Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Вологодский государственный университет»**

Институт математики, естественных и компьютерных наук   
Кафедра автоматизации и вычислительной техники

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**«ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Дисциплина: «Робототехнические ситсемы»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| \_\_\_\_\_09.03.01\_\_\_\_\_\_\_ код направления подготовки/ специальности | \_\_43.10\_\_\_ код выпускающей кафедры | \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_\_ регистрационный номер по журналу | \_\_\_\_\_1\_\_\_\_\_ код формы  обучения | \_\_\_2022\_\_\_ год |

|  |  |
| --- | --- |
| Руководитель | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ доц. Сергушичева А.П.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  *(уч. степень, звание, должность, Ф.И.О)* |
| Выполнил (а) студент | \_\_\_\_\_\_\_Пчелкина Ольга Станиславовна\_\_\_\_\_\_\_\_  *(Ф.И.О)* |
| Группа, курс | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4Б09 ВМ-41, 4 курс\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Дата сдачи | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| Дата защиты  Оценка по защите | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  *(подпись преподавателя)* |

Вологда  
2022 г.

Содержание

[ВВЕДЕНИЕ 3](#_Toc120836091)

[ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 4](#_Toc120836092)

[1. Анализ подготовленности изделия к автоматизированному производству. 5](#_Toc120836093)

[2. Выбор заготовки. 6](#_Toc120836094)

[2.1. Заготовка прокатом 6](#_Toc120836095)

[2.2. Заготовка штамповкой 7](#_Toc120836096)

[3. Технология обработки детали и выбор станков. 8](#_Toc120836097)

[4. Выбор вспомогательного оборудования. 11](#_Toc120836098)

[5. Компоновка РТК. 14](#_Toc120836099)

[5.1. Ориентирующее устройство. 14](#_Toc120836100)

[5.2. Компоновка РТК. 14](#_Toc120836101)

[5.3. Циклограмма. 15](#_Toc120836102)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ. 17](#_Toc120836103)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. 18](#_Toc120836104)

ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами промышленности являются более полное удовлетворение потребностей народного хозяйства высококачественной продукцией, обеспечение технического перевооружения и интенсификации производства во всех областях.

Любое изделие должно изготовляться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства.

На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования на изготовление. Поэтому оборудование для создания детали должно быть самым тщательным образом проанализировано.

В данной работе мы рассмотрим затраты на производство детали, выберем оптимальный вариант технологии изготовления, а также подберем необходимое оборудование для создание данной детали.

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

В рамках курсовой работы для заданной в соответствии с вариантом детали следует выбрать следующее оборудование:

1. Ориентирующее устройство для ориентации заготовки;

2. Технологическое оборудование (станки) для получения указанной детали из заготовки;

3. Режущий инструмент;

4. Средства транспортирования детали по позициям обработки;

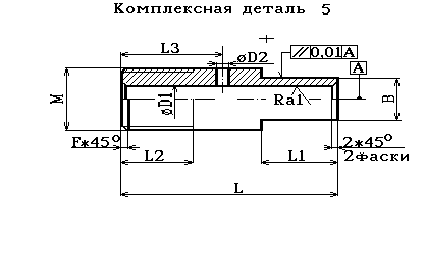
5. Средства контроля детали.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комплексная деталь 5 | | | | | | | | | | | | |
| Обозначение | L | L1 | L2 | L3 | D1 | D2 | M | B | F | Ra1 | |
| Размерность | мм | | | | | | | | | | мкм | |
| Вариант 4 | 200 | 100 | 50 | 72 | 20 | 8 | M56 | 40 | 5 | 0,8 | |

# 1. Анализ подготовленности изделия к автоматизированному производству.

Начертим эскиз (Приложение А) детали №5 согласно данным и размерам предоставленным в таблице 1.

В результате анализа детали были получены следующие данные (в баллах):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ступень 1: | 2000000 | – металлическая, асимметрия центра тяжести; |
| Ступень 2: | 000000 | – несцепляемая; |
| Ступень 3: | 10000 | – ферромагнитная, стержневая; |
| Ступень 4: | 2000 | – прямая, круглая; |
| Ступень 5: | 200 | – одна ось вращения; |
| Ступень 6: | 90 | – ступенчатая с несимметричной формой концов, центральное отверстие глухое; |
| Ступень 7: | 5 | – отверстие на образующей поперечное, сквозное; |

Таким образом, запишем кодовый номер 2012265, сумма цифр кодового номера, образует сумму баллов равную 21, что позволяет отнести изготовление деталей к третье категории сложности автоматизации – высокая сложность автоматизации. Требуется тщательный анализ детали по отдельным параметрам элементов конструкции с учётом сложности технологического процесса и создания средств автоматизации и с обоснованием экономической целесообразности проектно – конструкторских работ.

# 2. Выбор заготовки.

2.1. Заготовка прокатом

Выберем вид проката и профиль для заготовки. Сортовой: круглый горячекатаный повышенной и нормальной точности (ГОСТ 2590-71)

Деталь имеет наибольший диаметр 56 мм., следовательно возьмем диаметр заготовки 60 мм. Масса 1 кг профиля 22,195 кг. Рассчитаем массу заготовки. Разделим 1м профиля на заготовки длинной 200мм, получим 5 деталей. Масса заготовки 22,195 / 5 = 4,439.

Стоимость заготовки из проката определяется по формуле:

Sзаг.п = М + Соз,

М = QS – (Q-q)\*Sотх

Sзаг.п = (4,439 \* 0,16 – (4,439 - 2,3) \* 0,111) + (16,29 \* 0,0114) = 0,84

Sотх - затраты на материал заготовки

Соз - технологическая себестоимость операций заготовительных (правки, калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки),

Соз = Спз\* Тшк,

Спз - приведенные затраты на рабочем месте 0,2715 р/мин (16,29 р/час)

Тшк - штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции

Q - масса заготовки 4,439 кг

S -цена материала заготовки 0,16 р

q - масса готовой детали 2,3 кг

Sотх - цена отходов 0,025 р

Тшк= 0,19 D2 \*10-3 мин = 0,684 мин = 0,0114 час

D -диаметр отрезаемой заготовки 60 мм

2.2. Заготовка штамповкой

Стоимость заготовок, получаемых литьем и штамповкойопределяется по формуле:

Sзаг.ш = Сi\*kтkсkвkмkп – (Q-q)\*Sотх,

S = 1,3\*1\*0,75\*1\*1\*1 - (3,483-2,3) \* 0,025 = 0,96

Сi– базовая стоимость заготовок; 1,3 р

kт – коэффициент точности; 1

kс– коэффициент группы сложности; 0,75

kв– коэффициент веса (массы); 1

kм – коэффициент марки материала; 1

kп – коэффициент объема производства. 1

Таким образом, исходя из расчетов наиболее выгодно использовать прокат (0,84) в изготавлении детали, так как его стоимость меньше стоимости штамповки (0,96).

# 3. Технология обработки детали и выбор станков.

Базирование детали на токарном станке осуществляется в центрах и зажатием в патроне. При необходимости перевернуть деталь базирование остается тем же, изменяется лишь часть, которая зажимается патроном.

Технология получения детали:

* Черновая обточка за один проход
* Сверление центрального отверстия
* Чистовая подрезка торца
* Черновое и чистовое обтачивание фасонным резцом

Токарный станок

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание перехода | D, мм | L, мм | t, мм | i | Tосн, мин | Tвсп, мин |
| I | Установить и за­крепить заготовку | - | - | - | - | - | 0,5 |
| 1 | Обточить пов-ть 2 | 60 | 103 | 10 | 2 | 2,1 | 0,27 |
| 2 | Подрезать пов-ть 3 | 60 | 2 | 10 | 1 | 0,1 | 0,013 |
| 3 | Фаска 1 | 24 | 2 | 2 | 1 | 0,01 | 0,013 |
| 4 | Центральное отверстие | 22 | 198 | - | 1 | 2,27 | 0,3 |
| II | Переустановить заготовку | - | - | - | - | - | - |
| 4 | Обточить пов-ть 1 | 60 | 103 | 2 | 1 | 1,05 | 0,14 |
| 5 | Фаска 2 | 60 | 5 | 5 | 2 | 0,14 | 0,02 |
| III | Снять заготовку | - | - | - | - | - | 0,3 |
| 6к | Контроль | - | - | - | - | - | 1,45 |
| Итог | | | | | | 5,67 | 3,01 |

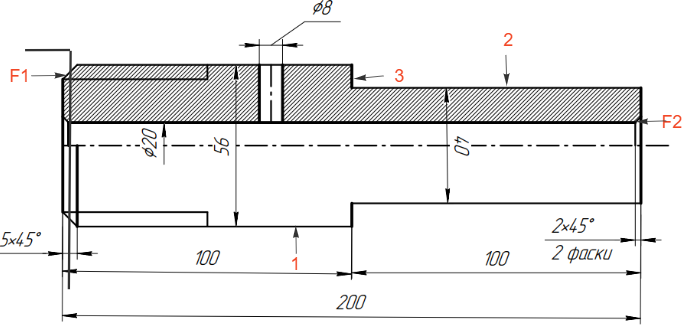
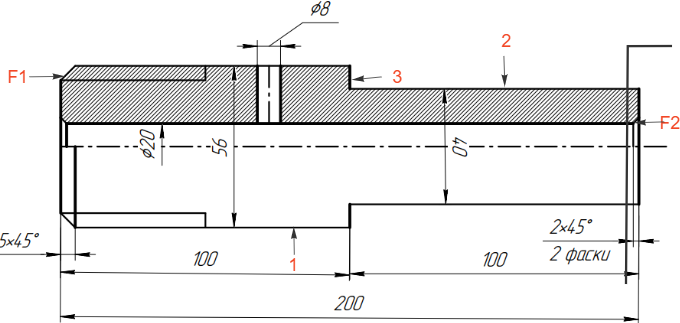
 

Рисунок – 1 Рисунок – 2

Затем деталь закрепляется на фрезировачном станке. Установка на фрезировочном станке проводится базированием по 6 точкаь.

Выполняются следующие действия:

* Сверление бокового отверстия.

Фрезировачный станок:

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Содержание перехода | D, мм | L, мм | t, мм | i | Tосн, мин | Tвсп, мин |
| I | Установить и за­крепить заготовку | - | - | - | - | - | 0,5 |
| 2 | Боковое отверстие | 10 | 18 | - | 1 | 0,094 | 0,03 |
| II | Снять заготовку | - | - | - | - | - | 0,3 |
| 3к | Контроль | - | - | - | - | - | 1,45 |
| Итог | | | | | | 0,094 | 1,98 |

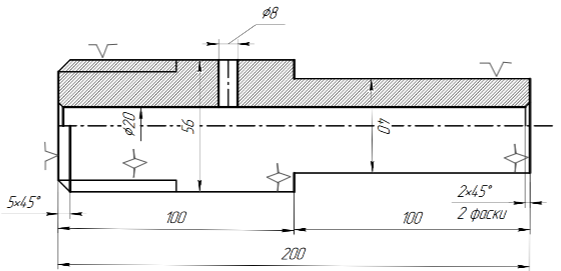


Рисунок – 3

Выбор станков производим по каталогам, справочникам или прейскурантам на станки с учетом характера оборудования, габаритных размеров заготовки и содержания операции. Выбираем хорошо зарекомендовавший себя токарно-винторезный станок модели 16Б16Ф3 (габариты 3065 х 2395 х 1860 мм) и фрезерный станок с ЧПУ BEAVERMILL (габариты 1305х1855х1950 мм). Выбор станков подтверждаем сравнением соответствующих параметров (табл. 3)

Таблица 3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметры заготовки | | Параметры станка | |
| Наименование | Величина | Наименование | Величина |
| Наибольший диаметр | 60 мм | Наибольший наружный диаметр изделия, обрабатываемый над суппортом | 80 мм |
| Длина | 200 мм | Расстояние между центрами | 1000 мм |
| Диаметр отверстия | 8 мм | Максимальный диаметр сверления | 25 мм |
| Необходимая длина рабочей поверхности стола | 72 мм | Рабочая зона x/y/z | 500×350×400 мм |

# 4. Выбор вспомогательного оборудования.

Для определения числа технологического оборудования, встраиваемого в комплекс, и синхронизации его работы рассчитывают время выполнения каждого инструментального перехода и время обработки на каждом станке. Количество основного оборудования, включаемого в автоматический комплекс, по отдельным группам операций (токарная, фрезерная и т.д.) можно определить исходя из среднего такта выпуска деталей на комплексе:

Т= Фо \* К / Nг = 4140 \* 60 \* 0,85/70000 = 3 мин.

Фо - при двусменной работе 4140ч.;

К =0,8 - 0,9 - коэффициент использования оборудования;

Nг - годовая программа выпуска деталей - 70000

Расчетное число оборудования определяется как отношение времени обработки детали на станке к среднему такту выпуска деталей:

Nст = Тшт / Т = 8,68 /3 = 2,89 = 3 – токарных станка

Nст = Тшт / Т = 2,074 /3 = 2,89 = 0,754 = 1 – фрезировачный станок

Число позиций контроля nпоз определяется по формуле (округляется до целого в большую сторону):

nпоз = tк kдет.к /(Фпоз \*60) = 2,5 \* 880 / 305\*60 = 1,

tк - суммарное время, необходимое для контроля одной деталеустановки, мин.; Фпоз - месячный фонд времени работы позиции, ч. (при работе в две смены Фпоз =305 ч);

kдет.к = 5833 / 6,63 = 880 - число деталеустановок, обрабатываемых на комплексе за месяц;

kдет – число деталеустановок, проходящих контроль за месяц;

n = 8 / (1,15 \* 1,05) = 6,63

n1 - число деталеустановок, через которые деталь выводится на контроль по требованию технолога;

k1, k2 - поправочные коэффициенты, учитывающие соответственно контроль первой деталеустановки, обработанной в начале смены, и вывод на контроль в связи с работой нового инструмента. Ориентировочно принимается k1 =1.15, k2 =1.05.

Исходя из расчетов нам необходимо три токарных станка, 1 фрезировачный, 1 позиция контролера.

Для межоперационного транспортирования выбираем промышленного робота «Универсал 5» исходя из массы заготовки (4,439 кг).

Таблица 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Технические характеристики | | Модель робота |
| Универсал 5 |
| Грузоподъемность, кг | | 5 |
| Число степеней подвижности | | 6 |
| Исполнение | | 1 |
| Число рук | | 1 |
| Привод | | Э |
| Система управления | | П |
| Число программи­руемых координат | | 4 |
| Способ программирования | | Обучение |
| Погрешность позиционирования, мм: | | ±1,0 |
| Наибольший вылет руки R, мм | | 1330 |
| Масса, кг: | | 650 |
| Линейные перемещения, мм  (Скорость, м/с) | z | 400 или 800 (0,3) |
| r | 700 (0, 9) |
| x | - |
| Угловые перемещения, град  (Угловая скорость, град /с) | ϕ | 330 (60) |
| α | 180 (180) |
| β | 180 (90) |
| Габаритные размеры, мм: | H | 1630 |
| L | 870 |
| B | 110 |

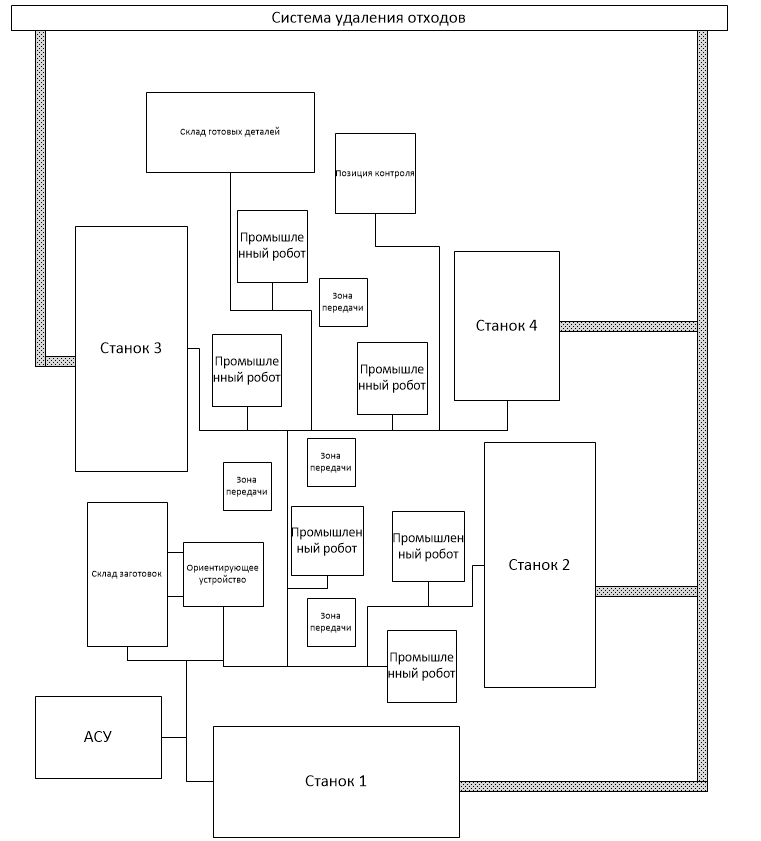


Рисунок 4 – Структурная схема.

# 5. Компоновка РТК.

## 5.1. Ориентирующее устройство.

Разработка ориентирующего устройства осуществляется на основе классификатора типоразмера деталей, в котором указаны технические характеристики загружаемых деталей с указанием допустимых деформаций конструкции, задиров, царапин и других возможных дефектов. Задаются условия загрузки деталей в устройство и выдачи их после ориентации. Так как длина детали значительно больше диаметра, то для ориентации детали подойдет бункерное загрузочно-ориентирующее устройство, изображенное на рисунке 5.

Своеобразие работы бункера заключается в том, что почти все известные рабочие механизмы загружаются сырьем или полуфабрикатами в строго определенном положении; в бункер же детали засыпаются навалом и занимают в нем произвольные положения. Цель бункера – выбрать из навала по одной детали и придать ей первичную ориентацию.

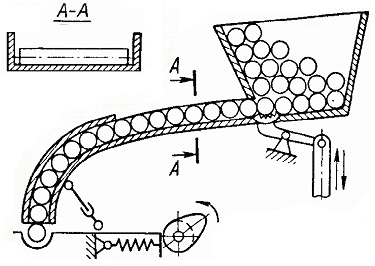
****

Рисунок 5 – Бункерное ориентирующие устройство.

## 5.2. Компоновка РТК.

Изображаем рабочие зоны выбранного нами ранее робота.

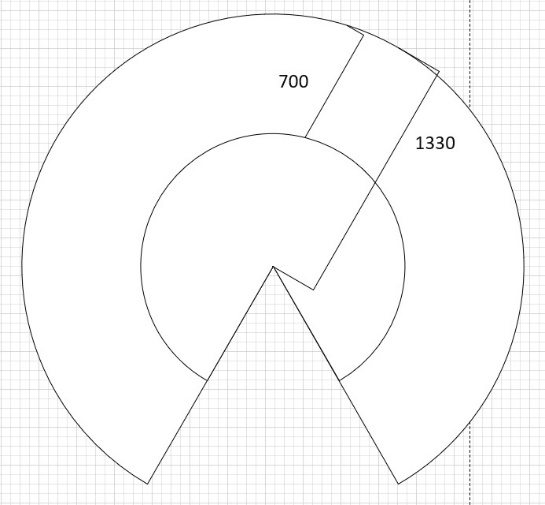
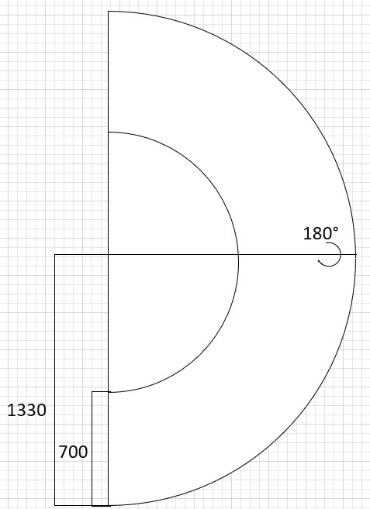
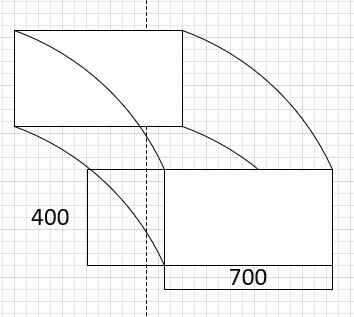
  

Рисунок – 6 Рисунок – 7 Рисунок – 8

Рисунок – 6 – Вид сверху. Рисунок – 7 – Вид сбоку. Рисунок – 8 – Линейные перемещения.

Компоновка комплекса для обработки детали в масштае находится в приложении Б. 8,7 2,1

5.3. Циклограмма.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Механизмы | Время, с | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | 20 | | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | | 70 | |  |
| Робот |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Станок 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Станок 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Станок 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Станок 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

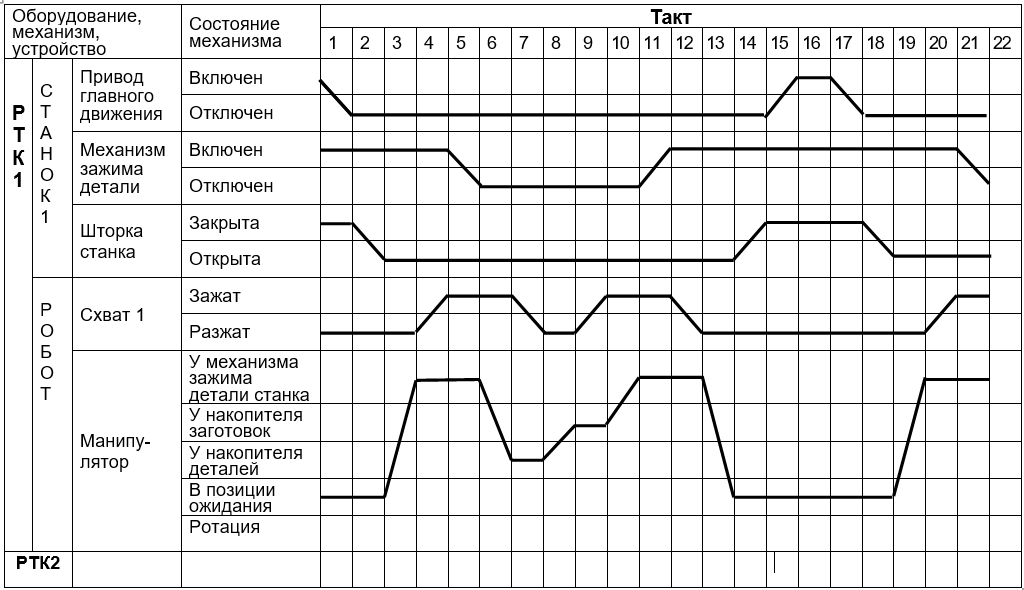


Рисунок – 9 Циклограмма последовательности работы механизмов и узлов автоматической линии.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В ходе курсовой работы для заданной в соответствии с вариантом детали было выбрано следующее оборудование:

1. Бункерное ориентирующее устройство;

2. Токарно-винторезный станок модели 16Б16Ф3 и фрезерный станок с ЧПУ BEAVERMILL;

4. Средство транспортирования детали по позициям обработки – промышленный робот «Универсал – 5»;

Расчитана стоимость детали для изготавления прокатом, количество необходимого оборудования, составлены структурная схема и схема компоновки, так же циклограммы работы устройств.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф.Горбацевич, В.А Шкред. – Минск.: Вышэйшая школа, 1983.-256 с.

2. Сергушичева, А.П. Устройства автоматики и вычислительная техника в производственных системах: учебное пособие: В 2-х частях /А.П. Сергушичева. - Вологда: ВоГТУ, 2007. – Ч.1-110 с.; Ч.2-104 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х томах / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. –Т.1.-656 с.; Т.2.-696 с.

4. Гибкие производственные комплексы / под ред. П.Н. Белянина, В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984. –384 с.

5. Кузнецов, М.М. Автоматизация производственных процессов / М.М.Кузнецов, Л.И.Волчкевич, Ю.П.Замчалов; под ред. Г.А. Шаумяна. – М.: Высш. шк., 1978. –431 с.

6. Гибкое автоматическое производство / В.О. Азбель, В.А. Егоров, А.Ю. Звоницкий и др.; под ред. С.А. Майорова, Г.В. Орловского. - СПб.: Машиностроение, 1985.-454 с.

7. Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении. Альбом схем и чертежей: учеб. пособие для ВТУЗов / Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др.; под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1989. –192 с.

8. Козырев, Ю.Г. Промышленные роботы: справочник./ Ю.Г.Козырев. – М.: Машиностроение, 1983. –376 с.