

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт: Электронного обучения  
 Специальность: Технология машиностроения  
 Кафедра: ТАМП

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА**

| Тема работы                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Совершенствование технологического процесса изготовления корпуса генератора<br/>редуктора ЭПЦ</b> |

УДК 621.83-214.002

Студент

| Группа    | ФИО                        | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------|---------|------|
| З-4301/29 | Нохрин Андрей Владимирович |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Михаевич Е.П. | к.т.н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Петухов О.Н. | к.э.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Гуляев М.В. | к.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| ТАМП          | Арляпов А.Ю. | к.т.н.                    |         |      |

Томск – 2016г.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт: Электронного обучения  
Направление подготовки (специальность): Технология машиностроения  
Кафедра: ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

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

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

В форме:

Дипломный проект/работа

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

Студенту:

| Группа    | ФИО                        |
|-----------|----------------------------|
| 3-4301/29 | Нохрин Андрей Владимирович |

Тема работы:

**Совершенствование технологического процесса изготовления корпуса генератора редуктора ЭПЦ**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Чертёж детали генератор

Технологический процесс изготовления детали

5000 шт./год

Сталь 40Х

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Технологическая часть: Выбор заготовки, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</p> <p>Конструкторская часть: расчёт и проектирование приспособления для фрезерной операции.</p> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p><b>Чертеж детали, чертеж заготовки, размерный анализ, карта технологического процесса, чертеж приспособления для токарной операции, чертеж приспособления для фрезерной операции</b></p>                                                                                                                         |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Консультант</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Технологическая часть                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Михаевич Е.П.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Конструкторская часть                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Михаевич Е.П.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Петухов О.Н.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Социальная ответственность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Гуляев М.В.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

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

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент    | Михаевич Е.П. | К.Т.Н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа    | ФИО         | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------|------|
| 3-4301/29 | Нохрин А.В. |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа \_\_\_\_\_ 117 \_\_\_\_\_ с., \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_ рис., \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_ табл.,  
\_\_\_\_\_ источников, \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ прил.

Ключевые слова: генератор, технологический процесс, приспособление сверлильное с гидропластом, экономическая эффективность, производственная безопасность

Объектом исследования является (ются) генератор для электроприводапривода ЭПЦ и технологический процесс его изготовления

Цель работы – разработать технологический процесс изготовления детали генератор

В процессе исследования проводились анализ чертежа детали, ее технологичности, размерный анализ, был разработан технологический процесс, расчет и проектирование приспособления для сверления отверстий в генераторе, расчет стоимости изготовления детали, анализ производства с точки зрения безопасности.

В результате исследования был разработан технологический процесс с применением приспособления сверлильного с гидропластом, а также выбрано оборудование для изготовления детали генератор.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: разработанное приспособление позволяет привлечение низко квалифицированного персонала, в виду простоты его использования. Использование приспособления ведет к повышению производительности и снижению затрат.

Степень внедрения: на данном этапе изготовление детали генератор выполняется по заводскому техпроцессу.

Область применения: производство на АО «ТОМЗЭЛ»

Экономическая эффективность/значимость работы составляет 430250 рублей на годовой объем выпуска.

В будущем планируется внедрение разработанного техпроцесса в производство.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение                                                                                                   | 10 |
| 1. Технологическая часть.                                                                                  | 11 |
| 1.1. Анализ чертежа детали «Генератор» и её технологичности.                                               | 11 |
| 1.2. Выбор исходной заготовки.                                                                             | 11 |
| 1.3. Разработка маршрута технологии изготовления генератора.                                               | 12 |
| 1.4. Построение расчетной схемы и графа технологических цепей.                                             | 27 |
| 1.5. Определение допусков на технологические размеры и размеров.                                           | 36 |
| 1.6. Определение режимов обработки.                                                                        | 45 |
| 1.7. Расчет основного времени.                                                                             | 61 |
| 1.8. Определение вспомогательного, штучного и штучно-калькуляционного времени.                             | 64 |
| 2. Конструкторская часть.                                                                                  | 66 |
| 2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления. | 66 |
| 2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.                                | 69 |
| 2.3. Описание конструкции и работы приспособления.                                                         | 70 |
| 2.4. Определение необходимой силы зажима.                                                                  | 70 |
| 2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров.                                           | 74 |
| 2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления.                            | 75 |
| 2.7. Расчет точности приспособления.                                                                       | 75 |
| 2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций.                        | 78 |
| 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.                                        | 81 |
| 3.1. Определение ном времени для механической обработки.                                                   | 81 |
| 3.1.1. Расчет штучно-калькуляционного времени на усовершенствованный техпроцесс.                           | 81 |
| 3.1.2. Расчет штучно-калькуляционного времени на заводской техпроцесс.                                     | 82 |
| 3.2. Определение затрат на усовершенствованный техпроцесс.                                                 | 82 |
| 3.2.1. Определение затрат на вспомогательные материалы.                                                    | 82 |
| 3.2.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих.                                               | 83 |
| 3.2.3. Затраты на инструмент.                                                                              | 83 |
| 3.2.4. Отчисления на социальные цели.                                                                      | 84 |
| 3.2.5. Затраты на электроэнергию.                                                                          | 84 |
| 3.2.6. Затраты на ремонт оборудования.                                                                     | 84 |

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений.                                                                      | 85  |
| 3.2.8. Затраты на амортизацию оборудования.                                                                         | 85  |
| 3.3. Определение затрат на заводской техпроцесс.                                                                    | 86  |
| 3.3.1. Определение затрат на вспомогательные материалы.                                                             | 86  |
| 3.3.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих.                                                        | 86  |
| 3.3.3. Затраты на инструмент.                                                                                       | 86  |
| 3.3.4. Отчисления на социальные цели.                                                                               | 87  |
| 3.3.5. Затраты на электроэнергию.                                                                                   | 87  |
| 3.3.6. Затраты на ремонт оборудования.                                                                              | 88  |
| 3.3.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений.                                                                      | 88  |
| 3.3.8. Затраты на амортизацию оборудования.                                                                         | 89  |
| 3.4. Годовой экономический эффект.                                                                                  | 89  |
| 3.5. Сроки окупаемости.                                                                                             | 90  |
| 3.6. Построение графика безубыточности.                                                                             | 91  |
| 4. Социальная ответственность.                                                                                      | 92  |
| 4.1. Производственная безопасность.                                                                                 | 93  |
| 4.1.1. Анализ вредных факторов при изготовлении корпуса генератора и мероприятия по их устранению.                  | 93  |
| 4.1.2. Анализ опасных производственных факторов при изготовлении корпуса генератора и мероприятия по их устранению. | 97  |
| 4.2. Экологическая безопасность.                                                                                    | 101 |
| 4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.                                                                         | 102 |
| 4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.                                                   | 104 |
| Заключение.                                                                                                         | 108 |
| Список литературы                                                                                                   | 109 |
|                                                                                                                     |     |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

В настоящее время в машино- и приборостроении главной задачей является обеспечение выпуска качественной продукции при наименьшем объеме затрат и наибольшей производительности труда.

Целью дипломного проекта является усовершенствование технологического процесса изготовления генератора.

Также поставлена задача рассчитать себестоимость изготовления изделия.

Еще одной важной задачей является выполнение разработок по охране труда и окружающей среды.

## **1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.**

### **1.1. Анализ чертежа детали «Генератор» и её технологичности**

Чертёж детали представлен с достаточным количеством видов, разрезов и выносных элементов. Все необходимые размеры нанесены и защищены допусками. Допуски формы и расположения поверхностей в пределах поля допуска на размер. Шероховатости проставлены по старому ГОСТ. В целом чертеж выполнен правильно.

Генератор имеет достаточно несложную форму. Специального оборудования для обработки поверхностей не требуется.

К детали предъявлены сравнительно высокие требования к точности размеров (до 7 квалитета) и шероховатости поверхностей (Ra 1.6).

Для увеличения производительности для всех токарных операций применяем станки с ЧПУ. При необходимости на некоторых операциях применяем специальный инфракрасный измерительный щуп для определения фактического положения заготовки на станке.

Генератор является жестким.

Учитывая, написанное выше, приходим к выводу, что деталь технологична.

## 1.2. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1)$$

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$  – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_2}{N_2},$$

где  $F_2$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_2$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы:  $F_r = 4029$  ч.

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_2}{N_2} = \frac{4029 \times 60}{5000} = 48,348 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n}, \quad (2)$$

где  $T_{\text{ш.к } i}$  – штучно – калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;

$n$  – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операций ( $n=6$ ).

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{и.к i}}{n} = 7,34 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{з.о} = \frac{t_e}{T_{cp}} = \frac{48,35}{7,34} = 6,59 .$$

Так как  $K_{з.о} = 6,6$ , делаем вывод, что тип производства крупносерийный.

### **1.3. Выбор исходной заготовки**

Материал заготовки задан конструктором Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования, требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. Существуют различные способы получения заготовок. Анализируя чертеж, отметим, что деталь имеет форму ступенчатого тела вращения. Применение проката было бы нецелесообразным в связи с неэкономичным использованием материала и увеличения времени обработки детали. Принимаем в качестве заготовки штамповку.

Чертеж показан на формате А2.

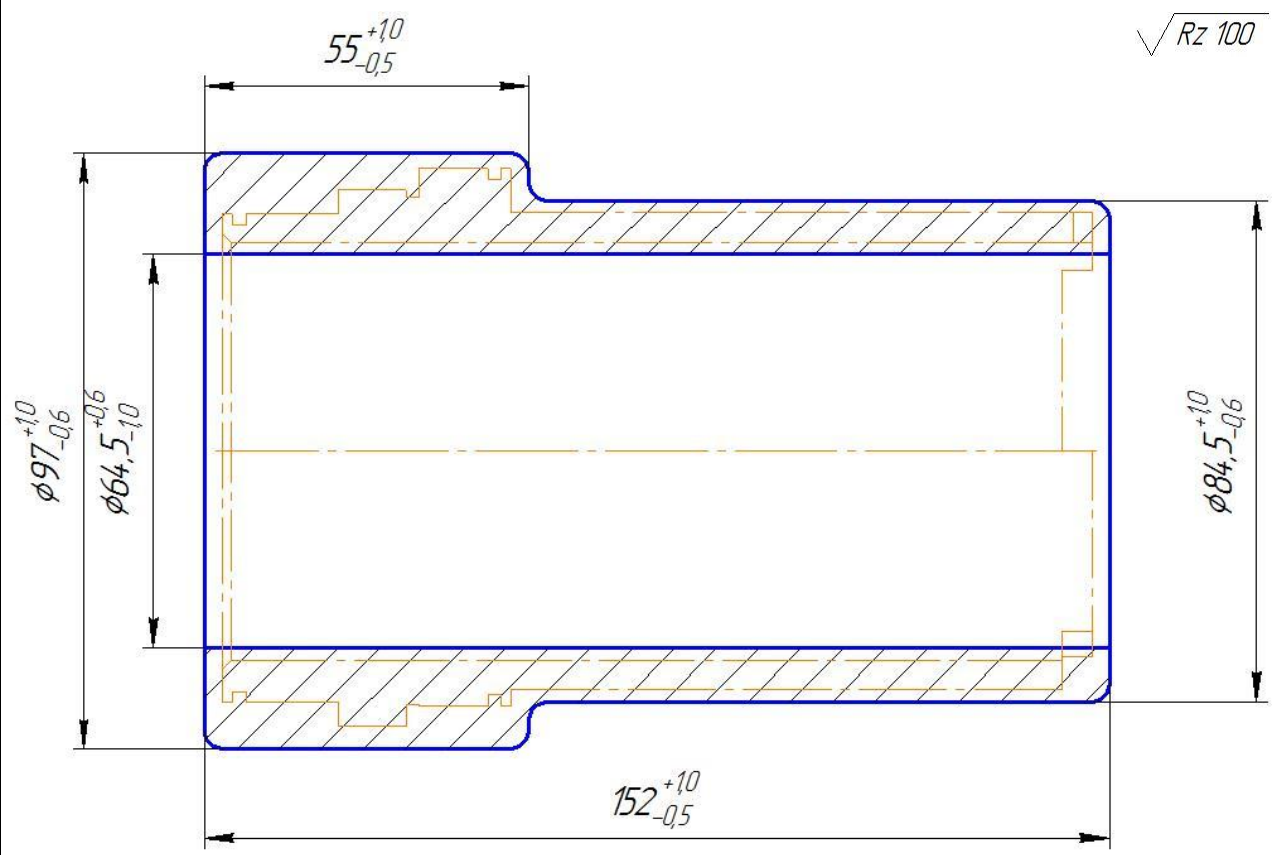
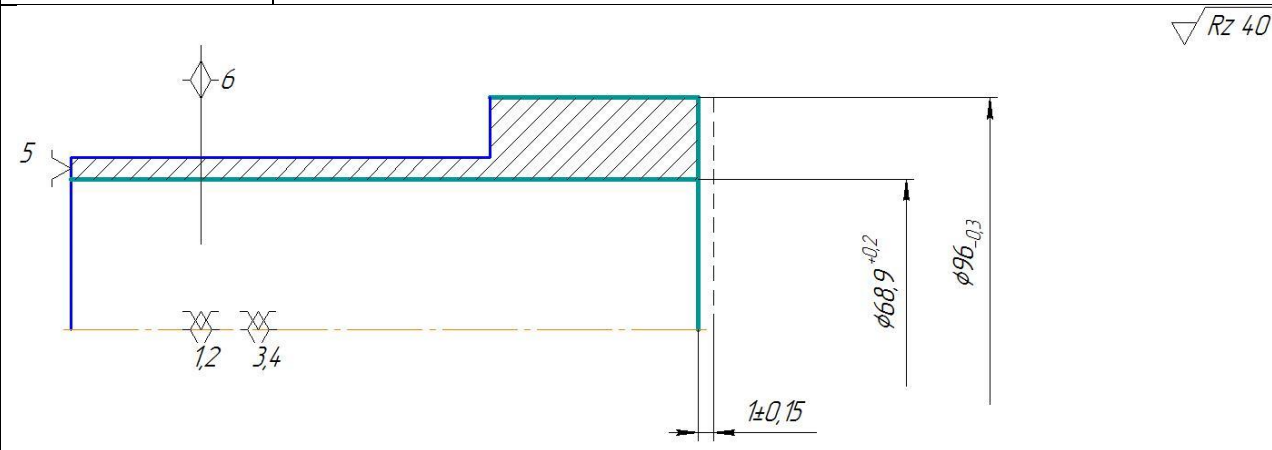
#### **1.4. Разработка маршрута технологии изготовления генератора**

На текущем этапе анализируется движение заготовки по этапам технологического процесса для достижения конструкции, заданной по чертежу, с соблюдением всех требований на изделие. Маршрут изготовления на одну деталь может быть различен, в связи с тем, что, в первую очередь, на какой вид производства ориентируется изготовления детали, во-вторых, производство обладает или не обладает необходимым оборудованием в станочном парке, режущим инструментом, оснасткой и прочими технологическими возможностями. Так же при прочих равных условиях от маршрута изготовления зависит и экономическая сторона выбора последовательности изготовления, что существенно на предприятиях по серийному или массовому производству.

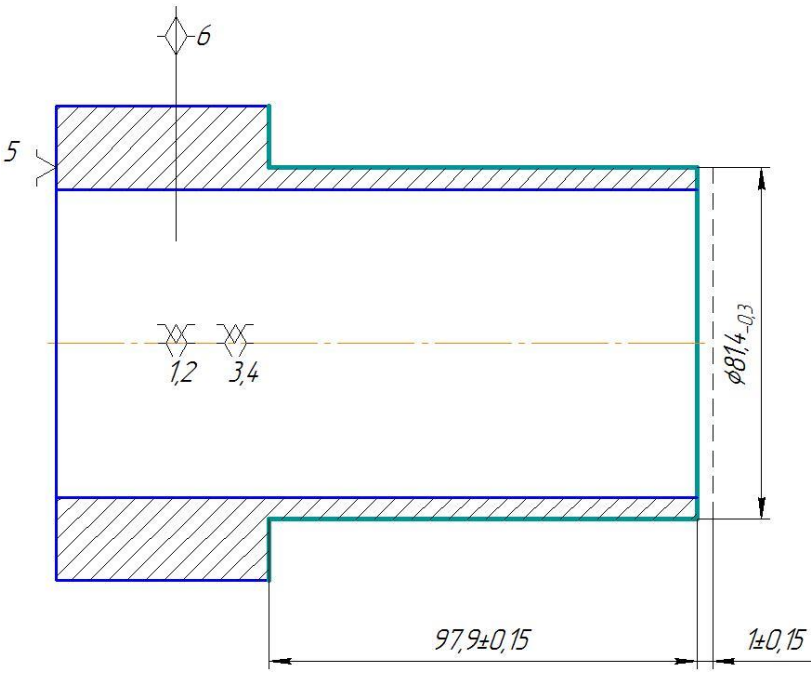
Опираясь на те факты, что требуемый выпуск продукции в год составит 5000 штук, и, что генератор не является уникальной в изготовлении деталью делаем вывод, что производство будет крупносерийное.

Маршрут технологии изготовления генератора представлен в табл.1.

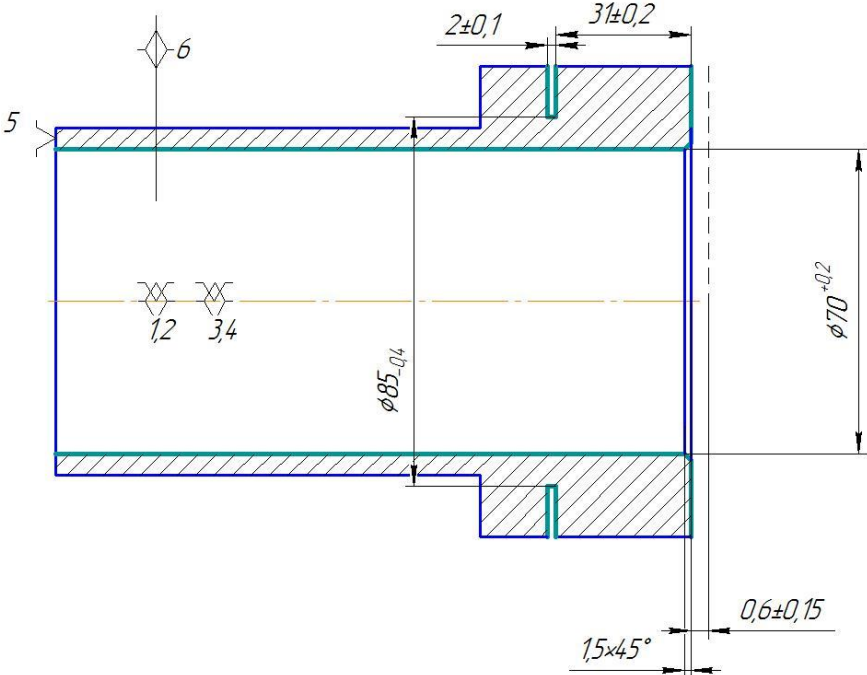
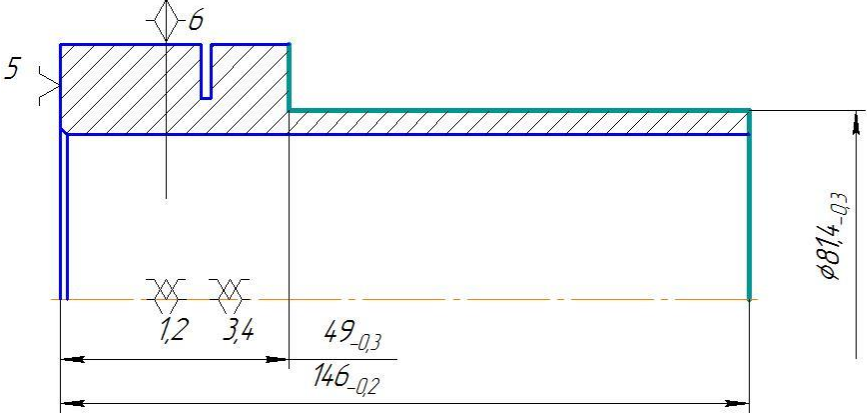
Таблица 1 – Маршрут технологии изготовления генератора

| №   | Наименование, эскиз                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 000 | <p>Заготовительная</p> <p>Штамповка в закрытых штампах.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|     |  <p>Technical drawing of a rectangular part with dimensions and surface finish. The drawing shows a cross-section of a part with a central rectangular hole. The outer dimensions are 152<sup>+10</sup><sub>-0,5</sub> mm in width and 97<sup>+10</sup><sub>-0,6</sub> mm in height. The inner dimensions of the hole are 55<sup>+10</sup><sub>-0,5</sub> mm in width and 64,5<sup>+0,6</sup><sub>-1,0</sub> mm in height. The part has a surface finish of <math>\sqrt{Rz\ 100}</math>. The drawing includes a blue outline of the part and a yellow dashed line indicating the hole. The part is shown with a cross-hatched pattern on the top and bottom flanges.</p> |
| 005 | <p>Токарно-винторезная</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подрезать правый торец в размер <math>1\pm 0,15</math></li> <li>2. Проточить наружный диаметр в размер <math>\Phi 96_{-0,3}</math> на проход</li> <li>3. Расточить отверстие в размер <math>\Phi 68,9^{+0,2}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|     |  <p>Technical drawing of a stepped part with dimensions and surface finish. The drawing shows a cross-section of a part with a central rectangular hole. The outer dimensions are 12 mm in width and 34 mm in height. The inner dimensions of the hole are 5 mm in width and 6 mm in height. The part has a surface finish of <math>\sqrt{Rz\ 40}</math>. The drawing includes a blue outline of the part and a yellow dashed line indicating the hole. The part is shown with a cross-hatched pattern on the top and bottom flanges.</p>                                                                                                                               |

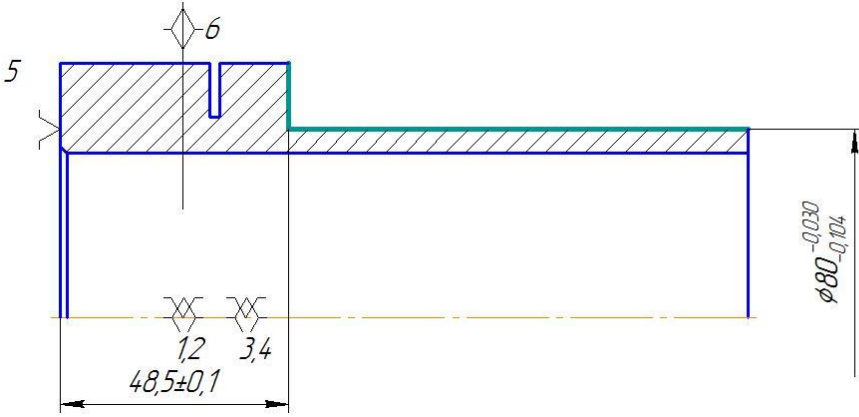
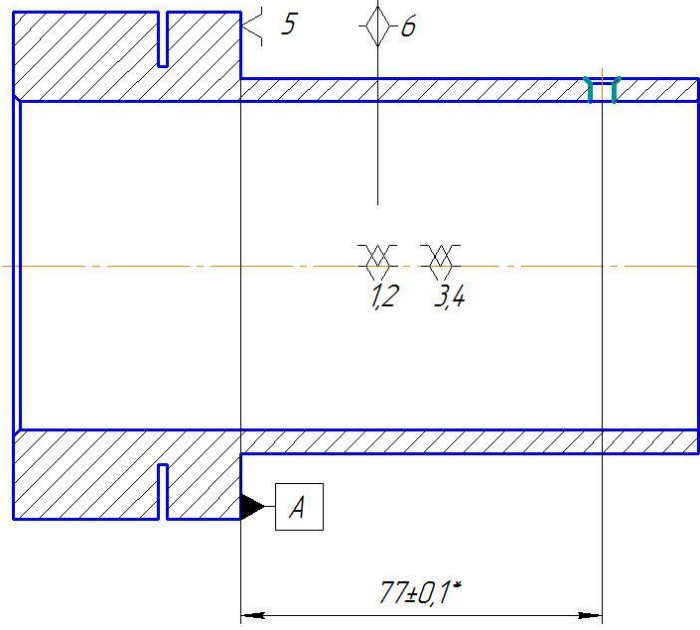
Продолжение таблицы 1

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 005                                                                                 | <p>Токарно-винторезная</p> <p>Переустановить заготовку</p> <p>1. Подрезать правый торец в размер <math>1\pm0,15</math></p> <p>2. Подрезать торец в размер <math>97,9\pm0,15</math></p> <p>3. Проточить наружный диаметр в размер <math>\Phi 81,4_{-0,3}</math></p>                                                                                  |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 010                                                                                 | <p>Термическая</p> <p>Термообработать HRC<sub>3</sub> 28...34</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 015                                                                                 | <p>Пескоструйная</p> <p>Снять окалину</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 020                                                                                 | <p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Подрезать правый торец, съем <math>0,6\pm0,15</math></p> <p>2. Расточить отверстие в размер <math>\Phi 70^{+0,2}</math>, с проточкой фаски <math>1,5\times 45^\circ</math></p> <p>3. Точить канавку шириной <math>2\pm0,1</math>, выдерживая размер <math>31\pm0,2</math> на глубину до <math>\Phi 85_{-0,3}</math></p> |

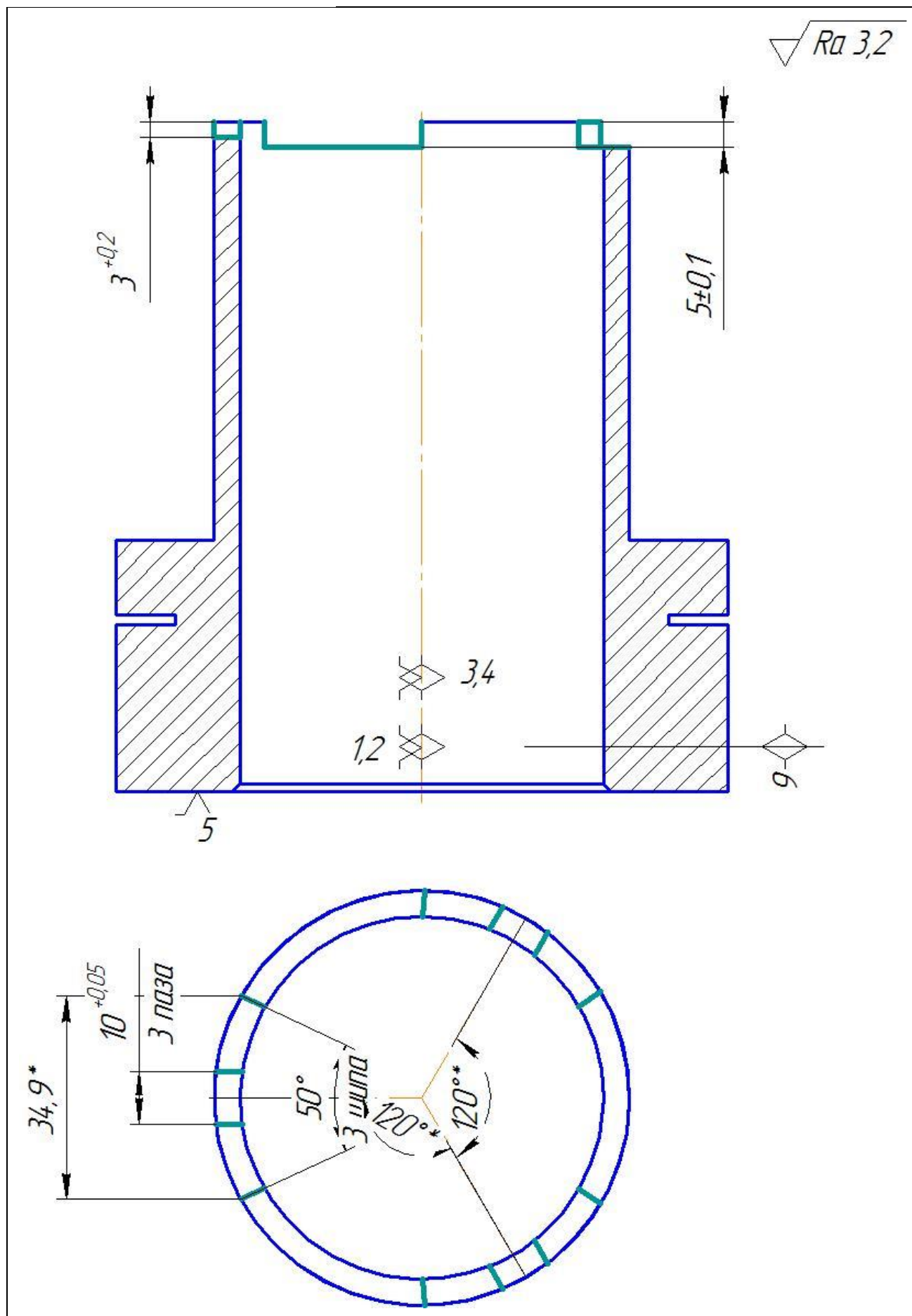
Продолжение таблицы 1

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>025</p> <p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Подрезать правый торец в размер <math>146_{-0,2}</math></p> <p>2. Проточить диаметр <math>\phi 81,4_{-0,3}</math>, выдерживая размер <math>49_{-0,3}</math> и подрезать торец</p> |
|  | <p>025</p> <p>3. Проточить <math>\phi 80_{-0,104}^{0,03}</math> выдерживая размер <math>48,5 \pm 0,1</math> с подрезкой торца окончательно</p>                                                                           |

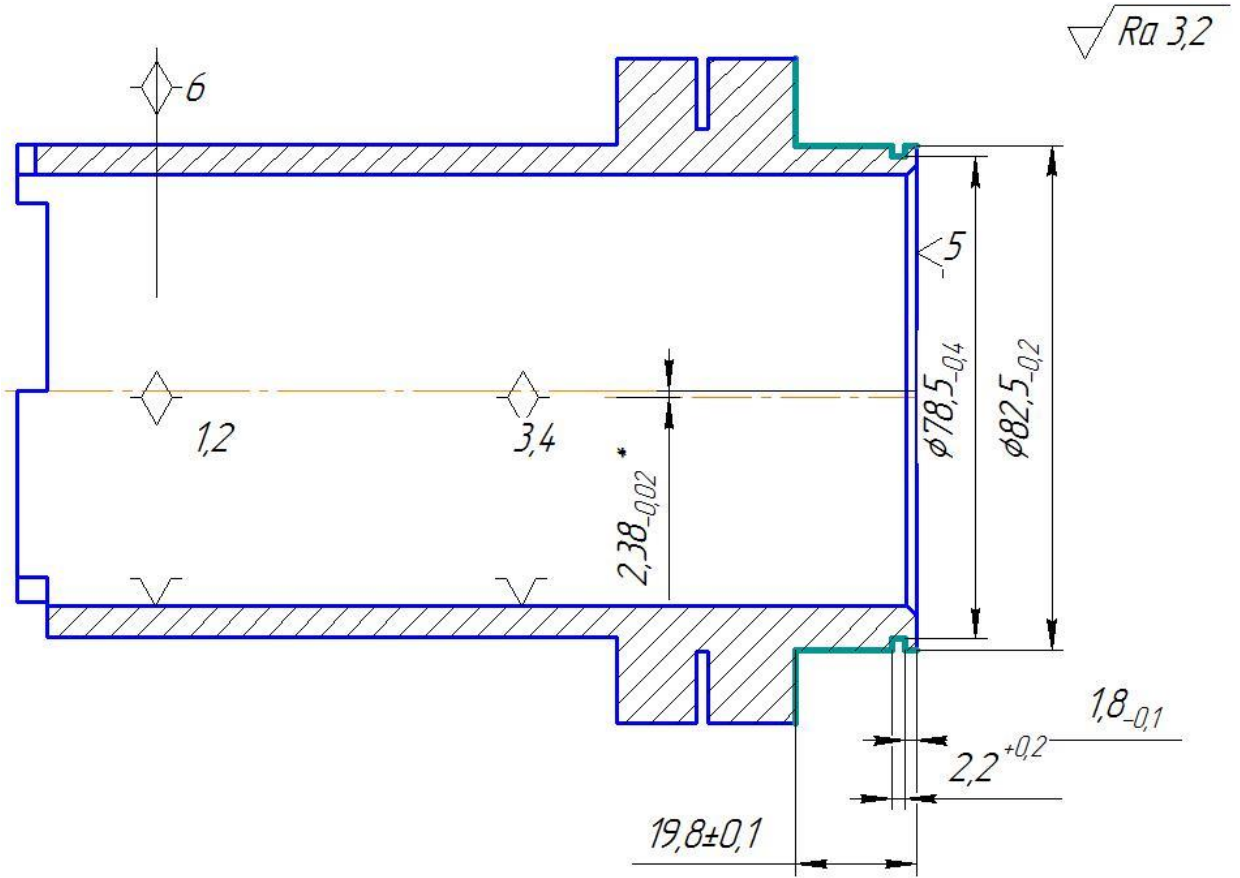
Продолжение таблицы 1

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать 3 отв., выдерживая размеры <math>77\pm 0,1</math>; <math>120^\circ \pm 2</math></li> <li>2. Сверлить 3 отв. <math>\Phi 4,8</math> на проход</li> <li>3. Развернуть 3 отв. <math>\Phi 5H9</math> на проход</li> <li>4. Зенковать фаски <math>1 \times 45^\circ</math></li> </ol>                                              |
|  | <p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Черновое фрезерование 3 пазов шириной <math>9^{+0,2}</math>, выдерживая размеры <math>3^{+0,2}</math>; <math>120^\circ</math></li> <li>2. Фрезеровать 3 шипа глубиной <math>5\pm 0,1</math>, выдерживая <math>50^\circ</math></li> <li>3. Чистовое фрезерование 3 паза окончательно, выдержав размер <math>10^{+0,01}</math></li> </ol> |

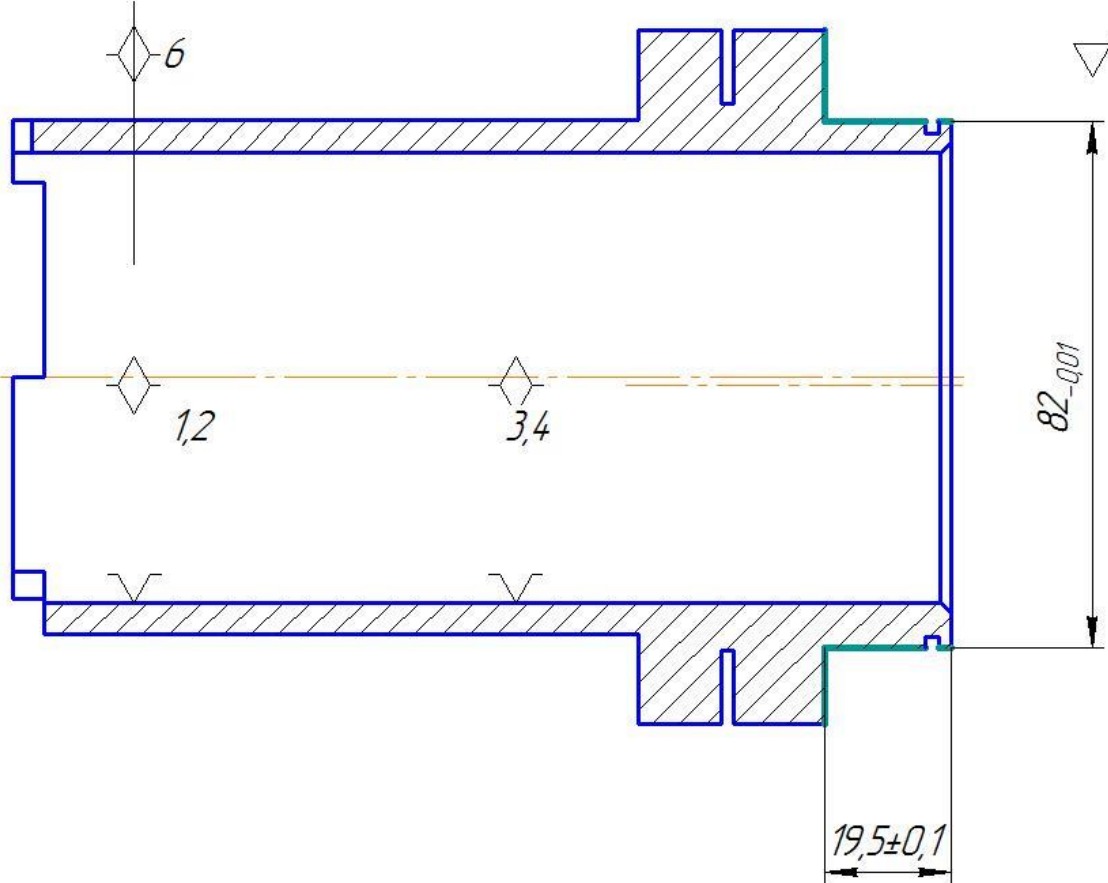
Продолжение таблицы 1



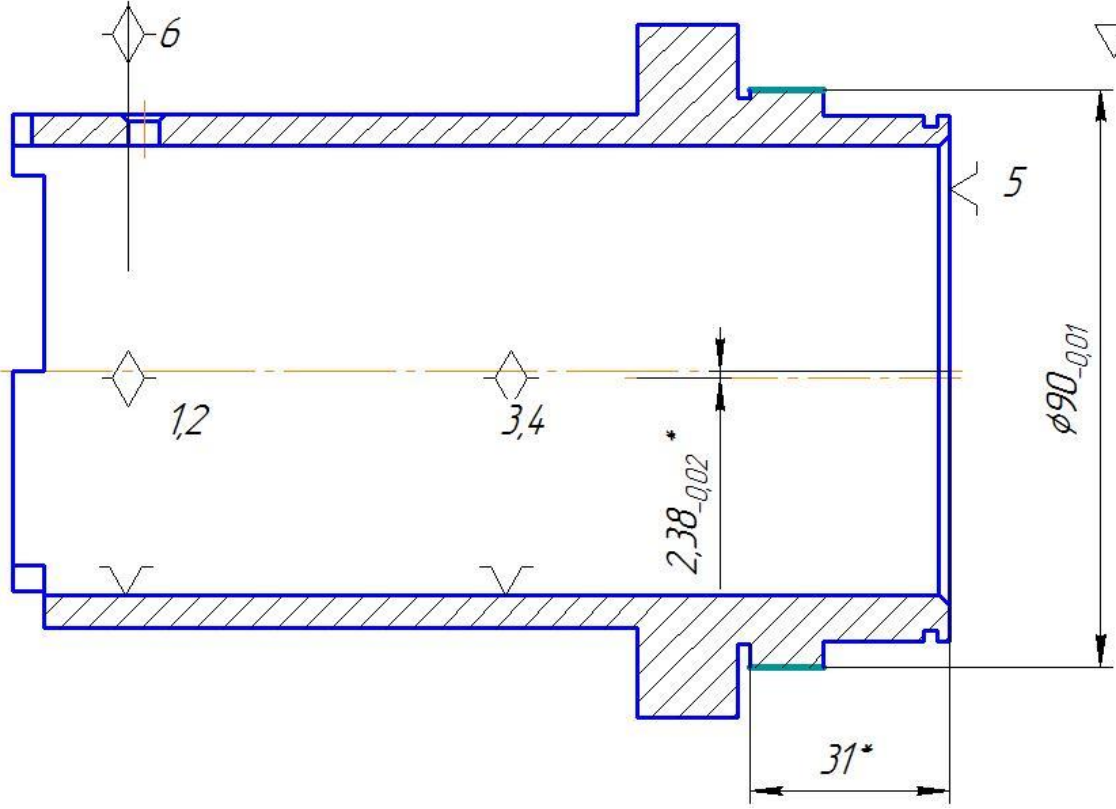
Продолжение таблицы 1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 040                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Слесарная<br>Зачистить заусенцы                                                                                                                                                                              |
| 045                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Токарная с ЧПУ<br>1. Точить $\Phi 82,5_{-0,2}$ , выдерживая размер $19,8 \pm 0,1$ (с подрезкой торца)<br>2. Точить канавку шириной $2,2^{+0,2}$ на размере $1,8_{-0,1}$ , на глубину до $\Phi 78,5_{-0,4}$ . |
|  <p>Technical drawing of a mechanical part showing a cross-section. The drawing includes the following dimensions and tolerances:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Overall length: <math>19,8 \pm 0,1</math></li> <li>Overall diameter: <math>\Phi 82,5_{-0,2}</math></li> <li>Inner diameter: <math>\Phi 78,5_{-0,4}</math></li> <li>Width of the groove: <math>2,2^{+0,2}</math></li> <li>Depth of the groove: <math>1,8_{-0,1}</math></li> <li>Distance from the left end to the start of the groove: <math>1,2</math></li> <li>Distance from the start of the groove to the right end: <math>3,4</math></li> <li>Distance from the right end to the start of the groove: <math>2,38_{-0,02}</math></li> <li>Distance from the right end to the start of the groove: <math>5</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>Ra 3,2</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>6</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>1,2</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>3,4</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>2,38_{-0,02}</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>5</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>1,8_{-0,1}</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>2,2^{+0,2}</math></li> <li>Surface texture symbol: <math>19,8 \pm 0,1</math></li> </ul> |                                                                                                                                                                                                              |
| 045                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Токарная с ЧПУ<br>3. Проточить диаметр в размер $\Phi 82_{-0,01}$ , выдерживая размер $19,5 \pm 0,16$ (с подрезкой торца)                                                                                    |

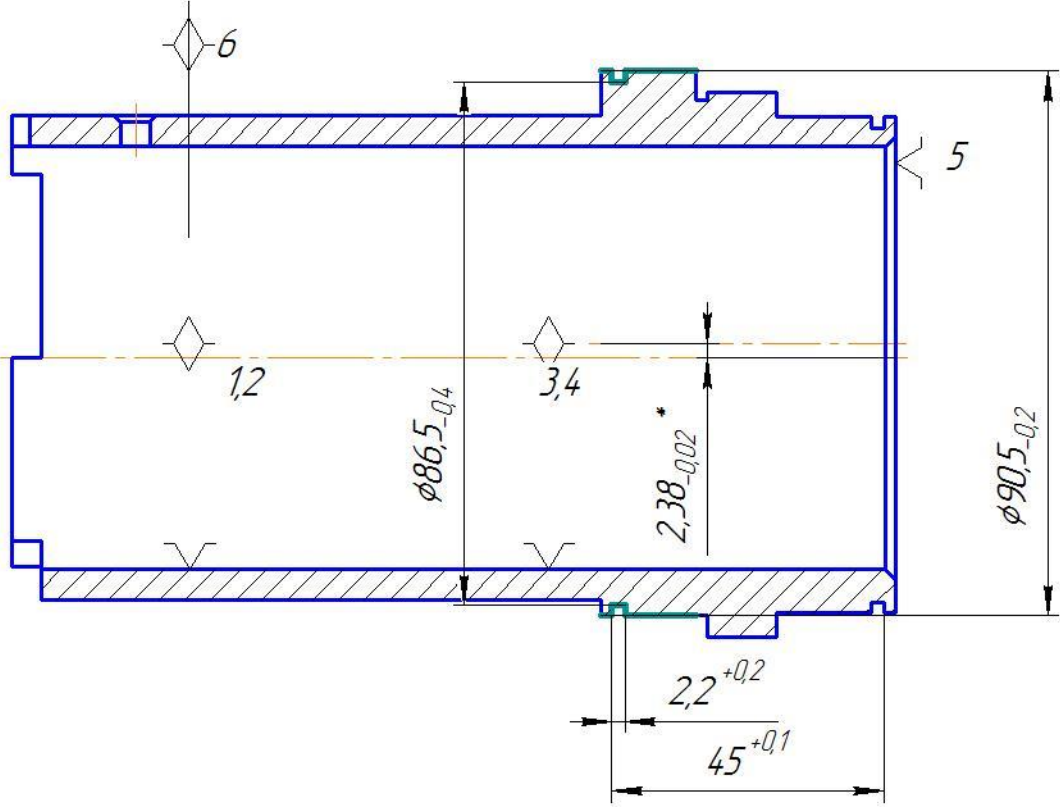
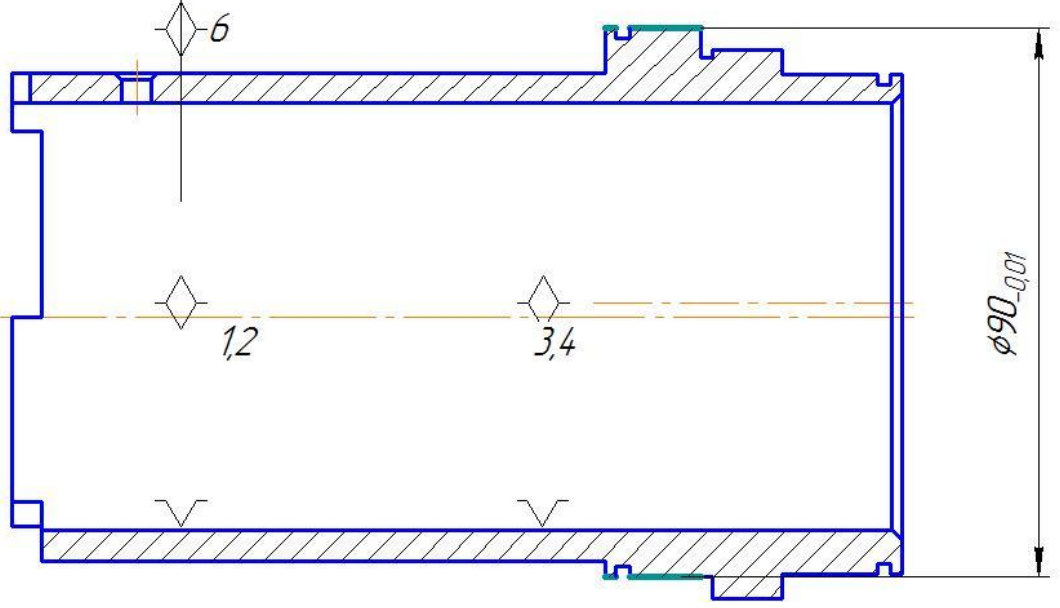
Продолжение таблицы 1

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>045</p>                                                                          | <p>Повернуть заготовку на оправке на <math>120^\circ</math> и закрепить</p> <p>4. Точить вторую шейку генератора в размер <math>\Phi 90,5_{-0,2}</math></p> <p>5. Точить вторую шейку генератора окончательно в размер <math>\Phi 90_{-0,01}</math></p> |

Продолжение таблицы 1

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                 |
| 045 | <p>Повернуть заготовку на оправке на <math>120^\circ</math> и закрепить</p> <p>6. Точить третью шейку генератора в размер <math>\Phi 90,5_{-0,2}</math></p> <p>7. Точить канавку на размере <math>45^{+0,1}</math> шириной <math>2,2^{+0,2}</math> до диаметра <math>\Phi 86,5_{-0,4}</math>.</p> |

Продолжение таблицы 1

|     |                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|
|     |    |
| 045 | 8. Проточить диаметр $\Phi 90_{-0,01}^{+0}$ окончательно                             |
|     |  |
| 050 | Маркировочная<br>Маркировать лазерным способом номер детали                          |
| 055 | Гальваническая<br>Нанести покрытие Хим.Окс.прм путем химического оксидирования       |

Продолжение таблицы 1

|     |                                                                          |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|
| 060 | Технический контроль<br>Контроль всех параметров по чертежу окончательно |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|

### **1.5. Построение расчетной схемы и графа технологических размерных цепей**

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [3, стр. 21].

На основании маршрута изготовления генератора, составляется размерная схема, которая представлена на рисунках 1 и 2, и содержит все осевые и продольные технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

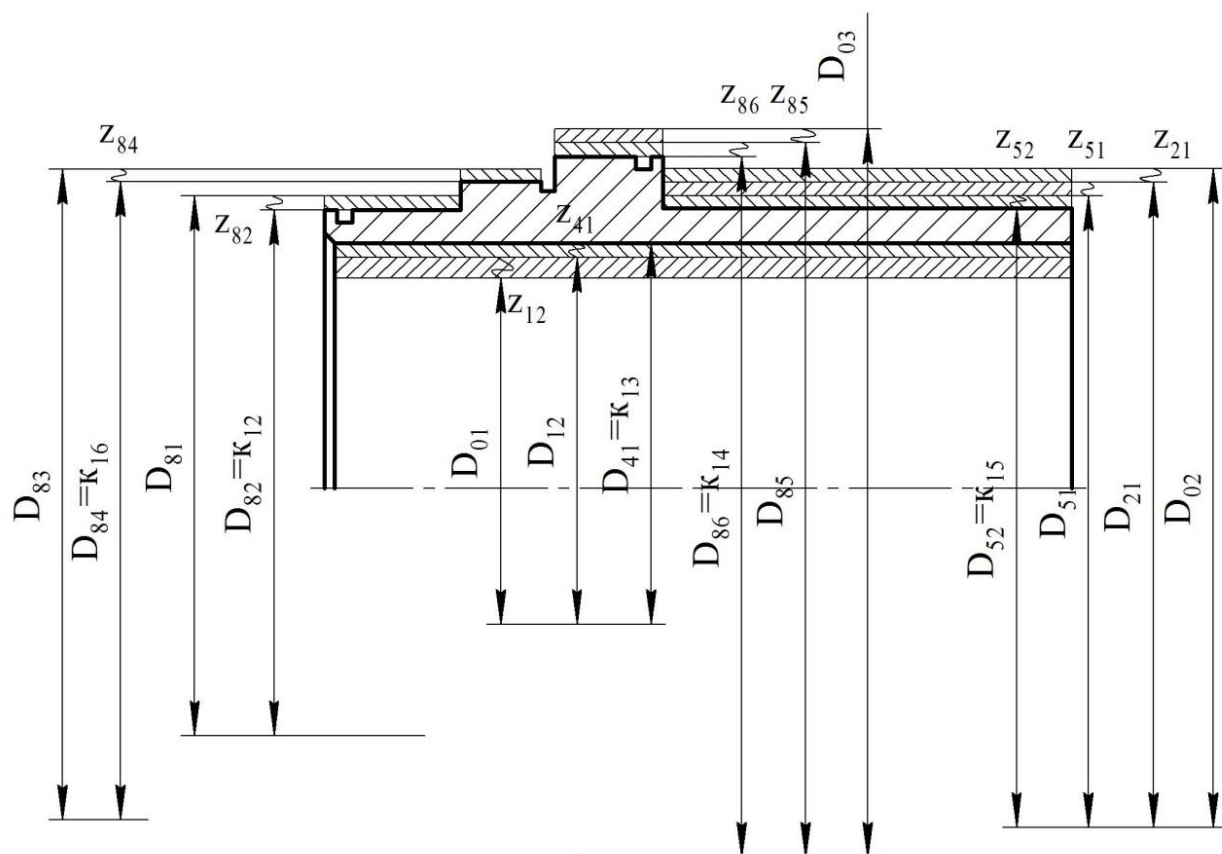


Рисунок 1 – Размерная схема технологического процесса изготовления генератора (диаметральное направление)

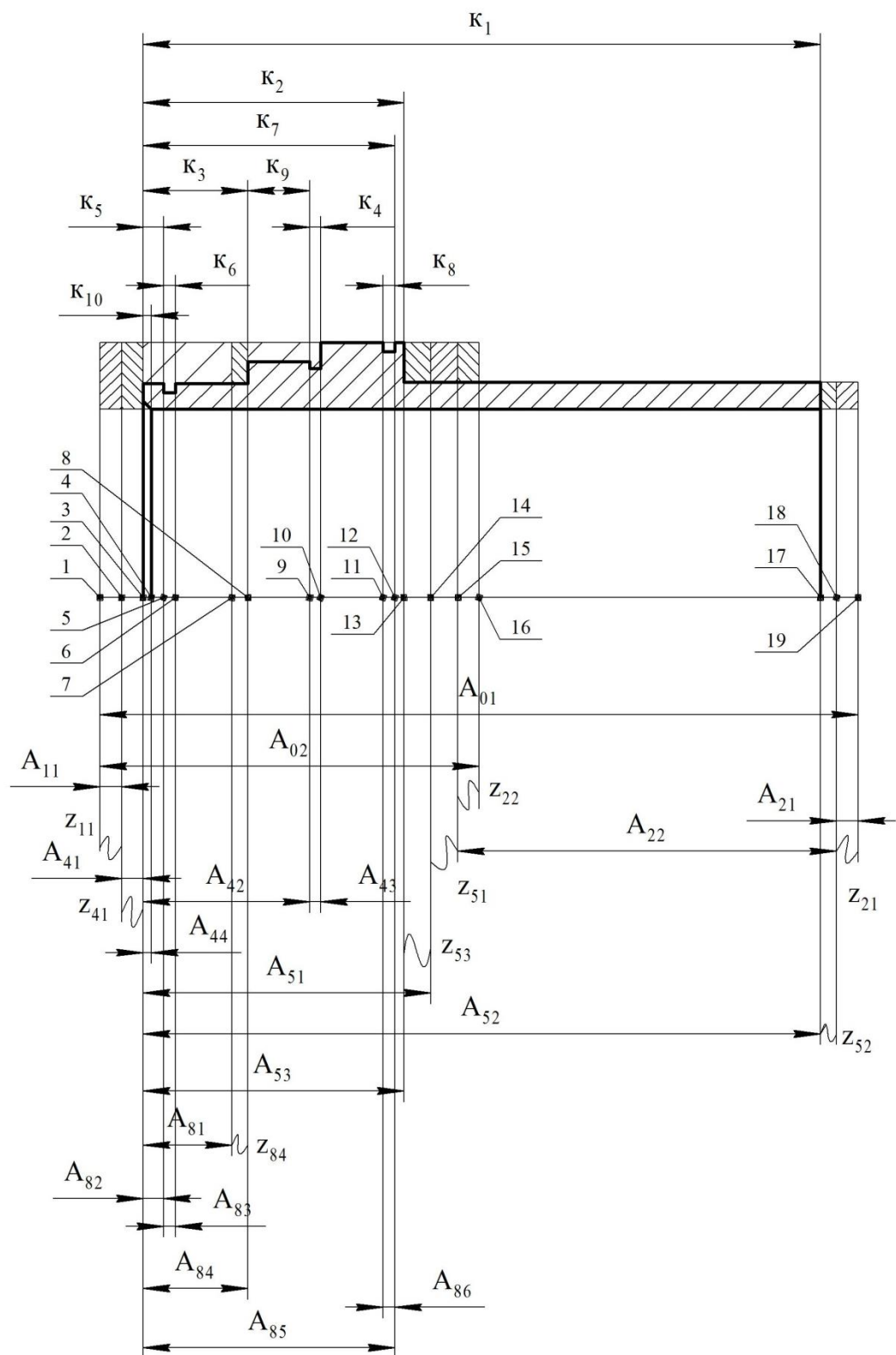


Рисунок 2 – Размерная схема технологического процесса изготовления генератора (продольное направление)

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения графа подробно излагается в источнике [3, стр. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления генератора представлен на рисунке 3.

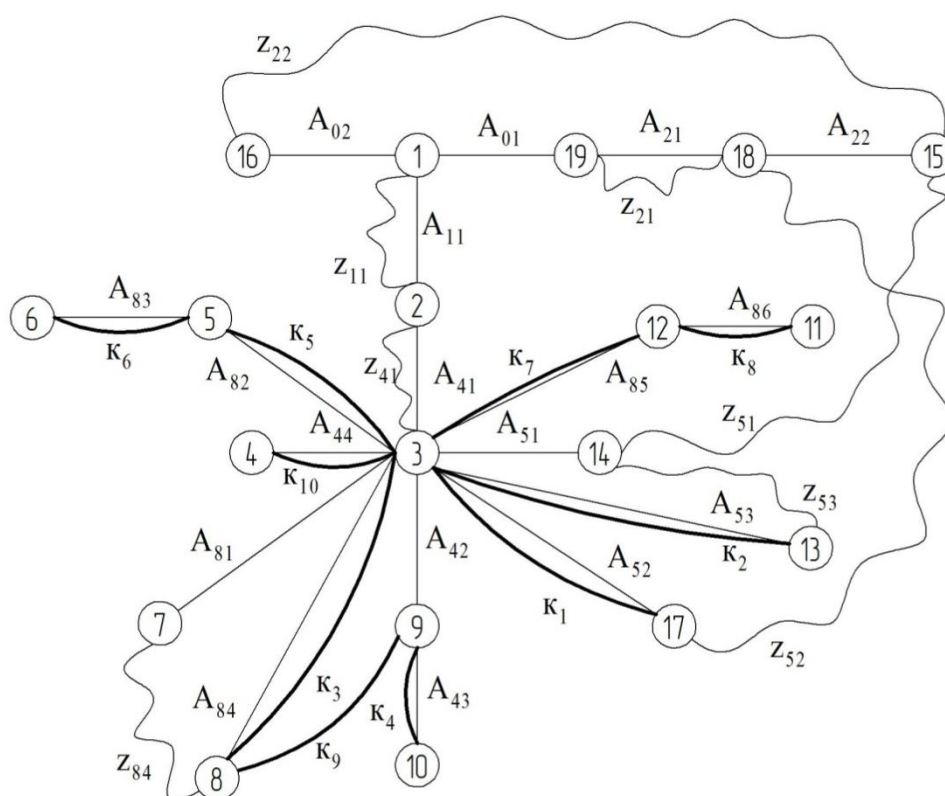


Рисунок 3 – Граф технологических размерных цепей

### Расчёт минимальных припусков $z_{\min}$ на обработку заготовки

Как известно из [3] минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности детали и её заданного качества поверхностного слоя.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (1)$$

где  $z_{i \min}$  - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

$Rz_{i-1}$  - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

$h_{i-1}$  - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

$\rho_{i-1}$  - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

$\varepsilon_{yi}$  - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2}, \quad (2)$$

где  $\rho_{Pi-1}^2$  - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникшая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$  - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (3)$$

где  $\rho_{i-1} = \rho_{Pi-1} + \rho_{\Phi i-1}$ .

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (1) и сводим их в таблицу 2.

Методика заполнения таблицы припусков: для каждого припуска в этой же строке вписываем в столбцы

- 1- Шероховатость  $R_z$  поверхности **до снятия припуска**
- 2- Дефектный слой  $T$  поверхности **до снятия припуска**
- 3- Кривизну заготовки  $\rho$  **до снятия припуска**
- 4- Погрешность установки  $\varepsilon$  **на выполняемом переходе**

В результате расчет минимального припуска сводиться к простому складыванию значений в каждой строке (для продольных) или рассчитывается по формуле (5) для радиальных.

При определении продольных припусков в качестве  $\rho$  выбираем отклонение от перпендикулярности, торцовое биение. Параметры шероховатости, величины дефектного слоя и погрешность установки в трехкулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц приложений [3].

## **Продольные припуски**

**Припуск  $Z_{11}$ :** шероховатость торца штампованной заготовки  $Rz=200$  мкм, дефектный слой  $T=300$  мкм , кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{21}$ :** шероховатость торца штампованной заготовки  $Rz=200$  мкм, дефектный слой  $T=300$  мкм , кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{22}$ :** шероховатость торца штампованной заготовки  $Rz=200$  мкм, дефектный слой  $T=300$  мкм , кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{41}$ :** шероховатость заготовки после точения  $Rz=50$  мкм, дефектный слой  $T=60$  мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{51}$ :** шероховатость заготовки после точения  $Rz=50$  мкм, дефектный слой  $T=60$  мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{52}$ :** шероховатость заготовки после точения  $Rz=50$  мкм, дефектный слой  $T=60$  мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{53}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $Rz=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм , кривизна 40 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

**Припуск  $Z_{84}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $Rz=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм , кривизна 40 мкм (неперпендикулярность торца)  
[3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Таблица 2 – Расчет продольных припусков на обработку

|          | $R_z$ | T   | $\varphi$ | $\epsilon$ | $Z_{\min}$ |
|----------|-------|-----|-----------|------------|------------|
| $Z_{11}$ | 200   | 300 | 200       | -          | 700        |
| $Z_{21}$ | 200   | 300 | 200       | -          | 700        |
| $Z_{22}$ | 200   | 300 | 200       | -          | 700        |
| $Z_{41}$ | 50    | 60  | 150       | -          | 260        |
| $Z_{51}$ | 50    | 60  | 150       | -          | 260        |
| $Z_{52}$ | 50    | 60  | 150       | -          | 260        |
| $Z_{53}$ | 20    | 30  | 40        | -          | 90         |
| $Z_{84}$ | 20    | 30  | 40        | -          | 90         |

Продольные припуски

$$Z_{11}=200+300+200=700 \text{ мкм}$$

$$Z_{21}=200+300+200=700 \text{ мкм}$$

$$Z_{22}=200+300+200=700 \text{ мкм}$$

$$Z_{41}=50+60+150=260 \text{ мкм}$$

$$Z_{51}=50+60+150=260 \text{ мкм}$$

$$Z_{52}=50+60+150=260 \text{ мкм}$$

$$Z_{53}=20+30+40=90 \text{ мкм}$$

$$Z_{84}=20+30+40=90 \text{ мкм}$$

## **Радиальные припуски**

**Припуск  $Z_{12}$ :** шероховатость штампованной заготовки  $R_z=200$  мкм, дефектный слой  $T=300$  мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления штампованной заготовки в трехкулачковом патроне  $\varepsilon=800$  мкм. [3]

**Припуск  $Z_{21}$ :** шероховатость штампованной заготовки  $R_z=200$  мкм, дефектный слой  $T=300$  мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления обработанной заготовки в трехкулачковом патроне  $\varepsilon=200$  мкм. [3]

**Припуск  $Z_{41}$ :** шероховатость заготовки после точения  $R_z=50$  мкм, дефектный слой  $T=60$  мкм, кривизна 100 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления предварительно обработанной заготовки в трехкулачковом патроне  $\varepsilon=200$  мкм. [3]

**Припуск  $Z_{51}$ :** шероховатость заготовки после точения  $R_z=50$  мкм, дефектный слой  $T=60$  мкм, кривизна 100 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в трехкулачковом патроне  $\varepsilon=80$  мкм. [3]

**Припуск  $Z_{52}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $R_z=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия припуска. [3]

**Припуск  $Z_{82}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $R_z=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия припуска. [3]

**Припуск  $Z_{84}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $R_z=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность

торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия припуска. [3]

**Припуск  $Z_{85}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $R_z=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления на оправке 80 мкм. [3]

**Припуск  $Z_{86}$ :** шероховатость заготовки после чистового точения  $R_z=20$  мкм, дефектный слой  $T=30$  мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия припуска. [3]

Таблица 3 – Расчет диаметральных припусков на обработку и технологических размеров

|          | $R_z$ | T   | $\varphi$ | $\epsilon$ | $Z_{min}$ |
|----------|-------|-----|-----------|------------|-----------|
| $Z_{12}$ | 200   | 300 | 150       | 800        | 2700      |
| $Z_{21}$ | 200   | 300 | 150       | 200        | 1500      |
| $Z_{41}$ | 50    | 60  | 100       | 200        | 900       |
| $Z_{51}$ | 50    | 60  | 100       | 80         | 650       |
| $Z_{52}$ | 20    | 30  | 60        | 0          | 220       |
| $Z_{82}$ | 20    | 30  | 60        | 0          | 220       |
| $Z_{84}$ | 20    | 30  | 60        | 0          | 220       |
| $Z_{85}$ | 20    | 30  | 60        | 80         | 300       |
| $Z_{86}$ | 20    | 30  | 60        | 0          | 220       |

Расчет радиальных припусков:

$$z_{12} = 2 \times (200 + 300 + \sqrt{150^2 + 800^2}) = 2700 \text{ мкм}$$

$$z_{21} = 2 \times (200 + 300 + \sqrt{150^2 + 200^2}) = 1500 \text{ мкм}$$

$$z_{41} = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{100^2 + 200^2}) = 900 \text{ мкм}$$

$$z_{51} = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{100^2 + 80^2}) = 650 \text{ мкм}$$

$$z_{52} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 0^2}) = 220 \text{ мкм}$$

$$z_{82} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 0^2}) = 220 \text{ мкм}$$

$$z_{84} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 0^2}) = 220 \text{ мкм}$$

$$z_{85} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 80^2}) = 300 \text{ мкм}$$

$$z_{86} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 0^2}) = 220 \text{ мкм}$$

## 1.6. Определение допусков на технологические размеры и размеров

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допускаемое отклонение на штампованную заготовку ( $TD_0 = 1,6 \text{ мм}$ ). Допуски размеров, получаемые на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности.

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности:  $TD_i = \omega_{c_i}$

Для черновых операций это соответствует 11 качеству, для чистовых 10 качеству. Для размеров выдерживаемых непосредственно приравниваем допуск к допуску конструкторского размера.

Расширяем допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{01} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TD_{02} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TD_{51} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{03} = 0,5 \text{ мм}$$

$$TD_{12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{84} = 0,01 \text{ мм};$$

$$TD_{51} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{82} = 0,01 \text{ мм};$$

$$TD_{12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{41} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{85} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{86} = 0,01 \text{ мм};$$

$$TD_{83} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{52} = 0,094 \text{ мм};$$

$$TD_{81} = 0,2 \text{ мм};$$

Допуски на осевые размеры

Для размеров между обработанной поверхностью и измерительной базой

$$TA = \omega + \rho_{\text{и}}$$

Определяем:

$$TA_{51} = \omega_{c51} + \rho_{\text{и}} = 0,10 + 0,2 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{52} = \omega_{c52} + \rho_{\text{и}} = 0,10 + 0,2 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{53} = \omega_{c53} + \rho_{\text{и}} = 0,10 + 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

В остальных случаях значение  $\rho_{\text{и}}$  принимаем равным нулю

$$TA_{01} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TA_{81} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{02} = 1,6 \text{ мм};$$

$$TA_{52} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{11} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{53} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{84} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{22} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{82} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{41} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{83} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{42} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{85} = 0,1 \text{ мм};$$

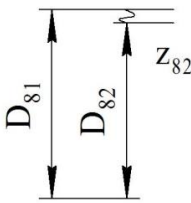
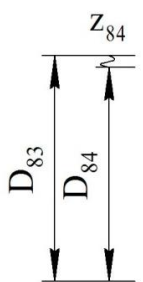
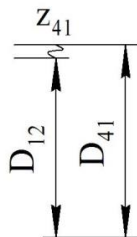
$$TA_{43} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{86} = 0,2 \text{ мм};$$

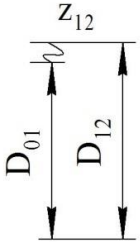
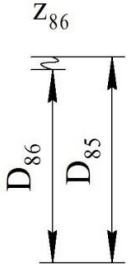
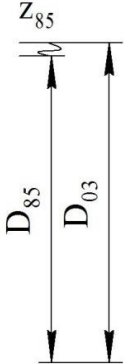
$$TA_{44} = 0,4 \text{ мм}.$$

Расчет технологических размеров сводим в таблицу 4.

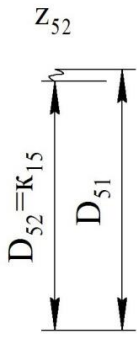
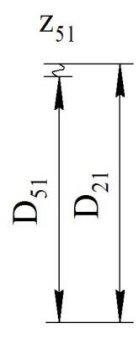
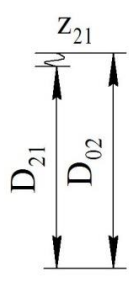
Таблица 4 – Расчет технологических размеров

| Расчет технологических размеров (радиальное направление)                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Размерная цепь                                                                      | Расчет технологического размера                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                     | <p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $D_{84}=K_{16}=90_{-0,01}$ $D_{82}=K_{12}=82_{-0,01}$ $D_{41}=K_{13}=70^{+0,2}$ $D_{86}=K_{14}=90_{-0,01}$ $D_{52}=K_{15}=80_{-0,104}^{-0,03}$                        |
|   | <p>Определение технологического размера <math>D_{81}</math></p> $D_{81}^c = D_{82}^c + Z_{82}^c$ $Z_{82}^c = Z_{82}^{\min} + \frac{TD_{82} + TD_{81}}{2}$ $Z_{82}^c = 0,22 + \frac{0,01 + 0,2}{2} = 0,325$ $D_{81}^c = 81,995 + 0,325 = 82,32$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{81} = 82,5_{-0,2}$ |
|  | <p>Определение технологического размера <math>D_{83}</math></p> $D_{83}^c = D_{84}^c + Z_{84}^c$ $Z_{84}^c = Z_{84}^{\min} + \frac{TD_{84} + TD_{83}}{2}$ $Z_{84}^c = 0,22 + \frac{0,01 + 0,2}{2} = 0,325$ $D_{83}^c = 89,995 + 0,325 = 90,32$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{83} = 90,5_{-0,2}$ |
|  | <p>Определение технологического размера <math>D_{12}</math></p> $D_{12}^c = D_{41}^c - Z_{41}^c$ $Z_{41}^c = Z_{41}^{\min} + \frac{TD_{41} + TD_{12}}{2}$ $Z_{41}^c = 0,9 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 1,1$ $D_{12}^c = 70,1 - 1,1 = 69$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{12} = 68,9^{+0,2}$       |

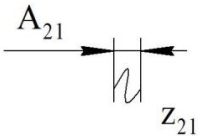
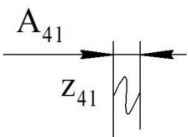
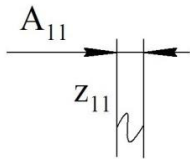
Продолжение таблицы 4

| Расчет технологических размеров (радиальное направление)                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Размерная цепь                                                                      | Расчет технологического размера                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|    | <p>Определение технологического размера <math>D_{12}</math></p> $D_{01}^c = D_{12}^c - Z_{12}^c$ $Z_{12}^c = Z_{12}^{\min} + \frac{TD_{12} + TD_{01}}{2}$ $Z_{12}^c = 2,7 + \frac{0,2 + 1,6}{2} = 3,6$ $D_{12}^c = 69 - 3,6 = 65,4$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{12} = 64,5^{+1,6}$       |
|   | <p>Определение технологического размера <math>D_{85}</math></p> $D_{85}^c = D_{86}^c + Z_{86}^c$ $Z_{86}^c = Z_{86}^{\min} + \frac{TD_{86} + TD_{85}}{2}$ $Z_{86}^c = 0,22 + \frac{0,01 + 0,2}{2} = 0,325$ $D_{85}^c = 89,995 + 0,325 = 90,32$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{85} = 90,5_{-0,2}$ |
|  | <p>Определение технологического размера <math>D_{03}</math></p> $D_{03}^c = D_{85}^c + Z_{85}^c$ $Z_{85}^c = Z_{85}^{\min} + \frac{TD_{86} + TD_{85}}{2}$ $Z_{85}^c = 0,3 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,5$ $D_{03}^c = 90,4 + 0,5 = 90,9$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{03} = 91_{-0,2}$            |

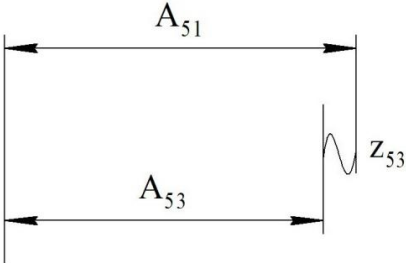
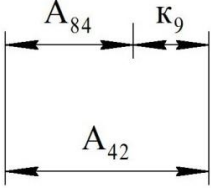
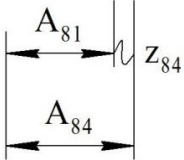
Продолжение таблицы 4

| Расчет технологических размеров (радиальное направление)                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Размерная цепь                                                                      | Расчет технологического размера                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    | <p>Определение технологического размера <math>D_{51}</math></p> $D_{51}^c = D_{52}^c + Z_{52}^c$ $Z_{52}^c = Z_{52}^{\min} + \frac{TD_{52} + TD_{51}}{2}$ $Z_{52}^c = 0,22 + \frac{0,074 + 0,2}{2} = 0,357$ $D_{51}^c = 79,94 + 0,357 = 80,297$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{51} = 80,4_{-0,2}$ |
|   | <p>Определение технологического размера <math>D_{21}</math></p> $D_{21}^c = D_{51}^c + Z_{51}^c$ $Z_{51}^c = Z_{51}^{\min} + \frac{TD_{51} + TD_{21}}{2}$ $Z_{51}^c = 0,65 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,9$ $D_{21}^c = 80,3 + 0,9 = 81,2$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{21} = 81,4_{-0,3}$          |
|  | <p>Определение технологического размера <math>D_{02}</math></p> $D_{02}^c = D_{21}^c + Z_{21}^c$ $Z_{21}^c = Z_{21}^{\min} + \frac{TD_{21} + TD_{02}}{2}$ $Z_{21}^c = 1,5 + \frac{0,3 + 1,6}{2} = 2,45$ $D_{02}^c = 81,25 + 2,45 = 83,7$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{02} = 84,5_{-1,6}$        |

Продолжение таблицы 4

| Расчет технологических размеров (продольное направление)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> <p> <math>A_{52}=K_1=146_{-0,2}</math><br/> <math>A_{53}=K_2=48,5\pm 0,1</math><br/> <math>A_{84}=K_3=19,5\pm 0,1</math><br/> <math>A_{43}=K_4=2\pm 0,1</math><br/> <math>A_{82}=K_5=1,8_{-0,3}</math><br/> <math>A_{83}=K_6=2,2^{+0,2}</math><br/> <math>A_{85}=K_7=45^{+0,1}</math><br/> <math>A_{86}=K_8=2,2^{+0,2}</math><br/> <math>A_{44}=K_{10}=1,5\pm 0,2</math> </p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Определение технологического размера <math>A_{21}</math></p> <p> <math>A_{21}^c = Z_{21}^c</math><br/> <math>Z_{21}^c = Z_{21}^{\min} + TA_{21}</math><br/> <math>Z_{21}^c = 0,7 + 0,3 = 1</math><br/> <math>A_{21}^c = 1</math><br/> <math>A_{21} = 1 \pm 0,15</math> </p>         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Определение технологического размера <math>A_{41}</math></p> <p> <math>A_{41}^c = Z_{41}^c</math><br/> <math>Z_{41}^c = Z_{41}^{\min} + TA_{41}</math><br/> <math>Z_{41}^c = 0,26 + 0,3 = 0,56</math><br/> <math>A_{41}^c = 0,6</math><br/> <math>A_{41} = 0,6 \pm 0,15</math> </p> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Определение технологического размера <math>A_{11}</math></p> <p> <math>A_{11}^c = Z_{11}^c</math><br/> <math>Z_{11}^c = Z_{11}^{\min} + TA_{11}</math><br/> <math>Z_{11}^c = 0,7 + 0,3 = 1</math><br/> <math>A_{11}^c = 1</math><br/> <math>A_{11} = 1 \pm 0,15</math> </p>         |

Продолжение таблицы 4

| Расчет технологических размеров (продольное направление)                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Определение технологического размера <math>A_{51}</math></p> $A_{51}^c = A_{53}^c + Z_{53}^c$ $Z_{53}^c = Z_{53}^{\min} + \frac{TA_{53} + TA_{51}}{2}$ $Z_{53}^c = 0,09 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,34$ $A_{51}^c = 48,5 + 0,34 = 48,84$ <p>т.к. размер относится к валам,</p> $A_{51} = 49_{-0,3}$                                                                                    |
|  | <p>Определение технологического размера <math>A_{42}</math><br/>         замыкающим звеном является конструкторский размер <math>K_9</math>, необходимо, чтобы соблюдалось условие</p> $TK_9 > \sqrt{TA_{42}^2 + TA_{84}^2}$ $0,4 > \sqrt{0,2^2 + 0,1^2}$ $K_9 = 11,5 \pm 0,2 \quad K_9^c = A_{42}^c - A_{84}^c$ $A_{42}^c = A_{84}^c + K_9^c = 19,5 + 11,5 = 31$ $A_{42} = 31 \pm 0,1$ |
|  | <p>Определение технологического размера <math>A_{81}</math></p> $A_{81}^c = A_{84}^c + Z_{84}^c$ $Z_{84}^c = Z_{84}^{\min} + \frac{TA_{84} + TA_{81}}{2}$ $Z_{84}^c = 0,09 + \frac{0,2 + 0,2}{2} = 0,29$ $A_{81}^c = 19,5 + 0,29 = 19,79$ $A_{81} = 19,8 \pm 0,1$                                                                                                                       |

Продолжение таблицы 4

| Расчет технологических размеров (продольное направление) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | <p>Определение технологического размера <math>A_{01}</math><br/> замыкающим звеном является припуск <math>Z_{52}</math></p> $Z_{52} = A_{01} - A_{21} - A_{52} - A_{41} - A_{11}$ $A_{01}^c = A_{21}^c + A_{52}^c + A_{41} + A_{11} + Z_{52}$ $Z_{52}^c = Z_{52}^{\min} + \frac{TA_{01} + TA_{21} + TA_{52} + TA_{41} + TA_{11}}{2}$ $Z_{52}^c = 0,26 + \frac{1,6 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3}{2} = 1,66$ $A_{01}^c = 1 + 145,9 + 0,6 + 1 + 1,66 = 151,16$ $A_{01} = 152_{-1,6}$                                             |
|                                                          | <p>Определение технологического размера <math>A_{22}</math><br/> замыкающим звеном является припуск <math>Z_{51}</math></p> $Z_{51} = A_{01} - A_{21} - A_{22} - A_{51} - A_{41} - A_{11}$ $A_{22}^c = A_{01}^c - A_{21}^c - A_{51} - A_{41} - A_{11} - Z_{51}$ $Z_{51}^c = Z_{51}^{\min} + \frac{TA_{01} + TA_{21} + TA_{22} + TA_{51} + TA_{41} + TA_{11}}{2}$ $Z_{51}^c = 0,26 + \frac{1,6 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3 + 0,3}{2} = 1,81$ $A_{22}^c = 151,2 - 1 - 48,85 - 0,6 - 1 - 1,81 = 97,94$ $A_{22} = 97,9 \pm 0,15$ |
|                                                          | <p>Определение технологического размера <math>A_{02}</math><br/> замыкающим звеном является припуск <math>Z_{22}</math></p> $Z_{22} = A_{02} + A_{22} + A_{21} - A_{01}$ $A_{02}^c = A_{01}^c - A_{22}^c + Z_{22}^c - A_{21}$ $Z_{22}^c = Z_{22}^{\min} + \frac{TA_{02} + TA_{22} + TA_{21} + TA_{01}}{2}$ $Z_{22}^c = 0,7 + \frac{1,6 + 0,3 + 0,3 + 1,6}{2} = 2,6$ $A_{02}^c = 151,2 - 97,9 + 2,6 - 1 = 54,9$ $A_{02} = 55 \pm 0,8$                                                                                     |

## 1.7. Определение режимов обработки

Полный расчет выполняем только для наиболее энергоемкого перехода, для остальных переходов скорости и подачи назначаем в соответствии с рекомендациями [1]

### Токарно-винторезная операция 005 (установ А переход 1)

Станок токарный 16K20, N=7,5 кВт, n=9-1600.

Инструмент – Резец 2102-0025 T15K6 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=1$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S=0,6$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 97} = 472 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}}=400$  об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 97 \times 400}{1000} = 121 \text{ м/мин}$$

### Токарно-винторезная операция 005 (установ А переход 2)

Станок токарный 16K20, N=7,5 кВт, n=9-1600.

Инструмент – Резец 2102-0025 T15K6 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S=0,6$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 97} = 472 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 400 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 97 \times 400}{1000} = 121 \text{ м/мин}$$

### **Токарно-винторезная операция 005 (установ А переход 3)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС30, N=15кВт, n=30-2000.

Инструмент – Резец расточной 2141-0010 Т15К6 ГОСТ 18883-73

Обрабатываемый материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88

1. Диаметр поверхности  $d=68,9$  мм.

2. Глубина резания:  $t=1,8$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 68,9} = 660 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 630 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 68,9 \times 630}{1000} = 136 \text{ м/мин}$$

### **Токарно-винторезная операция 005 (установ Б переход 1)**

Станок токарный 16K20, N=7,5 кВт, n=9-1600.

Инструмент – Резец 2102-0025 T15K6 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=82$  мм.

2. Глубина резания:  $t=1$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,6$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 82} = 556 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}}=500$  об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 82 \times 500}{1000} = 128 \text{ м/мин}$$

### **Токарно-винторезная операция 005 (установ Б переход 2)**

Станок токарный 16K20, N=7,5 кВт, n=9-1600.

Инструмент – Резец 2102-0025 T15K6 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t= 2,6$  мм.

3. Поперечную подачу выбираем по табл. 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S= 0,6$  мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=60$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V = 350$ ;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$

– определены по табл. 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент  $K_V$ :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}$$

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

$K_{ПВ}$  - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_V$  для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости  
 $K_{\Gamma} = 1 \quad n_V = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left( \frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности  $K_{ПВ} = 0,8$ ;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента  $K_{ИВ} = 1,15$ .

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{350 \times 0,812}{60^{0,2} \times 2,6^{0,15} \times 0,6^{0,35}} = 143,8 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143,8}{3,14 \times 97} = 472 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 400 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 97 \times 400}{1000} = 121 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_p = 300$ ;  $n = -0,15$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ — определены по табл. 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы:  $t = z_{\text{max}} = 1,4 \text{ мм.}$

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\text{фP}} \times K_{\gamma\text{P}} \times K_{\lambda\text{P}} \times K_{\text{rP}}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По табл. 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{\text{MP}} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = 1,10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_P = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 3,2^1 \times 0,6^{0,75} \times 121^{-0,15} \times 1,0 = 3206 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 3206 \times \frac{121}{1000 \times 60} = 6,26 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 6,26 / 0,85 = 7,2 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

### **Токарно-винторезная операция 005 (установ Б переход 3)**

Станок токарный 16К20, N=7,5 кВт, n=9-1600.

Инструмент – Резец упорный 2103-0053Т15К6 ГОСТ 18880-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=82 \text{ мм.}$

2. Глубина резания:  $t=1,3 \text{ мм.}$

3. Рекомендуемая подача[1]:

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 82} = 556 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{ф} = 500 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 82 \times 500}{1000} = 128 \text{ м/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 020 (переход 1)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 Т15К6 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,6$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 97} = 620 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 020 (переход 2)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец расточной 2141-0010 Т15К6 ГОСТ 18883-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=70$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,55$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 70} = 860 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 020 (переход 3)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец канавочный CoroCut пластина RG123L1-0200-R0

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,2$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 160$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{160}{3,14 \times 97} = 520 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 025 (переход 1)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=82$  мм.

2. Глубина резания:  $t=1,6$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 82} = 730 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 025 (переход 2)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 Т15К6 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=1,8$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 97} = 620 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 025 (переход 3)**

Станок токарно-винторезный с ЧПУ НТС45, N=15кВт, n=30-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 Т15К6 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,4$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 210$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{210}{3,14 \times 97} = 680 \text{ об/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 030 (переход 1)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Сверло центровочное 2317-0223 T15K6 ГОСТ 20686-75

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр сверла  $d=2$  мм.

2. Глубина резания:  $t=2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S=0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$V = 56$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{56}{3,14 \times 2} = 8000 \text{ об/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 030 (переход 2)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Сверло 2308-3869 T15K6 ГОСТ 17274-71

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр сверла  $d=4,8$  мм.

2. Глубина резания:  $t=2,25$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S=0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$V = 56$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{56}{3,14 \times 4,5} = 3900 \text{ об/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 030 (переход 3)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Развертка Karnasch 22.1490 5H7

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр развертки  $d=5$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,25$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$V = 35$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{35}{3,14 \times 5} = 2200 \text{ об/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 030 (переход 4)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Зенковка 2353-0083 T15K6 ГОСТ 14953-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр зенковки  $d=6$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,5$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$V = 45$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{45}{3,14 \times 6} = 2300 \text{ об/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 035 (переход 1)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Фреза концевая d=9 2220-0235 BK8 ГОСТ 18372-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр фрезы d=9 мм.

2. Глубина резания: t= 9 мм.

3. Число зубьев фрезы z=4

4. Рекомендуемая подача [10]:

$f_z = 0,05$  мм/зуб.

5. Рекомендуемая скорость резания [10]:

$V = 86$  м/мин

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{86}{3,14 \times 9} = 3000 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

7. Минутная подача фрезы

$$f_{min} = n \times f_z \times z$$

$$f_{min} = 3000 \times 0.05 \times 4 = 600 \text{ мм/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 035 (переход 2)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Фреза концевая d=20 BK8 ГОСТ 18372-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр фрезы d=20 мм.

2. Глубина резания: t= 20 мм.

3. Число зубьев фрезы z=6

4. Рекомендуемая подача [10]:

$f_z = 0,05$  мм/зуб.

5. Рекомендуемая скорость резания [10]:

$V = 86$  м/мин

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{86}{3,14 \times 20} = 1300 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

7. Минутная подача фрезы

$$f_{min} = n \times f_z \times z$$

$$f_{min} = 1300 \times 0.05 \times 6 = 390 \text{ мм/мин}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 035 (переход 3)**

Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, N=7.5 кВт, n=10-8000 об/мин.

Инструмент – Фреза концевая d=10 2220-0247 Т ВК8 ГОСТ 18372-73

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр фрезы d=10 мм.

2. Глубина резания: t= 1 мм.

3. Число зубьев фрезы z=4

4. Рекомендуемая подача [10]:

$$f_z = 0,02 \text{ мм/зуб.}$$

5. Рекомендуемая скорость резания [10]:

$$V = 150 \text{ м/мин}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{150}{3,14 \times 10} = 4700 \text{ об/мин}$$

d- Диаметр фрезы

7. Минутная подача фрезы

$$f_{min} = n \times f_z \times z$$

$$f_{min} = 4700 \times 0.02 \times 4 = 370 \text{ мм/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ А переход 1)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,5$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 97} = 620 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ А переход 2)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец канавочный CoroCut пластина RG123L1-0200-R0

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=82,5$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,2$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 120$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{120}{3,14 \times 82,5} = 460 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ А переход 3)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения Композит 05.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,3$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 270$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{270}{3,14 \times 97} = 880 \text{ об/мин}$$

#### **Токарная с ЧПУ операция 045 (Установ Б переход 4)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,5$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$V = 190$  м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 97} = 620 \text{ об/мин}$$

#### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ Б переход 5)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения Композит 05.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=90$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 270 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{270}{3,14 \times 90} = 950 \text{ об/мин}$$

#### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ В переход 6)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=97 \text{ мм}$ .

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

3. Рекомендуемая подача[1]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 190 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 97} = 620 \text{ об/мин}$$

#### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ В переход 7)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец канавочный CoroCut пластина RG123L1-0200-R0

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=90,5 \text{ мм}$ .

2. Глубина резания:  $t=0,2 \text{ мм}$ .

3. Рекомендуемая подача[1]:

$$S = 0,2 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 120 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{120}{3,14 \times 90,5} = 420 \text{ об/мин}$$

### **Токарная с ЧПУ операция 045 (установ В переход 8)**

Станок токарный с ЧПУ SHAUBLIN 250 CNC, N=7,5 кВт, n=50-5000.

Инструмент – Резец для контурного точения Композит 05.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности  $d=90$  мм.

2. Глубина резания:  $t=0,2$  мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,1$  мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 270 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{270}{3,14 \times 90} = 950 \text{ об/мин}$$

### **1.8. Расчет основного времени**

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  - число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX}$$

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_B$  - величина врезания инструмента, мм;

$l_{ПБ}$  – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем:  $l_{ПБ} = 1$  мм.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S),$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц 2-12 [1, стр621]

**Основное время для 005 токарно-винторезной операции, установ А:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (15 + 2 + 1) * 1 / (400 * 0,6) = 0,08 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (54 + 2 + 1) * 1 / (400 * 0,6) = 0,24 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (151 + 2 + 1) * 1 / (630 * 0,6) = 0,41 \text{ мин.}$$

**Основное время для 005 токарно-винторезной операции, установ Б:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (7 + 2 + 1) * 1 / (500 * 0,6) = 0,04 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (8 + 2 + 1) * 1 / (400 * 0,6) = 0,05 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (98 + 0) * 1 / (500 * 0,6) = 0,33 \text{ мин.}$$

**Основное время для 020 токарной с ЧПУ операции:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (13 + 2 + 1) * 1 / (620 * 0,3) = 0,09 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (150 + 2 + 1) * 1 / (860 * 0,3) = 0,6 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (6 + 0) * 1 / (520 * 0,2) = 0,06 \text{ мин.}$$

**Основное время для 025 токарной с ЧПУ операции:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (6 + 2 + 1) * 1 / (730 * 0,3) = 0,04 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (106 + 2 + 1) * 1 / (620 * 0,3) = 0,58 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (106 + 2 + 1) * 1 / (680 * 0,1) = 1,58 \text{ мин.}$$

**Основное время для 030 фрезерной с ЧПУ операции:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (2 + 1) * 3 / (8000 * 0,1) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (5 + 3) * 3 / (3900 * 0,1) = 0,06 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (5 + 4) * 3 / (2200 * 0,3) = 0,04 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (1 + 0) * 3 / (2300 * 0,3) = 0,01 \text{ мин.}$$

**Основное время для 035 фрезерной с ЧПУ операции:**

Переход 1 :

$$t_0 = L / S_M = (5 + 9) * 3 / 600 = 0,07 \text{ мин.}$$

Переход 2 :

$$t_0 = L / S_M = (50 + 20) * 3 / 390 = 0,54 \text{ мин.}$$

Переход 3 :

$$t_0 = L / S_M = (5 + 9) * 3 / 370 = 0,11 \text{ мин.}$$

**Основное время для 045 токарной с ЧПУ операции:**

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (28 + 2 + 1) * 8 / (620 * 0,3) = 1,34 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (2 + 0) \cdot 1 / (460 \cdot 0,2) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (28 + 2 + 1) \cdot 1 / (880 \cdot 0,1) = 0,36 \text{ мин.}$$

Установ Б

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (12 + 1 + 1) \cdot 4 / (620 \cdot 0,3) = 0,3 \text{ мин.}$$

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (12 + 1 + 1) \cdot 1 / (950 \cdot 0,1) = 0,15 \text{ мин.}$$

Установ В

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (16 + 1 + 1) \cdot 1 / (620 \cdot 0,3) = 0,1 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (2 + 0) \cdot 1 / (420 \cdot 0,2) = 0,02 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S) = (16 + 1 + 1) \cdot 1 / (950 \cdot 0,1) = 0,19 \text{ мин.}$$

### 1.9. Определение вспомогательного $T_B$ , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{и.з.}$$

где  $T_{у.с.}$  - время установки и снятия детали;

$T_{з.о.}$  - время закрепления и открепление детали;

$T_{уп.}$  - время на управления станком;

$T_{и.з.}$  - время на измерение.

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}$$

где  $T_0$  - основное время;

$T_{тех}$  - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$  - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$  - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{н-з} / n$$

где  $T_{н-з}$  - подготовительно-заключительное время;

$n$  – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{5000}{12} = 416$$

Нормативы времени для среднесерийного производства.

По табл. 5 [5,стр.197].

Операция 005 (токарно-винторезная)

$$T_B = 0,2 + 0,3 + 1,6 + 0,8 = 2,9 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 1,15 + 2,9 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 6,65 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 6,65 + 13/416 = 6,67 \text{ мин}$$

Операция 020 (токарная с ЧПУ)

$$T_B = 0,2 + 0,1 + 1,1 + 1,2 = 2,6 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,75 + 2,6 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 5,95 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 5,95 + 13/416 = 5,97 \text{ мин}$$

Операция 025 (токарная с ЧПУ)

$$T_B = 0,2 + 0,1 + 1,4 + 1,2 = 2,9 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,2 + 2,9 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 7,7 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 7,7 + 13/416 = 7,72 \text{ мин}$$

Операция 030 (фрезерная с ЧПУ)

$$T_B = 0,1 + 0,15 + 1,8 + 1,5 = 3,55 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,12 + 3,55 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 6,27 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 6,27 + 10/416 = 6,29 \text{ мин}$$

Операция 035 (фрезерная с ЧПУ).

$$T_B = 0,2 + 0,25 + 1,2 + 2,5 = 4,15 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,72 + 4,15 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 7,47 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 7,47 + 10/416 = 7,49 \text{ мин}$$

Операция 045 (токарная с ЧПУ)

$$T_B = 0,2 + 0,1 + 1,7 + 2,8 = 4,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 2,48 + 4,8 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 9,88 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 9,88 + 13/416 = 9,9 \text{ мин}$$

## 2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Техническое задание на проектирование специального приспособления

| Раздел                            | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование и область применения | Приспособление для обработки трех отверстий в заготовке (генератор) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели XD-40A (операция 030);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Основание для разработки          | Операционная карта технологического процесса механической обработки генератора;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Цель и назначение разработки      | Проектируемое приспособление должно обеспечить:<br><br>точную установку и надежное закрепление заготовки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров отверстий и их положения относительно друг друга, а так же других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки;<br><br>время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин;<br><br>рост производительности труда на данной операции на 10...15%; |

Продолжение таблицы 5

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Технические<br/>(тактико-<br/>технические)<br/>требования</p> | <p>Тип производства – среднесерийный; программа выпуска – 5000 шт. в год;</p> <p>Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку XD-40А;</p> <p>Регулирование конструкции приспособления не допускается</p> <p>Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.;</p> <p>Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%;</p> <p>Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию 030:</p> <p>наружный присоединительный диаметр заготовки <math>80_{-0,104}^{-0,03}</math> мм, <math>R_A = 1.6</math> мкм;</p> <p>длина заготовки <math>146_{(-0,25)}</math> мм, шероховатость торцов заготовки <math>R_A = 3.2</math> мкм;</p> <p>Выходные данные операции 030:</p> <p>Согласно операционным эскизам</p><br><p>Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда;</p> <p>Техническая характеристика станка XD-40А:</p> <p>рабочая поверхность стола, мм; 420x800;</p> <p>ширина Т-образного паза стола станка: 18 мм;</p> <p>Характеристика режущего инструмента:</p> <p><i>Сверло</i></p> <p>диаметр сверла 4,5 мм;</p> <p>материал Р6М5;</p> <p><i>Центровочное сверло</i></p> <p>диаметр 2 мм;</p> |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 5

|                                           |                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | <p>материал Р6М5;</p> <p><i>Развертка</i></p> <p>диаметр 5Н9 мм;</p> <p>материал Р6М5;</p> <p><i>Зенковка</i></p> <p>диаметр 5 мм;</p> <p>материал Р6М5;</p>        |
| Документация, используемая при разработке | <p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.</p> <p>ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.</p> |

## 2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим схему базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима и сил резания (рис. 4).

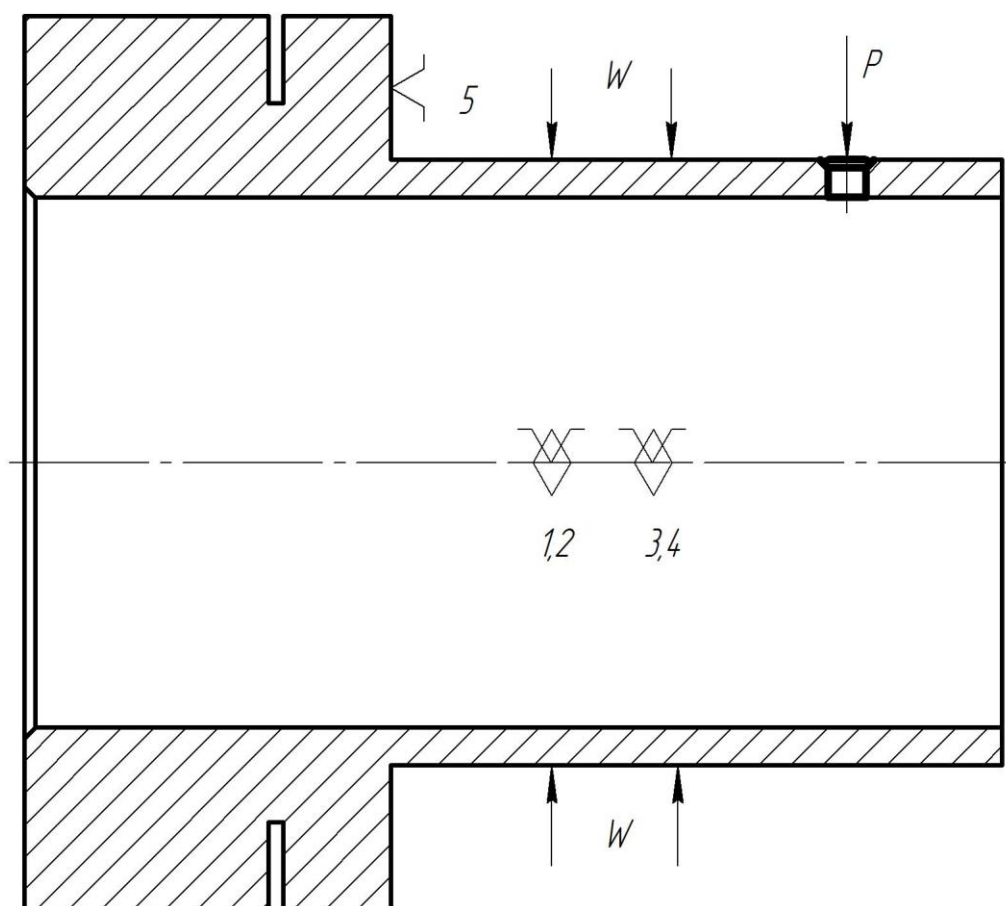


Рисунок 4 – Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима

Компоновка (общий вид) приспособления показан на сборочном чертеже А1.

### **2.3. Описание конструкции и работы приспособления**

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «генератор» при ее обработке на вертикально-фрезерном станке XD-40A

Заготовка устанавливается во втулку 23 приспособления. Специальным ключом вращая плунжер в сборе 21 деформируется гидропласт 19, который воздействуя на втулку 23 надежно закрепляет заготовку. После обработки первого отверстия освобождают фиксатор в сборе 3 и поворачивают корпус поворотный в сборе 10 в следующее положение.

Рукоятки 15 служат для удобного вращения корпуса поворотного в сборе 10. Втулки 11 нужны для более точного позиционирования корпуса поворотного в сборе 10. Гайкой в сборе 12 регулируют осевые зазоры. Шпонки 17 предназначены для точного базирования приспособления на столе станка.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой изнosoустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC<sub>50</sub>...55.

### **2.4. Определение необходимой силы зажима**

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис. 2), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси. Расчет производим по

крутящему моменту, возникающему в процессе сверления.

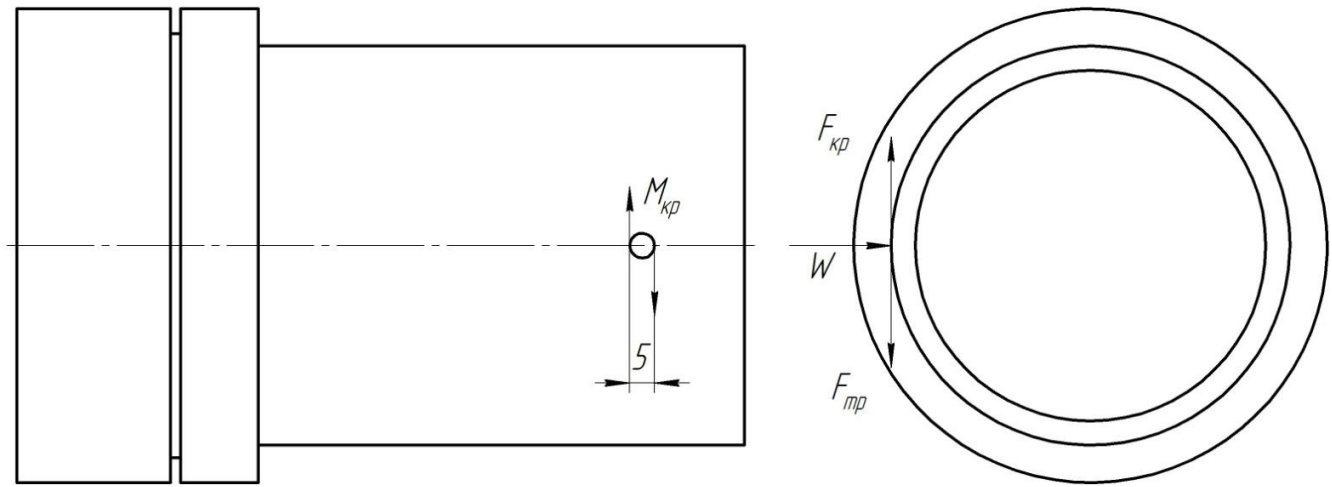


Рисунок 5 – Расчетная схема

Рассчитаем  $M_{кр}$

Инструмент – сверло Р6М5 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х.

1. Диаметр сверла  $d=4,5$  мм.
2. Глубина резания:  $t= d/2= 2,25$  мм.
3. Подача по табл. 25 [2,Т.2,стр.277]:

$S= 0,1$  мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=20$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_v=7$ ;  $m=0,2$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,7$

– определены по табл. 28 [2,Т.2,стр.278].

Коэффициент  $K_v$ :

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IIV}$$

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

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

$K_{IIV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1,5,6 [2,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента  $K_{\Gamma}$  и показатель степени  $n_V$  для материала инструмента из Р6М5 при обработке заготовки из стали 40Х берем из табл. 2 [2,Т.2,стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости  $K_{\Gamma} = 1$   $n_V = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left( \frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

Коэффициент, учитывающий глубину сверления  $K_{IV} = 1$ ;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента  $K_{IIV} = 1,15$ .

$$K_V = 0,882 \times 1 \times 1,15 = 1,015$$

Скорость резания,

$$V = \frac{7 \times 4,5^{0,4} \times 1,015}{20^{0,2} \times 0,1^{0,4}} = 32,4 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{32,4}{3,14 \times 4,5} = 2200 \text{ об/мин}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов:  $C_M = 0,0345$ ;  $q = 2$ ;  $y = 0,8$  – определены по табл. 32 [2,Т.2,стр.281].

Коэффициент  $K_p$ :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Крутящий момент,:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 4,5^2 \times 0,1^{0,8} \times 1,1 = 1,22 \text{ Нм}$$

Уравнение равновесия заготовки

$$\sum X = F_{кр} - F_{mp} = 0$$

$$F_{mp} = F_{кр}$$

$$F_{кр} = \frac{M_{кр} \times 2}{d}$$

$$W_{min} = F_{mp} \times \frac{k}{f} = \frac{M_{кр} \times 2 \times k}{d \times f} = \frac{1,22 \times 2 \times 4,15}{4,5 \times 0,3} = 6,75 \text{ Н}$$

где  $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$  - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0=1,5$  – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,2$  – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,6$  – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$  – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4=1,2$  – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$  – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$  – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда  $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$  - коэффициент трения

## 2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем механизм с гидропластом.

Расчет сводится к определению толщины тонкостенной втулки и определению допустимого крутящего момента, при заданных конструктивных параметрах

Исходные данные:

$D=80$  мм, - диаметр вала

$L=63$  мм, длина зажимаемой части вала

Определяем толщину тонкостенной части втулки [1, стр. 124]

$h=0.025D=0.025 \times 80 = 2$  мм

Принимаем  $h=2$  мм

Высота полости под гидропласт [1, стр. 124]

$$H = 2\sqrt[3]{D} = 2\sqrt[3]{80} = 8.34 \text{ мм}$$

Принимаем  $H=10$  мм

Допустимый крутящий момент [1, стр. 125]

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times m \times \sqrt{m} \times i \times D^2$$

$$m = h/0.5D$$

$$i = \Delta D_{дон} - S_{max}$$

$$\Delta D_{дон} = 0.003D$$

Где,

$\Delta D_{дон}$ -допускаемая деформация втулки

$S_{max}$ - максимальный зазор между втулкой и валом

$i$  — ,запас деформации

$$i = 0,003 \times 80 - 0,03 = 0,21 \text{ мм}$$

$$m = \frac{0,2}{4} = 0,05 \text{ см}$$

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times 0,05 \times \sqrt{0,05 \times 0,021 \times 8^2} = 7513 \text{ кгс} \times \text{см}$$

$$M_{кр} = 751 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$W = \frac{M_{кр}}{0.5D \times f} = \frac{751}{0,5 \times 0,080 \times 0.3} = 6258 \text{ Н}$$

Следовательно усилие зажима превышает минимальное значение W из расчетной части.

## **2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления**

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями – параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

## 2.7. Расчет точности приспособления

В качестве расчетного параметра выбираем допуск выполняемого размера  $77 \pm 0,1$

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки  $\varepsilon_0$ , которая не должна превышать допуск  $\delta$  выполняемого размера при обработке заготовки, т.е.  $\varepsilon_0 \leq \delta$ .

1. Для расчета точности приспособления  $\varepsilon_{пр}$  следует пользоваться формулой [6, с.113]:

$$\varepsilon_{пр.} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

$\delta$  – допуск выполняемого размера,  $\delta = 0,2$  мм.;

$k_T = 1,2$  – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$  – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_0 = 0$  – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_z = 0,07 \text{ мм}$  – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_y = 0,03 \text{ мм}$  – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01 \text{ мм}$  – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

$\varepsilon_u = 0,005 \text{ мм}$  – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,08$  – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 5 определяем:

$\varepsilon_{np}$

$= 0,2$

$$- 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,06 \text{ мм}$$

Принимаем  $\varepsilon_{np} = 0,05 \text{ мм} / 100 \text{ мм}$

## 2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций

Технологическая схема сборки приспособления представлена на листе А2.

Составим технологическую карту сборки сверлильного приспособления.

Таблица 6 – Маршрут технологического процесса сборки и содержание операций

| №<br>операц<br>ии | Название                              | Содержание                                                                                                                                                                                     |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 05                | Сборка фиксатора (1 сб. 3)            | 1. Установить шток (дет. 5) в корпус фиксатора (дет. 3)<br><br>2. Установить пружину (дет. 4) и закрепить кольцом (дет. 6)<br><br>3. Установить рукоятку (дет. 7) и закрепить штифтом (дет. 8) |
| 10                | Сборка плунжера (1 сб. 21)            | 1. Установить плунжер (дет. 21) в гайку (дет. 22)<br><br>2. Развальцевать согласно сборочному чертежу                                                                                          |
| 15                | Сборка гайки (сб. 12)                 | 1. Запрессовать в гайку (дет. 12) вставки (дет. 13)<br><br>2. Ввинтить винты (дет. 14)                                                                                                         |
| 20                | Сборка корпуса поворотного (1 сб. 10) | 1. Запрессовать втулку (дет. 23) в корпус поворотный (дет. 10)<br><br>2. Установить втулки (дет. 11) в корпус поворотный (дет. 10)                                                             |
| 10                | Сборка приспособления                 | 1. Запрессовать втулку (дет. 2) в корпус (дет. 1)<br><br>2. Установить фиксатор (1 сб. 3) в корпус (дет. 1)                                                                                    |

Продолжение таблицы 6

|    |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | (Сб. 0)     | <p>и закрепить винтами (дет. 9)</p> <p>3. Нанести смазку Dextron II на рабочую поверхность втулки (дет. 2)</p> <p>4. Установить корпус поворотный (1 сб. 10) во втулку (дет. 2) и зафиксировать гайкой (1 сб. 12)</p> <p>5. Ввинтить до упора втулку (дет. 16)</p> <p>6. Установить шпонки (дет. 17) и закрепить винтами (дет. 18)</p> <p>7. Залить гидропласт (дет. 19), стравить воздух и ввинтить винт (дет. 20)</p> <p>8. Ввинтить плунжер (1 сб. 21)</p> <p>9. Ввинтить рукоятки (дет. 15)</p> <p>10. С помощью регулировочной гайки (1 сб. 12) установить осевой люфт не более 0,05 мм, при этом корпус поворотный в сборе (1 сб. 10) должен вращаться с усилием не более 1 НхМ</p> |
| 20 | Контрольная | <p>Контролировать осевой люфт корпуса (1 сб. 10) (не более 0,05 м)</p> <p>Контролировать допуск параллельности 0,05, Указанный на чертеже</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Задачей данной работы являлась разработка и конструкторская проработка приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального

станочного приспособления (таблица 6); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-фрезерный станок XD-40A, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью гидропласта.

### **3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

В данной работе рассматривается два техпроцесса по механической обработке генератора. Первый метод – усовершенствованный. Вторым заводской.

Штучно-калькуляционное время будет изменяться благодаря снижению штучного времени за счет объединения операций и применения прогрессивных методов обработки.

#### **3.1. Определение норм времени для механической обработки**

##### **3.1.1. Расчёт штучно-калькуляционного времени на усовершенствованный техпроцесс**

Из технологической части диплома имеем

Операция 005 (токарная).

$T_{шт-к}=6,67$  мин

Операция 020 (токарная).

$T_{шт-к}=5,97$  мин

Операция 025 (токарная)

$T_{шт-к}=7,72$  мин

Операция 030 (сверлильная)

$T_{шт-к}=6,29$  мин

Операция 035 (фрезерная)

$T_{шт-к}=7,49$  мин

Операция 045 (токарная)

$T_{шт-к}=9,9$  мин

$\sum T_{шт.к}=6,67+5,97+7,72+6,29+7,49+9,9=44,04$  мин

### 3.1.2 Расчёт штучно-калькуляционного времени на заводской техпроцесс

Согласно заводским данным штучно калькуляционное время на заводском техпроцессе было

$$\sum T_{шт.к} = 65,5 \text{ мин}$$

### 3.2. Определение затрат на усовершенствованный техпроцесс

#### 3.2.1. Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{вм} = \frac{(3...5) \cdot C_{об}}{100 \cdot F_{го} \cdot 60} \cdot t_{штк} \quad \text{руб./изд.,}$$

где  $C_{об}$  – цена оборудования, руб.;

$F_{го}$  – годовой фонд времени работы, ч.

Средняя цена станка составляет 1 100 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда

$$C_{вм} = \frac{4 \times 1100000}{100 \times 2000 \times 60} \times 44,04 = 16,15 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_з = \frac{C_{мз} \cdot t_{ик}}{F_{мп} \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{мз} = 33000$  руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп} = 170$  часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда

$$C_з = \frac{33000 \times 44,04}{170 \times 60} = 142,48 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.3. Затраты на инструмент

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{ин} = \frac{[Ц_{ин} + n_{пер} \cdot C_{пер}] \cdot k_{уб} \cdot t_o}{T_{ст} \cdot (n_{пер} + 1)} \text{ руб./изд.,}$$

где  $Ц_{ин} = 6500$  руб. – средняя цена инструмента,

$n_{пер} = 4$  – количество переточек,

$C_{пер} = 0$  руб. – стоимость одной переточки,

$t_o = 0,98$  мин. – среднее основное время,

$k_{уб} = 1,05$  – коэффициент, учитывающие поломки инструмента,

$T_{ст} = 180$  мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда

$$C_{ин} = \frac{[6500 + 4 \times 0]}{180 \times (4 + 1)} \times 1,05 \times 0,98 = 7,43 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.4. Отчисления на социальные цели

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100} \text{ руб./изд.,}$$

где  $k_{отч}=26\%$  – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы.

Тогда

$$C_{отч} = \frac{26 \times 142,48}{100} 37,04 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.5. Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{эс} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{ном} \cdot t_{ук}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{эл} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{эл}=2$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,

$N_y = 15$  кВт – установленная средняя мощность электродвигателя,

$k_N = 0,93$  – коэффициент использования электродвигателя по мощности,

$k_{вр} = 0,87$  – коэффициент использования электродвигателя по времени,

$k_{ном} = 1,05$  – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия,

$\eta = 0,85$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Тогда

$$C_{э} = \frac{15 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 44,04 \times 2}{0,85 \times 60} = 22,01 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.6. Затраты на ремонт оборудования

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{зо} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

Где  $\Pi_j$  – средняя цена оборудования соответствующего типа;

$k_{рем} = 0,3$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{зо} = 2000$  часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_3 = 2/3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда

$$C_p = \frac{1100000 \times 0,3 \times 44,04}{2000 \times (2/3) \times 60} = 181,67 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{пры} = \frac{\Pi_{пр} \cdot (1 + k_{пры}) \cdot t_{шк}}{T_{пры} \cdot F_{зо} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $\Pi_{пр} = 9\,000$  руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{пры} = 0,25$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления;

$T_{пры} = 5$  лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда

$$C_{присп} = \frac{9000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 44,04 = 1,24 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.2.8. Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{nu}} \text{ руб./год,}$$

где  $T_{nu}$  = 10 лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда

$$C_{об} = \frac{1100000}{10} = 110\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

### 3.3. Определение затрат на заводской процесс

#### 3.3.1. Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{вм} = \frac{(3...5) \cdot C_{об}}{100 \cdot F_{го} \cdot 60} \cdot t_{шк} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{об}$  – цена оборудования, руб.;

$F_{го}$  – годовой фонд времени работы, ч.

Средняя цена станка составляет 700 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда

$$C_{вм} = \frac{4 \times 700000}{100 \times 2000 \times 60} \times 65,5 = 15,28 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.2. Затраты на заработную плату производственных рабочих

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_з = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{мз} = 33000$  руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп} = 170$  часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда

$$C_з = \frac{33000 \times 65,5}{170 \times 60} = 211,91 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.3. Затраты на инструмент

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{ин} = \frac{[C_{ин} + n_{пер} \cdot C_{пер}] \cdot k_{уб} \cdot t_o}{T_{ст} \cdot (n_{пер} + 1)} \text{ руб./изд.,}$$

где  $C_{ин} = 3000$  руб. – средняя цена инструмента,

$n_{пер} = 4$  – количество переточек,

$C_{пер} = 0$  руб. – стоимость одной переточки,

$t_o = 0,98$  мин. – среднее основное время,

$k_{уб} = 1,05$  – коэффициент, учитывающие поломки инструмента,

$T_{ст} = 180$  мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда

$$C_{ин} = \frac{[5500 + 4 \times 0]}{180 \times (4 + 1)} \times 1,05 \times 0,98 = 6,29 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.4. Отчисления на социальные цели

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100} \text{ руб./изд.,}$$

где  $k_{отч}=26\%$  – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы.

Тогда

$$C_{отч} = \frac{26 \times 211,91}{100} = 55,1 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.5. Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{эс} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{ном} \cdot t_{ук}}{\eta \cdot 60} \cdot Ц_{эл} \text{ руб./изд.,}$$

где  $Ц_{эл}=2$  руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,

$N_y = 15$  кВт – установленная средняя мощность электродвигателя,

$k_N = 0,93$  – коэффициент использования электродвигателя по мощности,

$k_{вр} = 0,87$  – коэффициент использования электродвигателя по времени,

$k_{ном} = 1,05$  – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия,

$\eta = 0,85$  – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Тогда

$$C_{э} = \frac{15 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 65,5 \times 2}{0,85 \times 60} = 32,73 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.6. Затраты на ремонт оборудования

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{зо} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

Где  $\Pi_j$  – средняя цена оборудования соответствующего типа;

$k_{рем} = 0,30$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{зо} = 2000$  часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_3 = 2/3$  – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда

$$C_p = \frac{700000 \times 0,3 \times 65,5}{2000 \times (2/3) \times 60} = 171,94 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.7. Затраты на эксплуатацию приспособлений

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{пру} = \frac{\Pi_{пр} \cdot (1 + k_{пр}) \cdot t_{шк}}{T_{пру} \cdot F_{зо} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где  $\Pi_{пр} = 4000$  руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{пр} = 0,25$  – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления;

$T_{пру} = 5$  лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда

$$C_{присп} = \frac{4000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 65,5 = 0,82 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

### 3.3.8. Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{ni}} \text{ руб./год,}$$

где  $T_{ni}=10$  лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда

$$C_{об} = \frac{700000}{10} = 70\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

### 3.4. Годовой экономический эффект

Составим сводную таблицу 7 текущих затрат по сравниваемым данным рассчитанных ранее.

Таблица 7 – Итоговые текущие затраты по сравниваемым вариантам механообработки

|  | Наименование<br>текущих затрат | Сравниваемые техпроцессы |                   | Изменение<br>затрат |
|--|--------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|
|  |                                | Усовершенствованный      | Заводской         |                     |
|  | Вспомогательные материалы      | 16,15                    | 15,28             | -0,87               |
|  | Заработная плата               | 142,48                   | 211,91            | 69,43               |
|  | Инструмент                     | 7,43                     | 6,29              | -1,14               |
|  | Социальные цели                | 37,04                    | 55,10             | 18,06               |
|  | Электроэнергия                 | 22,01                    | 32,73             | 10,72               |
|  | Ремонт оборудования            | 181,67                   | 171,94            | -9,73               |
|  | Эксплуатация приспособлений    | 1,24                     | 0,82              | -0,42               |
|  | Итого затрат                   | $C^{mp} = 408,02$        | $C^{mm} = 494,07$ | 86,05               |

Годовой экономический эффект от применения лучшего варианта рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_z = (C^{mm} - C^{mp}) \cdot Q_z \text{ руб./год,}$$

где

$C^{mp}$  и  $C^{mm}$  – суммарные текущие затраты по сравниваемым вариантам,

руб./изд. (из табл.1);

$Q_z$  – годовой объём производимой продукции, ед./год.

$$\mathcal{E}_z = (494,07 - 408,02) \cdot 5000 = 430250 \text{ руб./год.}$$

### 3.5. Сроки окупаемости

Затраты на разработку технологического процесса:

$$Z_{\text{разраб.тп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где  $C_T$  – тарифная ставка технолога,

$T$  – время на разработку техпроцесса,

$K_{\text{прем.}}$  – премиальный коэффициент,

$K_{\text{доп.з/п}}$  – дополнительная з/п,

$K_{\text{районный}}$  – районный коэффициент,

$K_{\text{страхвзнос}}$  – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%).

$$Z_{\text{разраб.тп}} = 1600 \times 5 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 29877,12 \text{ руб.}$$

Затраты на проектирование и изготовление приспособления:

$$Z_{\text{разраб.присп}} = C_T \times T \times K_{\text{прем.}} \times K_{\text{доп.з/п}} \times K_{\text{районный}} \times (K_{\text{страхвзнос}} + 1,5),$$

где  $C_T$  – тарифная ставка инженера (руб./день),

$T$  – время на разработку приспособления (дней),

$K_{\text{прем.}}$  – премиальный коэффициент,

$K_{\text{доп.з/п}}$  – дополнительная з/п,

$K_{\text{районный}}$  – районный коэффициент,

$K_{\text{страхвзнос}}$  – отчисления в ПФР (22%)+ФСС(2,9%)+ФОМС(5,1%).

$$Z_{\text{разраб.присп}} = 1700 \times 5 \times 1,4 \times 1,14 \times 1,3 \times (0,22 + 0,029 + 0,051 + 1,5) = 31744,44 \text{ руб.}$$

Принимаем себестоимость приспособления 31744,44+9000 (средняя цена приспособления)=40744,44 руб.

Срок окупаемости:

$$\frac{29877,12+40744,44}{430250} = 0,16 \text{ года, т. е. 58,4 дней.}$$

### **3.6. Построение графика безубыточности**

Принимаем цену детали 700 рублей.

Принимаем постоянные издержки в размере 200 руб.

#### **4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

В данном разделе ВКР инженера рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению корпусов генераторов, промышленного предприятия АО «ТОМЗЭЛ», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Предприятие размещается на одной промплощадке: ул. Причальная, 14.

АО «ТОМЗЭЛ» специализируется на выпуске электроприводов различного типа, в т. ч. во взрывозащищенном и коррозионностойком исполнении.

Расстояние до ближайшей жилой зоны составляет: 1000 м на север от промплощадки. Расстояние до ближайшего водного объекта (р. Томь) - 300 м.

АО «ТОМЗЭЛ» граничит с территорией предприятий: с севера – деревообрабатывающее предприятие; с востока – БПТОиКО АО «Транснефть – Центральная Сибирь»; с юга – проезжая часть до БПТОиКО АО «Транснефть – Центральная Сибирь» и железнодорожные пути организованные БПТОиКО АО «Транснефть – Центральная Сибирь»; с запада – гаражи автопарка АО «Транснефть – центральная Сибирь».

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

В связи с тем, что дипломная работа предусматривает разработку нормативной и технической документации, вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции разработчика комплекта документов. Производственная среда, организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники

безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

#### **4.1. Производственная безопасность**

##### **4.1.1. Анализ вредных факторов при изготовлении корпуса генератора и мероприятия по их устранению**

###### **Неудовлетворительные метеорологические условия.**

Параметры микроклимата в производственном помещении на АО «ТОМЗЭЛ» установлены в соответствии СанПиН 2.2.4.548-96 [19] в следующих пределах: температура воздуха в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от +17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с.

Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 8 [19].

Таблица 8 – Требования к микроклимату

| Период года | Категория работы | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | средняя          | 21 – 23         | 40 - 60                    | 0.1                            |
| Теплый      | средняя          | 22 - 24         | 50 - 60                    | 0.2                            |

Помещение, где находятся рабочие места, соответствуют данным нормам.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию.

Для обеспечения нормальных условий труда устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м<sup>2</sup> площади помещения и 20 м<sup>3</sup> объема воздуха СанПиН 2.2.4.548-96 [19].

Помещение имеет следующие параметры: длина помещения - 160 м; ширина - 40 м; высота - 6 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 160 * 40 = 6400 \text{ кв.м};$$

объем:

$$V = 160 * 40 * 6 = 38400 \text{ куб.м.}$$

На участке работает 65 человек. Значит, на каждого человека приходится 590 куб.м объема воздуха. Это соответствует санитарным нормам.

### **Недостаточная освещенность**

На участках АО «ТОМЗЭЛ» используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно.

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

1. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП П-4-85[21] в пределах 150 – 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

2. Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

### **Повышенный уровень шума.**

На предприятии АО «ТОМЗЭЛ» основными источниками шума при

работе оборудования, являются: двигатели приводов; зубчатые передачи; подшипники качения; неуравновешенные вращающиеся части станка; силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями; трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров.

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, пульсации давления рабочей среды. Шумы создаются установками кондиционирования и вентиляции воздуха.

Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действуя на организм человека и снижая производительность труда. При повышенных нормах шума происходит утомление рабочих, что приводит к увеличению числа ошибок при работе и способствует возникновению травм. Особенно большое влияние шум оказывает на органы слуха человека, отрицательно действуя на центральную нервную систему.

Нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни шума, является «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. № 3223-85».

На рабочих местах и рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБ [ГОСТ 12.1.003-83].

При проектировании и установке производственного оборудования уделяется большое внимание к бесшумной работе механизмов, которые являются источниками шума.

Для уменьшения шума в источнике их образования предусмотрены следующие мероприятия:

- замена металлических деталей деталями из материалов с большим

акустическим сопротивлением (пластмассы, текстолита и др.);

- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- замена зубчатых и цепных передач клиноременными;
- динамически уравнивать все вращающиеся детали;
- применение демпфирующих материалов с большим внутренним трением (резина, пластмасса, войлок и др.);
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;
- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами и компрессорами; смазки трущихся поверхностей в сочленениях;
- применение СОЖ при обработке деталей.

Измерение шума в помещении производят при помощи шумомера ВЧП-2 по ГОСТ 17187.

### **Повышенный уровень вибрации.**

На АО «ТОМЗЭЛ», на станочника воздействуют технологическая вибрация, общая (локальная).

Проявление воздействия вибрации на организм человека, отрицательно сказывающейся на его здоровье, работоспособности, комфорте и других условиях трудовой и социальной жизни, оценивается гигиеническими, психофизиологическими, социальными и иными критериями.

По ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84 нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены восемь часов составляют [ГОСТ 12.1.012-90 и СН 3044-84]:

- эквивалентное значение виброускорения  $2 \text{ м./с}^2$ ;
- эквивалентное значение виброскорости  $200 \text{ м./с}$ .

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению распространения вибрации:

1. Уравновешивание вращающихся масс.
2. Уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
3. Использование специальных виброизолирующих перчаток.
4. Исключение возможности охлаждения рук рабочего во время работы.
5. Уменьшение вибрации на пути её распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения (пористая резина, поролон, пенопласт, войлок и др.).
6. Ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

Измерение вибрации производят при помощи виброизмерительной аппаратуры ИШВ-1, ВЧП-2.

#### **4.1.2. Анализ опасных производственных факторов при изготовлении корпуса генератора и мероприятия по их устранению**

##### **Вращающиеся части станков**

На АО «ТОМЗЭЛ», при работе на токарных, фрезерных станках, используемых в данном технологическом процессе, возможен захват волос или элементов одежды вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного вращающимися частями станков:

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты [18].

##### **Слабое и ненадежное крепление инструмента**

Слабое и ненадежное крепление инструмента (фрезы, резца, сверла) на станке может явиться причиной травм рук (ушибов и переломов) станочника.

Мероприятия по устранению травматизма, вызванного слабым и ненадежным креплением инструмента:

- проведение периодического инструктажа, направленного на соблюдение техники безопасности на рабочих местах [18], использование защитных экранов [16].

### **Стружка**

При фрезеровании и точении деталей, в производственных цехах АО «ТОМЗЭЛ», возможна вероятность отлета стружки в сторону рабочего места. В этом случае есть вероятность травмы глаз и открытых частей тела.

Мероприятия по устранению попадания стружки:

- для устранения возможности попадания стружки в глаза на станках, где есть такая возможность, необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам необходимо выдавать рабочим защитные очки [17].

### **СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость)**

АО «ТОМЗЭЛ» оснащено современным оборудованием, на котором, при обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова, а также попадание СОЖ в глаза. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей.

При работе на токарных, фрезерных, сверлильных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения [16]. Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов

горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав атмосферы в рабочем помещении. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

### **Поражение электрическим током**

Основными причинами поражения человека электрическим током, питающим электрооборудование, являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции, ошибочно поданное напряжение на рабочее место; появление напряжения на корпусе оборудования, которое в нормальных условиях не находится под напряжением; отсутствие заземления, замыкание в результате аварии.

Согласно ПУЭ производственное помещение участка относится к категории помещений с повышенной опасностью, так как в нем присутствуют следующие факторы:

1. Наличие токопроводящего пола (железобетонный).
2. Имеется токопроводящая пыль.

Мероприятия по защите от поражения электрическим током [15]:

- недоступность токоведущих частей электроустановок для случайного прикосновения может быть обеспечена рядом способов: изоляцией токоведущих частей, размещением их на недоступной высоте, ограждением.

- защитное разделение сети, т. е. разделения разветвленной (протяженной) сети на отдельные небольшие по протяженности и электрически не связанные между собою участки. Разделение осуществляется с помощью специальных разделительных трансформаторов. Изолированные участки сети обладают большим сопротивлением изоляции и малой емкостью

проводов относительно земли, благодаря чему значительно улучшаются условия безопасности.

1. Применение пониженного напряжения.
2. Применение специальных электрозащитных средств.
3. Правильная эксплуатация электроустановок.

В нашем случае производство корпуса генератора осуществляется на металлорежущих станках. А так как каждый металлорежущий станок имеет электропривод, все выше перечисленные меры защиты от поражения электрическим током должны применяться на каждом рабочем месте.

### **Пожарная и взрывобезопасность**

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Согласно ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ [26] понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера [26]:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Согласно СНиП II-90-81 [27] участок по изготовлению корпусов генераторов относится к производствам категории, которые характеризуются наличием только негорючих веществ и материалов в холодном состоянии, категории Д. ППБ.

На территории всего предприятия, находятся средства пожаротушения, относятся огнетушители ОП-3, ОУ-2, внутренние пожарные краны, пожарный инвентарь (ящики с песком, асбестовые полотна, войлок) и пожарный инструмент (багры, ломы, топоры).

Первичные средства пожаротушения размещены в легкодоступных местах и не мешают при эвакуации людей из помещений.

#### **4.2. Экологическая безопасность**

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных

центров, уровни загрязнении существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Согласно данным инвентаризации источников валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу было выявлено 65 источников выбросов, все организованные. Общее количество выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ равно 21 тонн/год. Число выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ 39,376 тонн/год.

Производственные участки предприятия:

основное производство – участок производства корпусов генераторов (гальванический участок; участок металлообработки; участок горячей штамповки, сварки и пайки), сборочный цех (участок малярный, участок сборки), заготовительный цех (участок металлообработки, участок сварки, участок лазерной и гидроабразивной обработки), цех сборки электроники (участок сборки, участок пайки печатных плат, участок климатических испытаний).

Металлообрабатывающие участки оснащены пылеуловителями типа «Циклон».

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды [28]:

- механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
- применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- защита работающих от источников тепловых излучений.
- устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- применение средств воздухоочистки.
- предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

#### **4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами - средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на

экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- распространения огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II-2-80 [29] все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности.

Механический цех относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии [29].

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

-ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».

-ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

-ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

-ГОСТ 14.004-83Машиностроительное производство по ПБ 10-382-00

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов

-Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ(ред. от 10.07.2012)"Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"

ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

-Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"

-Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности"

-ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

-ГОСТ Р 22.3.03 – 94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения»

-ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования»

За состоянием безопасности труда установлены строгие государственный, ведомственный и общественный надзор и контроль. Государственный надзор осуществляют специальные государственные органы и инспекции, которые в своей деятельности не зависят от администрации контролируемых предприятий. Это Прокуратура РФ, Федеральный горный и промышленный надзор России, Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности, Государственный энергетический надзор РФ, Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора РФ (Госкомсанэпиднадзор России), Федеральная инспекция труда при Министерстве труда РФ; Министерство РФ по атомной энергии.

Общий надзор за выполнением рассматриваемых законов возложен на Генерального прокурора РФ и местные органы прокуратуры. Надзор за соблюдением законодательства по безопасности труда возложен также на профсоюзы РФ, которые осуществляют контроль за обеспечением безопасности на производстве через техническую инспекцию труда.

Контроль за состоянием условий труда на предприятиях осуществляют специально созданные службы охраны труда совместно с комитетом профсоюзов. Контроль за состоянием условий труда заключается в проверке состояния производственных условий для работающих, выявлении отклонений от требований безопасности, законодательства о труде, стандартов, правил и норм охраны труда, постановлений, директивных документов, а также проверке выполнения службами, подразделениями и отдельными группами своих обязанностей в области охраны труда. Этот контроль осуществляют должностные лица и специалисты, утвержденные приказом по административному подразделению. Ответственность за безопасность труда в целом по предприятию несут директор и главный инженер.

Ведомственные службы охраны труда совместно с комитетами профсоюзов разрабатывают инструкции по безопасности труда для различных

профессий с учетом специфики работы, а также проводят инструктажи и обучение всех работающих правилам безопасной работы. Различают следующие виды инструктажа: вводный, первичный на рабочем месте, повторный внеплановый и текущий.

**Вводный инструктаж** проводят со всеми рабочими и служащими независимо от профессии до приема на работу, а также с командированными и учащимися, прибывшими на практику.

**Первичный инструктаж** на рабочем месте проводит непосредственный руководитель работ перед допуском к работе. Этот вид инструктажа должен сопровождаться показом безопасных приемов работ.

**Повторный инструктаж** на рабочем месте проводят с работниками независимо от их квалификации, стажа и оплаты работы не реже чем раз в шесть месяцев. Цель этого инструктажа – восстановить в памяти рабочего инструкции по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики предприятия.

**Внеплановый инструктаж** на рабочем месте проводят в случае изменения правил по охране труда, технологического процесса, нарушения работниками правил техники безопасности, при несчастном случае, при перерывах в работе – для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда, – более чем на 30 календарных дней, для остальных работ – 60 дней.

**Целевой инструктаж** проводят для работников, которым оформляют наряд-допуск на определенные виды работ.

Результаты всех видов инструктажа заносят в специальные журналы. За нарушение всех видов законодательства по безопасности жизнедеятельности предусматривается следующая ответственность:

дисциплинарная, которую накладывает на нарушителя вышестоящее административное лицо (замечание, выговор, перевод на нижеоплачиваемую должность на определенный срок или понижение в должности, увольнение);

административная (подвергаются работники административно-управленческого аппарата; выражается в виде предупреждения, общественного порицания или штрафа);

уголовная (за нарушения, повлекшие за собой несчастные случаи или другие тяжелые последствия);

материальная, которую в соответствии с действующим законодательством несет предприятие в целом (штрафы, выплаты потерпевшим в результате несчастных случаев и др.) или виновные должностные лица этого предприятия.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе работы было спроектировано приспособление для фрезерования отверстий, выполнены все необходимые расчеты, разработан технологический процесс изготовления детали типа «Генератор», размерный анализ, рассчитаны режимы резания и припуски на обработку, был проведен анализ технологичности конструкции детали и обоснованный выбор заготовки, произведен расчет себестоимости детали, проведен анализ технологического процесса детали типа «Генератор» с точки зрения наличия или возможного появления опасных и вредных факторов.

В результате работы были выполнены все поставленные задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ