

## ВВЕДЕНИЕ

Тема курсового проекта: разработка технологического процесса изготовления ротора ФЮРА 612322.401.0.33.91.110 с производственной программой выпуска 32 штуки в год, который является компонентом коллектора. Коллектор является составляющим энергосиловой системы геохода 612322.401.0.00.00.000.

Целью проекта является разработка технологического процесса, используя теоретические знания и практические навыки по курсу “Технология машиностроения” и другим дисциплинам, а также получение опыта работы с учебной и научно-технической литературой, стандартами и другими источниками; использование типового технологического процесса с целью наименьших материальных и физических затрат, а также внедрение специальной технологической оснастки и режущего инструмента.

Задачи: анализ назначения и конструкции изделия; определение типа производства и рациональный выбор заготовки и способ получения ее для снижения трудоёмкости и повышения коэффициента использования материала; создание эффективного технологического процесса на изделие с помощью прогрессивных станков; сокращение времени обработки.

Реализация поставленных задач будут осуществляться за счет создания технологического процесса с использованием оборудования общего назначения, но с применением специального режущего инструмента. Благодаря этому будет применено совмещение переходов, что уменьшит время на обработку, тем самым снизится и себестоимость изделия. С помощью специального мерительного инструмента можно будет проконтролировать труднодоступные размеры. С помощью расстановки оборудования по маршруту обработки снизится время на транспортировку заготовки.

## 1.1 Технологическая часть

### 1.1.1 Служебное назначение и технические характеристики изделия

В курсовом проекте разрабатывается технология изготовления изделия ротор ФЮРА 612322.401.0.33.91.110 с программой выпуска 32 штуки в год. Разрабатываемое изделие является компонентом коллектора геохода.

Коллектор, закрепленный по оси геохода вблизи исполнительного органа, на который жидкость поступает по трубопроводам, предназначен для подачи рабочей жидкости на приводы головной секции. Ротор способствует передвижению потока жидкости из невращающейся части коллектора во вращающиеся с помощью каналов. Каналы в роторе разделяются на два типа: одни помещают в себя трубки, которые выводятся из коллектора, находящегося на одной оси, а другие принимают и выводят рабочую жидкость непосредственно из трубок системы. С помощью отверстий на фланце, ротор закрепляется винтовым соединением к стакану, отчего получает вращение. На торце ротора выполнены отверстия с резьбой и паз для шпонки, выполняющую функцию передачи крутящего момента коллектору, находящегося рядом. Специфика изделия заключается в том, что при любом положении ротора жидкость будет поступать через каналы, расположенные в нем.

Ротор является сборочной единицей и включает в себя следующие детали: ротор и фланец.

Фланец изготовлен из Стали 20 ГОСТ 1050-88.

Ротор изготовлен из Стали 30ХГСА ГОСТ 4543-71.

Таблица 1 – Химический состав материалов

| Марка    | C, %          | Si, %         | Mn, %         | Cr, % | Ni, % | Cu, % | S, % | P, %  |
|----------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1        | 2             | 3             | 4             | 5     | 6     | 7     | 8    | 9     |
| Сталь 20 | 0,17–<br>0,24 | 0,17–<br>0,37 | 0,35–<br>0,65 | 0,25  | 0,25  | 0,25  | 0,04 | 0,035 |

Продолжение таблицы 1

|              |               |             |         |        |     |     |       |       |
|--------------|---------------|-------------|---------|--------|-----|-----|-------|-------|
| Сталь 30ХГСА | 0,28–<br>0,34 | 0,9–<br>1,2 | 0,8-1,1 | 0,81,1 | 0,3 | 0,3 | 0,025 | 0,025 |
|--------------|---------------|-------------|---------|--------|-----|-----|-------|-------|

Физико-механические свойства (ГОСТ 8479–70) в соответствии с техническими требованиями представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физические свойства материалов

| Марка<br>матери-<br>ала | $\sigma_t$ ,<br>кг/мм <sup>2</sup><br>кгс/мм <sup>2</sup> | $\sigma_{вр}$ ,<br>кг/мм <sup>2</sup><br>кгс/мм <sup>2</sup> | $\delta_B$ ,<br>% | $\psi$ ,<br>% | $a_n$ ,<br>кг/см <sup>2</sup> | НВ (не более)     |            |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|------------|
|                         | не менее                                                  |                                                              |                   |               |                               | горячекатано<br>й | отожженной |
| Сталь 20                | 280                                                       | 430                                                          | 34                | 67            |                               |                   |            |
| Сталь<br>30ХГСА         | 490                                                       | 655                                                          | 16                | 45            |                               |                   |            |

В таблице 3 выделены технологические свойства марок сталей

Таблица 3 – Технологические свойства материалов

| Технологические<br>свойства | Сталь 30ХГСА | Сталь 20 |
|-----------------------------|--------------|----------|
| Обработка резанием          | +            | +        |
| Свариваемость               | +            | +        |
| Флокеночувствительность     | +            | -        |

Конструкция состоит из 2 деталей. В ней задействованы детали типа вал и фланец. Имеются множество сквозных глубоких отверстий разных диаметров по торцам изделия. Конструкция сваривается в нескольких местах.

Поверхности наибольшей точности:

- лыски произведены с допуском симметричности не более 0,5 мм;
- канавка диаметром 185f9 с шероховатостью Ra 1,25;
- канавка диаметром 175h9 с радиальным биением не более 0,05 мм от базы В и шероховатостью Ra 1,6;
- канавка диаметром 155h12 с шероховатостью Ra 1,25;
- отверстия диаметром 12 с допуском симметричности не более 0,5 мм.

#### 1.1.2 Производственная программа выпуска

Определяем, что при массе сборки ротора 82 кг и годовой программе выпуска N = 32 шт/год.

В таблице 1.4 рассчитано количество изготовления деталей в год с учетом процента на запасные части.

Таблица 4 – Годовая программа выпуска детали

|  |  |  |  |  | Число деталей, шт. | Масса, т |
|--|--|--|--|--|--------------------|----------|
|--|--|--|--|--|--------------------|----------|

| № чертежа | Наименование детали | Марка материала | Число деталей на изделие | Процент на запасные части | На основную программу | На запасные части | Всего | Детали | На программу с запасными частями |
|-----------|---------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|-------|--------|----------------------------------|
| 1         | Ротор               | Сталь 30ХГСА    | 1                        | 10                        | 32                    | 3                 | 35    | 74,9   | 2621,5                           |
|           | Фланец              | Сталь 20        | 1                        | 10                        | 32                    | 3                 | 35    | 7,1    | 248,5                            |

Расчет партии запуска

$$П = \frac{Na}{F}, \quad (1)$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

a = 3, 6, 12, 24, 48 - периодичность запуска в днях;

F – число рабочих дней в году.

$$П = \frac{32 \times 48}{247} = 8$$

Принимаем партию запуска П = 8, кратной годовой программе выпуска N = 32.

Определяем тип производства по справочным таблицам: мелкосерийное.

### 1.1.3 Анализ технологичности объекта производства.

#### 1.1.3.1 Качественная оценка технологичности

Не технологичным является то, многие отверстия, предусмотренные конструкцией детали, являются глухими (за исключением отверстий диаметром 50 мм и диаметром 32 мм). Сложность получения отверстий диаметром 12 в канавках. На внутренних поверхностях канавок имеются мелкие радиусы скруглений радиусом 0,2; радиусом 0,6; радиусом 1 получаемые инструментом, что является затруднительным.

#### 1.1.3.2 Количественная оценка технологичности

Коэффициент использования материала находим по формуле

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_z}, \quad (2)$$

где m<sub>д</sub> – масса детали, кг;

m<sub>з</sub> – масса заготовки, кг;

$$K_{им \text{ ротора}} = \frac{74,9}{133,4} = 0,56\% < 0,6$$

$$K_{им \text{ фланца}} = \frac{7,38}{9,14} = 0,807\% > 0,6$$

По этому показателю фланец является технологичным; ротор не является технологичным по данному показателю, но его конструкция обусловлена функциональным назначением.

Коэффициент унификации конструктивных элементов:

$$K_{yэ} = \frac{Q_{yэ}}{Q_э}, \quad (3)$$

где  $K_{yэ}$  – коэффициент унификации конструктивных элементов;

$Q_{yэ}$  – количество унифицированных элементов;

$Q_э$  – количество всех элементов.

$$K_{yэ \text{ фланца}} = \frac{2}{7} = 0,29$$

$$K_{yэ \text{ ротора}} = \frac{12}{22} = 0,55$$

Коэффициент точности обработки:

$$K_{то} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (4)$$

$K_{то}$  – коэффициент точности обработки;

$$A_{cp} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 14n_{14}}{n_\Sigma}, \quad (5)$$

где  $n_\Sigma$  – количество размеров с качеством  $\Sigma$ .

$$A_{cp} = \frac{9 \times 3 + 12 \times 1}{4} = 9,75$$

$$K_{то \text{ ротора}} = 1 - \frac{1}{9,75} = 0,9$$

$$K_{то \text{ фланца}} = 1 - \frac{1}{14} = 0,93$$

По этому показателю деталь технологична, так как средний квалитет точности больше 0,5.

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{шп} = \frac{1}{B_{cp}} \quad (6)$$

$$B_{cp} = \sum_{i=1}^k \frac{Ra \cdot n_{Ra}}{n_\Sigma}, \quad (7)$$

$K_{шп}$  – коэффициент шероховатости поверхности;

$Ra$  – шероховатость поверхности;

$n_{Ra}$  – количество поверхностей с данной шероховатостью.

$$B_{cp \text{ ротора}} = \frac{1,25 \times 1 + 1,6 \times 1 + 2,5 \times 3 + 3,2 \times 3 + 12,5 \times 1}{9} = 3,61$$

$$K_{шп} = \frac{1}{3,61} = 0,28 \quad (8)$$

По этому показателю деталь технологична, так как средний коэффициент шероховатости меньше 0,32.

#### 1.1.4 Анализ базового технологического процесса.

Элементы, входящие в состав изделия получают следующими способами заготовки:

Заготовку ротор получают горячекатаным сортовым прокатом обычной точности легированной конструкционной стали. Заготовку фланец получают из листа с помощью раскроя плазменной резки.

Базовый технологический процесс обработки ротора  
ФЮРА.612322.401.0.33.91.111

Разработан для мелкосерийного производства и представлен в таблице 5

Таблица 5 – Технологический маршрут механической обработки ротора

| Операция | Наименование операции     | Оборудование и тех. оснастка                                                                                                       |
|----------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                         | 3                                                                                                                                  |
| 005      | Токарно-винторезная       | Универсальный токарно-винторезный станок МК6058                                                                                    |
| 010      | Горизонтально-сверлильная | Горизонтально-сверлильный станок ПТ-65<br>Сверло ISCAR GUNDRILLS фирмы ISCAR<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85 |

Продолжение таблицы 5

| 1   | 2                          | 3                                                                                                                                                                           |
|-----|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 015 | Горизонтально- сверлильная | Горизонтально-сверлильный станок ПТ-65<br>Сверло ISCAR GUNDRILLS фирмы ISCAR<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Глубиномер ШГ –400 – 0,1 ГОСТ 162-90  |
| 020 | Радиально-сверлильная      | Радиально-сверлильный станок 2К52<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Зенкер ГОСТ 3231-71<br>Развертка ГОСТ 1672-80<br>Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89 |
| 023 | Слесарная                  | Верстак<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ                                                                                |
| 025 | Сварка                     | Стол сборочный<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ                                                                         |
| 030 | Токарно-винторезная        | Станок токарно-винторезный 16К20<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73                                                     |

|     |                         |                                                                                                                                                                                     |
|-----|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                         | Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73                                                                                                                                                       |
| 035 | Горизонтально-расточная | Горизонтально-расточной станок W100B CNC<br>Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77<br>Фреза концевая ГОСТ 17025-71<br>Зенкер ГОСТ 3231-71<br>Зенковка ГОСТ 14953-80                         |
| 040 | Горизонтально-фрезерная | Горизонтально-фрезерный станок 65A60<br>Фреза дисковая трехсторонняя<br>ГОСТ 28527-90                                                                                               |
| 045 | Радиально-сверлильная   | Радиально-сверлильный станок 2К52<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77<br>Метчик машинный ГОСТ 3266-81<br>Зенковка ГОСТ 14953-80 |

Базовый технологический процесс обработки фланца  
ФЮРА.612322.401.0.33.81.112 представлен в таблице 6

Таблица 6 – Технологический маршрут механической обработки фланца

| Операция | Наименование операции | Оборудование и тех. оснастка                                                                                                                                                           |
|----------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                     | 3                                                                                                                                                                                      |
| 005      | Токарно-винторезная   | Универсальный токарно-винторезный станок МК6058<br>Очки защитные открытые 02-76-У                                                                                                      |
|          |                       | ГОСТ 12.4.013-85<br>Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73<br>Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1<br>ГОСТ 166-89<br>Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73                                                     |
| 010      | Токарно-винторезная   | Универсальный токарно-винторезный станок МК6058<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73<br>Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1<br>ГОСТ 166-89 |
| 015      | Радиально-сверлильная | Радиально-сверлильный станок 2К52<br>Очки защитные открытые 02-76-У<br>ГОСТ 12.4.013-85<br>Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77                                                              |

### 1.1.5 Выбор заготовки и метода ее изготовления.

Необходимо выбрать способ получения заготовки ротор из стали 30ХГСА ГОСТ в условиях мелкосерийного производства. На основании анализа конструкции детали выбираем два способа получения заготовок: сортовой прокат обычной точности и сортовой прокат высокой точности.

Материал – сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71;

Масса детали – 74,9 кг.

Определяем объем заготовки:

$$V = \pi R^2 h \quad (9)$$

$$V = 3,14 \times 15,5 \times 41 = 17034,5 \text{ см}^3$$

$$M = V \times \rho = 133,4 \text{ кг} \quad (10)$$

где:  $V_3$  – объем заготовки,  $\text{см}^3$ ;

$\rho$  – плотность материала,  $\text{г/см}^3$

Стоимость 1 кг горячекатаного круга обычной точности  $Q=32$  руб/кг

$$S_{\text{заг}} = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (11)$$

$$S_{\text{заг}} = 133,4 \times 32 - (133,4 - 74,9) \frac{1100}{1000} = 4204,45 \text{ руб}$$

Стоимость 1 кг горячекатаного круга повышенной точности  $Q=38$  руб/кг

$$S_{\text{заг}} = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (12)$$

$$S_{\text{заг}} = 133,4 \times 38 - (133,4 - 74,9) \frac{1100}{1000} = 5004,85 \text{ руб.}$$

По выполненным расчетам и технологическим условиям на изготовление предпочтительно выбрать сортовой прокат обычной точности.

Необходимо выбрать способ получения заготовки фланец из Стали 20 ГОСТ 1050-88 в условиях мелкосерийного производства. На основании анализа конструкции детали выбираем плазменную резку и кислородную резку.

Масса заготовки полученной с помощью плазменной резки:

$$M = V \times \rho = 9,14 \text{ кг} \quad (13)$$

Масса заготовки полученной с помощью кислородной резки:

$$M = V \times \rho = 9,89 \text{ кг} \quad (14)$$

Стоимость 1 кг заготовки полученной с помощью плазменной резки  $Q=32$  руб/кг

$$S_{\text{заг}} = QS - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (15)$$

$$S_{\text{заг}} = 9,14 \times 34 - (9,14 - 7,1) \frac{1100}{1000} = 290 \text{ руб}$$

Оценка экономической эффективности заготовки

Заготовка, получаемая из горячекатаного круга обычной точности экономически более выгодна, чем заготовка, получаемая из круга повышенной точности. При равных затратах материала, затраты на изготовление заготовки из круга обычной точности очевидно меньше, чем затраты на производство

круга повышенной точности. Примерную экономическую прибыль от получения заготовки определяем по формуле:

$$\Xi = (S_{\text{заг1}} - S_{\text{заг2}})N \quad (16)$$

$$\Xi = (5004,85 - 4204,45) \cdot 32 = 25612,8 \text{ руб.}$$

Окончательно принимаем метод горячекатаного проката обычной точности как базовый.

#### 1.1.6 Составление технологического маршрута обработки

Разработанный технологический маршрут детали ротор представлен в таблице 7

Таблица 7 – Технологический процесс детали ротор

| № операции | Наименование и содержание операции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Оборудование |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 3            |
| 005        | <p>Токарно-винторезная</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Установ А</p> <p>Подрезать торец Ø230 выдерживая размер 407 мм</p> <p>Точить пов-ть Ø200 выдерживая размер 100±0,5 мм</p> <p>Сверлить отв. Ø50<sup>+1</sup> выдерживая размер 407 мм</p> <p>Точить фаску 5,12×45°</p> <p>Установ Б</p> <p>Подрезать торец Ø200 выдерживая размер 404.0,16 мм</p> <p>Точить поверхность Ø190 выдерживая размер 294 мм</p> <p>Точить пов-ть Ø146 выдерживая размер 26 мм</p> <p>Точить фаску 5,12×45°</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p> |              |
| 010        | <p>Горизонтально-сверлильная</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Сверлить 6 отв. Ø32, выдерживая размер 410 мм</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |              |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 015 | <p>Горизонтально-сверлильная</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Сверлить отв. Ø12 на длину 335<sup>+5</sup> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60 °</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p> |  |
| 020 | <p>Радиально-сверлильная</p> <p>Установить и закрепить деталь</p> <p>Зенкеровать 6 отв. Ø16 выдерживая размер 8<sup>+1</sup> мм</p> <p>Развернуть отверстие Ø16,2 выдерживая размер 8<sup>+1</sup> мм</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

Продолжение таблицы 7

|     |        |   |
|-----|--------|---|
| 1   | 2      | 3 |
| 025 | Сварка |   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 030 | <p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Точить пов-ть Ø189,5 выдерживая размер 268.<br/>0,32 мм с образованием торца Ø220<sub>-1</sub> мм</p> <p>Точить фаску 2×45°</p> <p>Точить канавку Ø176,5 выдерживая размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65; 160,35; 129,65; 224,95 мм</p> <p>Точить канавку Ø156 выдерживая размер 48,5; 82,4; 112,5; 146,4; 176,5; 208,8 мм.</p> <p>Точить канавку Ø187 выдерживая размер 23,7; 253,8мм</p> <p>Точить канавку Ø175,5 выдерживая размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65; 160,35; 129,65; 224,95 мм</p> <p>Точить канавку Ø155h на длину15±0,3 выдерживая размер 48,5; 82,4; 112,5; 146,4; 176,5; 208,8 мм.</p> <p>Точить канавку Ø185,5 на длину18,8 выдерживая размер 23,7; 253,8мм</p> <p>Точить канавку Ø175h9 выдерживая размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65; 160,35; 129,65; 224,95 мм</p> <p>Точить канавку Ø185f9 на длину 20,2 выдерживая размер 23,7; 253,8мм</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p> |  |
| 035 | <p>Расточная с ЧПУ</p> <p>Установить и закрепить заготовку</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Фрезеровать лыску, выдерживая размер 97<sub>-0.5</sub> мм</p> <p>Сверлить отв Ø12<sup>+2</sup> выдерживая размер 37 мм</p>                                                                                                                                                                                                                                        |  |

Продолжение таблицы 7

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|     | <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+2}</math> выдерживая размер 37 мм</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+2}</math> выдерживая размер 37 мм</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+2}</math> выдерживая размер 37 мм</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+2}</math> выдерживая размер 37 мм</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+2}</math> выдерживая размер 37 мм</p> <p>Сверлить отв <math>\varnothing 12^{+0,43}</math> выдерживая размер 17,5 мм</p> <p>Зенкеровать отв. <math>\varnothing 19^{+1}</math> выдерживая размер <math>4\pm 1</math> мм</p> <p>Переустановить заготовку на 60°</p> <p>Зенкеровать отв. <math>\varnothing 19^{+1}</math> выдерживая размер <math>4\pm 1</math> мм</p> <p>Зенкеровать отв. <math>\varnothing 19^{+1}</math> выдерживая размер <math>4\pm 1</math> мм</p> |  |
| 037 | <p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы и скруглить острые кромки R0,1</p> <p>Установить пробку в отверстие <math>\varnothing 52</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 040 | <p>Горизонтально-фрезерная</p> <p>Установить с закрепить заготовку</p> <p>Фрезеровать паз</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| 043 | <p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы и острые кромки</p> <p>Извлечь пробку</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 045 | <p>Радиально-сверлильная</p> <p>Установить с закрепить заготовку</p> <p>Сверлить 6 отв <math>\varnothing 12</math> выдерживая размер 22 мм</p> <p>Зенковать 6 фасок <math>1\times 45</math></p> <p>Нарезать резьбу M12-N7 выдерживая размер 17 мм</p> <p>Снять заготовку и положить в тару</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 047 | <p>Слесарная</p> <p>Снять заусенцы и острые кромки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |

Разработанный технологический маршрут детали ротор представлен в таблице 8

Таблица 8 – Технологический процесс детали фланец

| № операции | Наименование и содержание операции                                                                                                                                                                                                                                                                               | Оборудование |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 005        | Токарно-винторезная<br>Установить и закрепить заготовку<br>Точить торец $\varnothing 325$ выдерживая размер $22_{-0,52}$ мм<br>Расточить отв. $\varnothing 200^{+1,15}$ выдерживая размер $22_{-0,52}$ мм<br>Точить 2 фаски $1 \times 45$<br>Снять заготовку и положить в тару                                   |              |
| 010        | Токарно-винторезная<br>Установить и закрепить заготовку<br>Точить торец $\varnothing 320$ выдерживая размер $21_{-0,52}$ мм<br>Точить пов-ть $\varnothing 320_{-1,4}$ выдерживая размер $20_{-0,52}$ мм<br>Точить фаску $1 \times 45$<br>Точить фаску $3 \pm 0,5 \times 60$<br>Снять заготовку и положить в тару |              |
| 015        | Радиально-сверлильная<br>Установить и закрепить заготовку<br>Сверлить 6 отв. $\varnothing 21^{+0,52}$<br>Снять заготовку и положить в тару                                                                                                                                                                       |              |

### 1.1.7 Выбор баз

Базы для фланца:

В качестве технологических баз при обработке фланца используются следующие поверхности:

005 Токарно-винторезная

Заготовка базируется по наружному диаметру трёхкулачковым самоцентрирующим патроном

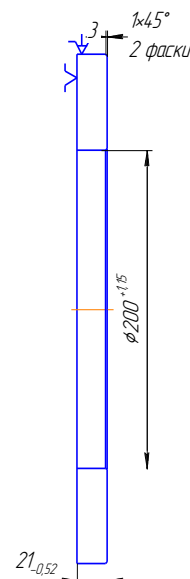


Рисунок 1. Схема установки заготовки для токарно-винторезной операции 005

#### 010 Токарно-винторезная

Заготовка базируется по внутреннему диаметру трёхкулачковым самоцентрирующим патроном.

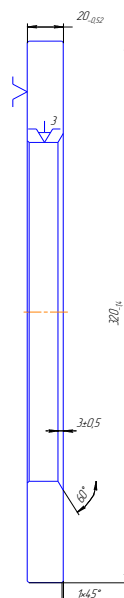


Рисунок 2. Схема установки заготовки для операции 010

#### 015 Радиально-сверлильная

Заготовка базируется в специальном приспособлении по поверхности и отверстию на плите с пальцем.

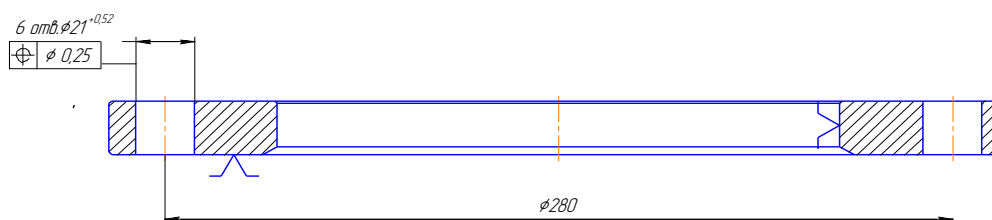


Рисунок 3. Схема установки заготовки для операции 015

Базы для ротора:

#### 005 Токарно-винторезная

Установ А Заготовка базируется в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне.

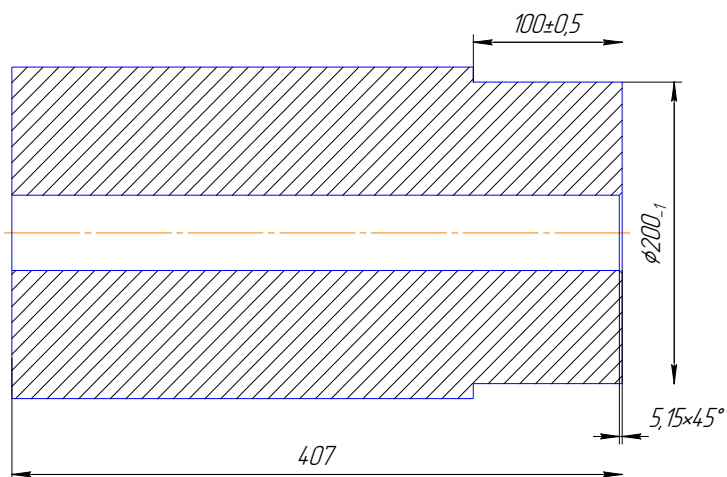


Рисунок 4. Схема установки детали для операции 005

Установ Б Заготовка базируется в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне.

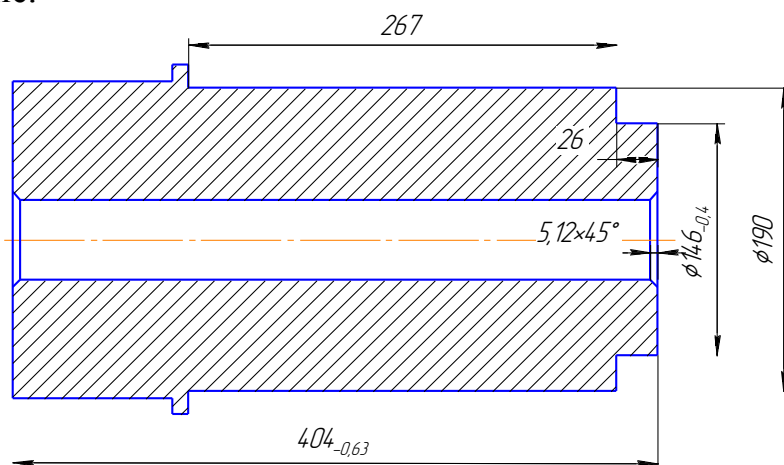


Рисунок 5. Схема установки детали для операции 005

#### 010 Горизонтально-сверлильная

Заготовка базируется по наружному диаметру в длинной призме с упором в торец.

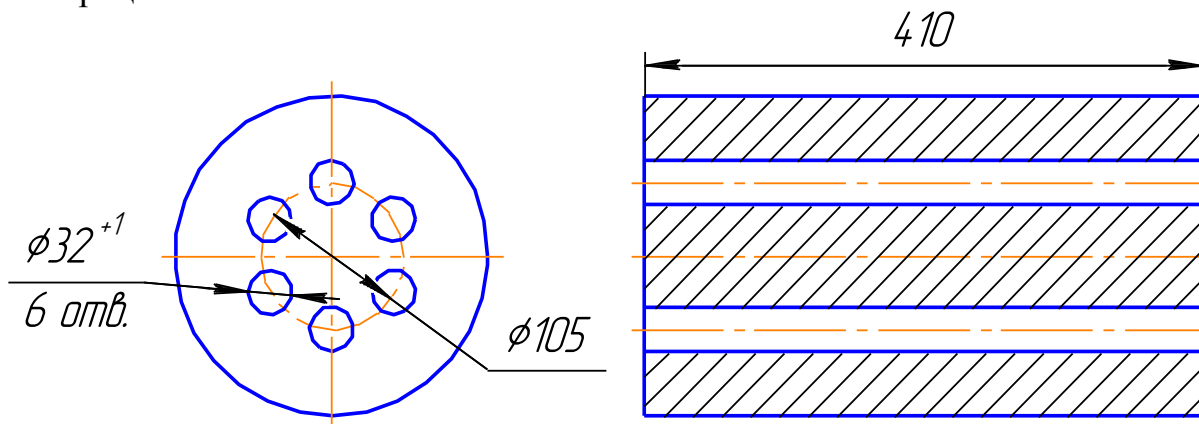


Рисунок 6. Схема установки детали для операции 010

### 015 Горизонтально-сверлильная

Заготовка базируется по наружному диаметру в длинной призме с упором в торец.

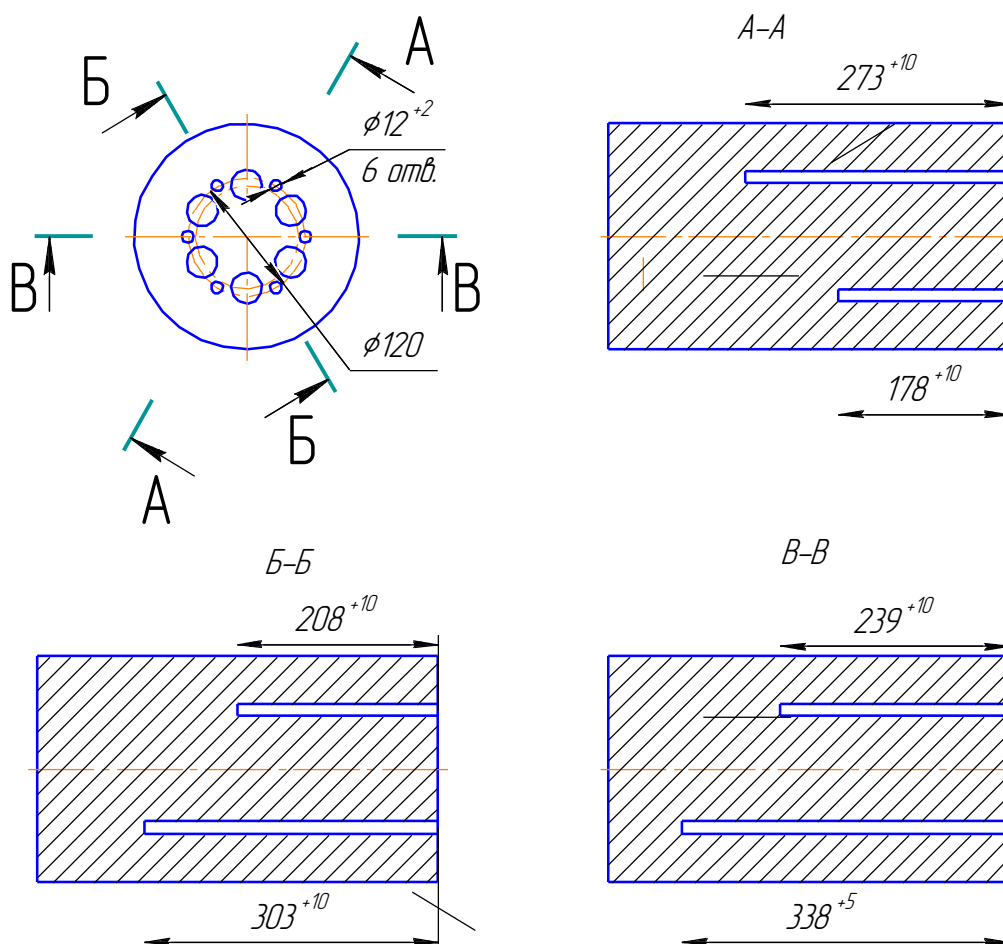


Рисунок 7. Схема установки детали для операции 015

### 020 Радиально-сверлильная

Заготовка базируется на столе цилиндрическим и коническим пальцами

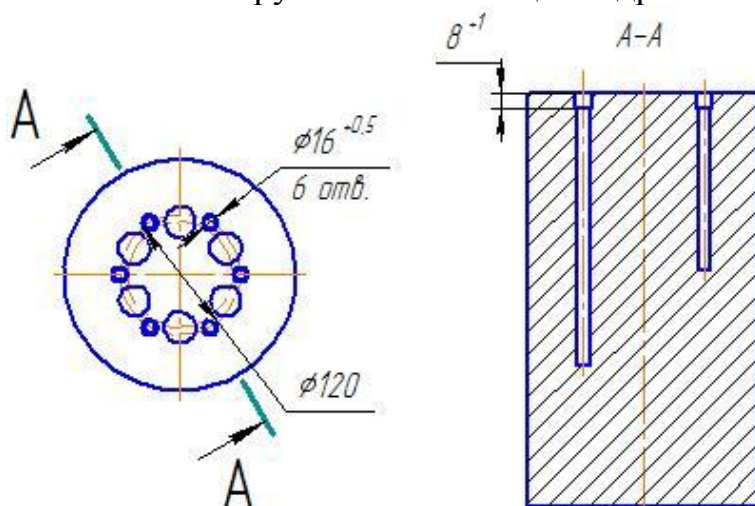


Рисунок 8. Схема установки детали операции 020

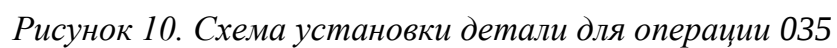
Деталь базируется на вращающихся центрах

Деталь базируется на вращающихся центрах



Деталь базируется на специальном приспособлении

Деталь базируется на специальном приспособлении



040Горизонтально-фрезерная  
Деталь базируется на специальном приспособлении

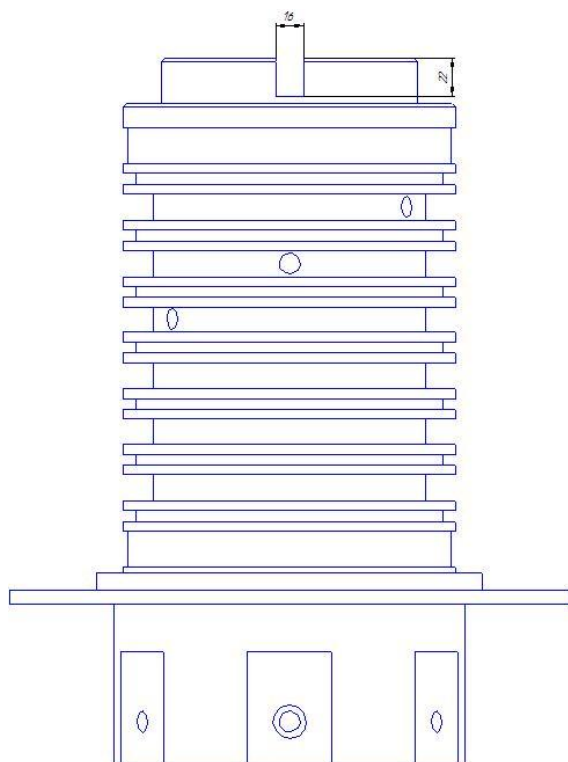


Рисунок 11. Схема установки детали для операции 040

045 Радиально-сверлильная

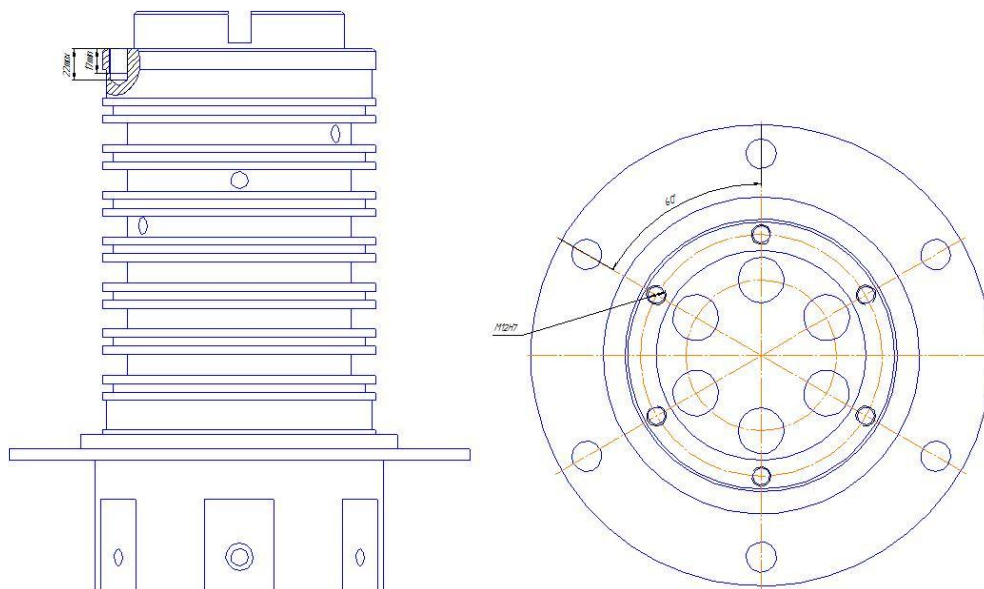


Рисунок 12. Схема установки детали для горизонтально-сверлильной операции 015

### 1.1.8 Выбор технологического оборудования

Для операций 010, 015(Ротор), выбираем горизонтально-сверлильный станок модели РТ-65 . Технические характеристики приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики станка РТ-65

| Наименование параметра                                           | Значение  |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1                                                                | 2         |
| Наибольший диаметр сверления в мм                                | 60        |
| Наибольшая длина обрабатываемого изделия в мм                    | 2000      |
| Высота центров оси станка над станиной в мм                      | 315       |
| Число скоростей:                                                 |           |
| бабки изделия                                                    | 12        |
| стеблевой бабки                                                  | 12        |
| Пределы чисел оборотов шпинделя бабки и стеблевой бабки в минуту | 22,4—1000 |
| Пределы подач стеблевой бабки (гидравлическая) в мм/мин          | до 250    |
| Ускоренное перемещение стеблевой бабки в мм/мин                  | 2500      |

Продолжение таблицы 9

| 1                                              | 2              |
|------------------------------------------------|----------------|
| Мощность электродвигателей в квт:              |                |
| бабки изделия                                  | 14             |
| стеблевой бабки                                | 20             |
| рабочих подач и ускоренных перемещений         | 1,7            |
| насоса охлаждающей жидкости                    | 10/14          |
| Габариты станка (длина X ширина X высота) в мм | 8560X1930X1800 |
| Вес станка в кг                                | 12570          |

Для операций 005, 010(Фланец), 005(Ротор), выбираем токарно-винторезный станок модели МК6058. Технические характеристики приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики станка 6058

| Наименование характеристики | Значение<br>характеристики |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1                           | 2                          |

|                                                                |                |
|----------------------------------------------------------------|----------------|
| Наибольший диаметр заготовки, устанавливаемой над станиной, мм | 500            |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм   | 500            |
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом, мм  | 290            |
| Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм                  | 1500           |
| Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе, мм               | 55             |
| Количество скоростей шпинделя: прямого вращения                | 22             |
| Количество скоростей шпинделя: обратного вращения              | 9              |
| Диапазон частот вращения шпинделя мин-1                        | 16...2000      |
| Количество продольных подач суппорта                           | 24             |
| Количество поперечных подач суппорта                           | 24             |
| Наибольшая высота резца, мм                                    | 25             |
| Пределы продольных рабочих подач суппорта, мм/об               | 0,050...2,8    |
| Продолжение таблицы 10                                         |                |
| 1                                                              | 2              |
| Пределы поперечных рабочих подач суппорта, мм/об               | 0,025...1,4    |
| Пределы шагов нарезаемых резьб:                                |                |
| метрическая, мм                                                | 0,5...112      |
| модульная                                                      | 0,5...112      |
| дюймовая, ниток на дюйм                                        | 56...0,5       |
| питчевая                                                       | 56...0,5       |
| Скорость быстрых продольных перемещений суппорта, м/мин        | 3,8            |
| Скорость быстрых поперечных перемещений суппорта, м/мин        | 1...9          |
| Наибольший крутящий момент, кН*м                               | 1              |
| Мощность привода главного движения, кВт                        | 11             |
| Суммарная потребляемая мощность, кВт                           | 12,5           |
| Габаритные размеры станка (ДхШхВ), мм                          | 3367х1265х1485 |
| Масса станка, кг                                               | 3400           |
| Род тока питающей сети                                         | Переменный     |

|                    |            |
|--------------------|------------|
|                    | трехфазный |
| Частота тока, Гц   | 50         |
| Напряжение сети, В | 380        |

Для операций 015(Фланец), 045(Ротор), выбираем Радиально-сверлильный станок модели 2К52. Технические характеристики приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики станка 2К52

| Наименование характеристики                                           | Значение      |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1                                                                     | 2             |
| Максимальный диаметр сверления, мм                                    | 25            |
| Расстояние от нижнего торца шпинделя до рабочей поверхности плиты, мм | 250 — 1000    |
| Вылет шпинделя, мм                                                    | 700           |
| Продолжение таблицы 11                                                |               |
| 1                                                                     | 2             |
| Мощность главного электродвигателя, кВт                               | 2,37          |
| Габаритные размеры, мм                                                | 1480x940x1990 |

Для операций 035 (Ротор), выбираем горизонтально-расточной станок модели W100B CNC. Технические характеристики приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики станка W100B CNC

| Технические характеристики              | Значение    |
|-----------------------------------------|-------------|
| 1                                       | 2           |
| Диаметр шпинделя, мм                    | 100         |
| Конус шпинделя                          | ISO 50      |
| Хвостовик инструмента                   | DIN 2080    |
| Наконечник инструмента 69872-A DIN      | DIN 69872-A |
| Размер поворотного стола, мм            | 1250 x 1250 |
| Увеличенный поворотный стол (опция), мм | 1500 x 1500 |
| Грузоподъемность стола 1250 x 1250, кг  | 3000        |
| Грузоподъемность стола 1500 x 1500, кг  | 2500        |

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| Диапазон оборотов шпинделя, мин-1                         | 10 - 3000  |
| Мощность основного двигателя Heidenhain / Siemens, кВт    | 20 / 20    |
| Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм              | 2200       |
| Поперечное перемещение стола - ось X, мм                  | 1600       |
| Продольное перемещение стола - ось Z, мм                  | 900 / 1700 |
| Вертикальное перемещение шпинделя - ось Y, мм             | 1220       |
| Выдвижение шпинделя - ось W, мм                           | 710        |
| Размер зажимных "Т" пазов стола, мм                       | 22 H8      |
| Рабочие подачи по осям X, Y, Z, W в ручном режиме, мм/мин | 4 - 500    |

#### Продолжение таблицы 12

| 1                                                                | 2           |
|------------------------------------------------------------------|-------------|
| Рабочие подачи по осям X, Y, Z в автоматическом режиме, мм / мин | 4 - 1500    |
| Резьбонарезные подачи по оси W в автоматическом режиме, мм/мин   | 4 - 6800    |
| Ускоренная подача, ось B, об / мин                               | 2,12        |
| Суммарная потребляемая мощность, кВА                             | 70          |
| Общий вес станка, кг                                             | 13000       |
| Площадь станка в плане, мм                                       | 7000 x 5500 |

Для операций030 (Ротор), выбираем токарно-винторезный станок с ЧПУ модели 1740Ф3. Технические характеристики приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Характеристики станка 1740Ф3

| Наименование параметров                                   | Е<br>д.изм. | Величины |
|-----------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 1                                                         | 2           | 3        |
| Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной | мм          | 500      |
| Наибольший диаметр изделия, обрабатываемой над станиной   | мм          | 320      |
| Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом  | мм          | 200      |
| Наибольшая длина устанавливаемого изделия в центрах       | мм          | 1000     |

|                                                               |        |           |
|---------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| Диаметр цилиндрического отверстия в шпинделе                  | мм     | 55        |
| Наибольший ход суппорта поперечный                            | мм     | 210       |
| Наибольший ход суппорта продольный                            | мм     | 905       |
| Максимальная рекомендуемая скорость рабочей продольной подачи | мм/мин | 2000      |
| Максимальная рекомендуемая скорость рабочей поперечной подачи | мм/мин | 1000      |
| Количество управляемых координат                              |        | 2         |
| Количество одновременно управляемых координат                 |        | 2         |
| Точность позиционирования                                     | мм     | 0,01      |
| Повторяемость                                                 | мм     | 0,003     |
| Диапазон частот вращения шпинделя                             | 1/об.  | 20...2500 |
| Максимальная скорость быстрых продольных перемещений          | м/мин  | 15        |

Продолжение таблицы 13

|                                                      |       |                |
|------------------------------------------------------|-------|----------------|
| 1                                                    | 2     | 3              |
| Максимальная скорость быстрых поперечных перемещений | м/мин | 7,5            |
| Количество позиций инструментальной головки          |       | 6              |
| Мощность привода главного движения                   | кВт   | 11             |
| Суммарная потребляемая мощность                      | кВт   | 21,4           |
| Габаритные размеры станка                            | мм    | 3700x2260x1650 |
| Масса станка (без транспортера стружкоудаления)      | кг    | 4000           |

Для операций 040 (Ротор), выбираем горизонтально-фрезерный станок модели 65А60. Технические характеристики приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристики станка 65А60

|                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Размеры рабочей поверхности стола мм                                                              | 2000×630  |
| Наибольшее перемещение стола, мм:                                                                 |           |
| — продольное                                                                                      | 1000      |
| — поперечное                                                                                      | 400       |
| — вертикальное                                                                                    | 420       |
| Расстояние от оси горизонтального (торца вертикального) шпинделя до рабочей поверхности стола, мм | 125-900   |
| Расстояние от оси горизонтального шпинделя до направляющих хобота, мм                             | 190       |
| Пределы частот вращения шпинделя, мин-1                                                           | 31,5-1600 |
| Диапазон подач стола, мм/мин:                                                                     |           |
| — продольных и поперечных                                                                         | 12,5-1600 |
| — вертикальных                                                                                    | 4,1-530   |
| Наибольшая масса обрабатываемой детали (с приспособлением), кг                                    | 630       |
| Мощность электродвигателей приводов, кВт:                                                         |           |
| — основного шпинделя                                                                              | 11        |

|                                           |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| — подач стола                             | 3             |
| Конус основного шпинделя по ГОСТ 30064-93 | N50           |
| Габаритные размеры танка, мм              | 2570×2252×177 |
|                                           | 0             |
| Масса станка с электрооборудованием, кг   | 3800          |

### 1.1.9 Выбор средств технологического оснащения

Технологическая оснастка предоставлена в таблице 15.

Таблица 15 – Технологический маршрут механической обработки ротора ФЮРА.

| Операция | Наименование операции     | Оборудование и тех. оснастка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 005      | Токарно-винторезная       | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73</li> <li>- Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73</li> <li>- Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- штангенциркуль ШЦ – II – 125 – 0,05 ГОСТ 166.</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85</li> <li>костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</li> </ul> |
| 010      | Горизонтально-сверлильная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверло ISCARGUNDRILLS фирмы ISCAR</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубиномер ШГ –400 – 0,1 ГОСТ 162-90</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85</li> <li>костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</li> </ul>                                                                                         |

|     |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 015 | Горизонтально- сверлильная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверло ISCARGUNDRILLS фирмы ISCAR</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Глубиномер ШГ –400 – 0,1 ГОСТ 162-90</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85</li> <li>- костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</li> </ul> |
|-----|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Продолжение таблицы 15

| 1   | 2                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 020 | Радиально-сверлильная | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Зенкер ГОСТ 3231-71</li> <li>- Развертка ГОСТ 1672-80</li> </ul> <p>Оснастка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Втулка 222-211-03,</li> <li>- Патрон быстросменный ГОСТ 8522-79;</li> <li>- Кондуктор 16 7051-0047 ГОСТ18429-73</li> </ul> <p>Измерительный инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Штангенциркуль ШЦ-1ГОСТ 166-89</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85</li> <li>- костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109</li> </ul> |
| 023 | Слесарная             | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ручная шлифмашинка ИП2013ИЗ</li> </ul> <p>Средства защиты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 025 | Сварка                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 030 | Токарная с ЧПУ        | <p>Инструмент:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Резец Sandvik Coromant DCLNR 2525M 16; пластина CNMG 16 06 08-PR 4325</li> <li>- Резец Sandvik Coromant DCLNR 2525M 16; пластина MACL 3 100-R 1025;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|     |                       | Оснастка:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|     |                         |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                         | - Патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80;<br>Измерительный инструмент:<br>- Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85<br>- костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 035 | Горизонтально-расточная | Инструмент:<br>- Фреза концевая Sandvik Coromant. RA25L-6330-AC22H;<br>- Сверло Sandvik Coromant 860, 1-1200-053A1-PM 4234<br>- Концевая фреза Sandvik Coromant 490-040C4-08H;<br>Оснастка:                                                        |

Продолжение таблицы 15

| 1   | 2                       | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                         | - Специальное приспособление ФЮРА.А21091.005<br>- Оправка 6220-0247 ГОСТ 13042-83<br>- Оправка 6222-086 ГОСТ 26541-85;<br>Измерительный инструмент:<br>- Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85<br>- костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109   |
| 040 | Горизонтально-фрезерная | Инструмент:<br>- Фреза дисковая трехсторонняя ГОСТ 28527-90<br>Оснастка:<br>- Специальное приспособление ФЮРА.А21091.005<br>Измерительный инструмент:<br>- Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У ГОСТ 124.013 – 85<br>- костюм хлопчатобумажный ГОСТ 12.4.109 |
| 045 | Радиально-сверлильная   | Инструмент:<br>- Сверло 2301-3249 ГОСТ 12121-77<br>- Метчик машинный ГОСТ 3266-81                                                                                                                                                                                                                                    |
|     |                         | - Зенковка ГОСТ 14953-80<br>Оснастка:<br>- Специальное приспособление                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | ФЮРА.А21091.005<br>Измерительный инструмент:<br>- Штангенциркуль ШЦ-1ГОСТ 166-89<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У<br>ГОСТ 124.013 – 85<br>- костюм хлопчатобумажный<br>ГОСТ 12.4.109 |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Базовый технологический процесс обработки фланца ФЮРА представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Технологический маршрут механической обработки фланца ФЮРА

| Операция | Наименование операции | Оборудование и тех. оснастка |
|----------|-----------------------|------------------------------|
| 1        | 2                     | 3                            |
| 005      | Токарно-винторезная   | Инструмент:                  |

Продолжение таблицы 16

| 1   | 2                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                     | - Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73<br>- Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73<br>Оснастка:<br>- Трехкулачковый<br>самоцентрирующийся патрон<br>Измерительный инструмент:<br>- штангенциркуль ШЦ – II – 125 – 0,05<br>ГОСТ 166.<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У<br>ГОСТ 124.013 – 85<br>костюм хлопчатобумажный<br>ГОСТ 12.4.109                |
| 010 | Токарно-винторезная | Инструмент:<br>- Резец 2112-0003 ГОСТ 18880-73<br>- Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73<br>Оснастка:<br>- Трехкулачковый<br>самоцентрирующийся патрон<br>Измерительный инструмент:<br>- штангенциркуль ШЦ – II – 125 – 0,05<br>ГОСТ 166.<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У<br>ГОСТ 124.013 – 85<br>костюм хлопчатобумажный<br>ГОСТ 12.4.109 |

|     |                       |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 015 | Радиально-сверлильная | Инструмент:<br>-<br>Измерительный инструмент:<br>- штангенциркуль ШЦ – II – 125 – 0,05<br>ГОСТ 166.<br>Средства защиты:<br>- очки защитные открытые ЗП1 – 80 – У<br>ГОСТ 124.013 – 85<br>костюм хлопчатобумажный<br>ГОСТ 12.4.109 |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 1.1.10 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания производим по [4, 5], результат приведён в таблице 17.

Таблица 17 – Режимы резания

| ФЛАНЕЦ   |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Операция | Наименование перехода                                                                               | Режимы резания                                                                                                                                                                                        |
| 1        | 2                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                     |
| 005      | Резец подрезной 2112-0036 25x16x140 T5K10<br>Подрезать торец, выдерживая размер 22 <sub>-0,52</sub> | Глубина резания $t=2$ мм.<br>Подача $S=0,7$ мм/об.<br>Скорость резания $V=114$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=125$ об/мин.<br>Мощность резания $N=2,9$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,83$ мин.   |
|          | Резец 2140-0047 T5K10 ГОСТ 18882-73<br>Расточить отверстие $\varnothing 200^{+1,15}$                | Глубина резания $t=2,5$ мм.<br>Подача $S=0,2$ мм/об.<br>Скорость резания $V=235$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=400$ об/мин.<br>Мощность резания $N=2,65$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,3$ мин. |
| 010      | Подрезать торец, выдерживая размер 20 <sub>-0,52</sub>                                              | Глубина резания $t=2$ мм.<br>Подача $S=0,7$ мм/об.<br>Скорость резания $V=114$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=125$ об/мин.<br>Мощность резания $N=2,9$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,72$ мин.   |

|       |                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Точить пов-ть Ø320 <sub>-1,4</sub>        | Глубина резания $t=2,5$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=180$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=200$ об/мин.<br>Мощность резания $N=4,3$ кВт.<br>Основное время $T_0=0,24$ мин.                                  |
| 015   | Сверлить отв Ø 21 <sup>+0,52</sup>        | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,25$ мм/ об..<br>Скорость резания $V=30$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=450$ об/мин.<br>Сила резания $P_0=4815$ Н<br>Мощность резания $N=2,1$ кВт.<br>Основное время $T_0=1,548$ мин. |
| РОТОР |                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1     | 2                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                      |
| 005   | Подрезать торец, выдерживая размер 407 мм | Глубина резания $t=3$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=134$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=315$ об/мин.<br>Мощность резания $N=6,6$ кВт.<br>Основное время $T_0=0,59$ мин.                                    |
|       | Точить пов-ть Ø200 выдерживая             | Глубина резания $t=5$ мм.                                                                                                                                                                                                              |

Продолжение таблицы 17

|   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                          |
|   | размер $100 \pm 0,5$                                     | Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=121,6$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=315$ об/мин.<br>Мощность резания $N=10,2$ кВт.<br>Основное время $T_0=1,03$ мин.                                                                  |
|   | Сверлить отв. Ø50 <sup>+1</sup> выдерживая размер 407 мм | Глубина резания $t=25$ мм.<br>Подача $S=0,35$ мм/ об..<br>Скорость резания $V=15,24$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин.<br>Сила резания $P_0=14674$ Н<br>Мощность резания $N=3,33$ кВт.<br>Основное время $T_0=12,086$ мин. |
|   | Точить фаску $5,12 \times 45$                            | Глубина резания $t=5,12$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=121$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=800$ об/мин.<br>Мощность резания $N=1,07$ кВт.<br>Основное время $T_0=0,0153$ мин.                                  |

|     |                                                            |                                                                                                                                                                                                        |
|-----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Подрезать торец, выдерживая размер 404 мм±0,5 мм           | Глубина резания $t=3$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=134$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=250$ об/мин.<br>Мощность резания $N=6,6$ кВт.<br>Основное время $T_0=0,412$ мин.   |
|     | Точить пов-ть Ø190 выдерживая размер 404 мм                | Глубина резания $t=5$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=121,6$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=315$ об/мин.<br>Мощность резания $N=10,2$ кВт.<br>Основное время $T_0=1,07$ мин. |
|     | Точить пов-ть Ø146 <sub>-0,4</sub> выдерживая размер 26 мм | Глубина резания $t=5$ мм.<br>Подача $S=0,5$ мм/об.<br>Скорость резания $V=121,6$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=315$ об/мин.<br>Мощность резания $N=10,2$ кВт.<br>Основное время $T_0=1,07$ мин. |
| 010 | Сверлить отв. Ø32, выдерживая размер 404 мм                | Глубина резания $t=28$ мм.<br>Подача $S=0,25$ мм/об..<br>Скорость резания $V=108$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=650$ об/мин.<br>Сила резания $P_0=6460$ Н                                       |

Продолжение таблицы 17

| 1   | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                          | Мощность резания $N=6,2$ кВт.<br>Основное время $T_0=2,54$ мин.                                                                                                                                                                       |
| 015 | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер 338 <sup>+5</sup> мм  | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_0=2211$ Н<br>Мощность резания $N=0,74$ кВт.<br>Основное время $T_0=9,9$ мин. |
|     | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер 303 <sup>+10</sup> мм | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_0=2211$ Н<br>Мощность резания $N=0,74$ кВт.<br>Основное время $T_0=8,8$ мин. |

|  |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер $273^{+10}_{-10}$ мм | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_o=2211$ Н<br>Мощность резания $N=0,74$ кВт.<br>Основное время $T_o=8$ мин.    |
|  | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер $239^{+10}_{-10}$ мм | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_o=1465$ Н<br>Мощность резания $N=0,26$ кВт.<br>Основное время $T_o=7$ мин.    |
|  | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер $208^{+10}_{-10}$ мм | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_o=2211$ Н<br>Мощность резания $N=0,74$ кВт.<br>Основное время $T_o=6,15$ мин. |
|  | Сверлить отв Ø12 выдерживая размер $178^{+10}_{-10}$ мм | Глубина резания $t=10,5$ мм.<br>Подача $S=0,18$ мм/об..<br>Скорость резания $V=70$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин.<br>Сила резания $P_o=2211$ Н                                                                     |

Продолжение таблицы 17

| 1   | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                          | Мощность резания $N=0,74$ кВт.<br>Основное время $T_o=5,28$ мин.                                                                                                                                                                     |
| 020 | Зенкеровать отв. Ø16 выдерживая размер $8^{+1}_{-1}$ мм  | Глубина резания $t=2$ мм.<br>Подача $S=0,65$ мм/об..<br>Скорость резания $V=14,5$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин.<br>Сила резания $P_o=1036$ Н<br>Мощность резания $N=0,52$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,12$ мин. |
|     | Развернуть отв. Ø16,4 выдерживая размер $8^{+1}_{-1}$ мм | Глубина резания $t=0,2$ мм.<br>Подача $S=0,2$ мм/об..<br>Скорость резания $V=10$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=250$ об/мин.<br>Мощность резания $N=0,06$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,18$ мин.                               |

|     |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                         |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 035 | Инструмент DCLNR 2525M 16<br>Пластина CNMG 16 06 08-PR 4325<br>Точить пов-ть Ø189,5 выдерживая<br>размер 268±0,65 мм | Глубина резания $t=0,25$ мм.<br>Подача $S=0,3$ мм/об.<br>Скорость резания $V=309$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=540$ об/мин.<br>Мощность резания $N=1,03$ кВт.<br>Основное время $T_0=1,67$ мин. |
|     | Точить фаску 2×45                                                                                                    | Глубина резания $t=2$ мм.<br>Подача $S=0,7$ мм/об.<br>Скорость резания $V=124$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=540$ об/мин.<br>Основное время $T_0=0,07$ мин.                                      |
|     | Точить канавку Ø176,5 выдерживая<br>размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65;<br>160,35; 129,65; 224,95 мм                 | Глубина резания $t=6,5$ мм.<br>Подача $S=0,24$ мм/об.<br>Скорость резания $V=125$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=274$ об/мин.<br>Основное время $T_0=0,37$ мин.                                   |
|     | Точить канавку Ø156 выдерживая<br>размер 48,5; 82,4; 112,5; 146,4; 176,5;<br>208,8 мм.                               | Количество проходов $i=4$<br>Глубина резания $t=16,45$ мм.<br>Подача $S=0,24$ мм/об.<br>Скорость резания $V=348$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=274$ об/мин.<br>Основное время $T_0=0,46$ мин.    |
|     | Точить канавку Ø187 выдерживая<br>размер 23,7; 253,8мм                                                               | Количество проходов $i=6$<br>Глубина резания $t=1,5$ мм.<br>Подача $S=0,24$ мм/об.<br>Скорость резания $V=133$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=274$                                                |

Продолжение таблицы 17

| 1 | 2                                                                                                         | 3                                                                                                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                           | об/мин.<br>Основное время $T_0=0,38$ мин.                                                                                                                             |
|   | Точить канавку Ø175,5 выдерживая<br>размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65;<br>160,35; 129,65; 224,95 мм      | Глубина резания $t=0,5$ мм.<br>Подача $S=0,15$ мм/об.<br>Скорость резания $V=186$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=450$ об/мин.<br>Основное время $T_0=0,12$ мин. |
|   | Точить канавку Ø155h12 на длину<br>15±0,3 выдерживая размер 48,5; 82,4;<br>112,5; 146,4; 176,5; 208,8 мм. | Глубина резания $t=0,5$ мм.<br>Подача $S=0,15$ мм/об.<br>Скорость резания $V=173$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=450$ об/мин.<br>Основное время $T_0=0,22$ мин. |
|   | Точить канавку Ø185,5 на длину 18,8<br>выдерживая размер 23,7; 253,8мм                                    | Глубина резания $t=0,5$ мм.<br>Подача $S=0,15$ мм/об.<br>Скорость резания $V=186$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=450$                                           |

|     |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                                                           | об/мин.<br>Основное время $T_o=0,2$ мин.                                                                                                                                                                 |
|     | Точить канавку $\varnothing 175h9$ выдерживая размер 32,35; 64,65; 96,35; 128,65; 160,35; 129,65; 224,95 мм               | Глубина резания $t=0,25$ мм.<br>Подача $S=0,1$ мм/об.<br>Скорость резания $V=207$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=540$ об/мин.<br>Основное время $T_o=0,18$ мин.                                    |
|     | Точить канавку $\varnothing 185f9$ на длину $20,2^{+0,1}$ выдерживая размер 23,7; 253,8мм                                 | Глубина резания $t=0,25$ мм.<br>Подача $S=0,1$ мм/об.<br>Скорость резания $V=207$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=540$ об/мин.<br>Основное время $T_o=0,27$ мин.                                    |
| 040 | Инструмент 490-040F32-08H<br>F32-08H<br>Пластина 490R-08T316H 4230<br>Фрезеровать лыску, выдерживая размер $97_{-0,5}$ мм | Глубина резания $t=3$ мм.<br>Подача $S_z=0,21$ мм/об.<br>Скорость резания $V=203$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=1620$ об/мин.<br>Мощность резания $N=9,07$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,07$ мин. |
|     | Сверло 860.1-1200-053A1-PM 4234<br>Сверлить отв. $\varnothing 12$ выдерживая размер 37 мм                                 | Подача $S=0,3$ мм/об.<br>Скорость резания $V=175$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=2900$ об/мин.<br>Мощность резания $N=6,59$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,05$ мин.                                 |
|     | Сверло 860.1-1200-053A1-PM 4234<br>Сверлить отв. $\varnothing 12$ выдерживая размер 17,5 мм                               | Подача $S=0,3$ мм/об.<br>Скорость резания $V=175$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=2900$ об/мин.                                                                                                     |

Продолжение таблицы 17

| 1   | 2                                                        | 3                                                                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                          | Мощность резания $N=6,59$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,023$ мин.                                                                                                          |
| 045 | Фрезеровать паз                                          | Подача $S=0,012$ мм/об.<br>Скорость резания $V=50,2$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=140$ об/мин.<br>Мощность резания $N=6,59$ кВт.<br>Основное время $T_o=4,52$ мин. |
| 050 | Сверлить отв. $\varnothing 11,5$ выдерживая размер 22 мм | Подача $S=0,18$ мм/об.<br>Скорость резания $V=29,5$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=800$ об/мин.<br>Мощность резания $N=0,92$ кВт.<br>Основное время $T_o=0,18$ мин.  |
|     | Зенковать фаску $1 \times 45$                            | Подача $S=0,18$ мм/об.<br>Скорость резания $V=29,5$ м/мин.<br>Число оборотов шпинделя $n=800$ об/мин.                                                                      |

|  |                                                |                                                                                                                                                                     |
|--|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                | Мощность резания N= 0,92 кВт.<br>Основное время T <sub>0</sub> =0,18 мин.                                                                                           |
|  | Нарезать резьбу M12-H7 выдерживая размер 17 мм | Подача S=1мм/об.<br>Скорость резания V=8,9 м/мин.<br>Число оборотов шпинделя n=60 об/мин.<br>Мощность резания N=2,9кВт.<br>Основное время T <sub>0</sub> =0,27 мин. |

## 1.2 Конструкторская часть

### 1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.А21.091.005СБ используется на 040 операции. Базирование детали в приспособлении производится по фаскам. Четыре точки несёт ось, одну точку диск и ромбический палец соответственно. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пальцы.

Приспособление состоит из жёсткого сварного корпуса, оси, служащего для ориентации детали, ромбического пальца и трёх прихватов .

Базирование заготовки осуществляется путём установки на ось, который притягивается верхней частью и при помощи диска и срезанного пальца. Зажим заготовки осуществляется с помощью трёх Г-образных прихватов. Для транспортировки приспособления предусмотрены отверстия в пластинах корпуса.

Ориентирование приспособления на столе станка происходит при помощи двух пальцев, которые устанавливаются в паз стола станка

### 1.2.2 Силовой расчет механизма

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем наибольшую силу резания на данной операции:

R=2890 Н - при фрезеровании

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания, сила зажима определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (17)$$

где J<sub>1</sub> и J<sub>2</sub> – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять  $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$ );

R – сила резания (в нашем случае R=2890 Н);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (18)$$

где K<sub>0</sub>=1,5 – коэффициент гарантированного запаса,

$K_1 = 1,2$  - коэффициент неровностей;  
 $K_2 = 1,3$  характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,0$  характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$  т. к. зажим механический;

$K_5 = 1,0$  коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$  т.к. заготовка установлена на опоры.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34.$$

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 2890 \cdot 2,34 \cdot 0,65 = 4395,7 \text{ Н.}$$

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\sigma}} \quad (19)$$

$$D = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{4395,7}{80}} = 10,4 \quad \text{Принимаем 16 мм}$$

### 1.3 Организационная часть

#### 1.3.1 Нормирование технологического процесса

Нормирование сборочных переходов осуществляется по общемашиностроительным нормативам времени, исходя из разработанной схемы сборки. При этом в мелкосерийном производстве используют укрупненные нормативы, а в остальных случаях - дифференцированные. Результаты нормирования сборочных переходов сводятся в таблицу 6.

Далее группируют сборочные переходы в технологические операции таким образом, чтобы выполнялось условие  $\sum T_{оп\ i} < t_v$ , то есть трудоемкость сборочной операции должно быть примерно равной (или кратной) такту выпуска. Затем подсчитывается трудоемкость сборочных операций по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{оп} \cdot \left( 1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right) \cdot K + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (20)$$

где  $T_{оп}$  суммарное оперативное время выполнения операции, мин;

$A_{обс}$  время на обслуживание рабочего места, в % от оперативного времени;

$A_{отд}$  время на отдых, в % от оперативного времени;

$K$  поправочный коэффициент [19];

$T_{п-з}$  подготовительно-заключительное время на партию изделий, мин.

Результаты нормирования приведены в таблице 18

Таблица 18 – Нормирование технологических операций

| № оп   | Содержание работы                        | Карта | Время, мин |
|--------|------------------------------------------|-------|------------|
| 1      | 2                                        | 3     | 4          |
| ФЛАНЕЦ |                                          |       |            |
| 005    | Токарно-винторезная<br>1. Основное время |       | 1,24       |

|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 2<br>18<br>87 | 0,8<br>0,3<br>0,14<br>1,0<br>1,24 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 18            | 0,05                              |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,05                              |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 18            | 4                                 |
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 3,481                             |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 3,981                             |
|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                   |
| 010 | Токарно-винторезная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                             |               | 0,67                              |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 2<br>18<br>87 | 0,8<br>0,3<br>0,14<br>1,0<br>1,24 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 18            | 0,01                              |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,01                              |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 18            | 4                                 |
|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                   |

Продолжение таблицы 18

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                    | 3             | 4                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 2,91                               |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 3,41                               |
| 015 | Радиально-сверлильная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                           |               | 17,16                              |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 4<br>29<br>87 | 1,2<br>0,26<br>0,12<br>1,0<br>1,58 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 29            | 0,69                               |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,69                               |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 29            | 16                                 |
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 19,8                               |
|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                    |

|       |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|
|       | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 22,55                           |
| ПОТОР |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                 |
| 005   | Токарно-винторезная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                             |               | 13,6                            |
|       | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 2<br>18<br>87 | 6<br>0,6<br>0,3<br>1,0<br>6,9   |
|       | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 18            | 0,54                            |
|       | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,54                            |
|       | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 18            | 4                               |
|       | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 21,51                           |
|       | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 22,01                           |
| 010   | Горизонтально-сверлильная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                       |               | 15,24                           |
|       | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 4<br>23<br>87 | 0,9<br>1,2<br>0,18<br>1<br>2,28 |
|       | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 23            | 0,69                            |

Продолжение таблицы 18

| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                    | 3             | 4                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------|
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,61                            |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 23            | 7,6                             |
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 17,53                           |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 18,48                           |
| 015 | Горизонтально-сверлильная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                       |               | 8,65                            |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 4<br>23<br>87 | 0,9<br>1,2<br>0,18<br>1<br>2,28 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 23            | 0,39                            |

|     |                                                                                                                                                                                                                                      |               |                                  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------|
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,35                             |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 23            | 7,6                              |
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 11,93                            |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 12,84                            |
| 020 | Радиально-сверлильная<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                           |               | 1,8                              |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время | 6<br>29<br>87 | 2,3<br>0,26<br>0,12<br>1<br>2,68 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                                                                                                 | 29            | 0,07                             |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                                                                                                   | 89            | 0,07                             |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                                                                                                  | 29            | 18                               |
|     | Штучное время                                                                                                                                                                                                                        |               | 5,48                             |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                                                                                                         |               | 7,73                             |
| 035 | Токарная с ЧПУ<br>1. Основное время                                                                                                                                                                                                  |               | 4,38                             |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом                                                                                                    | 2<br>18       | 2,7<br>0,92                      |

Продолжение таблицы 18

| 1   | 2                                                                                                                                                         | 3                   | 4                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|     | - время на измерения<br>Коэффициент вспомогательного времени<br>Суммарное вспомогательное время                                                           | 87                  | 0,76<br>1,0<br>4,38 |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                                      | 18                  | 0,21                |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                                        | 89                  | 0,21                |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.                       | 18                  | 13,9                |
|     | Штучное время                                                                                                                                             |                     | 11,06               |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                                              |                     | 13,24               |
| 040 | Расточная с ЧПУ<br>1. Основное время                                                                                                                      |                     | 1,56                |
|     | 22.Вспомогательное время:<br>Время, связанное операцией<br>- время на установку и снятия детали<br>- время, связанное с переходом<br>- время на измерения | 6<br>13<br>25<br>15 | 4<br>2,36<br>0,46   |

|     |                                                                                                                                     |    |       |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
|     | Коэффициент вспомогательного времени                                                                                                |    | 1     |
|     | Суммарное вспомогательное время                                                                                                     |    | 8,82  |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                | 13 | 0,07  |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                  | 89 | 0,06  |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 13 | 9,5   |
|     | Штучное время                                                                                                                       |    | 9,45  |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                        |    | 9,54  |
| 045 | Горизонтально-фрезерная                                                                                                             |    | 4,1   |
|     | 1. Основное время                                                                                                                   |    |       |
|     | 22.Вспомогательное время:                                                                                                           |    |       |
|     | Время, связанное операцией                                                                                                          | 6  |       |
|     | - время на установку и снятия детали                                                                                                | 33 | 4     |
|     | - время, связанное с переходом                                                                                                      | 34 | 2,1   |
|     | - время на измерения                                                                                                                | 87 | 0,24  |
|     | Коэффициент вспомогательного времени                                                                                                |    | 1     |
|     | Суммарное вспомогательное время                                                                                                     |    | 6,34  |
|     | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                | 34 | 0,14  |
|     | Время на отдых и личные надобности                                                                                                  | 89 | 0,16  |
|     | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 34 | 9,5   |
|     | Штучное время                                                                                                                       |    | 11,44 |
|     | Штучно-калькуляционное время                                                                                                        |    | 12,63 |
| 050 | Радиально-сверлильная                                                                                                               |    | 0,31  |
|     | 1. Основное время                                                                                                                   |    |       |

#### Продолжение таблицы18

| 1 | 2                                                                                                                                   | 3  | 4     |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|
|   | 22.Вспомогательное время:                                                                                                           |    |       |
|   | Время, связанное операцией                                                                                                          | 6  | 2,3   |
|   | - время на установку и снятия детали                                                                                                | 27 | 0,26  |
|   | - время, связанное с переходом                                                                                                      | 87 | 0,18  |
|   | - время на измерения                                                                                                                |    | 1     |
|   | Коэффициент вспомогательного времени                                                                                                |    | 2,74  |
|   | Суммарное вспомогательное время                                                                                                     |    |       |
|   | Время на обслуживание рабочего места                                                                                                | 27 | 0,012 |
|   | Время на отдых и личные надобности                                                                                                  | 89 | 0,012 |
|   | 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. | 27 | 18    |
|   | Штучное время                                                                                                                       |    | 4,05  |
|   | Штучно-калькуляционное время                                                                                                        |    | 6,3   |

Нормирование операций механической обработки производится после расчета режимов резания по общемашиностроительным нормативам [18] по

аналогичным формулам. Допускается изложить методику нормирования, привести примеры нормирования не однотипных операций технологического процесса, а остальные нормы свести в таблицу 19. Здесь же назначают разряды работ по операциям.

Таблица 19 – Ведомость загрузки оборудования

| № | Наименование и модель оборудования | Количество, шт. |          | $K_3$      |   |
|---|------------------------------------|-----------------|----------|------------|---|
|   |                                    | расчетное       | принятое |            |   |
| 1 | МК6058                             | 0,0077          | 1        | 0,0077     |   |
| 2 | 2К52                               | 0,0055          | 1        | 0,0055     |   |
| 3 | РТ65                               | 0,0082          | 1        | 0,0082     |   |
| 4 | 16К20Ф3                            | 0,0032          | 1        | 0,0032     |   |
| 5 | W100B CNC                          | 0,0025          | 1        | 0,0025     |   |
| 6 | 6Т83Г                              | 0,0033          | 1        | 0,0033     |   |
| 7 | Итого                              | 0,0304          | 6        | $K_{з.ср}$ | 1 |

#### 4.6.2. Расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки

При расчете потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки сначала определяют расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей

$$C_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d} \text{ шт.}, \quad (21)$$

$$C_p = \frac{(3,98 + 3,41 + 22,01) \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0077 \text{ мин, для станка МК 6058}$$

$$C_p = \frac{(6,13 + 7,73 + 6,3) \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0055 \text{ мин, для станка 2К52}$$

$$C_p = \frac{(18,48 + 12,84) \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0082 \text{ мин, для станка РТ-65}$$

$$C_p = \frac{12,27 \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0032 \text{ мин, для станка 16К20Ф3}$$

$$C_p = \frac{9,54 \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0025 \text{ мин, для станка W100B CNC}$$

$$C_p = \frac{12,63 \cdot 32}{60 \cdot 2050} = 0,0033 \text{ мин, для станка 6Т83Г}$$

Полученное значение необходимо округлить до ближайшего большего целого числа  $C_n$ .

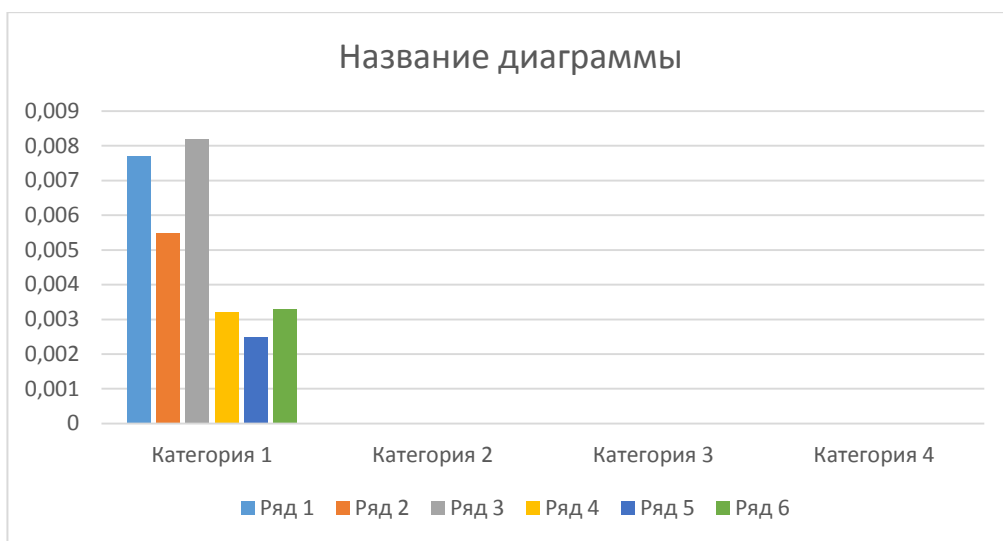


Рисунок 13 График загрузки оборудования

### 1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт.-к.i}}{60 \cdot F_{ДР} \cdot K_M}, \quad (22)$$

$K_M$  – коэффициент многостаночного обслуживания, для среднесерийного производства  $K_M = 1,1$ .

$$P = \frac{8000 \cdot 103,23}{60 \cdot 1860 \cdot 1,1} = 6,7.$$

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Ведомость численности персонала

| Наименование профессий            | Количество работающих |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Производственные рабочие          | 7                     |
| Вспомогательные рабочие           | 2                     |
| Инженерно – технические работники | 1                     |
| Служащие                          | 1                     |
| Младший обслуживающий персонал    | 1                     |
| Итого работающих                  | 12                    |