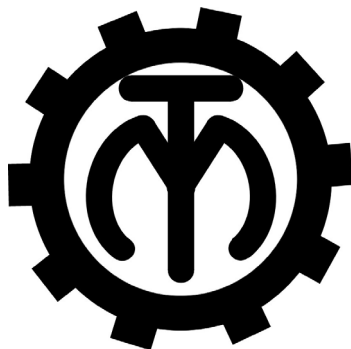


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология машиностроения»

МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-36 07 02 «Производство изделий на основе
трехмерных технологий»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2024

УДК 681.5
ББК 32.965
М55

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения» «27» декабря 2023 г.,
протокол № 7

Составитель Е. Ю. Демиденко

Рецензент канд. техн. наук В. А. Попковский

Методические рекомендации к лабораторным работам предназначены для студентов специальности 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» очной и заочной форм обучения. Изложены методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и теоретические положения в области наладки и программирования мехатронных систем.

Учебное издание

МЕХАТРОНИКА И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Ответственный за выпуск	В. М. Шеменков
Корректор	А. Т. Червинская
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ.....	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Stack magazine station.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Conveyor station.....	11
3 Лабораторная работа № 3. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Handling station.....	17
4 Лабораторная работа № 4. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Compact Trainer I4.0.....	21
Список литературы.....	31

Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ

Общие требования безопасности

К работе в лаборатории допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по мерам безопасности, ознакомленные с правилами безопасного поведения в лаборатории, о чем делается соответствующая запись в специальном журнале (бланке) и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья. При работе в лаборатории обучающиеся должны соблюдать правила безопасного поведения, меры безопасности, порядок проведения работ, правила личной гигиены, расписание учебных занятий и установленные режимы труда и отдыха.

Требования безопасности перед началом работы

1 Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы, а также безопасные приемы ее выполнения.

2 Перед каждым включением оборудования предварительно убедиться, что его пуск безопасен. Включать оборудование без разрешения преподавателя (лаборанта, инженера) категорически запрещается.

Требования безопасности во время работы

1 Точно выполнять все указания преподавателя (лаборанта, инженера).

2 Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрических цепей, к корпусам стационарного электрооборудования.

3 Запрещается во время работы оборудования снимать ограждения и предохранительные устройства, а также держать их открытыми.

4 Во время работы запрещается касаться руками нагретых, вращающихся и перемещающихся частей, вводить руки в зону движения.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1 При возникновении аварийной ситуации необходимо сохранять спокойствие, четко выполнять указания преподавателя (инженера, лаборанта) и при необходимости эвакуироваться из помещения.

Требования безопасности по окончании работы

1 Привести в порядок рабочее место.

2 Обо всех недостатках, обнаруженных во время работы в лаборатории, сообщить преподавателю (лаборанту, инженеру).

1 Лабораторная работа № 1. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Stack magazine station

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов пневматической системы; разработка принципиальной схемы и сборка мехатронной системы Stack magazine station.

Задачи работы

1 Изучение функционального назначения и условного обозначения компонентов мехатронной системы Stack magazine station.

2 Разработка конструктивной и принципиальной схем мехатронной системы Stack magazine station.

3 Сборка мехатронной системы Stack magazine station.

1.1 Оборудование, инструменты и приборы

1 Мехатронная система – Stack magazine station.

2 Компрессорная станция.

3 Набор слесарного инструмента для сборки мехатронной системы.

1.2 Общие теоретические сведения

В *пневматические цилиндры одностороннего действия* воздух поступает только с одной стороны, где у них есть для этого вход. Они могут работать только в одном направлении.

В *пневматические цилиндры двустороннего действия* воздух попадает с двух сторон, т. е. они могут работать в двух направлениях. Сила, действующая на поршень, перемещает его вперед, в то время как сила, действующая непосредственно на поршень со стороны штока, обеспечивает его возвратное движение.

Дроссель с обратным клапаном устанавливается в непосредственной близости от цилиндра и используется для регулирования скорости поршня со штоком. На корпусе клапана направление потока указывается стрелкой (рисунок 1.1).

Пневматические распределители регулируют направление движения сжатого воздуха. Направление потока обозначается стрелкой. Запуск может быть произведен вручную, механически, пневматически или электрически. В автоматизированных системах обычно используются распределители с электромагнитным управлением, которые создают связь между пневматическим и электрическим управлением. Они переключаются

посредством выходных сигналов из системы управления и перекрывают или открывают соединительные линии в силовой части пневмопривода. Назначение распределителей с электромагнитным приводом:

- подключение или прекращение подачи сжатого воздуха;
- втягивание и выдвигание приводов цилиндра.

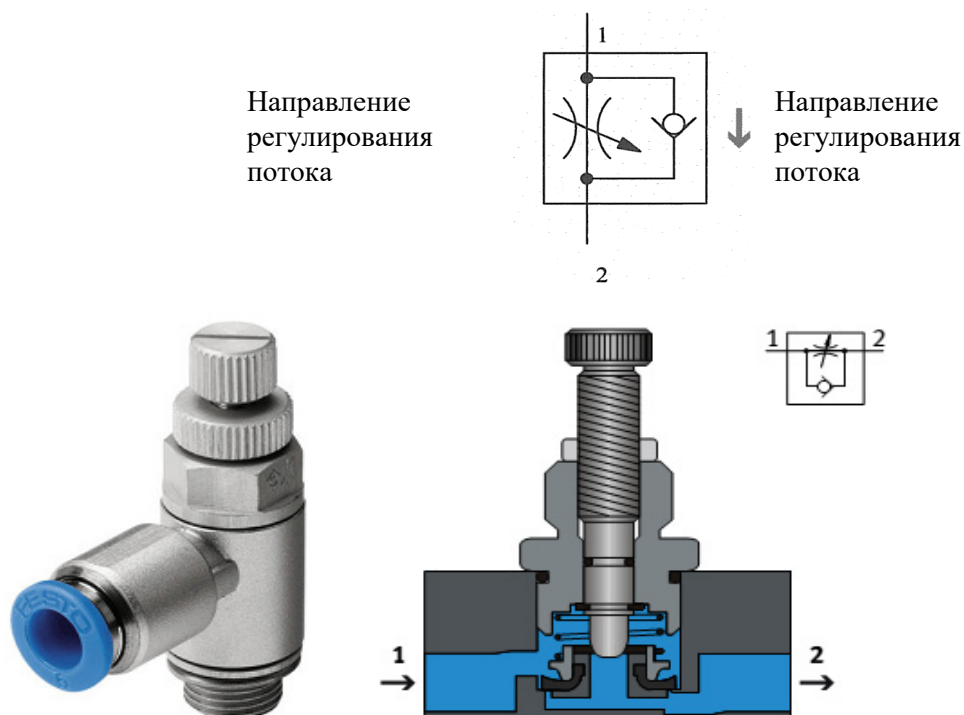
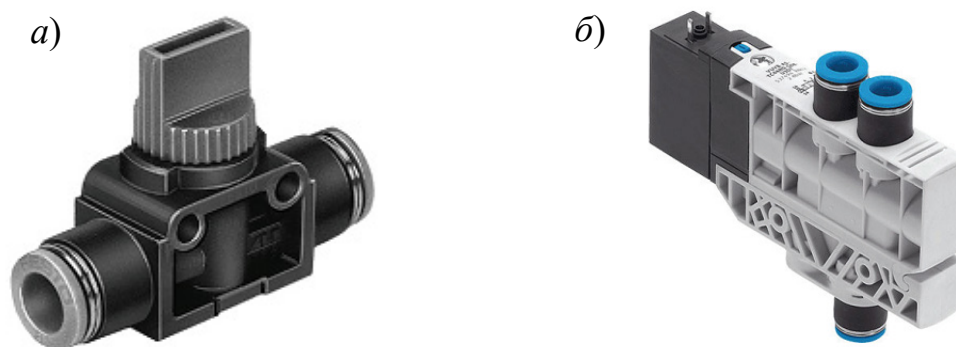


Рисунок 1.1 – Изображение, вид в разрезе и принципиальная схема дросселя с обратным клапаном

На рисунке 1.2 показаны два вида распределителей.



а – 3/2-распределитель с ручным приводом; *б* – 4/2-распределитель с электромагнитным и ручным управлением

Рисунок 1.2 – Распределители пневматические

На рисунке 1.3 показан распределитель с электромагнитным приводом, управляющий перемещением цилиндра одностороннего действия и имеющий три канала и два переключаемых положения:

- когда электромагнит распределителя обесточивается, камера цилиндра разгружается от давления через распределитель, и шток поршня втягивается;
- когда на катушку подается ток, распределитель переключается и камера цилиндра заполняется жидкостью и шток выдвигается;
- когда ток перестает поступать на электромагнит, клапан снова переключается и камера цилиндра разгружается от давления и шток втягивается.

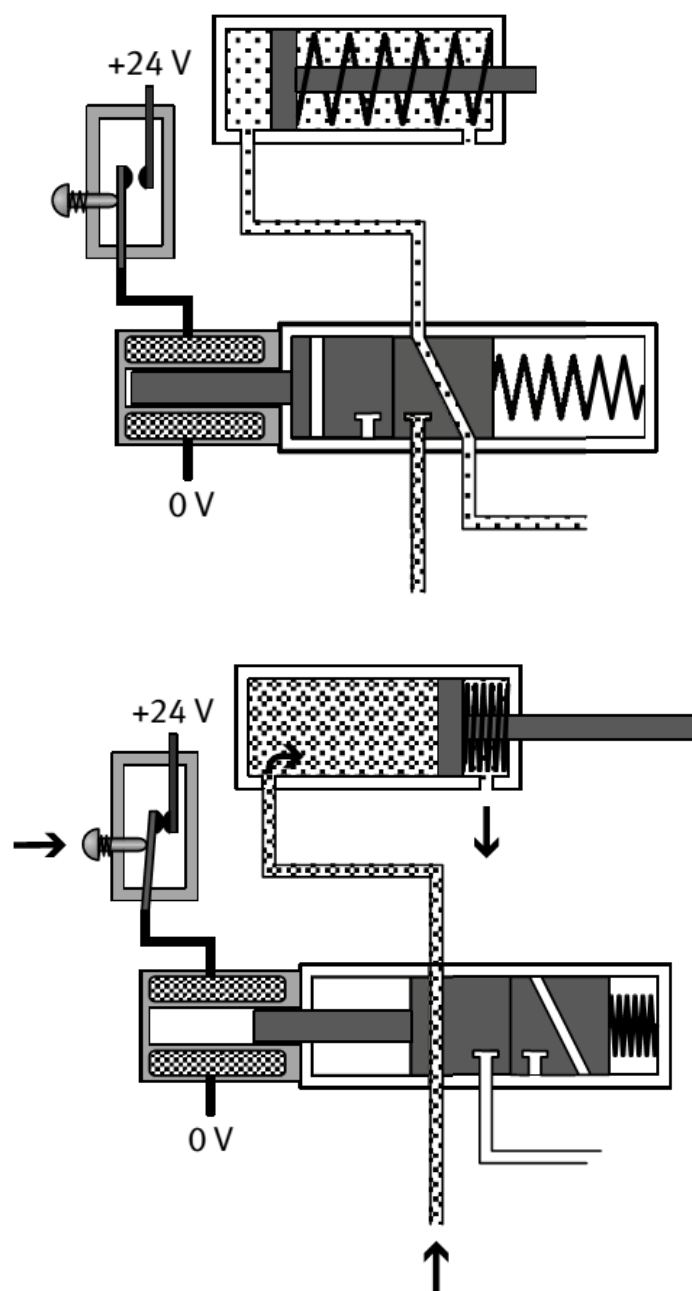


Рисунок 1.3 – Управление цилиндром одностороннего действия с помощью электромагнитных распределителей

На рисунке 1.4 изображен цилиндр двустороннего действия, который приводится в действие распределителем с пятью каналами и двумя переключаемыми положениями:

- когда электромагнит обесточивается, левая камера цилиндра разгружается от давления, а правая заполняется жидкостью и шток втягивается;
- когда ток подается на электромагнит, клапан переключается. Левая камера цилиндра заполняется жидкостью, а правая разгружается от давления и шток выдвигается;
- когда ток перестает поступать на катушку, клапан переключается и шток втягивается.

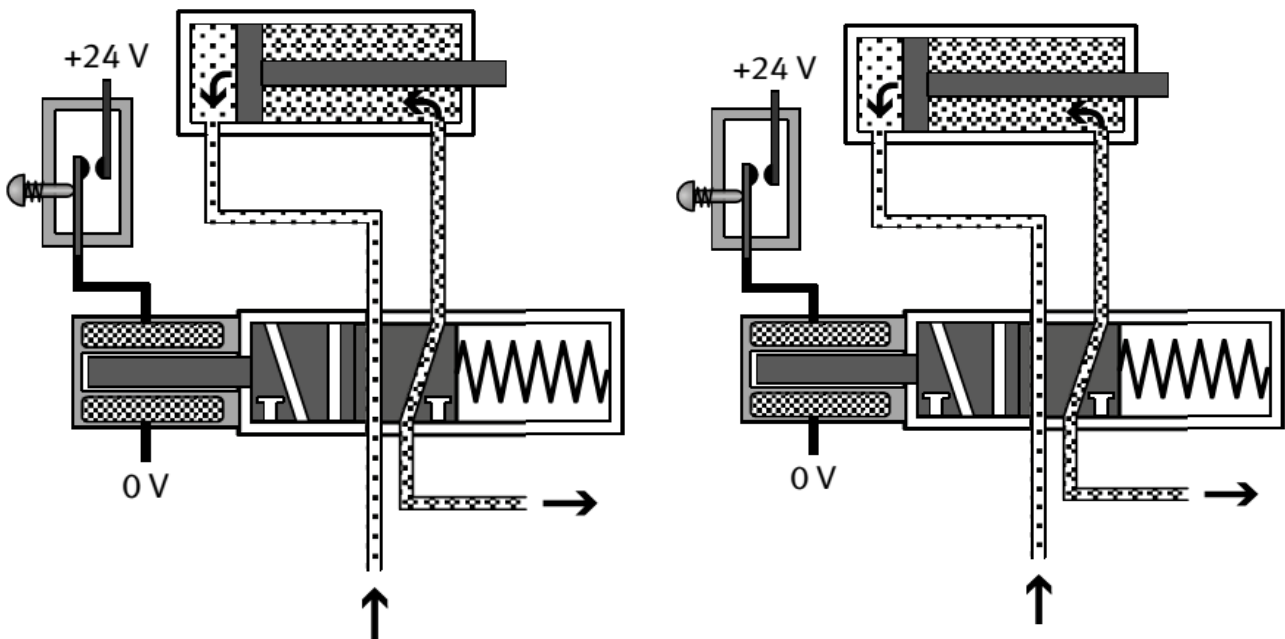


Рисунок 1.4 – Управление цилиндром двустороннего действия с помощью электромагнитных распределителей

1.3 Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта (инженера) или преподавателя методические материалы и комплект компонентов мехатронной системы.

2 Изучить инструкции по охране труда и выполнению работы.

3 По методическим рекомендациям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов мехатронной системы.

4 Составить конструктивную схему мехатронной системы.

5 Составить пневматическую принципиальную схему мехатронной системы, включающую:

- вертикально расположенный пневматический цилиндр одностороннего действия, который питается воздухом от распределителя с электромагнитным управлением, приводится в действие через персональный

компьютер (ПК) и должен быть использован для запрессовки изделий. Цилиндр должен выдвинуться при нажатии кнопки и оставаться в выдвинутом положении до тех пор, пока кнопка не будет отпущена. Из соображений безопасности важным условием является то, что цилиндр должен вернуться в исходное положение в случае нарушения электропитания;

– горизонтально расположенный пневматический цилиндр двустороннего действия, который питается воздухом от распределителя с электромагнитным управлением, приводится в действие через ПК и должен быть использован для выталкивания деталей;

– магнитные бесконтактные датчики положения, которые определяют положение поршня цилиндра.

1.4 Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Основанием мехатронной системы является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 1.5): дроссель с обратным клапаном 1; цилиндр одностороннего действия 2; платформа для складирования 3; распределительная коробка с многоштырьковой вилкой 4; 4/2-распределитель с двумя электромагнитами 5; 4/2-распределитель с одним электромагнитом 6; цилиндр двустороннего действия 7; магнитный бесконтактный датчик положения 8; 3/2-распределитель с ручным управлением 9; кабельный канал 10; накопитель 11.

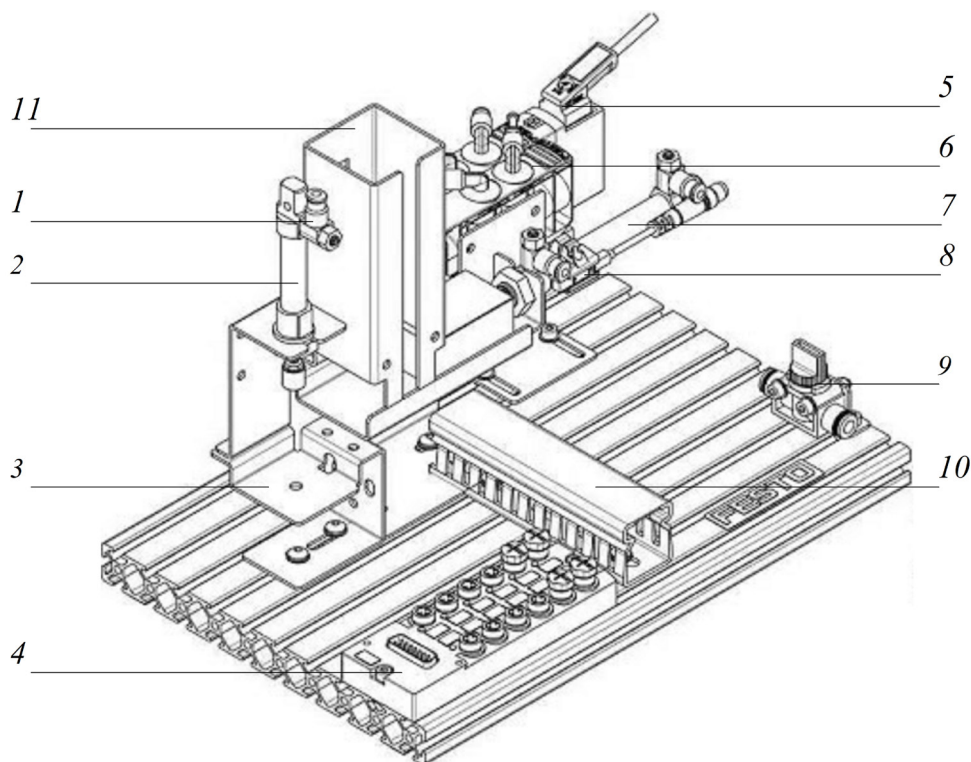


Рисунок 1.5 – Внешний вид мехатронной системы

Схематическое изображение мехатронной системы представлено на рисунке 1.6.

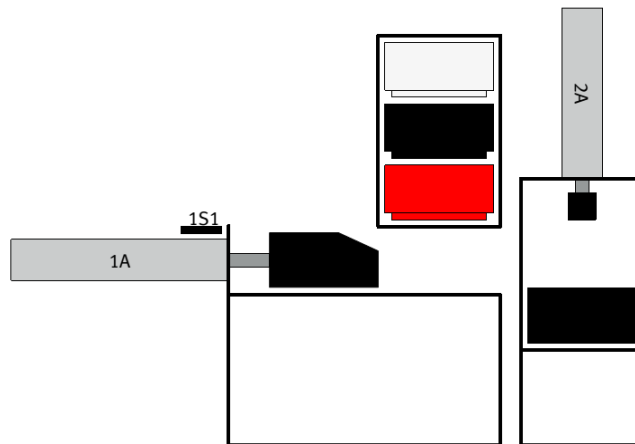


Рисунок 1.6 – Схематическое изображение мехатронной системы

Система (см. рисунок 1.5) предназначена для запрессовки крышек, складываемых в накопителе 11, во втулку, устанавливаемую на платформу 3. При включении станции цилиндр (1А) двустороннего действия 7 выталкивает крышку из накопителя 11, а цилиндр (2А) одностороннего действия 2 запрессовывает ее во втулку. Регулировка скорости цилиндров осуществляется дросселями с обратным клапаном 1. Срабатывание цилиндра 2 происходит по сигналу датчика (1S1) 8, установленного на корпусе цилиндра 7. Распределители 5 и 6 приводят в действие цилиндры посредством сжатого воздуха, подаваемого по трубопроводу от компрессора.

1.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Конструктивная схема системы.
- 3 Принципиальная схема системы.
- 4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные компоненты мехатронной системы Stack magazine station.
- 2 Какие функции может выполнять мехатронная система Stack magazine station?
- 3 Какие типы приводов применены в мехатронной системе Stack magazine station?

2 Лабораторная работа № 2. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Conveyor station

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов мехатронной системы Conveyor station.

Задачи работы

1 Изучение функционального назначения и условного обозначения компонентов мехатронной системы Conveyor station.

2 Разработка конструктивной и принципиальной схем мехатронной системы Conveyor station.

3 Сборка мехатронной системы Conveyor station.

2.1 Оборудование, инструменты и приборы

1 Мехатронная система – Conveyor station.

2 Набор слесарного инструмента для сборки мехатронной системы.

2.2 Общие теоретические сведения

Электродвигатель – это электрическая машина, в которой энергия электромагнитного поля превращается во вращательное или поступательное движение. Двигатель постоянного тока начинает вращаться при подаче энергии. Направление вращения зависит от полярности. На рисунке 2.1 изображен простейший способ пуска двигателя разомкнутым контактом (двигатель выключен) и замкнутым (двигатель включен).

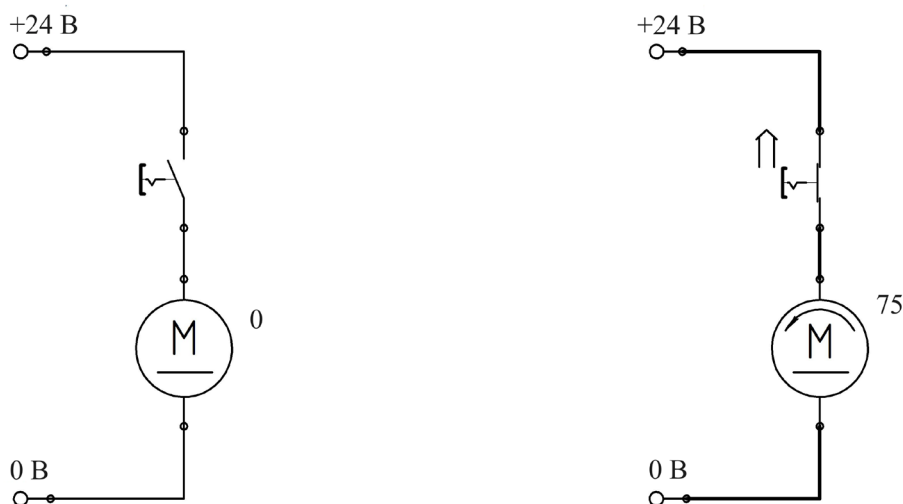


Рисунок 2.1 – Пуск двигателя постоянного тока

Так как электродвигателям необходимы сравнительно большие токи, пуск происходит с помощью реле, чтобы не перегружать выключатели. На рисунке 2.2 изображена соответствующая принципиальная схема.

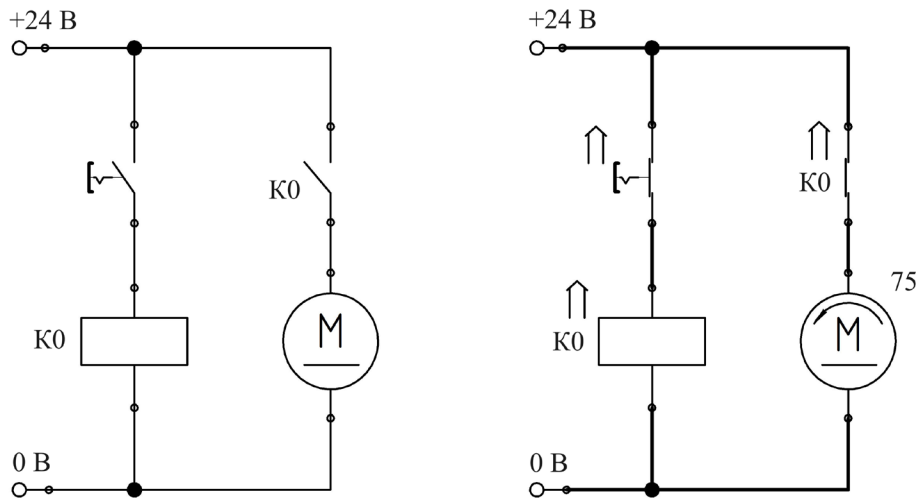


Рисунок 2.2 – Пуск двигателя постоянного тока с помощью реле

Чтобы изменить направление вращения двигателя, направление тока должно быть изменено двигателем. Так как невозможно или нецелесообразно постоянно изменять проводку двигателя, для смены направления вращения используют так называемый контур смены полюсов (рисунок 2.3).

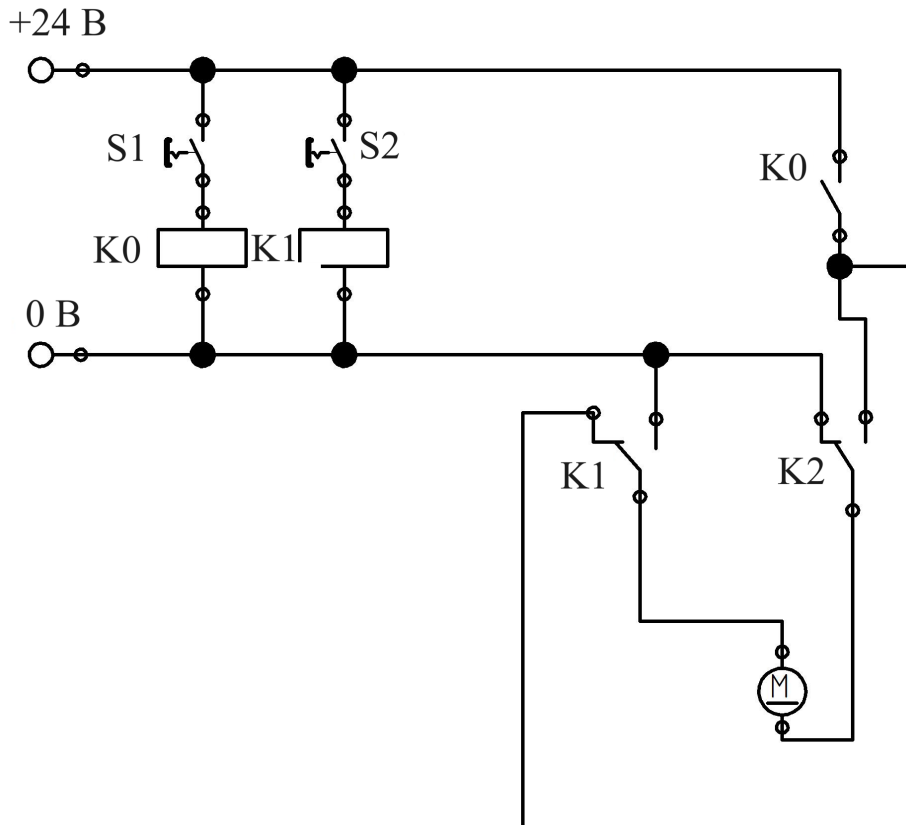


Рисунок 2.3 – Контур смены полюсов

В данном случае двигатель запускается с помощью двух реле. Реле К0 включает или выключает ток, а переключающее реле К1 изменяет полярность тока так, чтобы двигатель работал в прямом и обратном направлениях.

Электромагнит является электрическим приводным механизмом, подходящим для выполнения простейших задач по регулировке положения. На рисунке 2.4 изображен принцип работы электромагнита. Он состоит из катушки и металлического сердечника. Когда ток течет через катушку, возникают магнитное поле и сила притяжения, действующая на сердечник. Это приводит к тому, что сердечник втягивается в катушку. Когда ток отключается, пружина выталкивает сердечник из катушки. Смена направления течения тока вызывает изменение направления магнитного поля, однако это не влияет на силу притяжения, действующую на сердечник.

Реле – это электромагнитный переключатель, в котором управляющий контур отделяется от управляемого (рисунок 2.5).

Реле состоит из катушки 3 с железным сердечником 1, якоря 4, служащего исполнительным элементом, возвратной пружины 2 и переключающих контактов 6. Когда напряжение подается на катушку, создается электромагнитное поле. Это заставляет якорь притягиваться к сердечнику. Якорь действует на контакты реле, которые либо замкнуты, либо разомкнуты в зависимости от состояния. Если ток, протекающий через катушку, прерывается, пружина возвращает якорь в исходное положение.

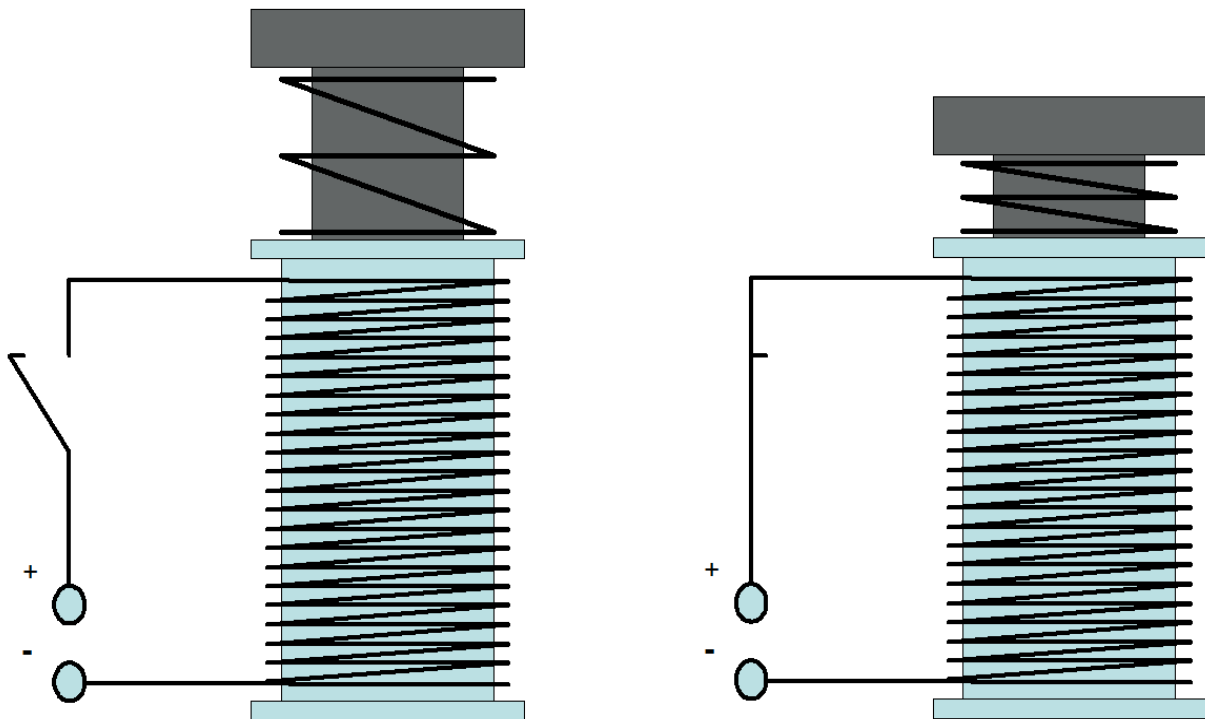


Рисунок 2.4 – Принцип работы электромагнита

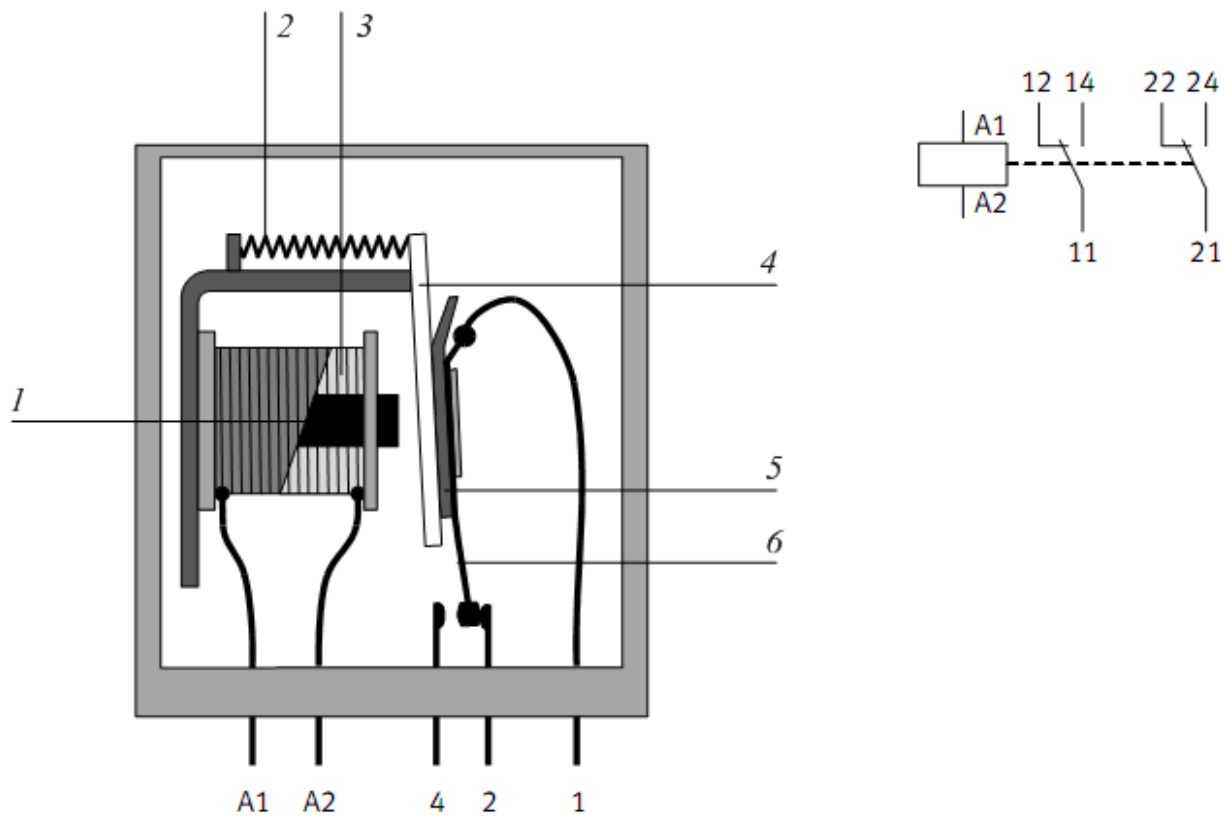


Рисунок 2.5 – Реле в разрезе и его условное обозначение

Индуктивные бесконтактные датчики состоят из резонансного контура, триггера и усилителя. При подаче напряжения на контакты резонансный контур вырабатывает магнитное переменное (высокочастотное) поле, которое излучается из передней части датчика.

Помещение электрического проводника в это переменное поле «ослабляет» резонансный контур. Далее по мере протекания тока электронный блок, состоящий из триггера и усилителя, оценивает характер резонансного контура и выдает сигнал.

Индуктивные бесконтактные датчики могут быть использованы для определения положения любых материалов с хорошей электрической проводимостью, например графита или металла.

2.3 Порядок выполнения работы

1 Получить у лаборанта (инженера) или преподавателя методические материалы и комплект компонентов мехатронной системы.

2 Изучить инструкции по охране труда и выполнению работы.

3 По методическим рекомендациям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов мехатронной системы.

4 Составить электрическую принципиальную и конструктивную схемы мехатронной системы.

2.4 Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Основанием мехатронной системы является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 2.6): оптический датчик 1; двигатель постоянного тока с редуктором 2; реле 3; распределительная коробка с мультиштырьковой вилкой 4; электромагнит 5; индуктивный датчик 6; наклонный лоток 7; кабельный канал 8.

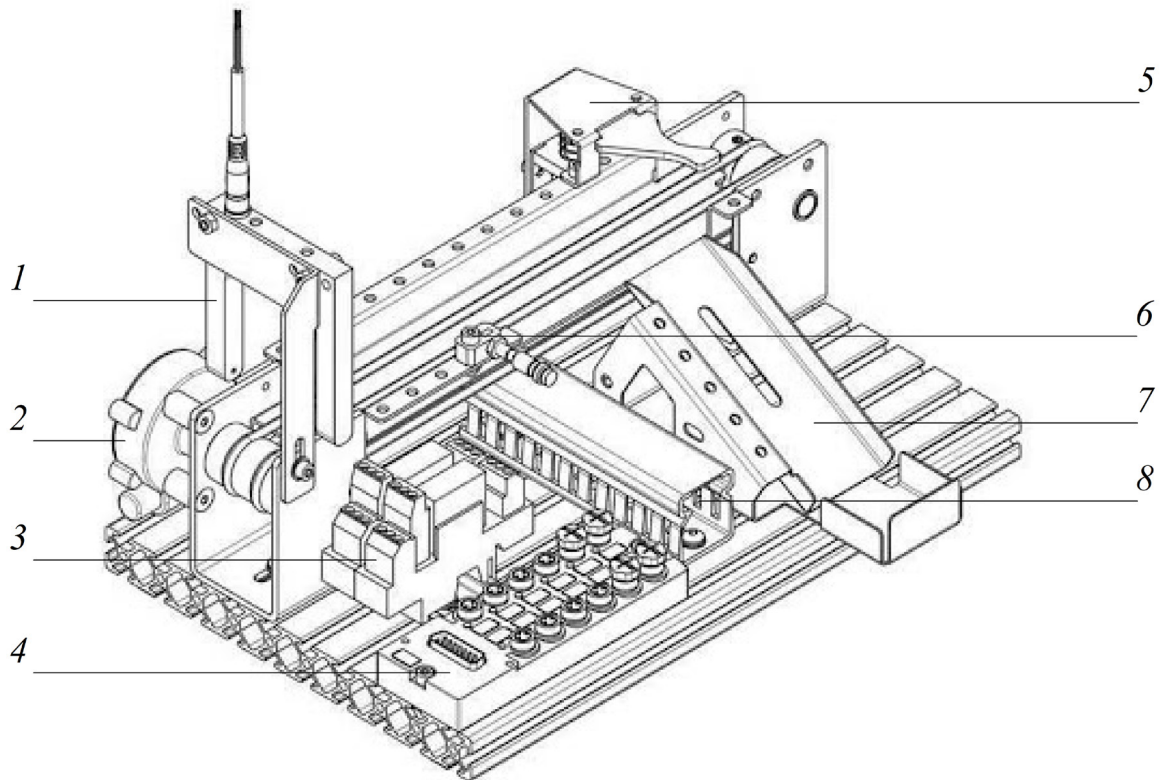


Рисунок 2.6 – Внешний вид мехатронной системы

Схематическое изображение мехатронной системы представлено на рисунке 2.7.

Система предназначена для транспортировки деталей. Для экономии энергии конвейер не должен работать непрерывно. Поэтому конвейер должен включаться всякий раз, когда обрабатываемая деталь помещается в начале конвейера, и останавливаться, как только задача передачи детали будет завершена. Задача обнаружения обрабатываемой детали в начале конвейера решается с помощью оптического датчика (ОПТ) 1, дающего сигнал двигателю постоянного тока с редуктором (DC-Motor) 2 на включение. Управление двигателем постоянного тока осуществляет реле 3.

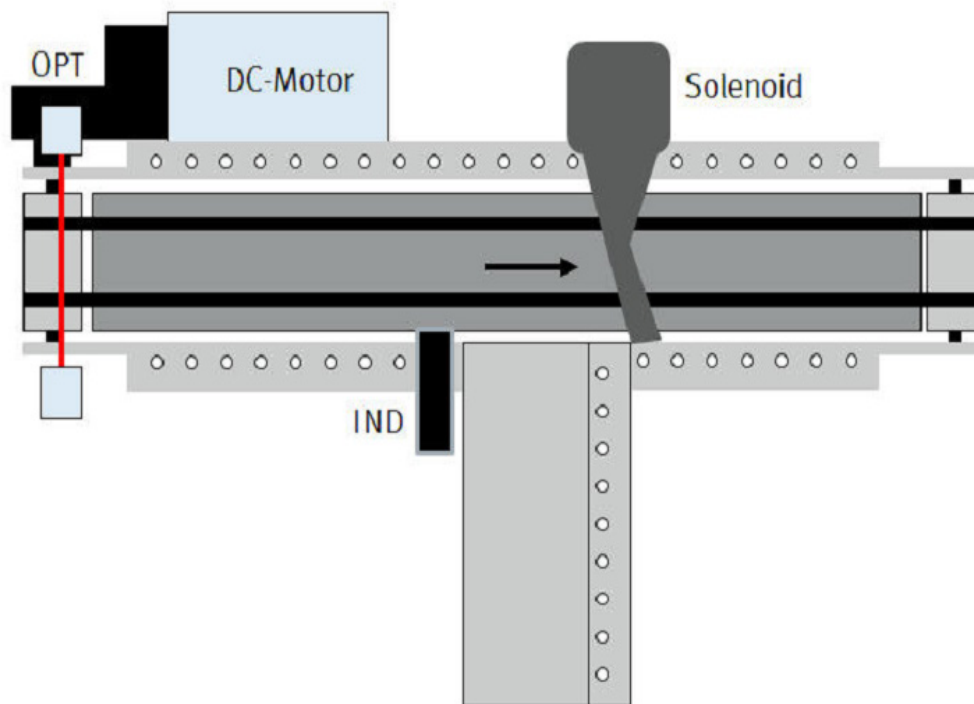


Рисунок 2.7 – Схематическое изображение мехатронной системы

Перемещаемые детали могут быть различного цвета (контейнеры и крышки черные и серебристые), однако до конца конвейера должны доходить только детали черного цвета. Серебристого цвета детали сбрасываются на наклонный лоток 7 отсекателем с электромагнитом (Solenoid) 5. Обнаружение металлических деталей серебристого цвета осуществляется посредством индуктивного датчика (IND) 6.

2.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Конструктивная схема системы.
- 3 Принципиальная схема системы.
- 4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные компоненты мехатронной системы Conveyor station.
- 2 Какие функции может выполнять мехатронная система Conveyor station?
- 3 Какие типы приводов применены в мехатронной системе Conveyor station?

3 Лабораторная работа № 3. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Handling station

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов пневматической системы; разработка принципиальной схемы и сборка мехатронной системы Handling station.

Задачи

1 Изучение функционального назначения и условного обозначения компонентов мехатронной системы Handling station.

2 Разработка конструктивной и принципиальной схем мехатронной системы Handling station.

3 Сборка мехатронной системы Handling station.

3.1 Оборудование, инструменты и приборы

1 Мехатронная система – Handling station.

2 Компрессорная станция.

3 Набор слесарного инструмента для сборки мехатронной системы.

3.2 Общие теоретические сведения

Датчик – конструктивно обособленное устройство, содержащее один или несколько первичных измерительных преобразователей. Датчик предназначен для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем. Устройства, содержащие первичные измерительные преобразователи и вырабатывающие сигнал в форме, доступной для непосредственного восприятия человеком, относятся к измерительным приборам или контрольным приборам (сигнализаторам).

Магнитные бесконтактные датчики (герконы) приводятся в действие магнитом. Они состоят из двух контактных пластинок в маленькой стеклянной трубке, заполненной инертным газом. Действие магнита вызывает замыкание пластинок так, чтобы мог протекать ток (рисунок 3.1)

Герконы долговечны и обладают высокой скоростью переключения (около 0,2 м/с). Они просты в обслуживании, но не могут использоваться в местах с сильным магнитным полем.

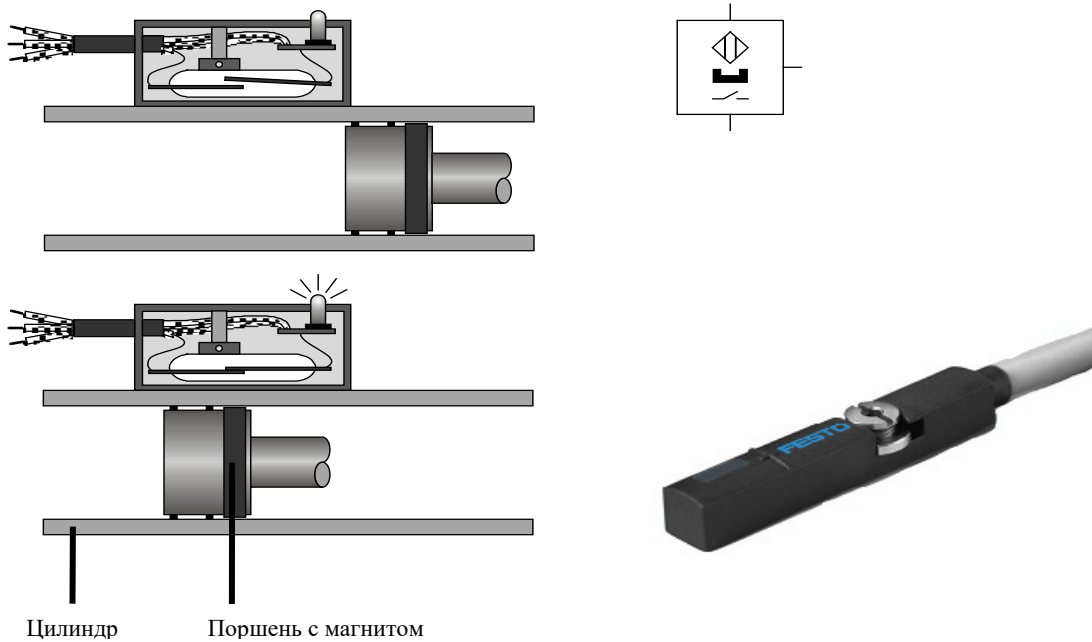


Рисунок 3.1 – Конструктивная схема, внешний вид и условное обозначение геркона

3.3 Порядок выполнения работы

- 1 Получить у лаборанта (инженера) или преподавателя методические материалы и комплект компонентов мехатронной системы.
- 2 Изучить инструкции по охране труда и выполнению работы.
- 3 По методическим рекомендациям и натурным образцам ознакомиться с конструкцией и функциональным назначением компонентов типовой пневматической системы.
- 4 Составить пневматическую принципиальную и конструктивную схемы мехатронной системы.

3.4 Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

Схематическое изображение мехатронной системы представлено на рисунке 3.2.

Основанием мехатронной системы является плоский алюминиевый профиль с пазами, на котором монтируются все компоненты. В состав функциональных элементов входят (рисунок 3.3): магнитный бесконтактный датчик 1; цилиндр двустороннего действия с направляющими 2; захват 3; платформа для складирования 4; распределительная коробка с многоштырьковой вилкой 5; дроссели с обратными клапанами 6; цилиндр двустороннего действия с направляющими 7; магнитный бесконтактный датчик положения 8; распределитель с электромагнитами 9; 3/2-распределитель с ручным управлением 10; кабельный канал 11.

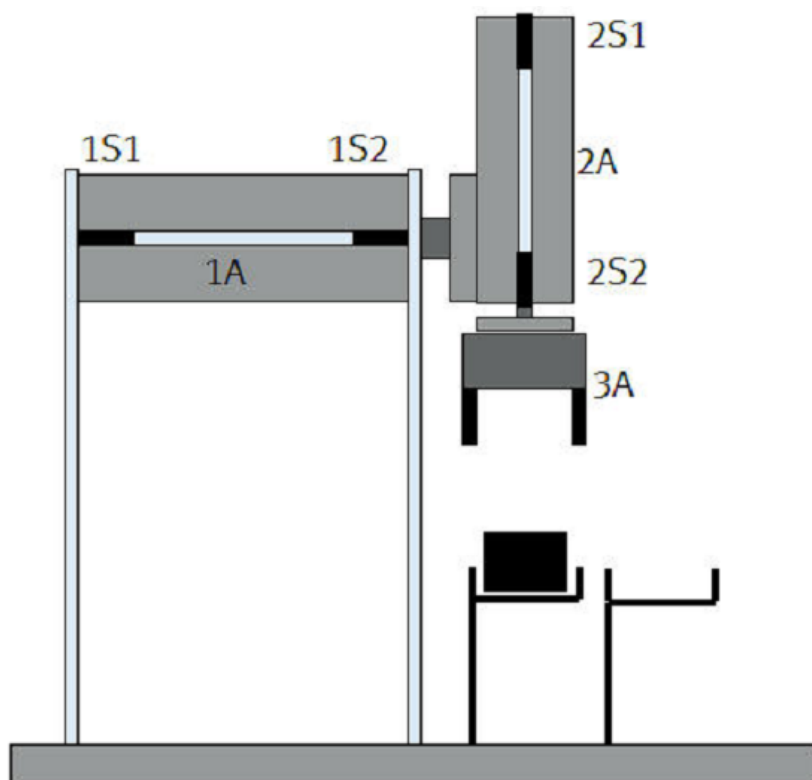


Рисунок 3.2 – Схематическое изображение мехатронной системы

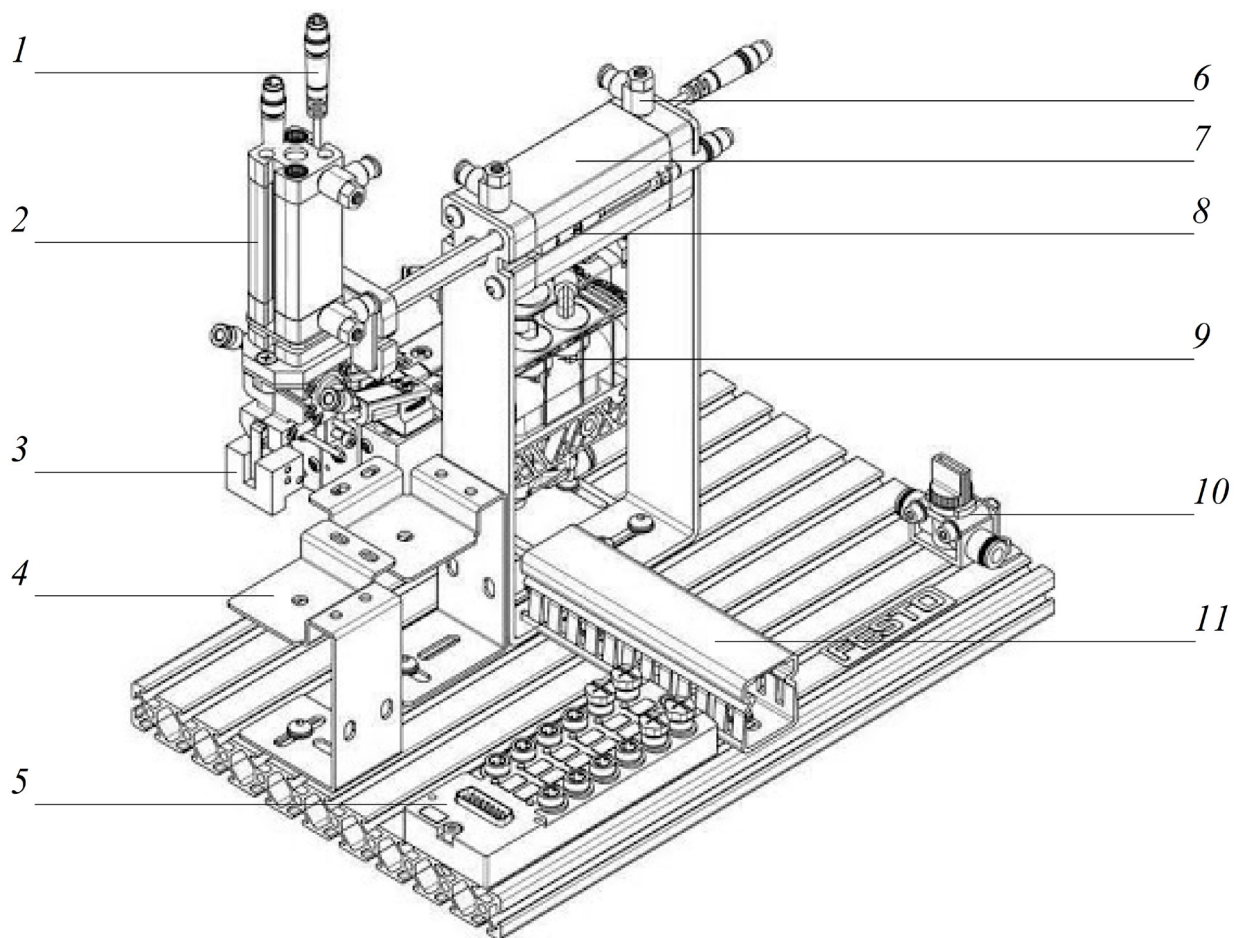


Рисунок 3.3 – Внешний вид мехатронной системы

Станция предназначена для перемещения детали с одной позиции платформы для складирования на другую ее позицию.

На платформу 4 помещается деталь, при включении станции манипулятора происходит выдвижение цилиндра двустороннего действия 2 вниз. Когда поршень цилиндра 2 со встроенным магнитом достигает положения 2S2 датчика 1, контакт в датчике замыкается и подается сигнал на включение пневмозахвата 3. Губки захвата 3 сжимаются, блокируя деталь, поршень цилиндра 2 втягивается вверх. При достижении поршнем положения датчика 2S1 дается сигнал на срабатывание цилиндра 7, который выдвигается по горизонтали. Деталь в поднятом состоянии перемещается на вторую позицию платформы. При достижении поршнем цилиндра 7 положения 1S2 датчика 8 дается сигнал на выдвижение цилиндра 2 вниз. Как только поршень цилиндра 2 сравняется с положением датчика 2S2, губки пневмозахвата разжимаются и деталь занимает свое положение на позиции 2 платформы 4. Цилиндр 2 втягивается, и по достижении поршнем положения датчика 2S1 происходит втягивание цилиндра 7. На этом цикл работы станции манипулятора закончен.

3.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Конструктивная схема системы.
- 3 Принципиальная схема системы.
- 4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные компоненты мехатронной системы Handling station.
- 2 Какие функции может выполнять мехатронная система Handling station?
- 3 Какие типы приводов применены в мехатронной системе Handling station?

4 Лабораторная работа № 4. Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Compact Trainer I4.0

Цель работы: изучение условных обозначений, названий, функционального назначения и области применения компонентов пневматической системы; разработка принципиальной схемы и сборка мехатронной системы Compact Trainer I4.0.

Задачи работы

1 Изучение функционального назначения компонентов мехатронной системы Compact Trainer I4.0.

2 Разработка конструктивной и принципиальной схем мехатронной системы Compact Trainer I4.0.

4.1 Оборудование, инструменты и приборы

1 Мехатронная система – Compact Trainer I4.0.

2 Компрессорная станция.

3 Набор слесарного инструмента для сборки мехатронной системы.

4.2 Описание конструкции и принципа работы лабораторной установки

В состав функциональных элементов мехатронной системы входят (рисунок 4.1): начало конвейера *1*, главный контроллер S71512SP F 1PN *2*, кнопка аварийного выключения *3*, порт сети RJ45 *4*, блок индикации и управления (человеко-машинный интерфейс) KTP400 *5*, считыватель RFID (конец конвейера) *6*, ваттметр постоянного тока (сзади) *7*, считыватель RFID (начало конвейера) *8*, сверлильный модуль с устройством ET200SP Profinet IO *9*, установочный модуль с устройством ET200SP Profinet IO *10*, модуль pick-by-light – станция ручных операций с мини-системой управления LOGO! *11*, одноплатный компьютер Raspberry Pi *12*, рабочее место с ручным управлением (лоток) *13*, сетевой коммутатор (вид сзади) *14*.

Порядок выполнения операций. Оператор запускает процесс производства опорных валиков со ступицей с подшипниками на блоке индикации и управления *5*. Заготовка, которая хранит свой план работы в цифровой памяти RFID-чипа, располагается в начале конвейера *1*. Считыватель RFID *8* сканирует данные задания и план работы из памяти RFID-чипа заготовки и передает их главному контроллеру *2*. Заготовка транспортируется к следующему этапу обработки. Операция сверления выполняется с помощью сверлильного модуля *9* в соответствии с количеством ходов сверления,

указанных в плане работ. В рабочем плане в памяти RFID-чипа указан требуемый тип ступицы с подшипниками. Заготовка транспортируется либо к автоматической сборке стальной ступицы с подшипниками в установочном модуле 10, либо к модулю станции ручных операций 11. Оператор вручную собирает ступицы с подшипниками из алюминия или полимера в соответствии с планом работы на этом рабочем месте. С помощью модуля pick-by-light оператору передается информация о правильных места сборки и хранения. Оператор снимает заготовку (опорный валик) со сборочного конвейера и помещает ее в указанное монтажное положение в лотке для заготовок 13. Оператору сообщается место отбора ступицы для конкретного задания. Во время окончательной сборки валика оператор вставляет ступицу с подшипниками в валик, кладет узел обратно на сборочный конвейер и подтверждает завершение операции. Готовый продукт транспортируется дальше. Цифровая память RFID-чипа обновляется данными обработки посредством операции записи RFID в конце конвейера 6, после чего заготовка выгружается.

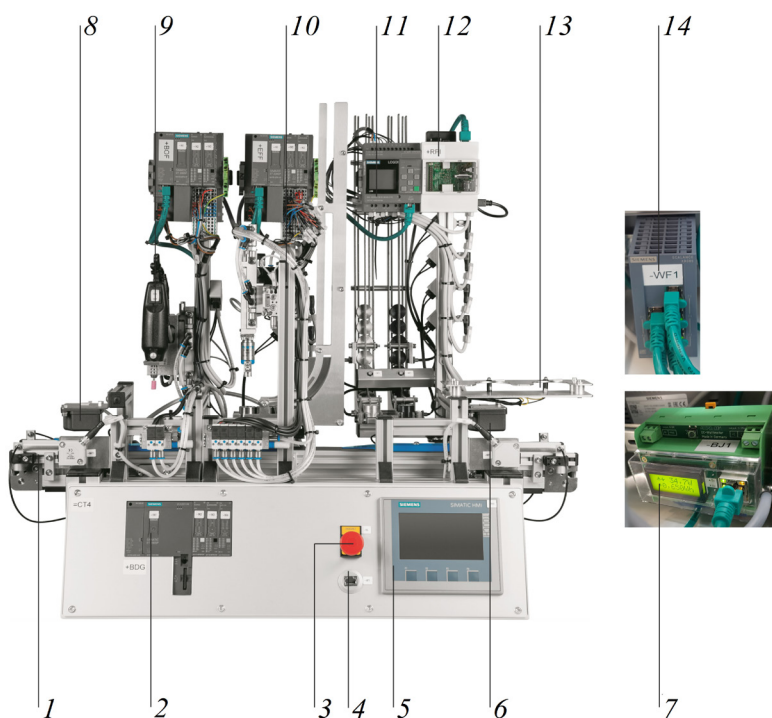


Рисунок 4.1 – Внешний вид мехатронной системы

SMART заготовка. Используемые заготовки оснащены цифровой памятью на основе носителя данных (RFID-чип), соответствующего стандарту ISO 15693. Эта память содержит полные производственные данные в виде табличного плана операций. Во время производственного процесса производственные данные, относящиеся к процессу, дополнительно сохраняются в памяти продукта. Это такие данные, как текущий этап производства, отметки времени начала и завершения производства, а также данные о качестве. После завершения процесса производства прослеживаемость становится возможной с помощью уникальных серийных

номеров. Таким образом, может быть реализовано штучное производство с размером партии в 1 штуку.

Транспортная система. Транспортная система используется для транспортировки заготовок. Наличие заготовок в начале и конце конвейера подтверждается оптоволоконными датчиками на пересечение луча. С помощью встроенного контроллера двигателя можно выбрать режим работы двигателя по часовой стрелке или против часовой стрелки (вперед/назад), а также низкоскоростной режим.

Конвейерная лента приводится в движение мотор-редуктором постоянного тока.

Грибовидный выключатель аварийного останова напрямую прерывает подачу питания на приводы и должен быть разблокирован после срабатывания.

Главный контроллер Simatic S7-1500 и блок индикации и управления КТР400 Basic устанавливаются на переднюю панель системы. Ваттметр постоянного тока для измерения мощности потребления электроэнергии расположен за передней панелью. На задней части установлен сетевой коммутатор.

Сверлильный модуль (рисунок 4.2). Модуль моделирует операцию сверления заготовки. Заготовки идентифицируются на конвейерной ленте с помощью оптического датчика. Сверлильный шпиндель перемещается вниз с помощью пневматических направляющих.

Скорость движения направляющих вниз и вверх можно плавно регулировать с помощью односторонних клапанов.

Если заготовка размещается транспортной системой под сверлильным модулем с помощью перегородки, и если оптоволоконный кабель на перегородке обнаруживает заготовку, конвейерная лента останавливается и запускается автоматический порядок выполнения работ. Направляющие перемещаются вниз, и моделируется операция сверления отверстия. Затем направляющие со шпинделем возвращаются в исходное положение.

Когда направляющие достигают исходного положения, конвейерная лента перезапускается, и заготовка покидает модуль.

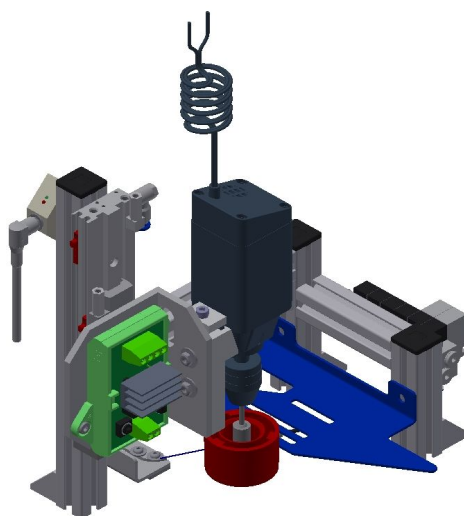


Рисунок 4.2 – Сверлильный модуль

Монтажный модуль (рисунок 4.3). Монтажный модуль устанавливает ступицы с подшипниками в заготовку (опорный валик). Заготовки продвигаются в точно определенное положение по автоматической линии с помощью перегородки и стопорного цилиндра. Оптический датчик идентифицирует заготовку. Автоматическая линия останавливается. После этого ступицу с подшипниками можно извлечь из накопительного магазина. Подъемное устройство с захватом (линейный портал) захватывает ступицы с подшипниками и устанавливает их в ожидающий валик. Когда процесс установки завершен и линейный портал вернулся в свое исходное положение, автоматическая линия запускается, стопорный цилиндр втягивается, и заготовка перемещается дальше.

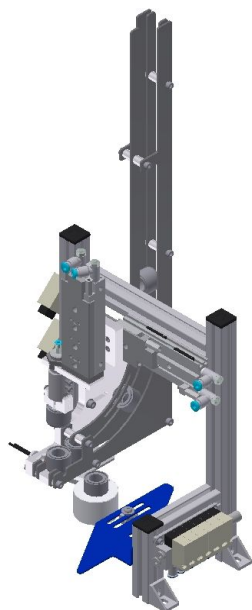


Рисунок 4.3 – Монтажный модуль

Модуль pick-by-light станции ручных операций (рисунок 4.4). Оператор вручную устанавливает ступицы с подшипниками в незавершенный опорный валик на модуле pick-by-light станции ручных операций. Заготовки продвигаются в определенное положение по автоматической линии с помощью перегородки. Оптический датчик идентифицирует заготовку (опорный валик). Автоматическая линия останавливается. Затем оператор снимает опорный валик с конвейерной ленты и помещает его в сборочный лоток.

Сборочный лоток имеет два места сборки. Требуемое место сборки в сборочном лотке отображается с помощью синего светодиода.

Накопительный магазин гравитационного типа для ступиц с подшипниками, предназначенный для соответствующего рабочего этапа, на модуле pick-by-light отображается с помощью светодиода. Оператор берет ступицы с подшипниками и устанавливает их в валик. Готовая сборка затем возвращается на предыдущее положение на конвейерной ленте. Заготовка идентифицируется оптическим датчиком, автоматическая линия запускается, и заготовка продвигается к считывателю RFID.

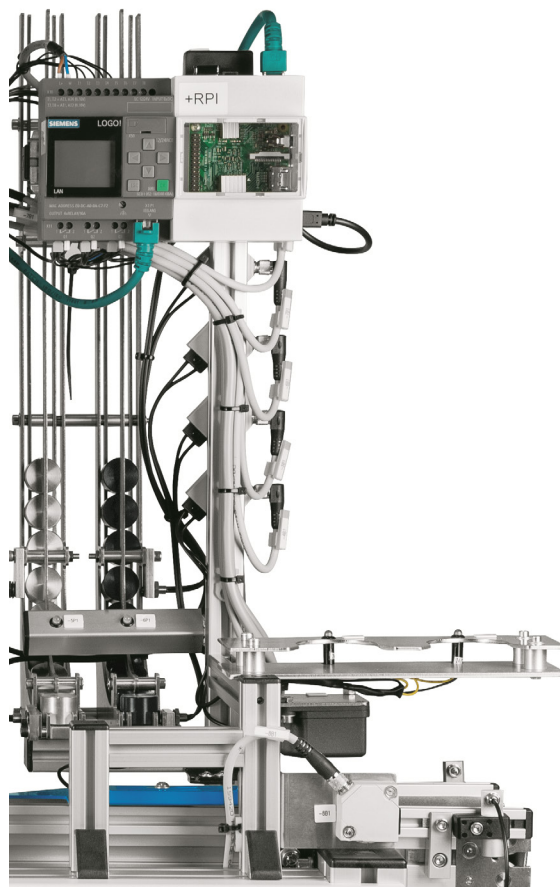


Рисунок 4.4 – Модуль pick-by-light станции ручных операций

Одноплатный компьютер Raspberry Pi (рисунок 4.5). Raspberry Pi – это одноплатный компьютер, который используется для архивирования и анализа данных о статусах контроллера Siemens LOGO! и их отображения через собственный веб-сервер.

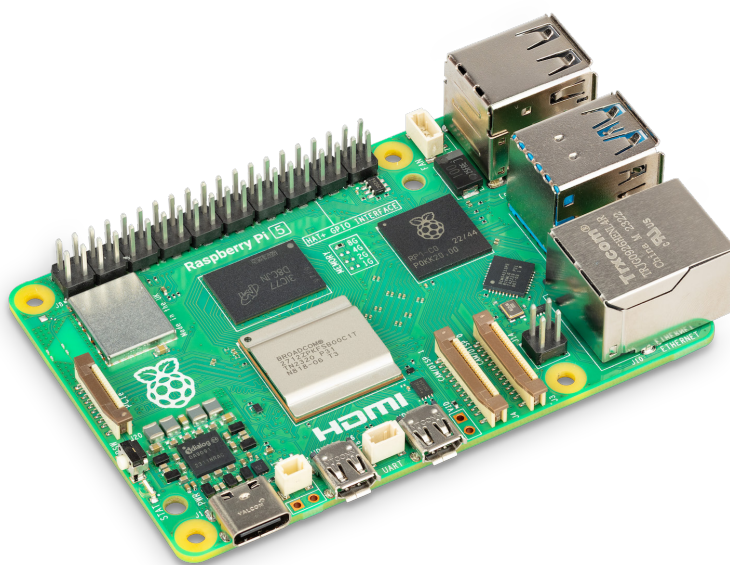


Рисунок 4.5 – Одноплатный компьютер Raspberry Pi

4.3 Порядок выполнения работы (демонстрационный режим)

Настройка производственной системы.

1 Проверить электропитание и подачу сжатого воздуха.

2 Накопительный магазин для монтажного модуля должен быть заполнен стальными ступицами с подшипниками (10 штук).

3 Не менее 7, но не более 10 ступиц алюминиевых подшипников должны быть загружены в левый накопительный магазин станции ручных операций и не менее 7, но не более 10 ступиц с подшипниками из полимера (черного цвета) должны быть загружены в правый накопительный магазин.

4 Начать процесс сброса. Процесс сброса выполняется после нажатия кнопки RESET (СБРОС).

Запуск демонстрационного режима выполнения работ.

1 Запустить порядок выполнения работ системы. Процесс запускается после нажатия кнопки «Demo» (Демонстрация).

2 Поместить заготовку на ленту в начале конвейера (между передатчиком и приемником светового барьера) (рисунок 4.6).

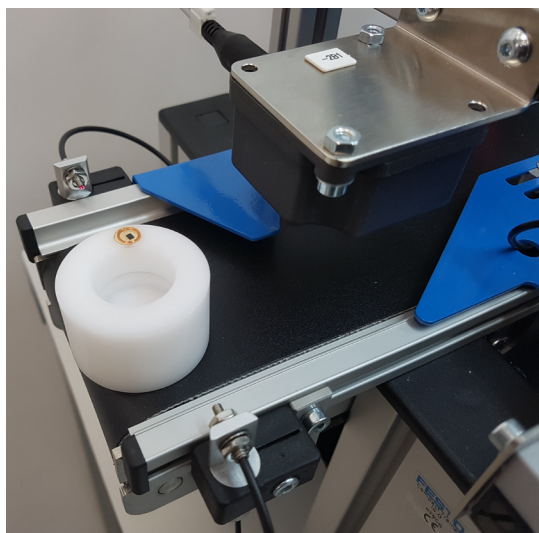


Рисунок 4.6 – Этап 2 (демонстрационный режим)

3 Заготовка транспортируется к RFID-считывателю в начале конвейера на малой скорости, а затем останавливается.

4 Затем незавершенный валик транспортируется к модулю сверления и останавливается там у светового барьера модуля. Процесс сверления выполняется один раз.

5 Когда обработка завершена, заготовка транспортируется в монтажный модуль и останавливается в определенном положении плоским стопорным цилиндром. Стальная ступица извлекается из места хранения монтажным модулем и точно вставляется в валик.

6 Заготовка останавливается на записывающем/считывающем устройстве RFID, и в его память записываются метки статуса и времени (рисунок 4.7).

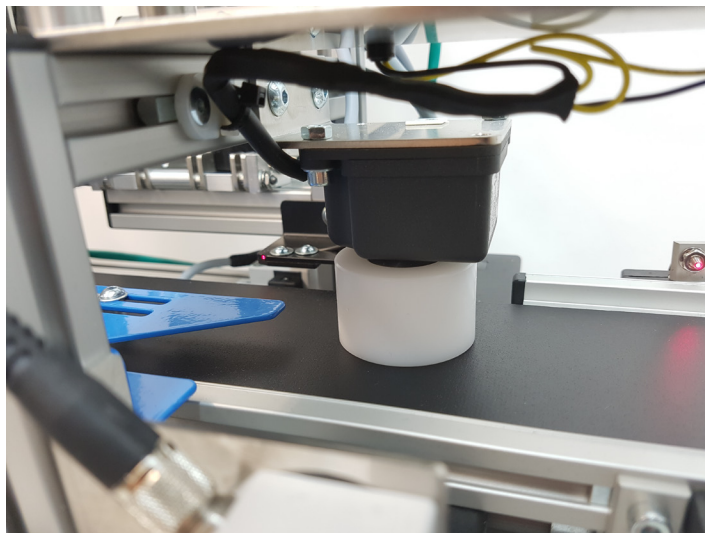


Рисунок 4.7 – Этап 6 (демонстрационный режим)

7 Готовый продукт транспортируется в конец конвейера до светового барьера, и конвейерная лента останавливается (рисунок 4.8).

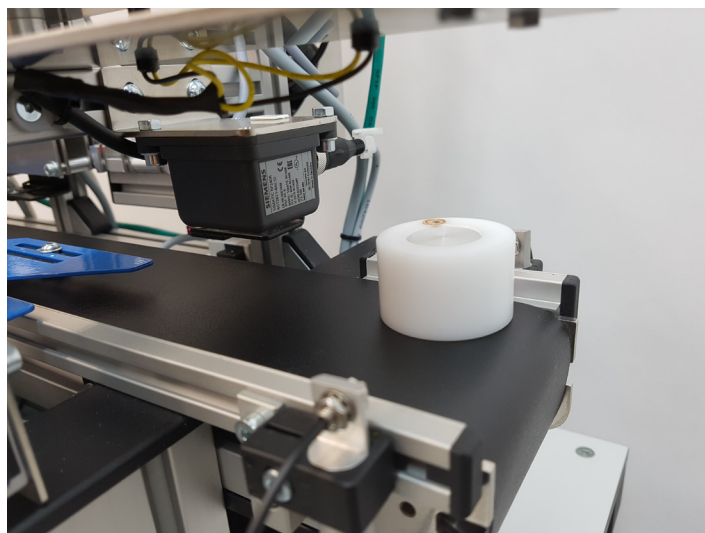


Рисунок 4.8 – Этап 7 (демонстрационный режим)

8 Если демонстрационный режим выполнения работ не прерывается, заготовка возвращается в начало конвейера через 7 с.

9 Заготовка снова останавливается в начале конвейера, и демонстрационный режим выполнения работ запускается снова через 7 с.

4.4 Порядок выполнения работы (автоматический режим)

1 Запустить порядок выполнения работ станции. Процесс запускается после нажатия кнопки AUTO (АВТО).

2 Поместить заготовку на ленту в начале конвейера (между передатчиком и приемником светового барьера) (рисунок 4.9).

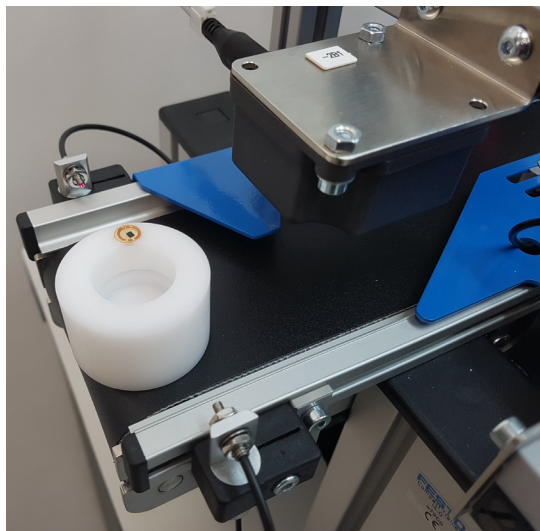


Рисунок 4.9 – Этап 2 (автоматический режим)

3 Заготовка транспортируется к RFID-считывателю в начале конвейера на малой скорости, а затем останавливается. Запись параметров производственного задания загружается из цифровой памяти RFID-чипа в память производственного задания.

4 Затем заготовка транспортируется к модулю сверления и останавливается там у светового барьера модуля.

5 После завершения обработки заготовка транспортируется в модуль станции ручных операций и останавливается там на световом барьере модуля (рисунок 4.10).

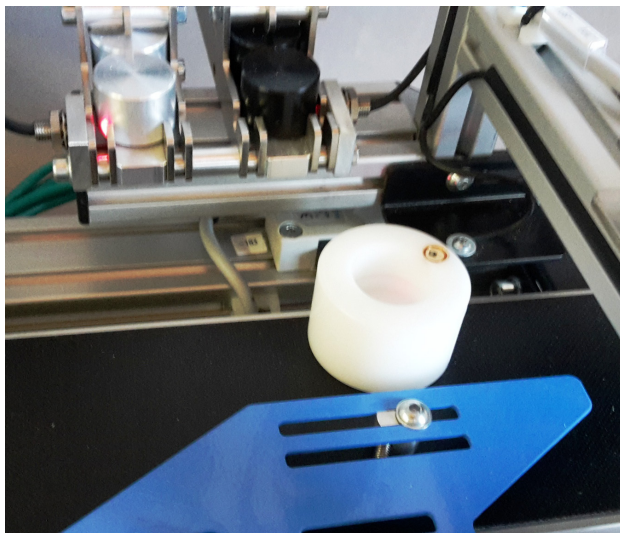


Рисунок 4.10 – Этап 5 (автоматический режим)

6 Снять заготовку с конвейера и поместить ее в указанное положение лотка на станции ручных операций (рисунок 4.11).

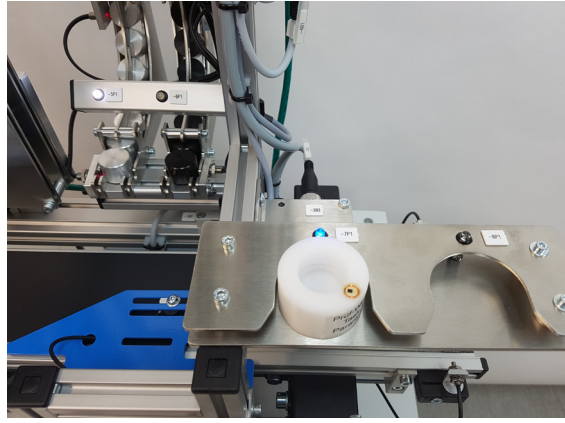


Рисунок 4.11 – Этап 6 (автоматический режим)

7 Снять ступицу с подшипниками и вставить ее в ролик (рисунок 4.12).

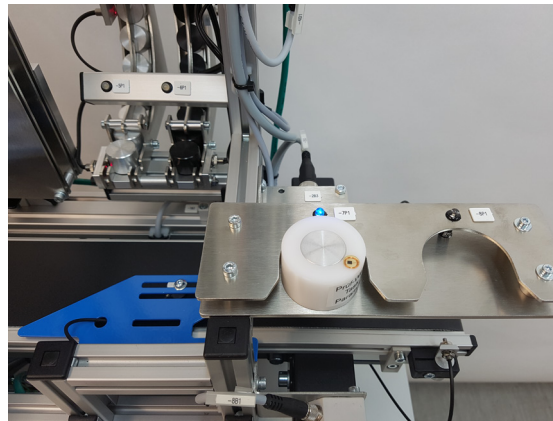


Рисунок 4.12 – Этап 7 (автоматический режим)

8 Снять готовую сборку из лотка, поместить ее обратно на конвейерную ленту перед световым барьером и толкнуть по траектории луча светового барьера (рисунок 4.13).

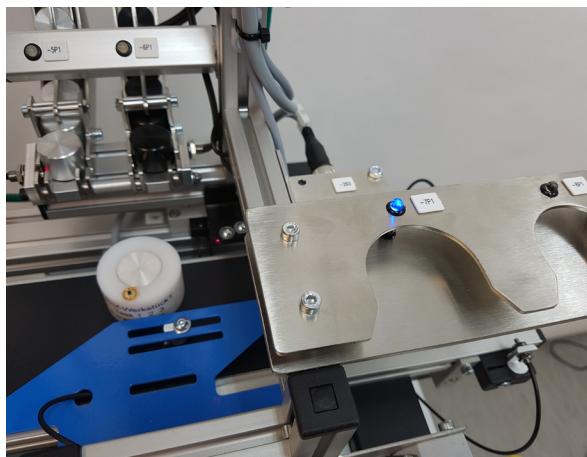


Рисунок 4.13 – Этап 8 (автоматический режим)

9 Заготовка останавливается на записывающем/считывающем устройстве RFID, и необходимые производственные данные записываются в его память (рисунок 4.14).

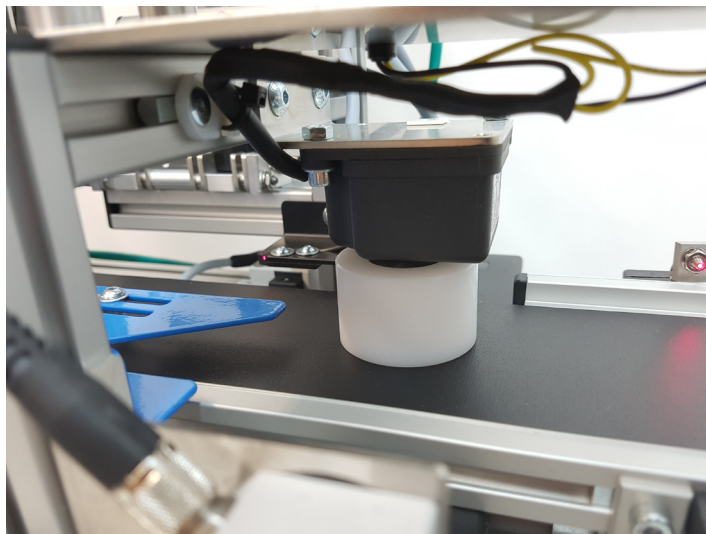


Рисунок 4.14 – Этап 9 (автоматический режим)

10 Готовый продукт транспортируется в конец конвейера до светового барьера, и конвейерная лента останавливается.

4.5 Типовое содержание отчета по лабораторной работе

- 1 Наименование и цель лабораторной работы.
- 2 Конструктивная схема системы.
- 3 Принципиальная схема системы.
- 4 Ответы на контрольные вопросы.
- 5 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите основные компоненты мехатронной системы Compact Trainer I4.0.
- 2 Какие функции может выполнять мехатронная система Compact Trainer I4.0?
- 3 Какие типы приводов применены в мехатронной системе Compact Trainer I4.0?

Список литературы

1 Автоматизация в промышленности : практикум в 4 ч. Ч. 1. Пневмоавтоматика и гидроавтоматика / Е. В. Пашков [и др.]; под ред. Е. В. Пашкова. – Севастополь : СевНТУ, 2010. – 156 с.

2 Интегрированные системы проектирования и управления в машиностроении. Структура и состав : учебное пособие для вузов / Т. Я. Лазарева [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2019. – 236 с.

3 **Чунихин, А. А.** Электрические аппараты. Общий курс : учебник / А. А. Чунихин. – 3-е изд., перераб. и доп.; репринт, изд. – Москва : Альянс, 2018. – 720 с. : ил.