей обработки;

$\rho$  - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

$E$  - погрешность установки на данной операции;

$Z_{\max}, Z_{\min}, Z_{cp}$  - припуск максимальный, минимальный, средний;

$JT_z$  - допуск;

$\Delta_z$  - координата.

Для  $Z_{1,2}$ :

$$Z_{\min} = \frac{200 + 200 + 200 + 120}{1000} = 0,72 \text{ мм}$$

$$Z_{\max} = 0,72 + 1,94 = 2,66 \text{ мм}$$

$$Z_{cp} = \frac{0,72 + 2,66}{2} = 1,69 \text{ мм}$$

$$\Delta_z = \frac{1,94}{2} = 0,97 \text{ мм}$$

Расчитанные припуски заносим в таблицу 3.

Таблица 3 – Расчет припусков

| Индекс      | Состояние поверхности | $R_z$ , мкм | $T$ , мкм | $\rho$ , мкм | $E$ , мкм | $Z_{\min}$ , мм | $JT_z$ , мм | $Z_{\max}$ , мм | $z_{cp}$ , мм |
|-------------|-----------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------------|-------------|-----------------|---------------|
| 1           | 2                     | 3           | 4         | 5            | 6         | 7               | 8           | 9               | 10            |
| $Z_{1,2}$   | После отливки         | 200         | 200       | 200          | 120       | 0,72            | 1,94        | 2,66            | 1,69          |
| $Z_{14,15}$ | После отливки         | 200         | 200       | 200          | 120       | 0,72            | 1,12        | 1,84            | 1,28          |

Таблица 4 – Конструкторские размеры

| Индекс      | Предельный размер, мм | Допуск, мм | Среднее отклонение, мм | Средний размер, мм |
|-------------|-----------------------|------------|------------------------|--------------------|
| 1           | 2                     | 3          |                        |                    |
| $K_{5,5a}$  | $6_{-0,3}$            | 0,3        | -0,15                  | 5,85               |
| $K_{5,18}$  | $118 \pm 0,64$        | 1,28       | 0                      | 118                |
| $K_{12,17}$ | $65 \pm 0,37$         | 0,74       | 0                      | 65                 |
| $K_{12,13}$ | $5_{-0,3}$            | 0,3        | -0,15                  | 4,85               |
| $K_{19,21}$ | $19 \pm 0,6$          | 1,2        | 0                      | 19                 |

|             |                |      |        |         |
|-------------|----------------|------|--------|---------|
| $K_{7.10}$  | $10 \pm 0,18$  | 0,36 | 0      | 10      |
| $K_{7.21}$  | $132_{-0,25}$  | 0,25 | -0,125 | 131,875 |
| $K_{12.21}$ | $94_{-0,22}$   | 0,22 | -0,11  | 93,89   |
| $K_{18.21}$ | $20 \pm 0,055$ | 0,11 | 0      | 20      |

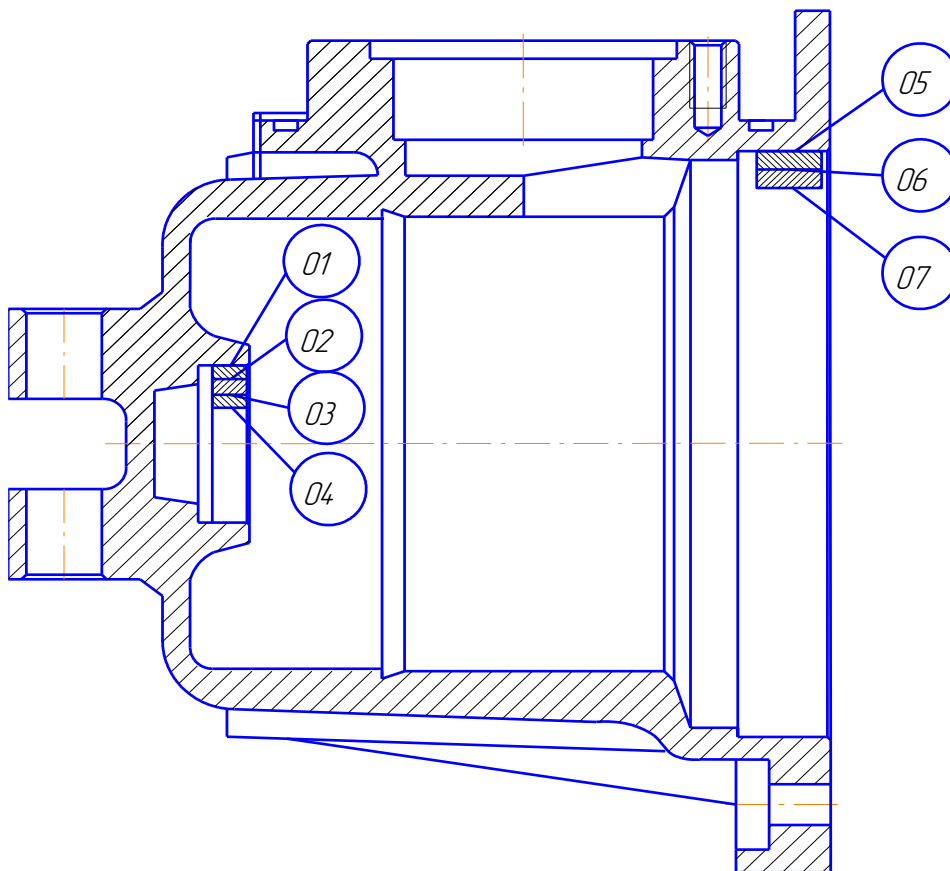
Таблица 5 – Расчет технологических размеров

| Индекс      | Уравнения размерных цепей   | Допуск, мм | Средний размер, мм | Среднее отклонение, мм | Предельный размер, мм     |
|-------------|---|------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 1           | 2   | 3          | 4                  | 5                      | 6                         |
| $T_{19.18}$ | $T_{19.18} = K_{18.21} - K_{21.19} = 20 - 19 = 1$<br>$\Delta_{19.18} = \Delta_{18.21} + \Delta_{21.19} = 0 - 0 = 0$   | 0,30       | 1                  | 0                      | $1 \pm 0,15$              |
| $T_{18.7}$  | $T_{18.7} = K_{7.21} + K_{21.18} = 131,875 - 20 = 111,875$<br>$\Delta_{18.7} = \Delta_{7.21} + \Delta_{21.18} = -0,125 - 0 = -0,125$  | 0,14       | 111,875            | -0,125                 | $112_{-0,195}^{-0,055}$   |
| $T_{18.10}$ | $T_{18.10} = T_{7.18} - K_{10.7} = 111,875 - 10 = 101,875$<br>$\Delta_{18.10} = \Delta_{7.18} - \Delta_{10.7} = -0,125 - 0 = -0,125$  | 0,22       | 101,875            | -0,125                 | $102_{-0,235}^{-0,015}$   |
| $T_{18.12}$ | $T_{18.12} = K_{12.21} - K_{21.18} = 93,89 - 20 = 73,89$<br>$\Delta_{18.7} = \Delta_{12.21} - \Delta_{21.18} = -0,11 - 0 = -0,11$   | 0,11       | 73,89              | -0,11                  | $74_{-0,165}^{-0,053}$    |
| $T_{18.17}$ | $T_{18.17} = T_{12.18} - K_{17.12} = 73,89 - 65 = 8,89$<br>$\Delta_{18.17} = \Delta_{12.18} - \Delta_{17.12} = -0,11 - 0 = -0,11$   | 0,63       | 8,89               | -0,11                  | $9_{-0,425}^{+0,205}$     |
| $T_{22.18}$ | $T_{22.18} = K_{18.21} + Z_{21.22} = 20 + 1,28 = 21,28$<br>$\Delta_{22.18} = 0 + 0,56 = 0,56$   | 0,52       | 21,28              | +0,56                  | $20,72_{+0,3}^{+0,82}$    |
| $T_{22.5}$  | $T_{22.5} = K_{5.18} + T_{18.22} = 118 + 21,28 = 139,28$<br>$\Delta_{22.5} = \Delta_{5.18} + \Delta_{18.22} = 0 + 0,56 = 0,56$  | 0,76       | 139,28             | +0,56                  | $138,72_{+0,18}^{+0,94}$  |
| $T_{11.5a}$ | $T_{11.5a} = -K_{5a5} + K_{5.18} + T_{18.10} + Z_{10.11} = -5,85 + 118 - 101,875 + 1,69 = 11,965$<br>$\Delta_{11.5a} = \Delta_{5a.5} - \Delta_{5.18} = 0,15 + 0 + 0,125 + 0,97 = 1,245$ | 0,18       | 11,585             | +1,245                 | $10,34_{+1,155}^{+1,331}$ |

Технологические размеры рассчитываются по теории размерных цепей. В технологической размерной цепи припуск является замыкающим звеном. Остальные технологические размеры рассчитываются аналогично.

В радиальном направлении диаметры по ходу технологического процесса между собой не связаны, т.к. диаметры получаются по размерной цепи станка. А связанными по технологическому процессу будут оси.

Вычерчиваем эскиз готовой детали и на него наносим припуски в радиальном направлении.



Комплексная схема

Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного размера. Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$JT_z = \sum_{i=1}^n |JT_i|,$$

$$JT_z = JT_k + JT_t, \text{ где}$$

$JT_k$  - допуск конструкторского размера;

$JT_t$  - допуск технологического размера.

Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска. Предельные диаметры просчитываем после расчета среднего отклонения, который просчитывается по тому же уравнению, что и средний диаметр.

Расчет припусков сводим в таблицу 7, а расчет диаметральных размеров в таблицу 8.

Таблица 6 – Расчет припусков

| Индекс      | Состояние поверхности      | $R_z$ , мкм | $T$ , мкм | $\rho$ , мкм | $E$ , мкм | $Z_{min}$ , мм |
|-------------|----------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|----------------|
| 1           | 2                          | 3           | 4         | 5            | 6         | 7              |
| $Z_{01.02}$ | После чистого зенкерования | 30          | 30        | 11           | 120       | 0,191          |
| $Z_{03.02}$ | После черного зенкерования | 340         | 40        | 10           | 120       | 0,21           |
| $Z_{04.03}$ | После отливки              | 150         | 200       | 10           | 120       | 0,48           |
| $Z_{05.06}$ | После черного растачивания | 60          | 70        | 150          | 140       | 0,42           |
| $Z_{06.07}$ | После отливки              | 150         | 200       | 150          | 140       | 0,64           |

Таблица 7 – Расчет диаметральных размеров

| Обозначение        | Предельный диаметр                             | Допуск, мм | Среднее отклонение, мм | Средний размер, мм | Расчет среднего размера |
|--------------------|--|------------|------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1                  | 2  | 3          | 4                      | 5                  | 6                       |
| D <sub>01</sub>    | 35 <sup>+0,025</sup>                           | 0,025      | +0,0125                | 35,0125            | 35,0125                 |
| Z <sub>02.01</sub> | 0,191 <sup>+0,064</sup>                        | 0,064      | +0,032                 | 0,223              | 0,446                   |
| D <sub>02</sub>    | 34,522 <sup>+0,064</sup><br><sub>+0,025</sub>  | 0,039      | +0,0445                | 34,5665            | 34,5665                 |
| Z <sub>02.03</sub> | 0,210 <sup>+0,289</sup>                        | 0,289      | +0,1445                | 0,3545             | 0,709                   |
| D <sub>03</sub>    | 33,6685 <sup>+0,314</sup><br><sub>+0,064</sub> | 0,25       | +0,189                 | 33,8575            | 33,8575                 |
| Z <sub>03.04</sub> | 0,48 <sup>+0,77</sup>                          | 0,77       | +0,385                 | 0,865              | 1,73                    |
| D <sub>04</sub>    | 31,5535 <sup>+0,834</sup><br><sub>+0,314</sub> | 0,52       | +0,574                 | 32,1275            | 32,1275                 |
| D <sub>05</sub>    | 130 <sup>+0,063</sup>                          | 0,063      | +0,0315                | 130,0315           | 130,0315                |
| Z <sub>05.06</sub> | 0,42 <sup>+0,378</sup>                         | 0,378      | +0,189                 | 0,609              | 1,218                   |
| D <sub>06</sub>    | 128,593 <sup>+0,378</sup><br><sub>+0,063</sub> | 0,315      | +0,2205                | 128,8135           | 128,8135                |
| Z <sub>06.07</sub> | 0,64 <sup>+1,555</sup>                         | 1,555      | +0,7775                | 1,4175             | 2,835                   |
| D <sub>07</sub>    | 124,9805 <sup>+1,618</sup>                     | 1,24       | +0,998                 | 125,9785           | 125,9785                |



## 1.7. Выбор средств технологической оснастки.

Пяти координатный станок Micron HPM 1350u (обрабатывающий центр) – предназначен для обработки корпусных и базовых деталей из черных и цветных металлов в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Технические характеристики.

| Наименование                             | Параметры                      | Значения     |
|--|--------------------------------|--------------|
| <b>Рабочий диапазон</b>                  | Ось X                          | 1350 мм      |
|  | Ось Y                          | 1150 мм      |
|  | Ось Z                          | 700/895 мм   |
|  | Ось наклона                    | +16°/-120°   |
|  | Ось вращения                   | n×360°       |
| <b>Инструментальный шпиндель ISO-B40</b> | Максимальное число оборотов    | 15 000 мин-1 |
|  | Система крепления инструментов | ISO-B40      |
|  | Мощность при 40% ED            | 38 кВт       |
|  | Вращающий момент при 40% ED    | 193 Нм       |
| <b>Инструментальный шпиндель HSK-A63</b> | Максимальное число оборотов    | 15 000 мин-1 |
|  | Система крепления инструментов | HSK-A63      |
|  | Мощность при 40% ED            | 38 кВт       |
|  | Вращающий момент при 40% ED    | 193 Нм       |
| <b>Инструментальный шпиндель HSK-A63</b> | Максимальное число оборотов    | 24 000 мин-1 |
|  | Система крепления инструментов | HSK-A63      |
|  | Мощность при 40% ED            | 30 кВт       |
|  | Вращающий момент при 40% ED    | 75 Нм        |
| <b>Скорость перемещения</b>              | Подача/ускоренный ход по X, Y  | 15/32 м/мин  |
|  | Подача/ускоренный ход по Z     | 15/32 м/мин  |
|  | Подача/ускоренный ход (наклон) | 11/20 мин-1  |

|                                 |                                  |                |
|---------------------------------|----------------------------------|----------------|
|                                 | Подача/ускоренный ход (вращение) | 40 мин-1       |
| <b>Рабочий стол</b>             | Рабочая площадь                  | Ø 1100         |
|                                 | Максимальная нагрузка на стол    | 1600 кг        |
| <b>Инструментальный магазин</b> | ISO-B40                          | 30/46/92 шт.   |
|                                 | HSK-A63                          | 30/46/92 шт.   |
| <b>Автоматизация</b>            | Размер паллеты/количество        | Ø 1000 / 3 шт. |
|                                 | Максимальная нагрузка            | 1600 кг        |

## Выбор режущего инструмента.

### Операция 010.

#### **Установ А**

#### **Переход 1.**

**Инструмент:** Фреза торцовая насадная Ø100мм с механическим креплением пластин из твёрдого сплава ВК6.

Фреза 2340-0012 ГОСТ 9473-80; D=100; d=40; z=8; H=32.

#### **Переход 2.**

**Инструмент:** Фреза торцовая насадная Ø100мм с механическим креплением пластин из твёрдого сплава ВК6.

Фреза 2340-0012 ГОСТ 9473-80; D=100; d=40; z=8; H=32.

#### **Переход 3.**

**Инструмент:** Фреза концевая Ø50мм с механическим креплением пластин из твёрдого сплава ВК6.

Фреза 035-2224-0005 ОСТ 2И41-5-84; D=50мм; z=6; L=157.

#### **Переход 4.**

**Инструмент:** Зенкер Ø34,45(+0,25) с пластинами из твердого сплава ВК8.

Зенкер 2320-2066-2041 ГОСТ 3231-71, тип 2; D=34,45(+0,25); L=45; z=3.

#### **Переход 5.**

**Инструмент:** Зенкер-развёртка Ø34,886(+0,039) из твердого сплава ВК6.

Зенкер 2320-2066-2041 ГОСТ 3231-71, тип 2; D=34,886(+0,039); L=45; z=3.

#### **Переход 6.**

**Инструмент:** Фреза дисковая Ø30 из твёрдого сплава ВК6 z=6.

### **Переход 7.**

**Инструмент:** Развёртка машинная Ø35,0025 оснащенная пластинами из твёрдого сплава ВК4.

Развёртка 2363-2166 ГОСТ 11175-80 тип 1; D=35(+0,025); L=240; z=8.

### **Переход 8.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83; D=128(±0,315); φ=90.

### **Переход 9.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83; D=126(+0,63); φ=90.

**Переход 10.****Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6. Головка расточная 181352021 ОСТ 2И23-1-83; D=99(+0,54); φ=75.

### **Переход 11.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83; D=130(+0,063); φ=90.

### **Переход 12.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352021 ОСТ 2И23-1-83; D=102(+0,087); φ=75.

### **Переход 13.**

**Инструмент:** Фреза дисковая Ø63мм из твёрдого сплава ВК6; z=16.

### **Переход 14**

**Инструмент:** Фреза дисковая одноугловая Ø63мм из твёрдого сплава ВК6.

Фреза 2240-0351 ТУ 2-0350526-76; D=63; B=12; d=22; z=22.

### **Переход 15.**

**Инструмент:** Фреза дисковая одноугловая Ø63мм из твёрдого сплава ВК6.

Фреза 2240-0351 ТУ 2-0350526-76; D=63; B=12; d=22; z=22.

### **Переход 16.**

**Инструмент:** Сверло спиральное Ø9мм из твердого сплава ВК6.  
Сверло 035-2300-1263 ОСТ 2И20-1-80; D=9; L=125; 2φ=118.

### **Переход 17.**

**Инструмент:** Фреза торцовая насадная Ø80мм с механическим креплением пластин из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2340-0012 ГОСТ 9473-80; D=80; z=10; H=34.

### **Переход 18.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2208-0211 ГОСТ 17025-71; D=22; z=6; L=40.

### **Переход 19.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2221-0234 ГОСТ 18372-73 тип 1; D=8; z=3; L=25.

### **Переход 20.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2208-0211 ГОСТ 17025-71; D=22; z=6; L=40.

### **Переход 21.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2208-0211 ГОСТ 17025-71; D=22; z=6; L=40.

### **Переход 22.**

**Инструмент:** Зенкер с пластинами из твердого сплава ВК8.

Зенкер 2320-2378 ГОСТ 3231-71 тип1; D=20; z=4; L=27.

### **Переход 23.**

**Инструмент:** Сверло-зенкер цельное из твёрдого сплава ВК8.

Сверло-зенкер 035-2300-1329 ОСТ-2И20-1-80; D=6,7; 2φ=118.

### **Переход 24.**

**Инструмент:** Машинный метчик из твердого сплава ВК8.

Метчик 2428-0245 ГОСТ 3266-81; P=1; D=8.

### **Переход 25.**

**Инструмент:** Сверло-зенкер цельное из твёрдого сплава ВК8.

Сверло-зенкер 035-2300-1329 ОСТ-2И20-1-80; D=8,5; 2φ=118.

### **Переход 26.**

**Инструмент:** Машинный метчик из твердого сплава ВК8.  
Метчик 2428-0245 ГОСТ 3266-81; P=1; D=8.

### **Мерительный инструмент:**

После операции необходимо проверить следующие размеры:

1. Диаметр отверстия в бобышке  $\varnothing 35+0,025$ .  
Пробка 35Н7 СТП 09-125-83.
2. Глубину отверстия в бобышке  $10\pm 0,215$   
Глубиномер ГР-8-ТЭ50МРВ1001.
3. Диаметр отверстия в корпусе  $\varnothing 102+0,087$ .  
Пробка 102Н7 СТП-09-127-83
4. Диаметр канавки  $\varnothing 103+0,87$ .  
Нутромер НИ-16
5. Диаметр отверстий в торце  $\varnothing 9+0,36$   
Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
6. Резьбу М8-Н7  
Пробка резьбовая 8221-3027 ГОСТ 17759-72
7. Резьбу М10-Н6 Пробка резьбовая 8221-3044 ГОСТ 17758-72

### **Установ Б**

#### **Переход 1.**

**Инструмент:** Фреза торцовая насадная  $\varnothing 80$ мм с механическим креплением пластин из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2340-0012 ГОСТ 9473-80; D=80; z=10; H=34.

#### **Переход 2.**

**Инструмент:** Сверло сборное перовое с пластинами из твёрдого сплава ВК8.

Сверло 035-2302-005 ТУ 2-035-964-84; D=30;  $2\phi=118$ .

#### **Переход 3.**

**Инструмент:** Сверло сборное перовое с пластинами из твёрдого сплава ВК8.

Сверло 035-2302-005 ТУ 2-035-964-84; D=48;  $2\phi=118$ .

#### **Переход 4.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83;  $D=52(\pm 0,315)$ ;  $\varphi=90$ .

#### **Переход 5.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК6.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83;  $D=55(+0,12)$ ;  $\varphi=90$ .

#### **Переход 6.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК8.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83;  $D=64(+0,215)$ ;  $\varphi=90$ .

#### **Переход 7.**

**Инструмент:** Головка расточная двузубая с пластинами из твердого сплава ВК4.

Головка расточная 181352012 ОСТ 2И23-1-83;  $D=65(+0,12)$ ;  $\varphi=90$ .

#### **Переход 8.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2208-0209 ГОСТ 17025-71;  $D=20$ ;  $z=6$ ;  $L=40$ .

#### **Переход 9.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК4.

Фреза 2208-0211 ГОСТ 17025-71;  $D=22$ ;  $z=6$ ;  $L=40$ .

#### **Переход 10.**

**Инструмент:** Зенковка коническая из твёрдого сплава ВК8.

Зенкер 2353-0121-0134 ГОСТ 14953-80;  $D=20$ ;  $L=24$ ;  $2\varphi=90$ .

#### **Переход 11.**

**Инструмент:** Фреза концевая из твёрдого сплава ВК8.

Фреза 2220-0181 ГОСТ 18372-73;  $D=9$ ;  $z=3$ ;  $L=32$ .

#### **Переход 12.**

**Инструмент:** Сверло-зенкер цельное из твёрдого сплава ВК8.

Сверло-зенкер 035-2300-1329 ОСТ-2И20-1-80;  $D=5,7$ ;  $2\varphi=118$ .

### **Переход 13.**

**Инструмент:** Машинный метчик из твердого сплава ВК8.  
Метчик 2428-0245 ГОСТ 3266-81; P=1; D=6.

### **Переход 14.**

**Инструмент:** Сверло спиральное из твердого сплава ВК6.  
Сверло 035-2300-1263 ОСТ 2И20-1-80; D=16 ; L=125; 2φ=118.

### **Переход 15,16.**

**Инструмент:** Зенковка коническая из твердого сплава ВК8.  
Зенкер 2353-0121-0134 ОСТ 14953-80; D=20; L=24; 2φ=90.

### **Мерительный инструмент:**

После операции необходимо проверить следующие размеры:

1. Диаметр отверстия в приливе  $\varnothing 65+0,12$   
Пробка 65Н10 СТП-09-127-83.  
Шаблон 4JS14 СТП-09-139-84.
2. Диаметр отверстия в приливе  $\varnothing 55+0,12$   
Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1
3. Наружный диаметр прилива  $\varnothing 90-0,087$   
Скоба 90h9 СТП 09-132-84.  
Шаблон 18Js14 СТП-09-139-84
4. Глубину отверстия  $\varnothing 52$   
Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1

## **1.8. Расчет режимов резания**

**Операция: 010.** Установ А

### **Переход 1. Фрезерование торца фланца.**

**Инструмент:** Фреза торцевая  $\varnothing 100$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости: T=180мин. [3, стр 290, табл.40].

Число зубьев фрезы: z=8.

Ширина фрезерования: B=41мм.

Глубина резания: t=3мм.

Подача на зуб:  $s_z = 0,28\text{мм}$ . [3, стр 283, табл.33].

Скорость резания: V, м/мин

$$V = \frac{C_v D^q}{T^M f^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по рекомендациям [3, стр 286, табл.39]  $C_v = 445$ ;  $q=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ ;  $m=0,32$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле:  $K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv}$ , где

$K_{Mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3, стр 262, табл.1-6].

$$K_{Mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad n_v = 1,25 \quad HB=180 \quad K_{Mv}=1,06 \quad K_{Pv}=0,8 \quad K_{Iv}=1, \quad \text{тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,85$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,28^{0,35} \cdot 41^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 0,85 = 122 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента:  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 122}{3,14 \cdot 100} = 388 \text{ об / мин}$ .

Сила резания:  $P_z = \frac{10 C_p f^x S_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}$ ;  $P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,28^{0,74} \cdot 41^{1,0} \cdot 8}{100^{1,0} \cdot 388^0} \cdot 1,02 = 1330 \text{ Н}$ .

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени выбираем по табл.41

[3, стр 291]:  $C_p=54,5$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,74$ ;  $u=1,0$ ;  $q=1,0$ ;  $w=0$

Значение поправочного коэффициента  $K_{mp}$  выбираем по табл.9 [3, стр 264].

Крутящий момент на шпинделе:  $M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1330 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 66,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

Мощность резания:  $N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1330 \cdot 122}{1020 \cdot 60} = 2,65 \text{ кВт}$ ;  $N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e$ ;

$$16,92 \text{ кВт} \geq 2,65 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:  $S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,28 \cdot 8 \cdot 388 = 869 \text{ мм / мин}$ .

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{S_m} = \frac{572}{869} = 0,658 \text{ мин}$ .

Где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода  $L_{p.x} = L_{рез} + y_{подв} + y_{брез} = 565 + 8 = 573 \text{ мм}$ ;

$$L_{рез}=565 \text{ мм}, \quad y_{брез} + y_{пер} = 8 \text{ мм}, \quad [4, \text{стр} 301].$$

## **Переход 2. Фрезерование торца фланца.**

Инструмент: Фреза торцевая  $\varnothing 100$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=180$  мин. [3, стр 290, табл.40].

Число зубьев фрезы:  $Z=8$ .

Ширина фрезерования:  $B=41$  мм.

Глубина резания:  $t=0,6$  мм.



Подача на зуб:  $s_z = 0,125 \text{ мм}$  [3, стр 283, табл. 33].

Скорость резания:  $V$ , м/мин 
$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v;$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по рекомендациям [3, стр 286, табл. 39]  $C_v = 445$ ;  $q=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ ;  $m=0,32$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле: 
$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}, \quad \text{где}$$

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3, стр 262, табл. 1-6].

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad n_v = 1,25 \quad HB=180 \quad K_{mv}=1,06 \quad K_{pv}=1 \quad K_{iv}=1, \quad \text{тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 1 \cdot 1 = 1,06;$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{445 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,125^{0,35} \cdot 41^{0,2} \cdot 8^0} \cdot 1,06 = 150 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения инструмента: 
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 100} = 477 \text{ об / мин}$$

Сила резания:  $P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z^p}{D^q n^w} K_{pr}; \quad P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,6^{0,9} \cdot 0,125^{0,74} \cdot 41^{1,0} \cdot 8}{100^{1,0} \cdot 477^0} \cdot 1,02 = 318 \text{ Н}$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени выбираем по табл. 41 [3, стр 291]:  $C_p=54,5$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,74$ ;  $u=1,0$ ;  $q=1,0$ ;  $w=0$ .

Значение поправочного коэффициента  $K_{pr}$  выбираем по табл. 9 [3, стр 264];

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^n \quad n=0,45; \quad HB=180; \quad \text{тогда} \quad K_{mv} = \left( \frac{190}{180} \right)^{0,45} = 1,02$$

Крутящий момент на шпинделе: 
$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{318 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 15,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:  $N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{318 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 0,78 \text{ кВт}; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e;$

$$16,92 \text{ кВт} \geq 0,78 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:  $S_{мин} = s_z \cdot z \cdot n = 0,125 \cdot 8 \cdot 477 = 477 \text{ мм / мин}.$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{S_m} = \frac{572}{477} = 1,2 \text{ мин}.$

Где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода  $L_{p.x} = L_{рез} + y_{подв} + y_{брез} = 565 + 8 = 573 \text{ мм};$

$$L_{рез}=565 \text{ мм} \quad y_{брез} + y_{пер} = 8 \text{ мм} \quad [4, \text{ стр 301}].$$

### Переход 3. Фрезерование торца бобышки.

Инструмент: Фреза концевая  $\varnothing 50$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=120$  мин. [3, стр 290, табл. 40].

Число зубьев фрезы:  $z=6$ .

Ширина фрезерования:  $B=9$  мм

Глубина резания:  $t=3$  мм.

Подача на зуб:  $s_z = 0,2$  мм. [3, стр 283, табл. 33].

Скорость резания:  $V$ , м/мин.

Значения коэффициентов выбираем аналогично коэффициентам на 2-ом переходе.

Тогда

$$V = \frac{72 \cdot 50^{0,2}}{120^{0,32} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 9^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 1,06 = 93 \text{ м / мин};$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 93}{3,14 \cdot 50} = 592 \text{ об / мин}$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}; \quad P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 9^{1,0} \cdot 8}{50^{1,0} \cdot 592^0} \cdot 1,02 = 643 \text{ Н}$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени выбираем по табл. 41 [3, стр 291];

$C_p=54,5$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,74$ ;  $u=1,0$ ;  $q=1,0$ ;  $w=0$ .

Значение поправочного коэффициента  $K_{MV}$  выбираем по табл. 9 [3, стр 264];

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^n; \quad n=0,45; \quad HB=180; \quad \text{тогда} \quad K_{MV} = \left( \frac{190}{180} \right)^{0,45} = 1,02$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{643 \cdot 100}{2 \cdot 1000} = 32,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{643 \cdot 93}{1020 \cdot 60} = 0,83 \text{ кВт}; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,83 \text{ кВт};$$

Минутная подача:

$$S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 6 \cdot 592 = 710 \text{ мм / мин}.$$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{S_m} = \frac{7}{710} = 0,01 \text{ мин}.$

Где;  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода  $L_{p.x} = L_{рез} + y_{подв} + y_{брез} = 3 + 4 = 7 \text{ мм};$

Лрез=3мм ;  $y_{\text{брез}} + y_{\text{пер}} = 4\text{мм}$  [4, стр301].

#### **Переход 4. Зенкерование отверстия.**

Инструмент: Зенкер  $\varnothing 34^{+0,25}$  с пластинами из твердого сплава ВК8.

Период стойкости:  $T=50\text{мин}$ . [3,стр 280,табл.30].

Число зубьев зенкера:  $z=3$ .

Глубина резания:  $f = 0,5(D - d) = 0,5(34,57 - 31,5) = 1,53\text{мм}$ .

Подача:  $s_o = 1,2\text{мм/об}$ . [3,стр277,табл.26].  $s_z = s_o/z = 0,6/3 = 0,4\text{мм}$

Скорость резания:  $V$  м/мин, 
$$V = \frac{C_v D^q}{T^m f^x s^y} K_v$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по рекомендациям [3,стр278,табл.28].  $C_v = 105$ ;  $q=0,4$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,4$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле: 
$$K_v = K_{Mv} K_{Iv} K_{Lv} K_{Pv}$$
, где

$K_{Mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{Lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{Pv}$  – поправочный коэффициент.

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3,стр262,табл.1-6].

$$K_{Mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad n_v = 1,25 \quad HB=180; \quad K_{Mv}=1,06; \quad K_{Pv}=0,8; \quad K_{Iv}=0,83, \quad \text{тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 0,83 = 0,7.$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{105 \cdot 34,5^{0,4}}{50^{0,4} \cdot 1,53^{0,15} \cdot 1,2^{0,45}} \cdot 0,7 = 125\text{м/мин}.$$

$$\text{Частота вращения инструмента: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 125}{3,14 \cdot 34,5} = 1153\text{об/мин}.$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot f^x \cdot s_z \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} = \frac{92 \cdot 1,53^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 34,5 \cdot 3}{2 \cdot 1000} = 3,6\text{Н} \cdot \text{м}.$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем по табл.22 [3,стр.273]

$$C_p=92; \quad x=1,0; \quad y=0,75.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,6 \cdot 1153}{9750} = 0,423 \text{ кВт} ; \quad N_{см} \cdot \eta_{см} \geq N_e ; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,423 \text{ кВт} ;$$

Минутная подача:

$$S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,4 \cdot 3 \cdot 1153 = 692 \text{ мм / мин} .$$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{р.х}}{S_m} = \frac{14}{692} = 0,02 \text{ мин} .$

Где  $L_{р.х}$  – длина рабочего хода  $L_{р.х} = L_{рез} + y_{подв} + y_{брез} = 12 + 2 = 14 \text{ мм}$  ,  
 $L_{рез} = 12 \text{ мм}$  ,  $y_{брез} + y_{пер} = 2 \text{ мм}$  [4, стр303].

## Переход 5. Зенкерование отверстия.

Инструмент: Зенкер  $\varnothing 34^{+0,04}$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T = 50 \text{ мин}$ . [3, стр 280, табл.30].

Число зубьев зенкера:  $z = 3$ .

Глубина резания:  $t = 0,5(D - d) = 0,5(34,97 - 34,57) = 0,2 \text{ мм}$  .

Подача:  $s_o = 0,8 \text{ мм / об}$  [3, стр277, табл.26].  $s_z = s_o / z = 0,8 / 3 = 0,26 \text{ мм}$

Скорость резания:  $V$  м/мин, 
$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по

рекомендациям [3, стр278, табл.28]  $C_v = 105$  ;  $q = 0,4$  ;  $x = 0,15$  ;  $y = 0,45$  ;  
 $m = 0,4$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле:

$$K_v = K_{MV} K_{IV} K_{LV} K_{PV} , \text{ где}$$

$K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{LV}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{PV}$  – поправочный коэффициент.

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3, стр262, табл.1-6].

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} \quad n_v = 1,25 \quad HB = 180 \quad K_{MV} = 1,06 \quad K_{PV} = 1,0 \quad K_{IV} = 0,83 , \text{ тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 1,0 \cdot 0,83 = 0,87 ;$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{105 \cdot 34,97^{0,4}}{50^{0,4} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,87 = 168 \text{ м / мин} .$$

Частота вращения инструмента: 
$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 168}{3,14 \cdot 34,9} = 1533 \text{ об / мин} .$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} = \frac{92 \cdot 0,2^1 \cdot 0,26^{0,75} \cdot 34,9 \cdot 3}{2 \cdot 1000} = 0,48 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем по табл.22 [3,стр.273]

$$C_p=92; \quad x=1,0; \quad y=0,75.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,48 \cdot 1533}{9750} = 0,075 \text{ кВт}; \quad N_{см} \cdot \eta_{см} \geq N_e; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,075 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:

$$S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,26 \cdot 3 \cdot 1533 = 1196 \text{ мм / мин}.$$

$$\text{Основное машинное время: } t_m = \frac{L_{р.х}}{S_m} = \frac{14}{1196} = 0,012 \text{ мин}.$$

Где  $L_{р.х}$  – длина рабочего хода  $L_{р.х} = L_{рез} + y_{подв} + y_{брез} = 12 + 2 = 14 \text{ мм}$ ,  
 $L_{рез}=12 \text{ мм}$ ,  $y_{брез} + y_{пер} = 2 \text{ мм}$  [4, стр303].

## **Переход 6. Фрезерование паза.**

Инструмент: Фреза дисковая  $\varnothing 30$  фасонная из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=90$  мин. [3,стр 290,табл.40].

Число зубьев фрезы:  $Z=6$ .

Ширина фрезерования:  $B=3$  мм.

Глубина резания:  $t=0,7$  мм.

Подача на зуб:  $s_z = 0,09 \text{ мм}$  [3,стр283,табл.33].

$$\text{Скорость резания: } V, \text{ м/мин} \quad V = \frac{C_v D^q}{T^M t^x s_z^y B^u Z^p} K_v.$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по

рекомендациям [3,стр286,табл.39]  $C_v = 144$ ;  $q=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$ ;  $u=0,2$ ;  $p=0$ ;  $m=0,32$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле:  $K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}$ , где

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3,стр262,табл.1-6].

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}; \quad n_v = 1,25 \quad HB=180; \quad K_{mv}=1,06; \quad K_{pv}=1; \quad K_{iv}=1;$$

$$K_v = 1,06 \cdot 1 \cdot 1 = 1,06.$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{144 \cdot 30^{0,2}}{180^{0,32} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,09^{0,35} \cdot 3^{0,2} \cdot 3^0} \cdot 1,06 = 117 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения инструмента:  $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 117}{3,14 \cdot 30} = 1242 \text{ об / мин}.$

Сила резания:  $P_z = \frac{10 C_p f^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}; \quad P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,7^{0,9} \cdot 0,09^{0,74} \cdot 3^{1,0} \cdot 6}{30^{1,0} \cdot 1242^0} \cdot 1,02 = 37,7 \text{ Н}.$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени выбираем по табл.41 [3,стр291];  $C_p=54,5$ ;  $x=0,9$ ;  $y=0,74$ ;  $u=1,0$ ;  $q=1,0$ ;  $w=0$ .

Значение поправочного коэффициента  $K_{mv}$  выбираем по табл.9 [3,стр264]

$$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^n; \quad n=0,45; \quad HB=180; \quad \text{тогда} \quad K_{mv} = \left( \frac{190}{180} \right)^{0,45} = 1,02.$$

Крутящий момент на шпинделе:  $M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{37,7 \cdot 30}{2 \cdot 1000} = 0,56 \text{ Н} \cdot \text{м}.$

Мощность резания:  $N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{37,7 \cdot 117}{1020 \cdot 60} = 0,072 \text{ кВт}; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e;$

$$16,92 \text{ кВт} \geq 0,072 \text{ кВт}.$$

Минутная подача:  $S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,09 \cdot 6 \cdot 1242 = 670 \text{ мм / мин}.$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p,x}}{S_m} = \frac{119}{670} = 0,18 \text{ мин}.$

Где  $L_{p,x}$  – длина рабочего хода  $L_{p,x} = L_{рез} + y_{подб} + y_{брез} = 110 + 9 = 119 \text{ мм};$

$L_{рез}=110 \text{ мм}; \quad y_{брез} + y_{пер} = 9 \text{ мм} \quad [4, \text{стр}303].$

## **Переход 7. Развёртывание отверстия.**

Инструмент: Развертка машинная насадная  $\varnothing 35^{+0,025}$  с пластинами из твердого сплава ВК4.

Период стойкости:  $T=105 \text{ мин} \quad [3, \text{стр}280, \text{табл.}30].$

Число зубьев зенкера:  $z=8$ .

Глубина резания:  $f = 0,5(D - d) = 0,5(35,025 - 34,97) = 0,03 \text{ мм}.$

Подача:  $s_o = 0,3 \text{ мм / об} \quad [3, \text{стр}277, \text{табл.}26], \quad s_z = s_o / z = 0,3 / 8 = 0,0375 \text{ мм}.$

Скорость резания:  $V, \text{ м/мин} \quad V = \frac{C_v D^q}{T^m f^x s_z^y} K_v.$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по

рекомендациям [3,стр278,табл.28].  $C_v = 10^9$ ;  $q=0,2$ ;  $x=0$ ;  $y=0,5$ ;  $m=0,45$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле:

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv} K_{pv}, \quad \text{где}$$

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{pv}$  – поправочный коэффициент.

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3, стр262, табл.1-6].

$$K_{Mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v} ; \quad n_v = 1,25 \quad HB=180; \quad K_{Mv}=1,06; \quad K_{pv}=1,0; \quad K_{lv}=1,1, \quad \text{тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 1,17.$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{109 \cdot 35^{0,2}}{105^{0,45} \cdot 0,2^0 \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 1,17 = 58 \text{ м / мин}.$$

$$\text{Частота вращения инструмента: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 58}{3,14 \cdot 35} = 528 \text{ об / мин}.$$

Крутящий момент на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot f^x \cdot s_z \cdot D \cdot z}{2 \cdot 1000} = \frac{92 \cdot 0,03^1 \cdot 0,037^{0,75} \cdot 35 \cdot 3}{2 \cdot 1000} = 0,12 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем по табл.22 [3, стр.273]

$$C_p=92; \quad x=1,0; \quad y=0,75.$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,12 \cdot 528}{9750} = 0,006 \text{ кВт}; \quad N_{ст} \cdot \eta_{ст} \geq N_e; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,006 \text{ кВт}.$$

$$\text{Минутная подача: } S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,037 \cdot 8 \cdot 528 = 156 \text{ мм / мин}.$$

Основное машинное время:

$$\text{Где } L_{p,x} - \text{длина рабочего хода } L_{p,x} = L_{рез} + y_{подв} + y_{врез} = 12 + 4 = 16 \text{ мм}, \\ L_{рез}=12 \text{ мм}, \quad y_{врез} + y_{пер} = 4 \text{ мм} \quad [4, \text{ стр}303].$$

## **Переход 8. Растачивание отверстия.**

Инструмент: Головка расточная двузубая  $\varnothing 128$  с пластинами из твердого сплава ВК6

Период стойкости:  $T=60$  мин. [3, стр268].

Глубина резания:  $t=3$  мм.

Подача:  $s_o = 1,6$  мм / об [3, стр268, табл.13].

$$\text{Скорость резания: } V, \text{ м/мин} \quad V = \frac{C_v}{T^m f^x S^y} K_v.$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по табл.17 [3, стр270].  $C_v = 342$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,4$ ;  $m=0,2$ .

Поправочный коэффициент  $K_v$  учитывающий фактические условия резания определим по формуле:

$$K_v = K_{Mv} K_{Iv} K_{Pv}, \quad \text{где}$$

$K_{Mv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Iv}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{Pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

Коэффициенты выбираем по рекомендациям [3, стр 262, табл. 1-6].

$$K_{Mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}; \quad n_v = 1,25 \quad HB=180; \quad K_{Mv}=1,06; \quad K_{Pv}=0,8; \quad K_{Iv}=1,0; \quad \text{тогда}$$

$$K_v = 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,85.$$

По найденным коэффициентам рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{343}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1,6^{0,4}} \cdot 0,85 = 91 \text{ м / мин}.$$

$$\text{Частота вращения инструмента: } n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 91}{3,14 \cdot 128} = 266 \text{ об / мин}.$$

$$\text{Сила резания: } P_z = 10 C_p f^x s^y V^n K_p; \quad P_z = 10 \cdot 83 \cdot 3^1 \cdot 1,6^{0,75} \cdot 91^0 \cdot 0,94 = 3685 \text{ Н}$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени выбираем по табл. 22 (3, стр 274).  $C_p=92$ ;  $x=1$ ;  $y=0,75$ ;  $n=0$ .

Значение поправочных коэффициентов, выбираем по табл. 9, 10, 23 [3, стр 264].

$$K_{Mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n; \quad n=0,45; \quad HB=180; \quad \text{тогда } K_{Mp} = \left( \frac{180}{190} \right)^{0,45} = 0,97.$$

$$K_p = K_{Mp} K_{фp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{гр} = 0,97 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,94$$

$$\text{Мощность резания: } N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3685 \cdot 91}{61200} = 2,9 \text{ кВт}; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e;$$

$$16,92 \text{ кВт} \geq 2,9 \text{ кВт}.$$

Основное машинное время:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{S_o \cdot n} = \frac{19}{0,8 \cdot 223} = 0,106 \text{ мин}.$$

## **Переход 9. Растачивание отверстия.**

Инструмент: Головка расточная двузубая  $\varnothing 126$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=60$  мин. [3, стр 268].

Длина рабочего хода:  $L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{вон}$ , где

$L_{рез}$  – длина резания;

$y$  – подвод, врезание и перебеги инструмента;



$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.  
По прил.3(4,стр300) определяем;  $y = y_{подб} + y_{брез} + y_n = 4 + 3 = 7\text{мм}$ ;  $L_{рез}=12\text{мм}$ ;

$$L_{р.х} = 12 + 7 = 19\text{мм}.$$

Глубина резания:  $t=2\text{мм}$ .

Подача:  $s_o = 0,8\text{мм/об}$ . [4,стр25,карта Т-2].

Скорость резания:  $V$  м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3, \text{ где}$$

$V_{табл}$ . – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от вида обработки.

По [4, карта Т-4,стр29-34] определяем;  $V_{табл}=110$ ;  $K_1=0,8$ ;  $K_2=1,0$ ;  $K_3=1,0$ .

$$V = 110 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 88\text{м/мин}.$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 126} = 223\text{об/мин}.$$

Сила резания:

$$P_z = P_{зтабл} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

$P_{зтабл}$ . – табличное значение силы резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от скорости резания.

По [4, карта Т-5,стр35-36] определяем  $P_{зтабл}=3400\text{Н}$ ;  $K_1=0,6$ ;  $K_2=1,1$ .

$$P_z = 3400 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 2245\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2245 \cdot 88}{61200} = 1,8\text{кВт}; \quad N_{см} \cdot \eta_{см} \geq N_e; \quad 16,92\text{кВт} \geq 1,8\text{кВт}.$$

Основное машинное время:

$$t_M = \frac{L_{р.х}}{s_o \cdot n} = \frac{19}{0,8 \cdot 223} = 0,106\text{мин}.$$

## **Переход 10. Растачивание отверстия.**

Инструмент: Головка расточная двузубая  $\varnothing 99$  с пластинами из твердого сплава ВК6

Период стойкости:  $T=60\text{мин}$ . [3,стр 268].

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп} , \quad \text{где}$$

Лрез – длина резания;

Y – подвод, врезание и перебег инструмента;

Лдоп – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.

По прил.3(4,стр 300) определяем  $y = y_{подв} + y_{врез} + y_n = 4 + 3 = 7\text{мм}$ ; из тех.карты

$$\text{Лрез}=95\text{мм} , \quad L_{p.x} = 95 + 7 = 102\text{мм} .$$

Глубина резания:  $t=1\text{мм}$ .

Подача:  $s_o = 0,8\text{мм/од}$  , [4,стр25,карта Т-2].

Скорость резания:  $V$ , м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3 , \quad \text{где}$$

$V_{табл}$ . – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от вида обработки.

По [4, карта Т-4,стр29-34] определяем  $V_{табл}=100$ ;  $K_1=0,8$ ;  $K_2=1,0$ ;  $K_3=1,0$ .

$$V = 100 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 80\text{м/мин} .$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 99} = 258\text{од/мин} .$$

Сила резания:

$$P_z = P_{зтабл} \cdot K_1 \cdot K_2 ;$$

$P_{зтабл}$ . – табличное значение силы резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от скорости резания.

По [4, карта Т-5,стр35-36] определяем  $P_{зтабл}=1700\text{Н}$ ;  $K_1=0,6$ ;  $K_2=1,1$ .

$$P_z = 1700 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 1125\text{Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1125 \cdot 80}{61200} = 1,47\text{кВт} ; \quad N_{см} \cdot \eta_{см} \geq N_e ; \quad 16,92\text{кВт} \geq 1,47\text{кВт} .$$

$$\text{Основное машинное время: } t_m = \frac{L_{p.x}}{s_o \cdot n} = \frac{102}{0,8 \cdot 258} = 0,494\text{мин} .$$

## Переход 11. Растачивание отверстия.

Инструмент: Головка расточная двузубая  $\varnothing 130$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=60$  мин. [3, стр 268].

Длина рабочего хода

$$L_{p.x} = L_{рез} + Y + L_{доп}, \text{ где}$$

Лрез – длина резания;

Y – подвод, врезание и перебег инструмента;

Лдоп – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.

По прил.3(4, стр 300) определяем  $Y = Y_{подв} + Y_{врез} + Y_n = 4 + 3 = 7$  мм; из тех.карты

$$\text{Лрез}=19\text{мм}, \quad L_{p.x} = 19 + 7 = 26\text{мм}.$$

Глубина резания:  $t=1$  мм.

Подача:  $s_o = 0,15$  мм / об [4,стр25,карта Т-2].

Скорость резания:  $V$  м/мин

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ где}$$

$V_{табл}$ . – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от вида обработки.

По [4, карта Т-4,стр 29-34] определяем  $V_{табл}=105$ ;  $K_1=1,0$ ;  $K_2=1,0$ ;  $K_3=1,0$ .

$$V = 105 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 105 \text{ м / мин}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 130} = 257,2 \text{ об / мин}.$$

Сила резания:

$$P_z = P_{зтабл} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

$P_{зтабл}$ . – табличное значение силы резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от скорости резания.

По [4, карта Т-5,стр35-36] определяем  $P_{зтабл}=800$ Н;  $K_1=0,6$ ;  $K_2=1,1$ .

$$P_z = 800 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 528 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{528 \cdot 105}{61200} = 0,9 \text{ кВт}; \quad N_{см} \cdot \eta_{см} \geq N_e; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,9 \text{ кВт}.$$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{s_o \cdot n} = \frac{26}{0,15 \cdot 257,2} = 0,673 \text{ мин}$

## **Переход 12. Растачивание отверстия.**

Инструмент: Головка расточная двузубая  $\varnothing 102$  с пластинами из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=60$  мин. [3, стр 268].

Длина рабочего хода

$$L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп}, \text{ где}$$

Лрез – длина резания;

Y – подвод, врезание и перебег инструмента;

Лдоп – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.

По прил.3(4, стр 300) определяем;  $y = y_{подв} + y_{врез} + y_n = 4 + 3 = 7 \text{ мм}$ ; из тех. карты

$$\text{Лрез} = 62 \text{ мм}, \quad L_{p.x} = 62 + 7 = 69 \text{ мм}.$$

Глубина резания:  $t=1,5$  мм.

Подача:  $s_o = 0,15 \text{ мм / об}$ . [4, стр 25, карта Т-2].

Скорость резания:  $V$  м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3, \text{ где}$$

$V_{табл}$  – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от вида обработки.

По [4, карта Т-4, стр 29-34] определяем;  $V_{табл}=105$ ;  $K_1=1,0$ ;  $K_2=1,0$ ;  $K_3=1,0$ .

$$V = 105 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 105 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 102} = 327,8 \text{ об / мин}.$$

Сила резания:

$$P_z = P_{зтабл} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

$P_{зтабл}$  – табличное значение силы резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от скорости резания.

По [4, карта Т-5, стр 35-36] определяем  $P_{зтабл}=750 \text{ Н}$ ;  $K_1=0,6$ ;  $K_2=1,1$ .

$$P_z = 750 \cdot 0,6 \cdot 1,1 = 495 \text{ Н};$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{495 \cdot 105}{61200} = 0,85 \text{ кВт} ; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e ; \quad 16,92 \text{ кВт} \geq 0,85 \text{ кВт} .$$

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{s_o \cdot n} = \frac{69}{0,15 \cdot 327,8} = 1,403 \text{ мин} .$

### **Переход 13. Фрезерование паза.**

Инструмент: Фреза фасонная дисковая  $\varnothing 63 \text{ мм}$  из твёрдого сплава ВК6.

Число зубьев  $z=16$ .

Ширина фрезерования:  $B=5 \text{ мм}$ .

Период стойкости:  $T=120 \text{ мин}$ , [3, стр 268].

Длина рабочего хода

$$L_{p.x} = L_{рез} + Y + L_{доп} , \text{ где}$$

$L_{рез}$  – длина резания;

$Y$  – подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки;

По прил.3(4, стр 301) определяем  $Y = Y_{подв} + Y_{врез} + Y_n = 5 + 12 = 17 \text{ мм}$  ;

из тех. карты  $L_{рез}=323 \text{ мм}$ ,  $L_{p.x} = 323 + 17 = 340 \text{ мм}$  .

Глубина резания:  $t=0,5 \text{ мм}$ .

Подача на зуб фрезы:  $s_z = 0,15 \text{ мм / од}$  , [4, стр 83, карта Ф-2].

$$s_o = s_z \cdot z = 0,15 \cdot 16 = 2,4 \text{ мм / од} ;$$

$$s_m = s_o \cdot n = 2,4 \cdot 1325 = 3180 \text{ мм / мин} .$$

Скорость резания:  $V$ , м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3 , \text{ где}$$

$V_{табл}$  – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от размеров обработки;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от стойкости материала и инструмента.

По [4, карта Ф-4, стр 88-91] определяем  $V_{табл}=120$ ;  $K_1=1,25$ ;  $K_2=1,0$ ;

$K_3=1,0$ .

$$V = 120 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 150 \text{ м / мин} .$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 150}{3,14 \cdot 63} = 758 \text{ од / мин} .$$

мощность резания:

$$N_e = E \frac{V \cdot b_{max} \cdot z}{1000} K_1 K_2 = 0,14 \frac{150 \cdot 5 \cdot 16}{1000} \cdot 1,25 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ кВт} ; \quad N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e ;$$

$$16,92 \text{ кВт} \geq 1,89 \text{ кВт} ,$$

где E – величина определяемая по таблице [4,стр102], E=0,14;  
 K1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [4,стр103],  
 K1=1,25;  
 K2 - коэффициент, зависящий от типа фрезы и скорости резания [4,  
 стр103],K2=0,9.

Основное машинное время:

$$t_m = \frac{L_{p.x}}{s_o \cdot n} = \frac{340}{2,4 \cdot 758} = 0,187 \text{ МИН} .$$

#### **Переход 14. Фрезерование фаски.**

Инструмент: Фреза одноугловая дисковая Ø63мм.

Число зубьев: z=22.

Ширина фрезерования: В=2мм.

Период стойкости: T=120мин, [3,стр268].

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп} , \text{ где}$$

Lрез – длина резания;

Y – подвод, врезание и перебег инструмента;

Lдоп – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.

По прил.3(4,стр301) определяем  $y = y_{подв} + y_{фрез} + y_n = 5 + 12 = 17 \text{ мм} ;$

из тех.карты Lрез= 323мм ;  $L_{p.x} = 323 + 17 = 340 \text{ мм} .$

Глубина резания: t=2мм.

Подача на зуб фрезы:  $s_z = 0,15 \text{ мм} / \text{од} [4,стр83,карта Ф-2].$

$$s_o = s_z \cdot z = 0,15 \cdot 22 = 3,3 \text{ мм} / \text{од} ,$$

$$s_n = s_o \cdot n = 3,3 \cdot 1325 = 4370 \text{ мм} / \text{МИН} .$$

Скорость резания: V м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3 , \text{ где}$$

Vтабл. – табличное значение скорости резания;

K1 – коэффициент, зависящий от размеров обработки;

K2 - коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности;

K3 - коэффициент, зависящий от стойкости материала и инструмента.

По [4,карта Ф-4,стр88-91] определяем; Vтабл=210; K1=1,25; K2=1,0;  
 K3=1,0.

$$V = 210 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 262,5 \text{ м} / \text{МИН} .$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 262,5}{3,14 \cdot 63} = 1325 \text{ од} / \text{МИН} .$$

мощность резания:

$$N_e = E \frac{V \cdot b_{\max} \cdot z}{1000} K_1 K_2 = 0,14 \frac{262,5 \cdot 2 \cdot 22}{1000} \cdot 1,25 \cdot 0,9 = 1,82 \text{ кВт} ; N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e ;$$

Инструмент: Сверло спиральное  $\varnothing 9 \text{ мм}$  из твердого сплава ВК6.

Период стойкости:  $T=25$  мин [3,стр280].

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x} = L_{рез} + y + L_{доп} , \text{ где}$$

$L_{рез}$  – длина резания;

$y$  – подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп}$  – дополнительная длина хода, вызванная особенностями наладки.

По прил.3 [4,стр303] определяем  $y = y_{подв} + y_{брез} + y_n = 5 \text{ мм}$ ;

из тех.карты  $L_{рез}=20 \text{ мм}$ ,  $L_{p.x} = 20 + 5 = 25 \text{ мм}$ .

Глубина резания:  $t=4,5 \text{ мм}$ .

Подача на зуб фрезы:  $s_o = 0,14 \text{ мм / об}$  [4,стр110,карта С-2].

Скорость резания:  $V$  м/мин

$$V = V_{табл} K_1 K_2 K_3 , \text{ где}$$

$V_{табл}$  – табличное значение скорости резания;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  - коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

$K_3$  - коэффициент, зависящий от отношения длины резания к диаметру.

По [4, карта С-4,стр115] определяем  $V_{табл}=24 \text{ м/мин}$ ;  $K_1=1,0$ ;  $K_2=1,4$ ;  $K_3=1,0$ .

$$V = 24 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,0 = 33,6 \text{ м / мин} .$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 33,6}{3,14 \cdot 9} = 1189 \text{ об / мин} .$$

Определение осевой силы резания:

$$P_o = P_{табл} K_p , \quad P_o = 115 \cdot 1,0 = 1150 \text{ Н} ;$$

где

$P_{табл}$  – табличное значение осевой силы [4, стр124],  $P_{табл}=1150 \text{ Н}$ ;

$K_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [4,стр126],

$K_p=1,0$ .

Мощность резания:

$$N_e = N_{табл} K_N \frac{n}{1000} = 0,43 \cdot 1,0 \frac{1189}{1000} = 0,51 \text{ кВт} ; N_{cm} \cdot \eta_{cm} \geq N_e ; 16,92 \text{ кВт} \geq 0,51 \text{ кВт} .$$

где  $N_{табл}$  – табличное значение мощности резания [4,стр127],

$N_{табл}=0,43 \text{ кВт}$ .

$K_N$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [4,стр128],

$K_N=1,0$ .

Основное машинное время:  $t_m = \frac{L_{p.x}}{S_D \cdot n} = \frac{25}{0,14 \cdot 1189} = 0,15 \text{ мин.}$

Режимы резания для остальных переходов рассчитаны аналогично, и результаты расчётов сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Нормирование технологического процесса

| Наименование перехода                           | Режимы обработки |          |           |          |        |         |
|---|------------------|----------|-----------|----------|--------|---------|
|   | t, мм            | S, мм/об | n, об/мин | V, м/мин | N, кВт | To, мин |
| 17. Фрезеровать плоскость бобышки               | 2,5              | 2        | 796       | 100      | 4,87   | 0,101   |
| 18. Фрезеровать плоскость прилива               | 2,5              | 0,72     | 1180      | 80       | 0,62   | 0,172   |
| 19. Фрезеровать паз                             | 11               | 0,24     | 1596      | 40       | 0,54   | 0,216   |
| 20. Фрезеровать 2 полочки                       | 2,5              | 0,6      | 1156      | 80       | 1,23   | 0,098   |
| 21. Фрезеровать плоскость фланца                | 1                | 0,9      | 1300      | 80       | 0,47   | 0,062   |
| 22. Зенкеровать 3 отверстия                     | 5                | 0,6      | 714       | 45       | 3,2    | 0,078   |
| 23. Сверлить 2 отверстия                        | 3,35             | 0,12     | 1330      | 28       | 0,17   | 0,137   |
| 24. Нарезать резьбу в двух отверстиях           | 0,65             | 1        | 318       | 8        | 0,04   | 0,102   |
| 25. Сверлить отверстие и зенковать одновременно | 4,25             | 0,16     | 1495      | 40       | 0,21   | 0,083   |
| 26. Нарезать резьбу                             | 0,75             | 1        | 254       | 8        | 0,05   | 0,043   |



| Наименование<br>перехода   | Режимы обработки |          |           |          |        |         |
|----------------------------|------------------|----------|-----------|----------|--------|---------|
|                            | t, мм            | S, мм/об | n, об/мин | V, м/мин | N, кВт | To, мин |
| Установ Б                  |                  |          |           |          |        |         |
| 1. Фрезеровать торец       | 3                | 1,2      | 318       | 80       | 2,16   | 0,644   |
| 2. Сверлить отверстие      | 15               | 0,6      | 300       | 28       | 4,21   | 0,261   |
| 3. Рассверлить отверстие   | 9                | 0,25     | 238       | 36       | 1,42   | 0,793   |
| 4. Расточить отверстие     | 2                | 0,65     | 574       | 94       | 1,62   | 0,209   |
| 5. Расточить отверстие     | 1,5              | 0,65     | 581       | 94       | 1,23   | 0,158   |
| 6. Расточить отверстие     | 4                | 0,4      | 448       | 90       | 2,46   | 0,156   |
| 7. Расточить отверстие     | 1                | 0,2      | 557       | 115      | 0,36   | 0,161   |
| 8. Фрезеровать поверхность | 18               | 0,48     | 387       | 24       | 2,62   | 1,727   |
| 9. Фрезеровать поверхность | 1                | 0,9      | 1042      | 80       | 0,4    | 0,614   |
| 10. Снять фаску            | 0,5              | 1,2      | 530       | 150      | 0,03   | 0,181   |
| 11. Фрезеровать канавку    | 2,2              | 0,45     | 1716      | 52       | 0,34   | 0,776   |
| 12. Сверлить 5 отверстий   | 2,45             | 0,1      | 2100      | 33       | 0,11   | 0,542   |
| 13. Нарезать резьбу        | 0,52             | 0,12     | 531       | 10       | 0,03   | 1,525   |
| 14. Сверлить 2 отверстия   | 8                | 0,3      | 637       | 32       | 1,34   | 0,345   |
| 15. Зенковать фаску        | 1                | 1,2      | 1234      | 62       | 0,03   | 0,012   |
| 16. Зенковать фаску        | 1                | 1,2      | 1234      | 62       | 0,03   | 0,012   |

### 1.9. Расчёт технической нормы времени.

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчётно-аналитическим методом. В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени Тшт.к.

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}$$

где;  $T_{п.з}$  – подготовительно-заключительное время.

$T_{шт}$  – штучное время.

$n$  – количество деталей в партии.

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{об} + T_{отд}$$

где;  $T_{всп}$  – вспомогательное время.

$T_o$  – основное (машинное) время.

$T_{об}$  – время на обслуживание рабочего места.

$T_{отд}$  – время на отдых и личные надобности.

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}$$

где;  $T_{у.с}$  – время на установку и снятие детали.

$T_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали.

$T_{уп}$  – время на управление станком.

$T_{из}$  – время на измерение детали.

Основное время ( $T_o$ ) нами уже рассчитано при определении режимов резания.

Нормативы на отдельные элементы вспомогательного времени для серийного производства взяты из [2, прил.5, стр197-221].

### Операция 010

Определим вспомогательное время:

$$T_{всп} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}$$

по [2, прил.5] находим:  $T_{у.с}=0$ мин ;  $T_{з.о}=0$ мин;  $T_{уп}=5,2$ мин;  $T_{из}=0$ мин.

тогда  $T_{всп} = 0 + 0 + 5,2 + 0 = 5,2$ мин.

Определим штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{об} + T_{отд}$$

по [2, прил.5] находим:  $T_{об}=4\%T_{оп}$  ;  $T_{отд}=5\%T_{оп}$

$T_{оп}=T_o+T_{всп}=17,301+5,2=22,501$ мин.

$T_{об}=0,04*22,501=0,9$  мин;  $T_{отд}=0,05*22,501=1,125$ мин.

Тогда  $T_{шт}=17,301+5,2+0,9+1,125=24,526$ мин.

Определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}$$

по [5, стр21] находим:  $T_{пз}=42$ мин, тогда

$$T_{шт.к} = \frac{42}{48} + 24,526 = 25,401 \text{ мин}$$

## 2. Конструкторский раздел

### 2.1. Описание и принцип работы приспособления

При совершенствовании технологического процесса возникла необходимость в проектировании нового приспособления. Исходя из вида производства (мелкосерийное), технологических требований, конфигурации обрабатываемой детали, проектируемое приспособление относится к группе специальных приспособлений.

Приспособление предназначено для ориентировки и закрепления детали на столе обрабатывающего центра. Установка приспособления на столе станка осуществляется при помощи двух установочных пальцев (12) фиксируется приспособление двумя болтами (14). Базирование детали производится при помощи трёх баз: установочная база (плита), направляющая база (планка), опорная база (торец плиты).

Принцип работы приспособления:

Деталь устанавливается торцом прилива на опорную плиту (10) таким образом, чтобы плоскость фланца упиралась в торец плиты. Оператор, прижав торец прилива к опорной плите, предварительно поджимает деталь ключом, при помощи болта (19) производится фиксация положения детали в горизонтальной плоскости. И, пользуясь рукояткой (1), закрепляет деталь при помощи винтового зажима (2).

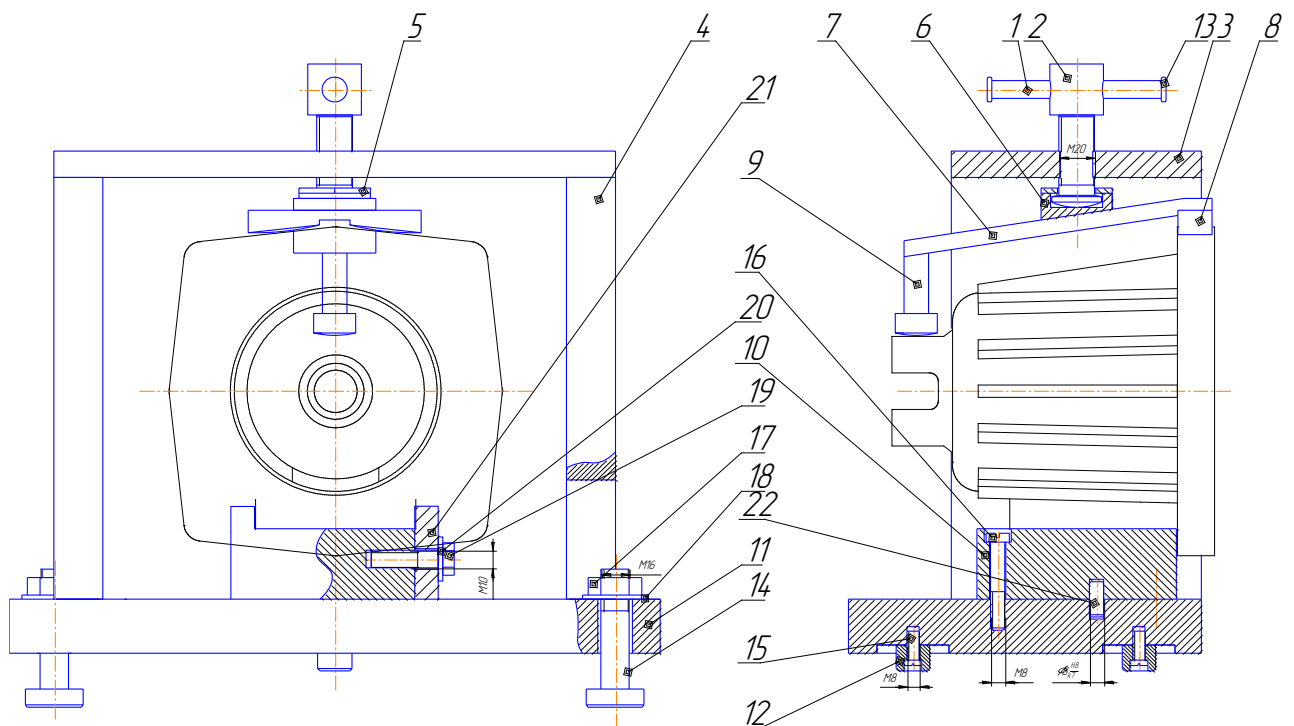


Рис 4. Приспособление для операции 010

### 2.1.2. Расчёт приспособления на точность.

Погрешность установки – представляет собой отклонение фактического положения закреплённой детали в приспособлении от требуемого теоретического.

Погрешность установки  $\epsilon_{ус}$  включает следующие погрешности: базирования  $\epsilon_б$ , закрепления  $\epsilon_з$ , и положения детали в приспособлении  $\epsilon_п$ . [6, стр.151]

$$\epsilon_{ус} = \epsilon_б + \epsilon_з + \epsilon_п$$

Погрешность положения  $\epsilon_п$  детали в приспособлении – состоит из погрешностей: изготовления приспособления  $\epsilon_{пр}$ , установки приспособления на станке  $\epsilon_у$ , положению детали из-за износа элементов приспособления  $\epsilon_и$ .

$$\epsilon_п = \epsilon_{пр} + \epsilon_у + \epsilon_и$$

Погрешность базирования  $\epsilon_б$

При установке по наружной цилиндрической поверхности в призму с углом  $2\alpha$  ;

$$\epsilon_б = 0; [6, стр.153].$$

Погрешность закрепления  $\epsilon_з$

Состоит из изменения положения детали в результате приложения к ней усилия закрепления, по [6, табл.76] находим:  $\epsilon_з = 200 \text{ мкм}$ .

Погрешность изготовления приспособления  $\epsilon_{пр}$

Для экономической точности обработки для развёртывания по 7 качеству допустимая погрешность изготовления приспособления  $\epsilon_{пр} = 37 \text{ мкм}$ , [6, табл.91].

Погрешность установки детали на станке  $\epsilon_у$

Зависит от смещений или перекосов корпуса приспособления на столе станка  $\epsilon_у = T_{11} + 0,25 \sum s' = 0,32 + 0,25 \times 0,034 = 0,041 \text{ мм} = 41 \text{ мкм}$  [6, стр.195]

$T_{11}$  – допуск на координаты штифтовых отверстий.

$\sum s'$  – сумма max. зазоров в посадке штифтов в отверстиях.

Погрешность износа установочных элементов  $\epsilon_и$ .

На износ влияют размеры и конструкция установочных элементов, материал и масса обрабатываемой детали.

$$\epsilon_и = 28 \text{ мкм}, [6, табл.93, стр.197].$$

$U$  – средний износ установочных элементов.

$$\epsilon_п = \epsilon_{пр} + \epsilon_у + \epsilon_и = 37 + 41 + 28 = 106 \text{ мкм},$$

тогда погрешность установки будет равна:

$$\epsilon_{ус} = \epsilon_б + \epsilon_з + \epsilon_п = 0 + 200 + 106 = 306 \text{ мкм}.$$

### 2.1.3. Расчёт потребных сил зажима.

Обрабатываемая деталь находится в равновесии вследствие действия сил как возникающих в процессе обработки, так и сил зажима и реакции опор. Основными силами процесса обработки являются силы резания. При расчётах следует определять силу зажима с учётом коэффициента запаса  $k$ ,

предусматривающего возможное увеличение сил резания из-за затупления режущего инструмента, неоднородности обрабатываемого материала, неравномерности припуска, ненадлежащего закрепления заготовки и т.д.

Расчёт коэффициента запаса  $k$  :

Коэффициент  $k$  рассчитывается применительно к конкретным условиям обработки по формуле:  $k = k_0 k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6$  [6,стр.199],

где  $k_0$  – гарантированный коэффициента запаса. для всех случаев,  $k_0=1,5$ .

$k_1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности,  $k_1=1,2$ .

$k_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания от затупления Инструмента,  $k_2=1,3$  [6,табл.95 стр.206].

$k_3$  – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании,  $k_3=1,2$ .

$k_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима,  $k_4=1,1$ .

$k_5$  – коэффициент, учитывающий эргономику зажимных элементов,  $k_5=1,0$ .

$k_6$  – коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов,  $k_6=1,0$ .

Расчёт сил зажима может быть сведён к задаче статики на равновесие заготовки под действием приложенных сил. По расчетной зависимости из [6,табл.94стр.202]

Определим:

$$W = \frac{k \cdot M_{кр}}{R \cdot (f_1 + f_2)}$$

, где

$k$  – коэффициент запаса;

$R$  – радиус заготовки;

$M_{кр}$  – крутящий момент [см.реж.рез];

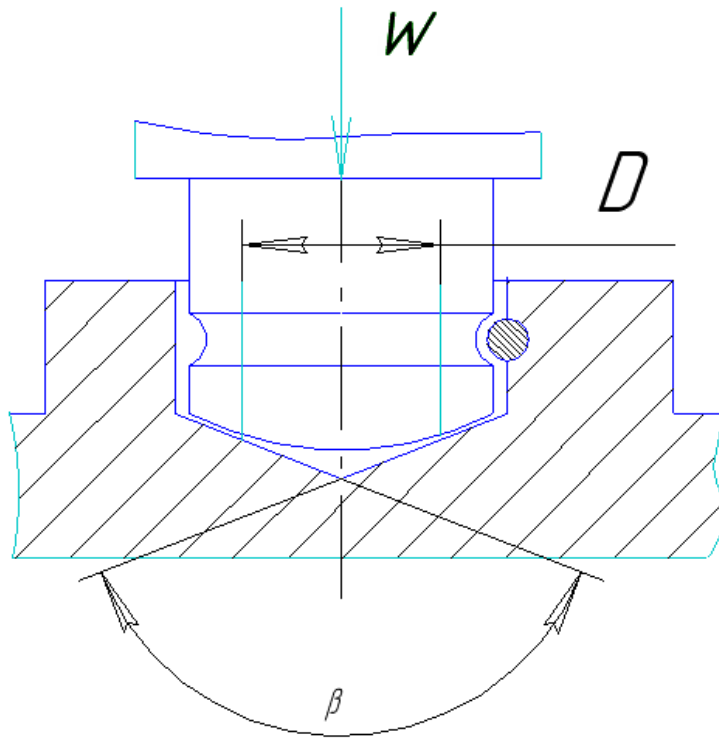
$f_1, f_2$  – силы трения [6,стр.207];

$$W = \frac{3,1 \cdot 66,5}{0,07 \cdot (0,23 + 0,38)} = 4827H$$

### 2.1.4. Расчёт приспособления на прочность.

В спроектированном приспособлении зажим заготовки осуществляется с помощью винтового механизма электромеханическим гайковёртом. Исходя из требований выбираем винтовой зажим винтом со сферической пятой через наконечник (рис.1)

Рис.5 Схема для расчёта винтового механизма.



Так как нажимной винт действует на заготовку через наконечник, то в этом случае сферический конец винта вращается в конусном гнезде наконечника, касаясь с ним по окружности радиусом  $R=D/2$ .

$$W = \frac{M_{кр}}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + 0,5 \cdot \mu \cdot D \cdot \operatorname{ctg}(\beta / 2)}$$

где;  $r_{cp}$  – средний радиус резьбы. ( $r_{cp} = 12 \text{ мм}$ )

$\alpha$  – угол подъёма резьбы. ( $\alpha = 3,6$ ) [7, стр.75]

$\varphi_{пр}$  – приведённый угол трения. ( $\varphi_{пр} = 6^\circ 40'$ ) [7, стр.76]

$\mu$  – коэффициент трения. ( $\mu = 0,1$ )

$$W = \frac{M_{кр}}{0,012 \cdot \operatorname{tg}(3,4 + 6,4) + 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,024 \cdot \operatorname{ctg}30} = \frac{M_{кр}}{0,00414}$$

$$M_{кр} = W \cdot 0,00414 = 4827 \cdot 0,00414 = 20,03 \text{ Нм}$$

Допустимое усилие зажима по условию прочности для метрической резьбы.

$$W_{дон} = 0,64 \frac{\pi d^2}{4} [\sigma]_p = 0,5 d^2 [\sigma]_p = 0,5 \cdot 2,4^2 \cdot 800 = 23040 \text{ Н}$$

где;  $[\sigma]_p = 800 \text{ кгс/см}^2$  - допустимое напряжение при растяжении.

Выбранный винтовой зажим удовлетворяет требованиям по прочности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 8ЛМ71         | Шавдуров Денис Эдуардович |

|                     |              |                           |                         |
|---------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШНПТ</b> | <b>Отделение</b>          | <b>Материаловедение</b> |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 150401/Машиностроение   |

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ
2. Разработка устава научно-технического проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Диаграмма FAST
5. Матрица SWOT
6. График проведения и бюджет НТИ
7. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
8. Потенциальные риски

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

|                  |                              |                               |                |             |
|------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>                   | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Доцент           | Конотопский Владимир Юрьевич | К.Э.Н                         |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                           |                |             |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 8ЛМ71         | Шавдуров Денис Эдуардович |                |             |

### 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

#### 3.1. Краткое описание выполненной работы

Проанализировав, конструкцию детали «станина электрогидравлического толкателя», выявили причины брака и сложность изготовления, производимую на Томском электромеханическом заводе им. В.В.Вахрушева. Изучив, существующий технологический процесс, выявили, что изготовление затрагивает большое количество универсальных станков, много инструментов. Для решения данной проблемы, требуется разработка нового технологического процесса, которая сократит время обработки, количество инструментов и оснастки.

#### 3.2 Инициация проекта

##### 3.2.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Информация по заинтересованным сторонам проекта представить в табл. 9.

| № п/п  | ФИО,<br>основное место<br>работы,<br>должность | Роль в проекте                       | Функции  | Трудо-<br>затраты, час. |
|--------|--|--------------------------------------|--|-------------------------|
| 1.     | Инженер<br>(магистрант)                        | Исполнитель по<br>проекту            | Исследование<br>проблемы,<br>предложение<br>пути решения,<br>обоснование<br>своих<br>решений | 2824                    |
| 2.     | Руководитель<br>проекта                        | Отвечает за<br>реализацию<br>проекта | Координирует<br>деятельность<br>участников<br>проекта  | 536                     |
| ИТОГО: |  |                                      |  | 3360                    |



### 3.2.2 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

| <b>Фактор</b>  | <b>Ограничения/ допущения</b>                                   |
|--|---|
| 3.1. Бюджет проекта                                  | 15000   |
| 3.1.1. Источник финансирования                       | ОАО «Томский<br>электромеханический завод им.<br>В.В.Вахрушева» |
| 3.2. Сроки проекта:                                  | 8.02.2018-01.06.2019  |
| 3.2.1. Дата утверждения плана<br>управления проектом | 22.02.2018  |
| 3.2.2. Дата завершения проекта                       | 1.06.2019   |
| 3.3. Прочие ограничения и<br>допущения               | -   |

### 3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в таблице 10.

Таблица 11 – Календарный план проекта





| Код работы (из ИСР) | Название                             | Длительность, дни | Дата начала работ | Дата окончания работ | Состав участников (ФИО ответственных исполнителей) |
|---------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--|
| 1                   | Составления технологического задания | 2                 | 8.02.2018         | 10.02.2018           | Охотин И. С.                                       |
| 2                   | Выбор направления исследования       | 2                 | 10.02.2018        | 12.02.2018           | Охотин И. С.                                       |
| 3                   | Изучение проблемы                    | 42                | 13.02.2018        | 01.04.2018           | Шавдуrow Д. Э.                                     |
| 4                   | Изучение литературы                  | 26                | 2.04.2018         | 5.05.2018            | Шавдуrow Д. Э.                                     |
| 5                   | Расчет размерных цепей               | 48                | 6.05.2018         | 1.07.2018            | Шавдуrow Д. Э.                                     |
| 6                   | Проектирование нового приспособления | 136               | 29.08.2018        | 28.12.2018           | Шавдуrow Д. Э.                                     |
| 7                   | Разработка чертежей приспособления   | 14                | 6.02.2019         | 26.02.2019           | Шавдуrow Д. Э.                                     |



|       |                                     |     |            |            |                |
|-------|-------------------------------------|-----|------------|------------|----------------|
| 8     | 3D моделирование                    | 24  | 27.02.2019 | 30.03.2019 | Шавдуров Д. Э. |
| 9     | 3D заводского приспособления        | 33  | 1.04.2019  | 5.05.2019  | Шавдуров Д. Э. |
| 10    | Консультирование                    | 60  | 8.02.2019  | 1.06.2019  | Охотин И. С.   |
| 11    | Оформление магистерской диссертации | 30  | 1.05.2019  | 1.06.2019  | Шавдуров Д. Э. |
| 12    | Итоговая проверка работы            | 3   | 2.06.2019  | 5.06.2019  | Охотин И. С.   |
| Итого |                                     | 420 | 8.02.2018  | 5.06.2019  |                |

Диаграмма Ганта – это тип линейных диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График строится в виде табл. 5.8 с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 12 Линейный график работ

| Код работ | Вид работы                           | Исполнитель    | Т <sub>к</sub> , кал, дн. | Продолжительность выполнения работ |            |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
|-----------|--------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------------------------|------------|-----|--------|------------|------|------|----------------------|-----|-----|-----|------|-----|--------|------------|-----|------|
|           |                                      |                |                           | ян в                               | фев        | мар | апр    | май        | июнь | июль | сент                 | окт | ноя | дек | ян в | фев | мар    | апр        | май | июнь |
| 1         | Составления технологического задания | Охотин И. С.   | 2                         |                                    | █          |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 2         | Выбор направления исследования       | Охотин И. С.   | 2                         |                                    | █          |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 3         | Изучение проблемы                    | Шавдуrow Д. Э. | 42                        |                                    | ██████████ |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 4         | Изучение литературы                  | Шавдуrow Д. Э. | 26                        |                                    |            |     | ██████ |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 5         | Расчет размерных цепей               | Шавдуrow Д. Э. | 48                        |                                    |            |     |        | ██████████ |      |      |                      |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 6         | Проектирование нового приспособления | Шавдуrow Д. Э. | 136                       |                                    |            |     |        |            |      |      | ████████████████████ |     |     |     |      |     |        |            |     |      |
| 7         | Разработка чертежей приспособления   | Шавдуrow Д. Э. | 14                        |                                    |            |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     | ██████ |            |     |      |
| 8         | 3D моделирование                     | Шавдуrow Д. Э. | 24                        |                                    |            |     |        |            |      |      |                      |     |     |     |      |     |        | ██████████ |     |      |

|    |                                     |                |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |  |
|----|-------------------------------------|----------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|
| 9  | 3D заводского приспособления        | Шавдуров Д. Э. | 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |
| 10 | Консультирование                    | Охотин И. С.   | 60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |   |  |
| 11 | Оформление магистерской диссертации | Шавдуров Д. Э. | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |
| 12 | Итоговая проверка работы            | Охотин И. С.   | 3  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |

 - руководитель       - инженер

### 3.4 Бюджет научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

#### 1) Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Таблица 4.9 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Таблица 13

*Расчет затрат на материалы*

| Наименование материалов                   | Цена за ед., руб. | Кол-во   | Сумма, руб. |
|---|-------------------|----------|-------------|
| Фотобумага для принтера 170 гр 127*8*50,8 | 195               | 3 ролика | 585         |
| Бумага для принтера формата А4            | 190               | 1 уп.    | 190         |
| Картридж для принтера                     | 1800              | 1 шт.    | 1800        |
| Лицензия Kaspersky Internet Security      | 2500              | 1 экз.   | 2500        |
| <b>Итого:</b>                             |                   |          | <b>5075</b> |

Допустим, что ТЗР составляют 10 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны  $C_{\text{мат}} = 5075 * 1,1 = 5582,5$  руб.

#### 2) Заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [].

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя и инженера (магистранта) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} * M}{F_{д}}$$

где  $Z_{м}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

– действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.  $F_{д} = 248$  раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{м} = Z_{б} * (k_{пр} + k_{д}) * k_{р}$$

где  $Z_{б}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 4.10.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители  | $Z_{б}$ ,<br>руб. | $k_{пр}$ | $k_{д}$ | $k_{р}$ | $Z_{м}$ ,<br>руб | $Z_{дн}$ ,<br>руб. | $T_{р}$ ,<br>раб.<br>дн. | $Z_{осн}$ ,<br>руб. |
|--------------|-------------------|----------|---------|---------|------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Руководитель | 33664             | 1,1      | 1,1     | 1,3     | 52953,4          | 2220,6             | 67                       | 148781,9            |
| Инженер      | 10633             | 1,1      | 1,1     | 1,3     | 16725,7          | 755,3              | 353                      | 266620,9            |
|              |                   |          |         |         |                  |                    | <b>Всего:</b>            | 415402,87           |

#### 4) Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{соц} = C_{зп} * 0.3 = 124620,8 \text{ руб.}$$

#### 5) Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} * t_{об} * Ц_{э}$$

где  $P_{об}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$  – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$  – время работы оборудования, час.

Для ТПУ ЦЭ = 5,748 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования для инженера ( $T_{рд}$ ) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} * K_t,$$

где  $K_t \leq 1$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{рд}$ , определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение  $t_{об}$  путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C$$

где  $P_{ном.}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности  $K_C = 1$ .

$$t_{об} = 2824 * 0,4 = 1129,6 \text{ час. время работы компьютера.}$$

$$t_{об} = 2824 * 0,005 = 14,12 \text{ час. время работы принтера}$$

Таблица 15 – Затраты на электроэнергию технологическую

| Наименование оборудования | Время работы оборудования $t_{об}$ , час | Потребляемая мощность $P_{об}$ , кВт | Затраты $\text{Э}_{об}$ , руб. |
|---------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------|
| Персональный компьютер    | 1129,6                                   | 0,3                                  | 338,8                          |
| Струйный принтер          | 14,12                                    | 0,1                                  | 1,4                            |
| <b>Итого:</b>             |  |                                      | <b>340,3</b>                   |

## б) Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

$$C_{ам} = \frac{N_A * Ц_{об} * t_{рф} * n}{F_D},$$

где  $N_A$  – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{об}$  – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР.

$F_D$  – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования.

$t_{рф}$  – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

$n$  – число задействованных однотипных единиц оборудования.

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{OB} * t_{рф} * n}{F_d} = \frac{0,5 * 50000 * 1129,6 * 1}{2408} = 11727,6 \text{ руб. Амортизация}$$

компьютера.

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{OB} * t_{рф} * n}{F_d} = \frac{0,5 * 15000 * 14,12 * 1}{2408} = 43,98 \text{ руб. Амортизация}$$

Таблица 16 – Амортизационные расходы

| Наименование оборудования | Стоимость, руб. | Время использования, час. | Амортизация, руб. |
|---------------------------|-----------------|---------------------------|-------------------|
| Персональный компьютер    | 50000           | 1129,6                    | 11727,6           |
| Струйный принтер          | 15000           | 14,12                     | 43,98             |
| <b>Итого:</b>             |                 |                           | <b>11771,5</b>    |

#### 7) Расчет прочих расходов

Здесь отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{проч.} = (C_{мат} + C_{зп} + C_{соц} + C_{эл.об.} + C_{ам}) \cdot 0,1$$

$$C_{проч.} = 61348,117$$

#### 8) Расчет общей себестоимости разработки

Общая себестоимость исследования технологического процесса изготовления станины

Таблица 17 – Смета затрат

| Статья затрат                 | Условное обозначение | Сумма, руб.     |
|-------------------------------|----------------------|-----------------|
| Материалы и покупные изделия  | $C_{мат}$            | 5582,5          |
| Основная заработная плата     | $C_{зп}$             | 415402,87       |
| Отчисления в социальные фонды | $C_{соц}$            | 124620,8        |
| Расходы на электроэнергию     | $C_{эл.}$            | 340,3           |
| Амортизационные отчисления    | $C_{ам}$             | 11771,5         |
| Прочие расходы                | $C_{проч}$           | 61348,1         |
| <b>Итого:</b>                 |                      | <b>619395,0</b> |



### 9) Заработная плата основных производственных рабочих.

При сдельной оплате труда определяется как сумма расценок по всем операциям технологического процесса изготовления детали:

$$Z_o = \left( \sum_{i=1}^m g_i \right) k_1 k_2 k_3 k_4 ,$$

где

$g_i$  - сдельная расценка по операциям;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий премии и другие доплаты;

$k_2$  - коэффициент дополнительной заработной платы;

$k_3$  - коэффициент социального страхования;

$k_4$  - коэффициент, учитывающий многостаночность работы;

По справочнику [3, стр.422] определяем:

$$k_1 = 1,2 ; \quad k_2 = 1,09 ; \quad k_3 = 1,3 ; \quad k_4 = 1,0 .$$

Сдельная расценка по операциям определяется по формуле:

$$g_i = \frac{l_i \cdot t_{шт.к}}{60} ,$$

где

$l_i$  - часовая тарифная ставка рабочего данного разряда;

$t_{шт.к}$  - время штучно-калькуляционное на операцию.

9.1 Заработная плата основных производственных рабочих (для существующего технологического процесса).

Сдельная расценка по операциям:

Токарные станки:

$$g_i = \frac{\sum (l_i \cdot t_{ум.к})}{60} = \frac{195 \cdot 118}{60} = 383,5 \text{ руб.}$$

$$Z_o = \left( \sum_{i=1}^m g_i \right) k_1 k_2 k_3 k_4 = 383,5 \cdot 1,2 \cdot 1,09 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 652,1 \text{ руб.}$$

Сверлильные станки:

$$g_i = \frac{\sum (l_i \cdot t_{ум.к})}{60} = \frac{150 \cdot 58}{60} = 145 \text{ руб.}$$

$$Z_o = (\sum g_i) k_1 k_2 k_3 k_4 = 145 \cdot 1,2 \cdot 1,09 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 246,5 \text{ руб.}$$

Фрезерные станки:

$$g_i = \frac{\sum (l_i \cdot t_{ум.к})}{60} = \frac{220 \cdot 70}{60} = 256,6 \text{ руб.}$$

$$Z_o = (\sum g_i) k_1 k_2 k_3 k_4 = 256,6 \cdot 1,2 \cdot 1,09 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 436,3 \text{ руб.}$$

Итого затрат по заработной плате:

$Z_{общ} = 1334,9$  руб.

9.2 Заработная плата основных производственных рабочих (для предлагаемого технологического процесса).

Сдельная расценка по операциям:

Фрезерные станки с ЧПУ:

$$g_i = \frac{\sum(l_i \cdot t_{ум.к})}{60} = \frac{245 \cdot 56}{60} = 228,6 \text{ руб.}$$

$$Z_o = (\sum g_i) k_1 k_2 k_3 k_4 = 228,6 \cdot 1,2 \cdot 1,09 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 388,7 \text{ руб.}$$

9.3 Экономия заработной платы составляет:

$$Z_o = 133,9 - 388,7 = 946,2 \text{ руб.}$$

9.4 Оценка экономии производственной себестоимости детали:

$$C = Z_o \times 1,8 = 946,2 \times 1,8 = 1703,16$$

9.5 Оценка экономии на годовой выпуск детали:

$$\mathcal{E} = C \times N,$$

$N$  – годовой выпуск детали

$C$  - оценка экономии производственной себестоимости детали.

$$\mathcal{E} = 1703,16 \times 1000 = 1703160 \text{ руб.}$$

9.6 Оценка срока окупаемости:

$$O_{ср} = 619395 \div 1703160 = 0,36 \text{ месяцев.}$$

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО                       |
| 8ЛМ71  | Шавдуров Денис Эдуардович |

|                     |              |                           |                       |
|---------------------|--------------|---------------------------|-----------------------|
| Школа               | ИШНПТ        | Отделение                 | Материаловедение      |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 150401/Машиностроение |

**Тема ВКР:** Совершенствование технологического процесса изготовления станины

|  |  |
|--|--|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>   |  |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения   | <p><b>Объект исследования:</b> Технологический процесс изготовления станины</p> <p><b>Рабочая зона:</b> Фрезерный участок Томского электромеханического завода им. В.В.Вахрушева</p> <p><b>Область применения:</b> Томский электромеханический завод им. В.В.Вахрушева</p>   |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>  |  |
| <p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>• Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197-ФЗ. (ред. от 27.12.2018);</li> <li>• ГОСТ 30494-2011;</li> <li>• СанПиН 2.2.4.548-96;</li> <li>• СНиП 23-05-95;</li> <li>• ГОСТ 29322-2014;</li> <li>• ГОСТ ИСО 8041-2006</li> </ul>  |
| <p><b>2. Производственная безопасность</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>• Отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>• Недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>• Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</li> <li>• Повышенный уровень вибрации.</li> </ul> |
| <b>3. Экологическая безопасность</b>   | <p><b>Утилизация:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• чертежи и бумага;</li> <li>• стружка.</li> </ul>  |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пожар;</li> <li>• Террористическая атака.</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал консультант:**

| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b>                           | <b>Ученая<br/>степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|-------------|
| Старший преподаватель | Романова<br>Светлана<br>Владимировна |                                   |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| 8ЛМ71         | Шавдуров Денис Эдуардович |                |             |

## Введение

Темой выпускной квалификационной работы является «Совершенствование технологического процесса изготовления станины».

В ходе выполнения проекта был произведен анализ существующего технологического процесса изготовления станины. Были выявлены положительные и отрицательные стороны.

При проектировании нового технологического процесса было выполнено следующее: выбраны базы и схемы установки; разработана маршрутная и операционная технология; определены технологические допуски, припуски на операционные размеры; выбрано оборудование, приспособления и инструмент; рассчитаны режимы резания. Разработан новый технологический процесс изготовления для станков с ЧПУ.

Толкатели электрогидравлические предназначены для комплектации пружинных колодочных тормозов подъемно-транспортных машин (лебедок, конвейеров, кран-балок), механизмов автоматики, для открывания и закрывания заслонок, люков, шиберов, а также для других механизмов, требующих перемещения.

Данная работа является актуальной, так как по существующему технологическому процессу изготавливается на станках с ручным управлением, применяется большое количество установов и инструментов, что приводит к ухудшению качества детали. В новом технологическом процессе учтены все недостатки существующего техпроцесса и будет внедрена в производство в Томском электромеханическом заводе им. В.В. Вахрушева.

## **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.**

### **4.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства.**

#### **Режим рабочего времени.**

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя), работу с ненормированным рабочим днем для отдельных категорий работников, продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, число смен в сутки, чередование рабочих и нерабочих дней, которые устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, а для работников, режим рабочего времени которых отличается от общих правил, установленных у данного работодателя, - трудовым договором.

#### **Оплата и нормирование труда.**

Базовый оклад (базовый должностной оклад), базовая ставка заработной платы - минимальные оклад (должностной оклад), ставка заработной платы работника государственного или муниципального учреждения, осуществляющего профессиональную деятельность по профессии рабочего или должности служащего, входящим в соответствующую профессиональную квалификационную группу, без учета компенсационных, стимулирующих и социальных выплат.

В соответствии с коллективным договором или трудовым договором по письменному заявлению работника оплата труда может производиться и в иных формах, не противоречащих законодательству Российской Федерации и международным договорам Российской Федерации. Доля заработной платы, выплачиваемой в неденежной форме, не может превышать 20 процентов от начисленной месячной заработной платы.

Заработная плата каждого работника зависит от его квалификации, сложности выполняемой работы, количества и качества затраченного труда и максимальным размером не ограничивается, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом.

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.**

Организация рабочего места оператора станков с ЧПУ влияет на эффективность работы. Поэтому правильно организованное рабочее место оператора дает возможность эффективнее использовать установки и выполнять с их помощью работу при минимальной трудовой трате.

Организация рабочих мест поддается влиянию таких факторов как:

- инженерное развитие
- режим труда
- налаженность поставки заготовлений, всех соответствующих инженерных документов, инструментариев, агрегатов на станки
- ремонтнообслуживание техники.

В коробках приемочных стоек станочников берегаются вычислительный инструментарий, средства для ухода и все необходимые технические документы. Комплект измерительных инструментов предусматривает наличие:

- штангенциркуля
- штангенглубинометра
- железной мерительной линейки
- коллекцию железных щупальцев
- ортогонального проверочного транспорта.

## 5.2 Профессиональная социальная безопасность

При производстве детали в условиях производственной зоны характеризуется наличием ряда опасных и вредных факторов.

В процессе изготовления детали возможно воздействие следующих опасных и вредных производственных факторов, приведенных в таблице 1.

Таблица 18 - Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы<br>(ГОСТ 12.0.0032015)                   | Этапы работ |              |              | Нормативные документы  |
|--|-------------|--------------|--------------|--|
|  | Разработка  | Изготовление | Эксплуатация |  |
| 1. Отклонение показателей микроклимата           | +           | +            | +            | Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. ГОСТ 30494-2011.<br>Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548-96. |
| 2. Превышение уровня шума                        |             | +            | +            | Допустимые уровни шумов в производственных помещениях. ГОСТ 12.1.003-83  |
| 3. Отсутствие или недостаток естественного света | +           | +            | +            |  |



|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4. Недостаточная освещенность рабочей зоны  |   | + | + | Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95. |
| 5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | + | + | + | Напряжения стандартные. ГОСТ 29322-2014   |
| 6. Повышенный уровень вибрации.   |   | + | + | Вибрация. Методы и средства защиты. ГОСТ 26568-85.  |

1. Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением. Источником возникновения является работающие агрегаты станков, светильников и приборов контроля. Нарушение требований микроклимата вызывает у работника повышенную потливость, утомляемость, которое влияет на работоспособность и производительность труда. Приводит к нарушению состояния здоровья человека, может привести к заболеванию общего характера.

Микроклимат производственного помещения поддерживается в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96, за счёт отопительных систем или вентиляции, в зависимости от времени года. И имеет следующие параметры:

- температура воздуха  $T$  поддерживается в пределах от 20 до 24°C;
- относительная влажность  $\varphi$  – от 30 до 60 %;
- скорость движения воздуха  $V = 0,5$  м/с;
- барометрическое давление  $P = 760$  мм. рт. ст.

Для того, чтобы не нарушать требования микроклимата производственных помещений, должно быть реализовано:

- рациональное размещение оборудования;
- механизация и автоматизация производственных процессов;
- дистанционное управление наблюдение;
- внедрение более рациональных технологических процессов и оборудования.

2. Шумы возникают в процессе обработки, вследствие трения поверхностей детали и режущей части инструмента. Во время работы гидравлических и пневматических устройств возникают аэродинамические шумы вследствие вихревых процессов в потоке рабочей среды. Шумы создаются установками кондиционирования и вентиляции воздуха, а также работы двигателей приводов станка, зубчатых передач, подшипников качения. Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действуя на организм человека и снижая производительность труда. Особенно большое влияние шум оказывает на органы слуха человека, отрицательно действуя на центральную нервную систему. По ГОСТ 12.1.003-83 на рабочих местах рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 85 дБА.

Для уменьшения уровня шума в источнике их образования предусмотрены следующие мероприятия:

- динамически уравнивать все вращающиеся детали;
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и т.д; - установка глушителей аэродинамических шумов; - применение СОЖ при обработке деталей.

3. Вредное воздействие параметров освещения проявляется в отсутствии или недостатке естественного света, а также недостаточной освещенности рабочей зоны.

Помещения должны иметь как естественное, так и искусственное освещение. Вследствие того, что работа оператора по обслуживанию пульта управления радиостанцией соответствует разряду зрительной работы III б, следует соблюдать следующие требования, предъявляемые рабочему месту.

Естественное освещение осуществляется через светопроемы, обеспечивающие необходимый коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2 %.

Искусственное освещение в помещениях пульта управления должно осуществляться системой равномерного освещения.

В качестве источников света при искусственном освещении применяются преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ.

Освещенность на рабочем месте оператора должна составлять не менее 200 лк при системе общего освещения и не менее 750 лк при системе комбинированного освещения.

Для освещения помещений чаще всего применяются светильники серии ЛП 036 с зеркализированными решетками, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА). Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м<sup>2</sup>, а защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Коэффициент запаса (Кз) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,5.

Коэффициент пульсации не должен превышать 15%, что должно обеспечиваться применением газоразрядных ламп в светильниках общего освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников.

При отсутствии светильников с ВЧ ПРА лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны. При освещении производственных помещений используют естественное освещение, создаваемое прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняющимся в зависимости от географической широты, времени года и суток, степени облачности прозрачности атмосферы; искусственное освещение, создаваемое электрическими источниками света, и совмещенное освещение. В качестве искусственных источников света применяют газоразрядные лампы или лампы накаливания.

Рабочие зоны освещаются в такой мере, чтобы рабочий имел возможность хорошо видеть процесс работы, не нанося вред сетчатке глаза и не наклоняясь для этого к инструменту и обрабатываемому изделию, расположенным на расстоянии не далее 0,5 м от глаза. Освещение не должно создавать резких теней или бликов, оказывающих слепящее действие.

Производственное освещение должно обеспечивать отсутствие в поле зрения работающего резких теней. Наличие резких теней искажает размеры и формы объектов различения и тем самым повышает утомляемость, снижает производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, которые могут привести к травме.

Осветительные установки должны быть удобны и просты в эксплуатации, долговечны, отвечать требованиям эстетики, электробезопасности, а так же не должны быть причиной возникновения взрыва или пожара.

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Источником возникновения замыкания может стать не заземленные агрегаты станка, оголенные или поврежденные провода всего оборудования. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 (таблица 1) при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока -- 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно - 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока -- 8 В и 1 мА. Указание данные приведены для продолжительности воздействия тока не более 10 мин в сутки.

Таблица 19 - Предельно допустимые уровни напряжения и тока

| Род тока              | Нормируемая величина | Предельно допустимые уровни, не более, при продолжительности воздействия тока $I_a$ , с |     |     |     |     |
|-----------------------|----------------------|---|-----|-----|-----|-----|
|                       |                      |   | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| 0,01...0,08           | 0,1                  | 0,2   |     |     |     |     |
| Переменный,<br>50 Гц  | $U_a, В$             |   |     |     |     |     |
|                       | $I_a, мА$            | 650   | 500 | 250 | 165 | 125 |
| Переменный,<br>400 Гц | $U_a, В$             |   |     |     |     |     |
|                       | $I_a, мА$            | 650   | 500 | 500 | 330 | 250 |

|            |           |     |     |     |     |     |
|------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | $U_a, В$  |     |     |     |     |     |
| Постоянный | $I_a, мА$ | 650 | 500 | 400 | 350 | 300 |

Основные способы и средства электробезопасности:

- изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль;
- установка ограждающих устройств;
- предупредительная сигнализация и блокировки;
- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сетей;
- защитное заземление;
- выравнивание потенциалов;
- зануление;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной электробезопасности.

6. Повышенный уровень вибрации. Источниками вибрации являются механизмы, машины, механизированный инструмент. Вибрация на человека способствует в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений.

Для уменьшения уровня вибрации технологическое оборудование, распространяющее вибрацию, устанавливают на виброгасящие опоры.

#### **4.2. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов**

1. Отклонение показателей микроклимата. Для обеспечения нормативных параметров микроклимата в производственных помещениях проводятся технологические, технические, санитарно-технические и организационные мероприятия.

Наиболее радикальными методами управления микроклиматом являются:

- максимально возможная механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ, выполнение которых сопровождается избыточным теплообразованием в организме человека;
- дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами, исключающими необходимость пребывания работающих в зоне инфракрасного облучения;
- рациональное размещение и теплоизоляция оборудования, коммуникаций и других источников, излучающих тепло в рабочую зону.

Среди организационных мероприятий следует отметить такие как:

- рациональные объемно-планировочные и конструктивные решения производственных зданий;
- рациональное размещение оборудования;
- организация рационального водно-солевого режима работающих с целью профилактики перегрева организма. Для этого к питьевой воде добавляют небольшое количество (0,2 -- 0,5%) поваренной соли и насыщают ее диоксидом углерода (сатурируют).
- устройство в горячих цехах специально оборудованных комнат, кабин или мест для кратковременного отдыха, в которые подается очищенный и умеренно охлажденный воздух.

2. Превышение уровня шума. Для снижения уровня шума применяют звукопоглощающие конструктивные элементы помещений (звукопоглощающие щиты размещаемые на потолке и верхних частях стен).

3. Отсутствие или недостаток естественного света. При недостатке на рабочем месте естественного освещения и оценке естественного освещения классом 3.1 можно выполнить следующие мероприятия:

- защита временем (в случае пребывания работника в помещении с недостаточным естественным освещением менее 50% рабочей смены условия труда по естественному освещению оцениваются как допустимые с классом 2);
- улучшение условий, создаваемых искусственным освещением (при фактическом обеспечении повышенной на ступень нормированной освещенности и надлежащем качестве искусственного освещения условия труда по освещению в целом оцениваются как допустимые с классом 2);
- анализ степени загрязнения стекол в светопроемах, их чистка и последующие контрольные измерения КЕО;
- если недостаток естественного освещения обусловлен затенением зелеными насаждениями, обеспечение сноса деревьев;

- в случае наличия в помещении зон с достаточным и недостаточным естественным освещением изменение расположения рабочих мест с их перемещением в зону с достаточным естественным освещением;
- косметический ремонт помещения с использованием светлых отделочных материалов и последующие контрольные измерения КЕО. В каждом конкретном случае после анализа ситуации принимаются соответствующие решения, которые вносятся в план мероприятий по улучшению условий труда работников.

4. Недостаточная освещенность рабочей зоны. Согласно ГОСТ 12.4.011-89 к средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;
- защитные очки.

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация», существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;
- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

6. Повышенный уровень вибрации. Основными методами и средствами защиты от вибрации являются:

- устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации;
- уменьшение интенсивности вибрации непосредственно в источнике;

- применение вибродемфирования, динамического виброгашения, активной и пассивной виброизоляции;
- рациональная организация режима труда и отдыха;
- создание комплексных бригад с взаимозаменяемостью профессий;
- использование средств индивидуальной защиты;
- организация активной дифференцированной диспансеризации работников виброопасных профессий;
- тепловые процедуры для рук в виде гидропроцедур или сухого воздушного обогрева;
- взаимомассаж и самомассаж рук и плечевого пояса;
- производственная гимнастика;
- ультрафиолетовое облучение;
- витаминпрофилактика.

### **4.3 Экологическая безопасность**

#### **4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Производство станины не несет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется небольшое количество отходов (стружка), которое переплавляют в литейном цехе для литья новых деталей. Отходы вывозятся из лаборатории для переработки и захоронения на полигонах.

### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

#### **4.4.1 Анализ вероятностных ЧС, которые может инициировать объект исследования**

Самой вероятной чрезвычайной ситуацией в производстве является пожар.

Производственные помещения, в которых осуществляется проведение экспериментальных исследований, в том числе и обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Лаборатория должна быть оборудована средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83:

- огнетушитель      порошковый      ОП-2 для тушения



лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;

- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м<sup>3</sup>;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт; - огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

#### **4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Для предупреждения вероятности осуществления террора предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве.

##### **Заключение (выводы)**

В результате выполнения раздела «Социальная ответственность» были исследованы правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Проанализирована производственная безопасность, выявлены опасные и вредные факторы, были обоснованы мероприятия по снижению воздействия этих факторов.

Были подняты вопросы экологическая безопасность и безопасность в ЧС.

## Приложение

### Improving the technological process of manufacturing the frame

Студент:

| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>    | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|---------------|---------------|----------------|-------------|
| 8ЛМ71         | Шавдунов Д.Э. |                |             |

Руководитель ВКР:

| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>  | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|------------------|-------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Доцент           | Охотин И.С. | к.т.н.                        |                |             |

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

| <b>Должность</b>      | <b>ФИО</b> | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
|-----------------------|------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Старший преподаватель | Ажель Ю.П. |                               |                |             |

### Annotation.

The theme of the final qualifying work is "Improving the technological process of manufacturing the frame electrohydraulic pusher TE-150RV-1001".

In the course of the project, an analysis of the existing technological process of manufacturing the frame has been made. Positive and negative aspects have been identified.

When designing the technological process, the following has been done: the database and scheme installation have been selected; the route and the operating technology have been designed; the technological tolerances, allowances and operating dimensions have been defined, equipment, devices and tools have been chosen, cutting data have been calculated.

In the design part two new fixtures to secure the part have been developed.

The actions taken in the draft decision are economically justified, which is confirmed by the calculations of economic efficiency and the presented technical and economic indicators of the project.

In the last part of the final qualifying work, the economy issues have been considered, the calculation of protective grounding have been made, measures to ensure the safety of life have been developed.

## **1. Technology section**

### **1.1. Part and Assembly description.**

The detail provided for the development of the technological process is a frame electrohydraulic pusher. Electrohydraulic pushers are intended for the assembly of spring shoe brakes of hoisting-and-transport machines (winches, conveyors, cranes-beams), mechanisms of automation for the opening and closing of valves, hatches, dampers, and other mechanisms requiring movement.

Technical parameters:

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 1.The average lift force, N | 500   |
| 2.Stem stroke, mm           | 65    |
| 5.Engine: rated power, kW   | 0,25  |
| rated voltage,              | 380 V |
| 6.Power consumption, W      | 200   |
| 7.Weight, kg                | 35    |

The frame belongs to the class the body flange type parts. Its work blank is obtained by casting in sand molds. The work blank is asymmetrical. The average thickness of the walls is 10mm, details are of normal accuracy for the manufacture, the most accurate surface is made of 7 quality with a roughness of  $Ra=2.5$ . The frame is a part of the electrohydraulic pusher. It is pressed into the motor stator and it serves to protect the stator from external mechanical damage. As a radiator, the frame removes excess heat from the stator. Ribs provided by the design, contribute to more efficient heat dissipation. The frame must meet the requirements of the pusher and, therefore, its body must be sealed and explosion-proof.

### **1.2. The analysis of the part manufacturability**

When developing the technological process of manufacturing the pusher electrohydraulic frame, it is necessary to analyze the design in terms of its manufacturability and processing features.

The main tasks, undertaken in the analysis of the work piece technological design, are a possible reduction in labor intensity and metal consumption, the possibility of processing parts using high-performance methods. Thus, improving the

manufacturability of the design allows reducing the cost of its production without compromising the official purpose.

The drawing of the part meets all the necessary requirements, all the necessary sections and sections are presented.

Casting material is grey cast iron 30 GOST1412-85 having a hardness of HB (170-217), the limit of the tensile strength and the tensile strength on bending comply with the part operating conditions. The part casting material is grey cast iron 30, a tech material with a good fluidity, low tendency to form shrinkage defects, and a good machinability compared to cast iron types. Taking into account the above, it is advisable to produce the workpiece by casting into the ground, as it is the most economical way to obtain the work piece.

The frame is a complex body part, so for the surface treatment it is necessary to use special devices for fixing in all the operations of the technological process.

During processing, easy access of the tool to all processed surfaces is provided, but there are surfaces, access to which is difficult due to their remote location from the end of the frame. The part has a set of surfaces that can be used as technological bases. At the end of the part there is a location of four symmetrically-arranged through holes with a diameter of 9 mm attaching the frame to the pusher body. Two holes with M8 thread depth of 20 mm are designed for grounding. Two holes of 20 mm in diameter are made in the eyelets to fix the pusher in the brake mechanism by means of a finger. On the inner surface of the frame there are several landing diameters:  $\varnothing$  35 mm of 7 quality and roughness RA2,5  $\mu\text{m}$ . for the bearing;  $\varnothing$  120 mm of 9 quality and roughness RA5  $\mu\text{m}$  for pressing the motor stator;  $\varnothing$  150 of 8 quality and roughness RA5  $\mu\text{m}$  for mounting the bearing shield. In the drawing a tolerance for end play 0.05  $\varnothing$ 35H7 surface relative to the opening  $\varnothing$ 120H9 is specified. Five holes with M6 thread for screws are designed for fixing the cable gland housing, which is installed on the surface  $\varnothing$  90 of 9 quality and roughness RA5  $\mu\text{m}$ . For the tight connection of the cable gland housing with the frame, a groove with a width of 4.5 mm and a depth of 2.2 mm (12 quality) is provided, in which the sealing ring is installed during the assembly.

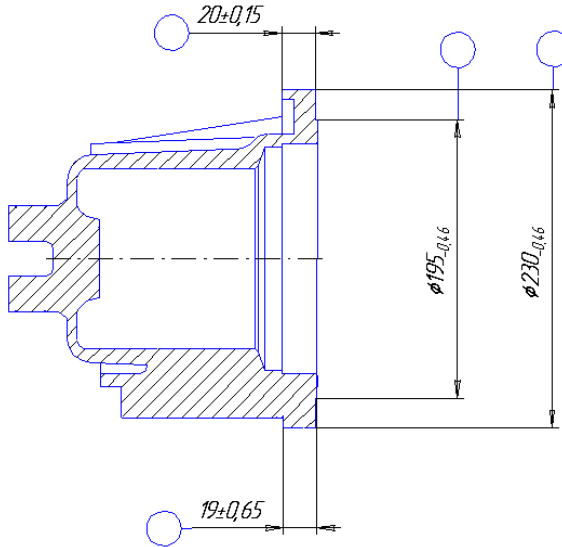
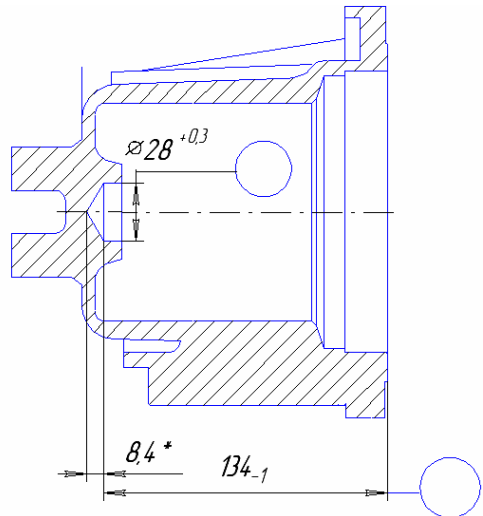
From the above we can conclude that the item as a whole is technological, but has a number of difficulties.

### **1.3. Analysis of the existing technological process.**

The technological process of manufacturing the frame of the electrohydraulic pusher is made with all the requirements presented to the drawing.

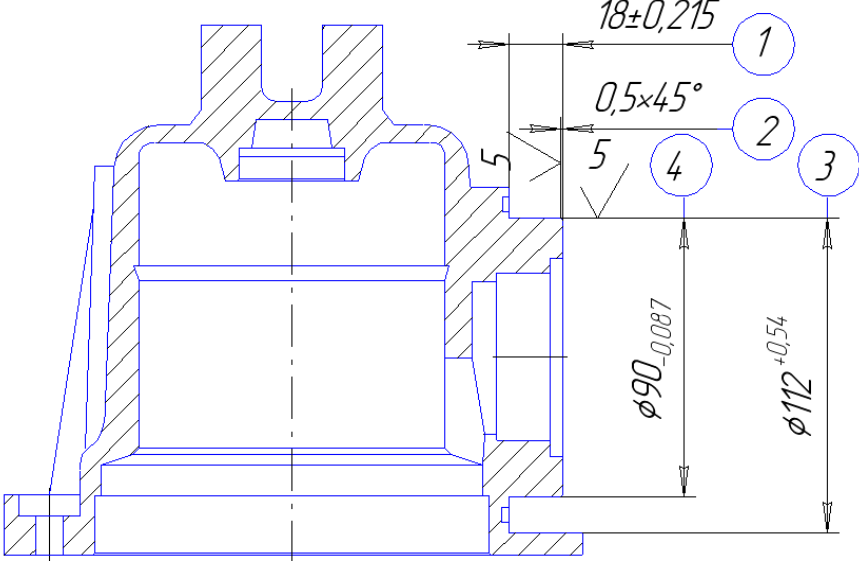
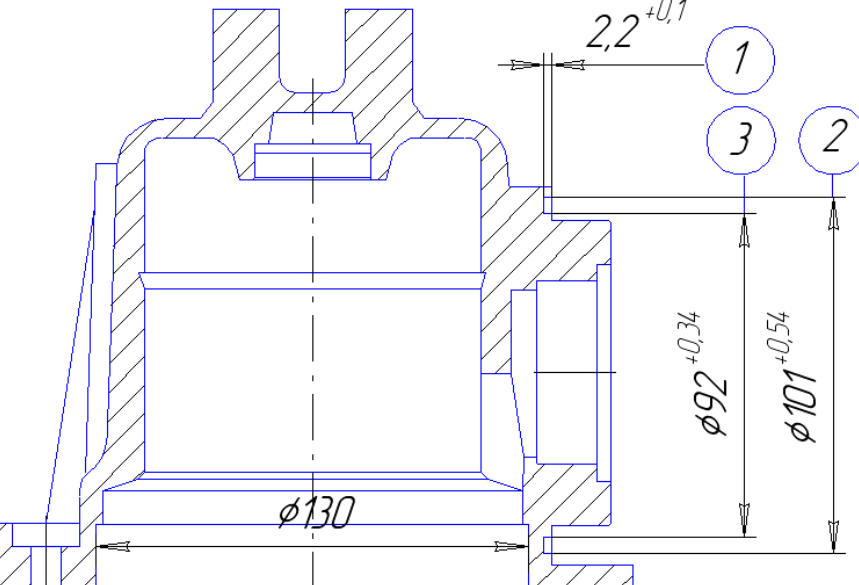
The method for obtaining the work piece is justified, because for using his program of production of parts this method is the most appropriate; the stresses arising from casting are removed by heat treatment (annealing). The work blank actually corresponds to the drawing in relation to the actual allowances for processing and other technical requirements. Respecting the principle of technological bases unity, the correct choice of rough, finishing and intermediate bases is ensured. To achieve the specified accuracy of the part, the sequence of operations of the process is correctly set. The parameters of the installed equipment do not meet the requirements because the equipment involved in the process is outdated and worn.

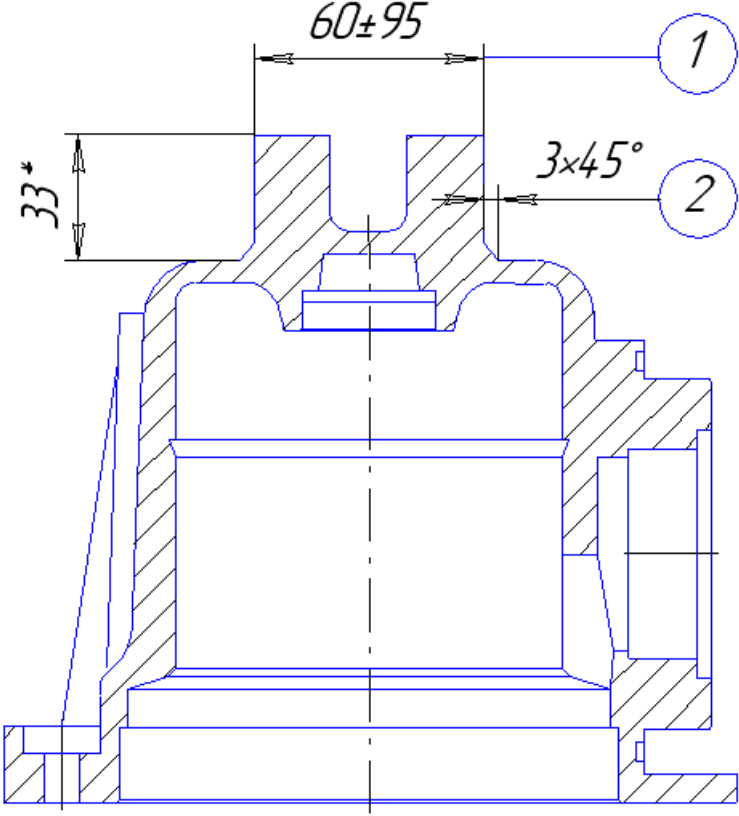
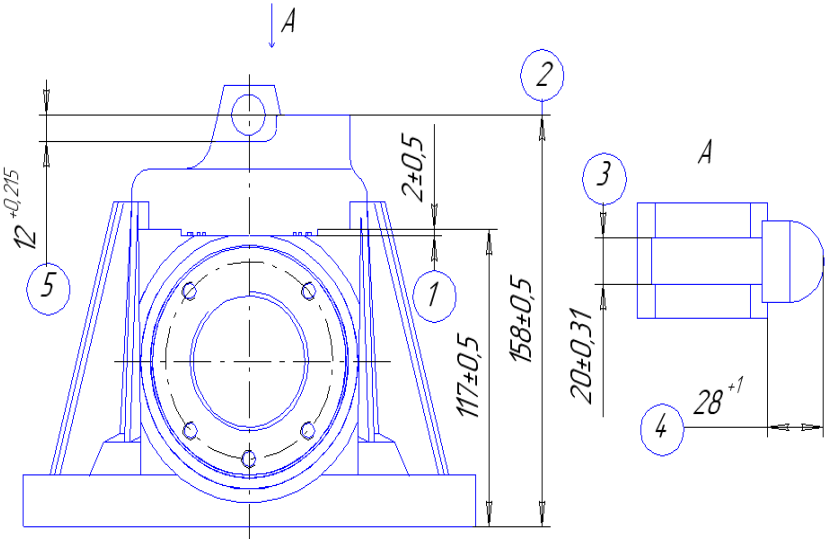
The disadvantage of the existing process is the use of universal drilling, turning machines with manual control, low-performance cutting tools with low resistance, which increases the cost of replacement and regrinding of the tool. Moreover, the use of a large number of special devices adversely affects the accuracy of the part.

| №  | SKETCH OPERATIONS  | TRANSITION   |
|----|--|--|
| 54 |  <p>Technical drawing of a casting part showing dimensions: <math>20 \pm 0,15</math>, <math>19 \pm 0,65</math>, <math>\phi 195 \pm 0,6</math>, and <math>\phi 230 \pm 0,6</math>.</p> | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the casting in the fixture and fasten it.</li> <li>2. Cut the end face of the flange, maintaining the size (1).</li> <li>3. Grind the end face of the flange, maintaining the size (2).</li> <li>4. Cut the end face of the flange, maintaining the size (3),(4).</li> <li>5. Remove the part to put it in a container.</li> <li>6. Control by the contractor.</li> </ol> |
| 57 |  <p>Technical drawing of a casting part showing dimensions: <math>\phi 28 \pm 0,3</math>, <math>8,4^*</math>, and <math>134_{-1}</math>.</p>   | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part, fix it.</li> <li>2. Drill a hole with given dimensions(1),(2).</li> <li>3 Remove an item to put it in the container.</li> <li>4. Control by the contractor.</li> </ol>  |

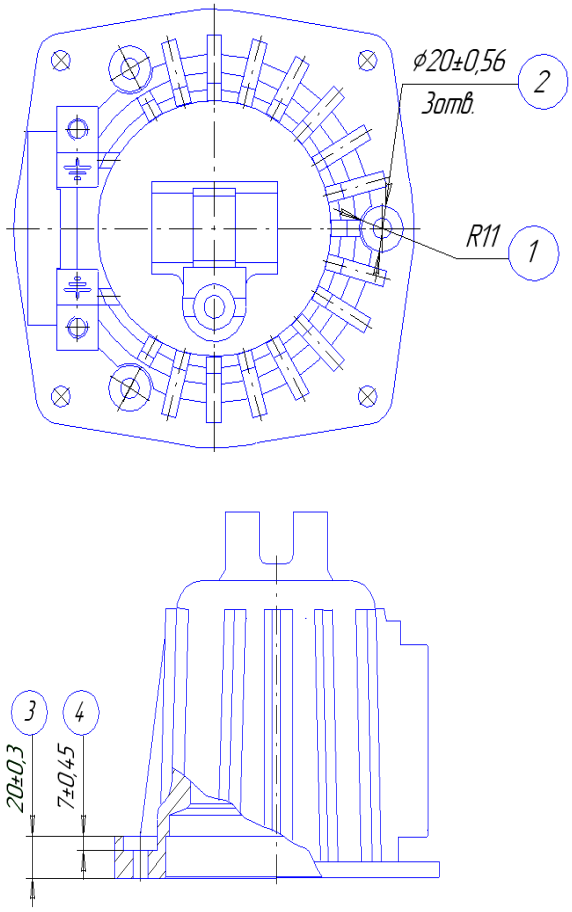
| №  | SKETCH OPERATIONS     | TRANSITION  |
|----|-----------------------|---|
| 60 |                       | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part, fix it.</li> <li>2. Sharpen maintaining the dimensions (2) (3).</li> <li>3. Sharpen maintaining the dimensions (1) (4).</li> <li>4. Sharpen maintaining the size (5).</li> <li>5. Cut the end face, maintaining size (8).</li> <li>6. Bore a hole with given dimensions (7) (9).</li> <li>7. Change the tool.</li> <li>8. Cut the end maintaining the size (6) (10).</li> <li>9. Remove the part to put in a container.</li> <li>10. Control by the contractor.</li> </ol> |
| 63 |                       | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Waste after dimensions (2) (3).</li> <li>3. Waste after dimensions (8) (11).</li> <li>4. Waste after dimensions (9) (10).</li> <li>5. Sharpen the groove maintaining the dimensions (6) (7).</li> <li>6. Sharpen the groove maintaining the dimensions (12) (13).</li> <li>7. Sharpen 2 bevels maintaining the stand dimensions (1) (4).</li> <li>8. Remove the part to put in a container.</li> <li>9. Control by the contractor.</li> </ol>        |
| 66 | <p>TRANSPORTATION</p> | <p>Transport parts to the milling machine section.</p>  |

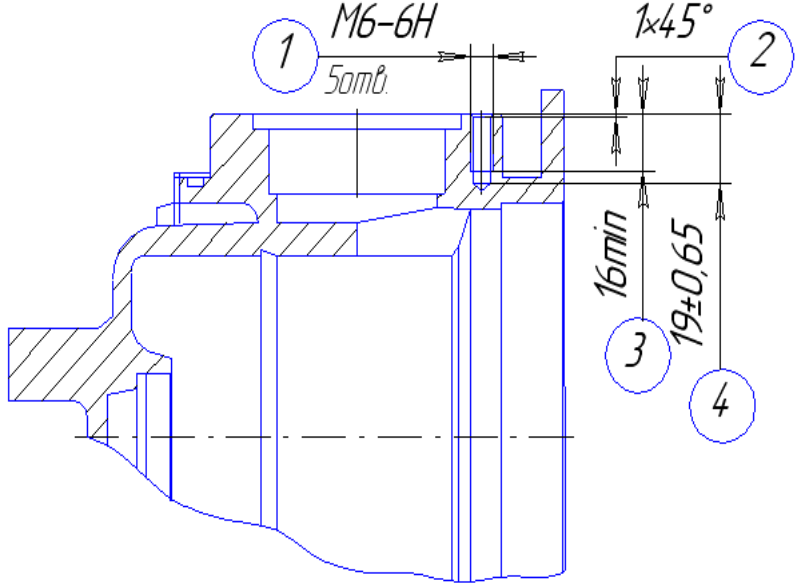


| №       | SKETCH OPERATIONS  | TRANSITION   |
|---------|--|--|
| 78      |    | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Sharpen maintaining the dimensions (1) (4).</li> <li>3. Sharpen maintaining the dimensions (1) (3).</li> <li>4. Sharpen the bevel maintaining the size (2).</li> <li>5. Remove the part to put in a container.</li> <li>6. Control by the contractor</li> </ol> |
| 81<br>№ |  | <p>LATHES (1K62)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Sharpen a groove maintaining the sizes (1) (2) (3).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor</li> </ol>   |

|    | SKETCH OPERATIONS  | TRANSITION  |
|----|--|---|
| 84 | TRANSPORTATION   | Transport parts to the milling machine section.   |
| 87 |   | <p>MILLING (6H81Г)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the item on the device to fix it.</li> <li>2. Mill maintaining the dimensions (1) (2).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor QCD 10%</li> </ol> |
| 90 |  | <p>MILLING (6P11)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Mill the plane of the lugs maintaining the size (2).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor</li> </ol>            |

| №  | SKETCH OPERATIONS | TRANSITION  |
|----|-------------------|---|
| 93 |                   | <p><b>MILLING (6P11)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix.</li> <li>2. Milling groove withstanding dimensions(3)(4)(5)</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor</li> </ol> |
| 96 |                   | <p><b>MILLING (6P11)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Mill 2 shelves keeping the size (1).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor</li> </ol>         |

| №  | SKETCH OPERATIONS  | TRANSITION  |
|----|--|---|
| 99 |  | <p><b>MILLING (6P11)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part to fix it.</li> <li>2. Mill the plane of the flange under the countersink maintaining the dimensions (1) (3).</li> <li>3. Repeat the transitions 1-2 two times.</li> <li>4. Remove the part to put in a container.</li> <li>5. Control by the contractor</li> </ol> |
|    | <p>See the sketch for operation 99.</p>  | <p><b>DRILLING (CB-18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part on the machine table until it stops.</li> <li>2. Countersink 3 holes in series maintaining the dimensions (2) (4).</li> <li>3. Remove the item, put it in a container</li> </ol>  |

| №   | SKETCH OPERATIONS   | TRANSITION   |
|-----|---|--|
| 105 |  | <p><b>DRILLING (CB-18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the item in the fixture to fix it.</li> <li>2. Drill 5 holes in series maintaining the size (4).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the executor of OTC-10%</li> </ol> |
| 108 | <p>See the sketch for operation 105.</p>  | <p><b>DRILLING (CB-18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the part on the stand.</li> <li>2. Countersink chamfer in five holes maintaining the size of (2).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the contractor.</li> </ol>        |

| №   | SKETCH OPERATIONS | TRANSITION   |
|-----|-------------------|--|
| 114 |                   | <p><b>DRILLING (CB-18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Install the item on the machine table to install the conductor.</li> <li>2. Consistently drilling 2 holes O6,7 maintaining the size (1) (8) (9).</li> <li>3. Remove the part to put in a container.</li> <li>4. Control by the executor of QCD -5%</li> </ol> |

| №   | SKETCH OPERATIONS                | TRANSITION   |
|-----|----------------------------------|--|
| 117 | See the sketch for operation 114 | <b>DRILLING (CB-18)</b><br>1. Install the item on the table until it stops.<br>2. Drill a hole and countersink at the same time maintaining the size (5)(7).<br>3. Remove the part to put in a container.<br>4. Control by the contractor.   |
| 120 | See the sketch for operation 114 | <b>DRILLING (CB-18)</b><br>1. Chamfer two holes.   |
| 123 | See the sketch for operation 114 | <b>DIE (2056)</b><br>1. Install the item on the table until it stops.<br>2. Thread in two holes maintaining the dimensions (2) (4).<br>3. Change the tool.<br>4. Cut thread stand size (6).<br>5. Remove the part to put in a container.<br>6. Control by the contractor<br><b>QCD -5%</b> |

### 1.4. Determining the type of production

Table. 1 Annual program of the product manufacturing

| Name  | Mode          | Number of items per program, pieces | Mass, t |                |
|-------|---------------|-------------------------------------|---------|----------------|
|       |               |                                     | Goods   | Annual program |
| Frame | TE-150RV-1001 | 1000                                | 0,035   | 35             |

Table. 2 Annual production program of the part

| Name  | Material grade    | Number of parts per product | Percentage for spare parts | Percentage for spare parts |           |      | Mass, t  |                 |
|-------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------|------|----------|-----------------|
|       |                   |                             |                            | For main program           | For parts | Just | Specific | For the program |
| Frame | Grey cast iron 30 | 1                           | 5                          | 1000                       | 50        | 1050 | 0,036750 | 38,587          |

Based on the weight of the parts and the annual production program, the type of production – small-scale is determined [1, page 10, Table.4].

The size of the launch batch is determined using the formula [1, p. 12]

$$n=Na/F$$

where;

N – the annual program of release of details.

a – frequency of launch in days.

F – number of working days per year.

$$n=N*a/F=1050*5/247=22$$

In the final work done, a new technological process was developed for manufacturing a part on modern equipment. All requirements are met according to the drawing, which contributes to the high quality of the part.



## Литература.

1. Беспалов П.Н., Корчуганова М.А. “Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 120100 ”; Юрга, ИПЛ ЮФ ТПУ, 1999.- 39с.
2. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. ”Курсовое проектирование по технологии машиностроения”: Учебное пособие– 4-е изд., перераб. и доп. Машиностроение, 1983.–256с., ил.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т.1 /Под ред.А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Машиностроение, 1985.-656с., ил.
4. “Режимы резания”: Справочник. /Под ред. Ю.В.Барановского изд. 3-е перераб. и доп. – Машиностроение, Москва 1972.-406с., ил.
5. “Общемашиностроительные нормативы времени”: Справочник. /Под ред. С.И.Иванова, изд. 4-е. перераб. и доп. – Машиностроение, Москва 1982.- 326с.
6. Антонюк В.Е.“Конструктору станочных приспособлений.”: Справ. пособие.– Мн.: Беларусь, 1991.–400с., ил.
7. Ансёров. М.А.“Приспособления для металлорежущих станков” 3-е изд. перераб. и доп. – Машиностроение, Ленинград 1966.- 650с., ил.
8. Фрайфельд. И.А. “Расчёты и конструкции специального металлорежущего инструмента.”2-е изд. стереотипное – Машиностроение, 1959.- 194с., ил.
9. Корчагина Р. Л.“Экономическое обоснование технологических решений”: Учебное пособие по дипломному проектированию. – Л.: ЛМИ, 1984.-119с.
10. “Безопасность жизнедеятельности”: Справочное пособие по дипломному проектированию./ Под ред. Иванова Н. И.. –СПб.: БГТУ, 1995.-122с.
11. “Безопасность жизнедеятельности’: Комплексные средства защиты. Справочное пособие по дипломному проектированию./ Под ред. Фадына И. М. – СПб.: БГТУ, 2000.-190с.