

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматкии»

Канатбекқызы Зауреш

Разработка системы управления отсортированных деталей в установленное для них место

## **ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Специальность 5В071600 – Приборостроение

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой РТиТСА  
кандидат техн. наук

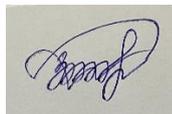
 К. А. Ожикенов  
«7» июня 2021 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Разработка системы управления отсортированных деталей в  
установленное для них место»

по специальности 5В071600 – Приборостроение

Выполнил



Канатбекқызы Зауреш  
Научный руководитель  
Магистр тех. наук, лектор  
 Аймұханбетов Е.А.  
«9» июня 2021 г.

Алматы 2021



Институт промышленной автоматизации и цифровизации им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

5B071600 – Приборостроение

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой РТиТСА  
кандидат техн. наук

 К. А. Ожикенов  
«7» июня 2021 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Канатбеккызы Зауреш

Тема: Разработка системы управления отсортированных деталей в установленном для них месте

Утверждена приказом Ректора Университета № 2131-б от «24» ноября 2020 г.

Срок сдачи законченной работы «10» июня 2021 г.

Исходные данные к дипломному проекту: разработка системы управления отсортированных деталей в установленном для них месте в среде программирования, визуализация.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Изучение систем управления сортировочных конвейеров;
- б) Анализ систем управления;
- в) Изучение интегрированной среды программирования Automation Studio
- г) Выполнение моделирования системы управления;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Представлены 22 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: 12 из 12 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретическая часть	27.01-27.02.2021 г.	Выполнено
Технологическая часть	27.02-10.03.2021 г.	Выполнено
Практическая часть	10.03-15.05.2021 г.	Выполнено
Заключение	15.05-25.05.2021 г.	Выполнено

Подписи  
консультантов и нормоконтролера на законченный проект с указанием  
относящихся к ним разделов проекта

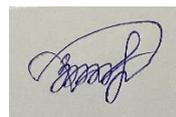
Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Баянбай Н.А., магистр технических наук, лектор	9.06.2021г.	

Научный руководитель



Аймұханбетов Е.А.

Задание принял к исполнению обучающийся



Канатбекқызы З.

Дата

«9» июня 2021 г.

## АҢДАТПА

Бұл дипломдық жобада сұрыпталған бөлшектерді олар үшін белгіленген орынға басқару жүйесі жасалды. Жобада сұрыптауға арналған конвейерлердің ең көп таралған түрлері зерттелді және өндірісте жиі қолданылатын негізгі түрлерге сипаттама берілді. Зерттеу барысында техникалық бөлік пен олардың қасиеттерін салыстыру жүргізілді.

Жұмыстың міндеттері:

- әзірлеу үшін бір құбырды таңдау;
- бұл механизмді интеграцияланған ортада модельдеу және визуализациялау.

Жүргізілген жұмыс нәтижелері бойынша конвейердің оңтайлы моделі ұсынылды. Алынған нәтижелер өндірістік жұмыстардағы тиімділік пен рентабельділіктің едәуір артуын қамтамасыз етеді.

## АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте разработана система управления отсортированных деталей в установленное для них место. В проекте были изучены самые распространенные виды конвейеров для сортировки, и даны характеристики основным видам, которые чаще всего используются на производстве. Во время исследования было проведено сравнение технической части и их свойства.

Задачи работы:

- выбор одного конвейера для разработки;
- моделирование и визуализация этого механизма в интегрированной среде.

По результатам проведенной работы была предложена оптимальная модель конвейера. Полученные результаты обеспечат значительное увеличение производительности и рентабельности на производственных работах.

## ANNOTATION

In this diploma project, a system for controlling the sorted parts in the place set for them has been developed. In the project, the most common types of sorting conveyors were studied, and the characteristics of the main types that are most often used in production were given. During the study, the technical part and their properties were compared.

Tasks of the work:

- select a single pipeline for development;
- modeling and visualization of this mechanism in an integrated environment.

Based on the results of the work carried out, an optimal model of the conveyor was proposed. The results obtained will provide a significant increase in productivity and profitability in production operations.

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	9
1. Теоретическая часть	10
1.1 Основные типы сортировочных конвейеров	10
1.1.1, Низкоскоростная сортировка	11
1.1.2 Сортировка со средней скоростью	12
1.1.3 Сортировка с высокой скоростью	14
1.1.3.1 В сортировочной машине с наклоняющимися лотками	14
1.1.3.2 Сортировочная машина с поперечным ленточным конвейером-съемщиком	15
1.1.3.3 В сортировочной машине с раздвижными лотками	16
1.1.3.4 Сортировочная машина с отклоняющими кулачками	17
1.2 ПЛК – программируемый логический контроллер	19
1.2.1 Общая представление о ПЛК	19
1.2.2 Языки программирования ПЛК	21
1.3 Приводы	23
1.3.1 Виды приводов	23
2. Основная часть	27
2.1 Постановка и формализация задачи	27
2.2 Проектирование пневматической части системы	28
2.3 Электрическая часть управления асинхронного двигателя	29
2.4 Контактная часть модуля i/o ПЛК и программа управление на языке LD	30
Заключение	
Список литератур	

## ВВЕДЕНИЕ

Классификация деталей берет свое начало с определения ее категории, таких как размер, тип материала, вес или порядок, в котором она была установлена в процессе сборки, и т.д. После определения они распределяются по назначенному месту, где они будут упакованы в будущем или использоваться во время сборки. Эта линия называется сортировочным конвейером.

Сортировальные приборы сильно повышают продуктивность и эффективность в множестве отраслях промышленности, таких как химическая и нефтехимическая промышленность, машиностроение, промышленность строительных материалов и транспорт. Автоматизация всего процесса значительно снижает трудозатраты человека, что еще больше повышает производительность, поскольку устраняется человеческий фактор.

На сегодняшний день существуют различные типы сортировочных конвейеров, представленных различными компаниями и производителями. Все они имеют одну общую черту: все они имеют свою собственную технологию производства сортировочных конвейеров, включая системы управления.

Цель моей работы-проанализировать типы сортировочных конвейеров и разработать систему управления недорогими, простыми в использовании сортировочными конвейерами, предназначенными для начинающих предпринимателей.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1 Основные типы сортировочных конвейеров

Сортировка – данная процедура присвоения единицы сохранения, обложек или товаров по категориям, к примеру, порядок использования во время транспортировки или в порядке применения в процессе сбора. Сортировочные блоки расположены в группе коробок, контейнеров, лотков, сумок, поддонах и мешках группами.

Сортировальные приборы имеют все шансы существенно повысить эффективность так же результативность множества действий по перевозке грузов от транспортировки товара на конвейеры в аэропорте вплоть до укомплектовки аудиокассеты так же видеокассеты и также считаются весьма экономными для многих автоматических сортировок продуктов, созданных в период работы сортировочного прибора, значительно снижая затраты человеческой работы, готового к упаковке на желоба, для последующей транспортировки и так далее. Сортировальный прибор - это только одна стадия процедуры распределения. Другими необходимыми операциями являются подготовительный сбор, погрузка и отгрузка отсортированных обложек; в процессе распределения отсортированных товаров так же можно включать операции по комплектации заявок, выполняемые в транспортных конвейерах.

Фаза сбора, которая может включать в себя одну или ряд направлений подачи, обычно делается конвейером сбора. Система сбора использует различные типы конвейеров, такие как наклонные ролики или круглые ленты, для координации и контроля всего потока товаров, поступающих на главную конвейерную линию, которая подает товары в сортировочную линию. Помимо этого, он обеспечивает равномерный поток товаров; это очень нужно для того, чтобы сортировщик мог работать не переставая и эффективно.

После сбора необходима фаза загрузки. На этой стадии обуславливается, грамотно ли был сделан выбран продукт для распределения и обеспечена ли необходимая частота прибытия на распределение для лучшего результативного применения оснащения. Частота доставки продукта часто корректируется изменением движения конвейерной полосы, а подбор продукта совершается сканированием штрих-кода на обложке. Автосканер фиксированного штрих-кода является важной частью множества прогрессирующих концепций распределения: он читает информацию о продуктах на передвигающемся приборе и отправляет ее в систему сортировки. В память сортировальной концепции предварительно вводится задача, и туда направляются определенные грузы, и в нужное время программа включает в себя некоторые сменные приборы, которые направляют груз с главной ленты конвейера в пункт сбора.[1]

Что касается стадии сортировок применяются разнообразные механизмы, изображенные далее. Механизмы весьма значительны по размеру, отличаются сложностью и так же скоростью. Мишенью сортировки считается увеличение

производительности, улучшение, усовершенствование сервиса покупателей, сокращение потребности в хранилищных помещениях и улучшение подсчета запасов, резервов и хранилищных действий.

Сортировка завершается на этапе отгрузки товара. Она должна являться организованной подобным действием, для того чтобы товары во время выхода сортировального конвейера удалялись вовремя, не замедляя процедуру распределения. Во свойстве транспортного оборудования часто употребляются роликовые или ленточные конвейеры с механическим приводом или гравитационный роликовый конвейер. Косые поддоны так же можно использовать, если местоположение продукта никак не обладает значимостью и не будет повреждено во время транспортировки. [1]

### 1.1.1 Низкоскоростная сортировка

Самое простое и дешевое низкоскоростное сортировочное оборудование постоянно используется в сочетании с простым роликовым либо ленточным конвейером, которые чаще всего имеют темп распределения менее 30 единиц в минуту. В одной из альтернативы такого устройства неподвижный или подвижный отклоняющий стержень или пластина помещаются в точке удаления на конвейере. Коробка, движущаяся по конвейеру, ударяется о рычаг и боком встречается с конвейером в следующий желоб либо поддон. Среди коробками на ленточной линии необходим большой отступ, дабы каждая последующая коробка впереди дефлектора не сталкивалась с предыдущей и не мешала ей двигаться с конвейерной линией. Как правило, дефлекторы никак не задевают конвейерной линией либо ролика. Это устройство распределяет грузы весом не больше семидесяти килограмм также способен применяться для распределения в обоих направлениях. Как сформулировал знаменитый специалист: "Дефлектор нужно применять в режиме черепахи."

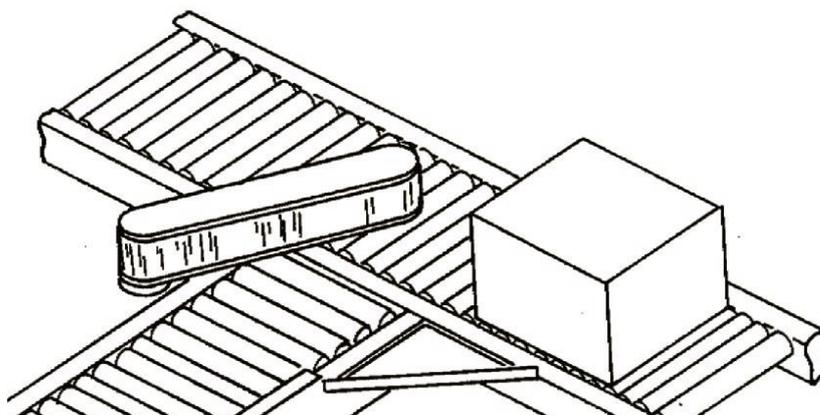


Рис.1 – Сортировщик с подвижным рычагом-дефлектором

Другим примером низкоскоростного сортировщика является конвейер, оборудованный сталкивателями. Подвижный стержень с отвесной пластинкой на окончании, длина шага которого равна широте транспортера, установлен на его стороне, противоположной положению удаления продукта. Если продукция достигает зоны удаления, механизмы отталкивают продукт в сторону от конвейера. В последствии сего нажимная пластинка вернется в первоначальное положение до тех пор, пока к ней не приблизится следующий продукт. Взамен пластин еще употребляются обычно поставленные отвесные стержни либо решетки. Устройство можно использовать с целью распределения в обоих направлениях. Коллайдер работает со скоростью 20... 100 единиц / мин, но они как правило быстрее, нежели дефлектор, по причине того что в таком случае вам не нужно откладывать такой большой зазор между коробками. Необходимо также держать в памяти, что по мере увеличения движения столкновения вырастает возможность поломки товара, из-за этого не советуется употреблять сталкиватели для классификации хрупких изделий. [1]

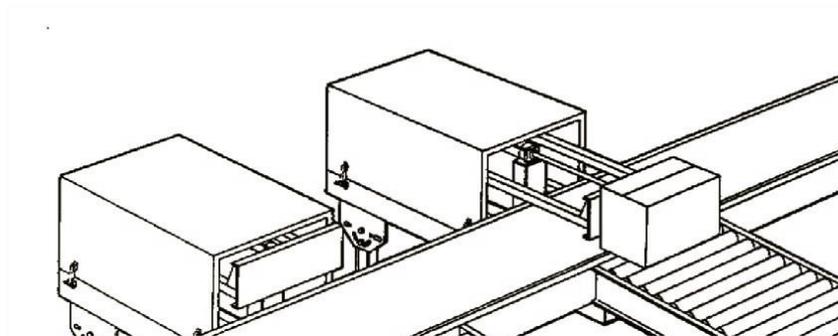


Рис.2 – Сортировочный конвейер, оснащенный сталкивателем.

### 1.1.2 Сортировка со средней скоростью

Определенные виды сортировщиков могут развивать среднюю скорость (около 30... 150 ед/мин), наиболее распространенным из которых является устройство с подъемным рабочим механизмом. Они обычно перемещают груз от конвейерной ленты и обеспечивают точное позиционирование груза. Когда коробка прибывает на место сноса, колесо или ролик поднимается ниже ее дна, поднимая коробку над конвейерами и транспортируя ее в бок, чаще всего направлением в 30 градусов. Направление перемещения конвейер составляет 45°. Максимум веса таких устройств составляет 135 килограмм, а движение сортировки-60... 150 единиц / мин. Вы можете использовать его для классификации хрупких продуктов. В большинстве случаев сортировщик подъемных колес используется в сочетании с двумя широкими ленточными конвейерами: первый заканчивается в точке сбора, а второй, берет начало после

точки сбора. В зазоре меж конвейеров имеются ролики, ширина их равна ширине конвейеров. Меж роликов расположены колеса с приводом и пересекают направление перемещения конвейера либо под градусом для него; колесо расположено под поверхностью конвейерных линий. Если коробка доходит зазора меж ленточным конвейерам, совершается один из двух процессов: поперечное колесо остается неподвижным, и коробка продолжает двигаться вперед-вдоль ролика к следующему ленточному конвейеру, или поперечное колесо поднимается первым, таща его вперед. [1]

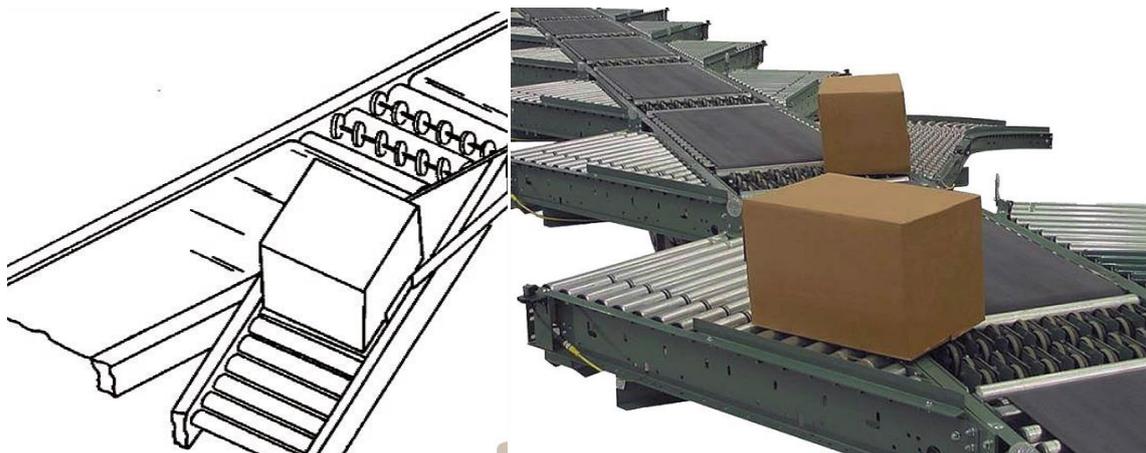


Рис.3 – Сортировочный конвейер с поднимающимися роликовыми рабочими органами

Роликовый сортировщик работает так же, со скоростью распределения максимум 150 единиц/мин и возможностью обработки грузов весом до 225 кг.

Сортировщик с другим типом подъемного рабочего механизма складывается из ленточных конвейеров с несколькими узкими лентами за место единственной широкополосной. В участке удаления, в зазоре меж ограниченной лентой конвейеров, есть ряд боковых колес. Хотя нет необходимости снимать груз с конвейерных линии, колеса расположены внизу поверхностей конвейерных лент. Если коробка прибывает на место сноса, поперечное колесо поднимает коробку и снимает ее с конвейера. [1]

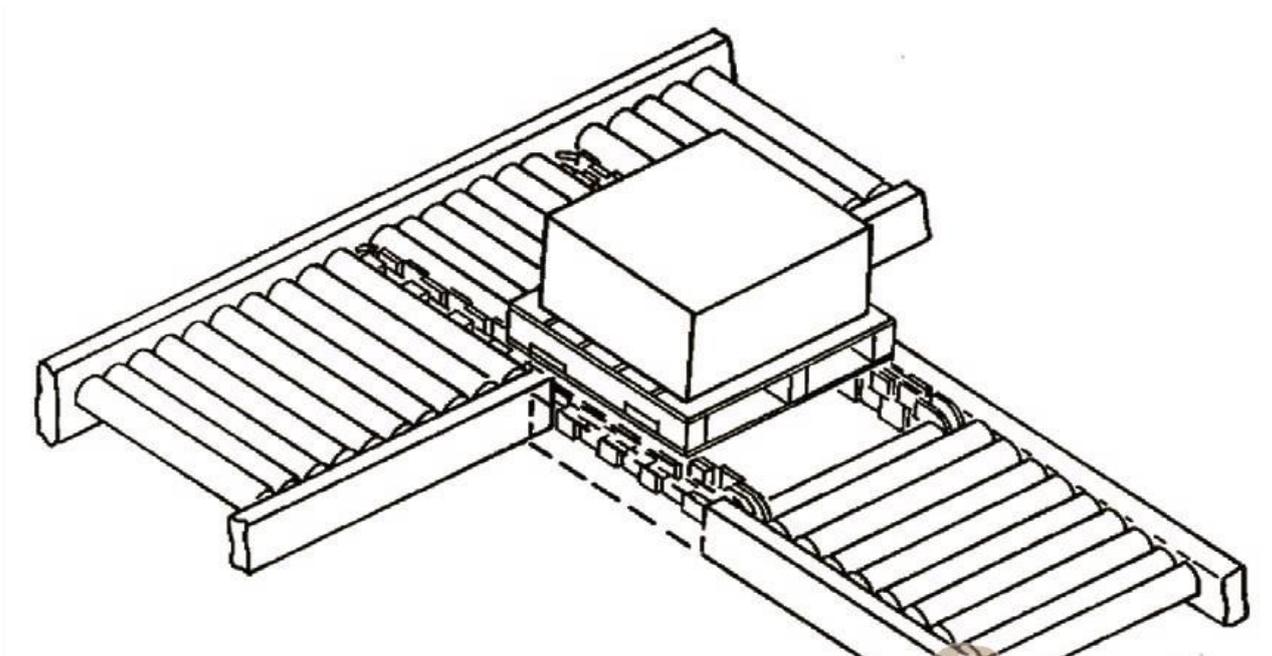


Рис.4 – Сортировочный конвейер с поднимающимся рабочим органом из ленты

Для распределения товаров с большой массой или громоздких товаров, в той численности и на поддонах, заместо колес в основном используются подъемные ремни или цепи. Лента либо цепь конвейера поднимается меж роликами сортировочного конвейера, и коробка перемещается в боковом направлении. Часто их встраивают в обычные роликовые конвейеры и способны распределять груз в обоих направлениях.

Сортировщик с подъемным механизмом правильнее подходит для распределения ящиков и прочих товаров с жесткой плоскостью.

С целью распределения товарных мешков и прочих товаров с неровными мягкими поверхностями правильнее применять наиболее дорогой высокоскоростной сортировщик. Ежели вам не нужна высокая производительность, вы можете уменьшить движение прибора. Для распределения хрупких предметов в основном используется сортировщик с отклоняющим кулачком. Перемещаясь перпендикулярными движениями перемещению конвейера, кулачок весьма размеренно и аккуратно отправляет товар к месту его удаления, в отличие от подъемного механизма, который иногда принимает на себя серьезный удар по грузу. [1]

### 1.1.3 Сортировка с высокой скоростью

За способность около от 150 до 400 единиц в минуту, требуется специальные приборы, а не традиционный конвейер. Продукты могут подаваться руками либо с вспомогательным автоматизированным подающим конвейером.

Наиболее широко используются 4 вида быстроработающих сортировщиков. Конвейер с наклонными поддонами, конвейер с поперечными лентами-съемниками и конвейер со скользящими поддонами часто применяются для распределения индивидуальных товаров в индивидуальные зоны, к примеру, для обложки либо обрабатывания возвращенных грузов. Последний вид быстроработающего сортировщика-машина с отклоняющим кулачком часто употребляется для сортировки крупных объектов, таких как, например: мешков или коробок.[1]

Аналогично работает машина, рабочий механизм которой выполнен в виде наклонного лотка, поперечного ленточного конвейера либо скользящего поддона. В формировании любой конструкции лежит замкнутый рельс, по которому перемещаются транспортные элементы.

### **1.1.3.1 В сортировочной машине с наклоняющимися лотками**

В сортировщике с наклонными поддонами любой транспортный элемент везет поддон либо из дерева, либо из металла, на который помещаются прибывшие товары. Лоток для загрузки перемещается по замкнутой дорожке до тех пор, пока товар не придет к правильному положению приема. Далее поддон наклоняется, а товар выскальзывает из него, как правило, по желобу или боковому конвейеру. В этом поддоне вы можете разместить товары и обложки различных типов и форм. Свободный поддон становится в изначальное прямолинейное положение и согласен к поступлению следующей загрузки. Быстрота распределения подобного прибора может достигать 365 единиц в минуту. Ракурс наклона компонента концепции может быть изменен, к примеру, для увеличения наклона поддона, с целью ускорить движение удаления товара.



Рис.5 – TiltTray C наклоняющимися лотками

### **1.1.3.2 Сортировочная машина с поперечным ленточным конвейером-съемщиком**

Сортировщик-съемник с поперечными ленточными конвейерами функционирует по той же схеме, но любой компонент конвейера везет ленточный конвейер размеров от 0,6 метров до 0,9 метров, который начинает перемещение с помощью среднего двигателя и находится на полотне под 90 градусов на главной ленте конвейера. В то время, когда объект достигает точки сбора, где находится конвейер сбора, двигатель доводит его в движение, и объект меняет свою позицию с главного конвейера на поддон либо на боковую выгрузочную поточную линию. В таком случае получается сильно большая скорость распределения более 670 единиц в минуту. Многие пункты оформления грузов могут быть оборудованы для организации работы на закрытых маршрутах или по заказу. [1]

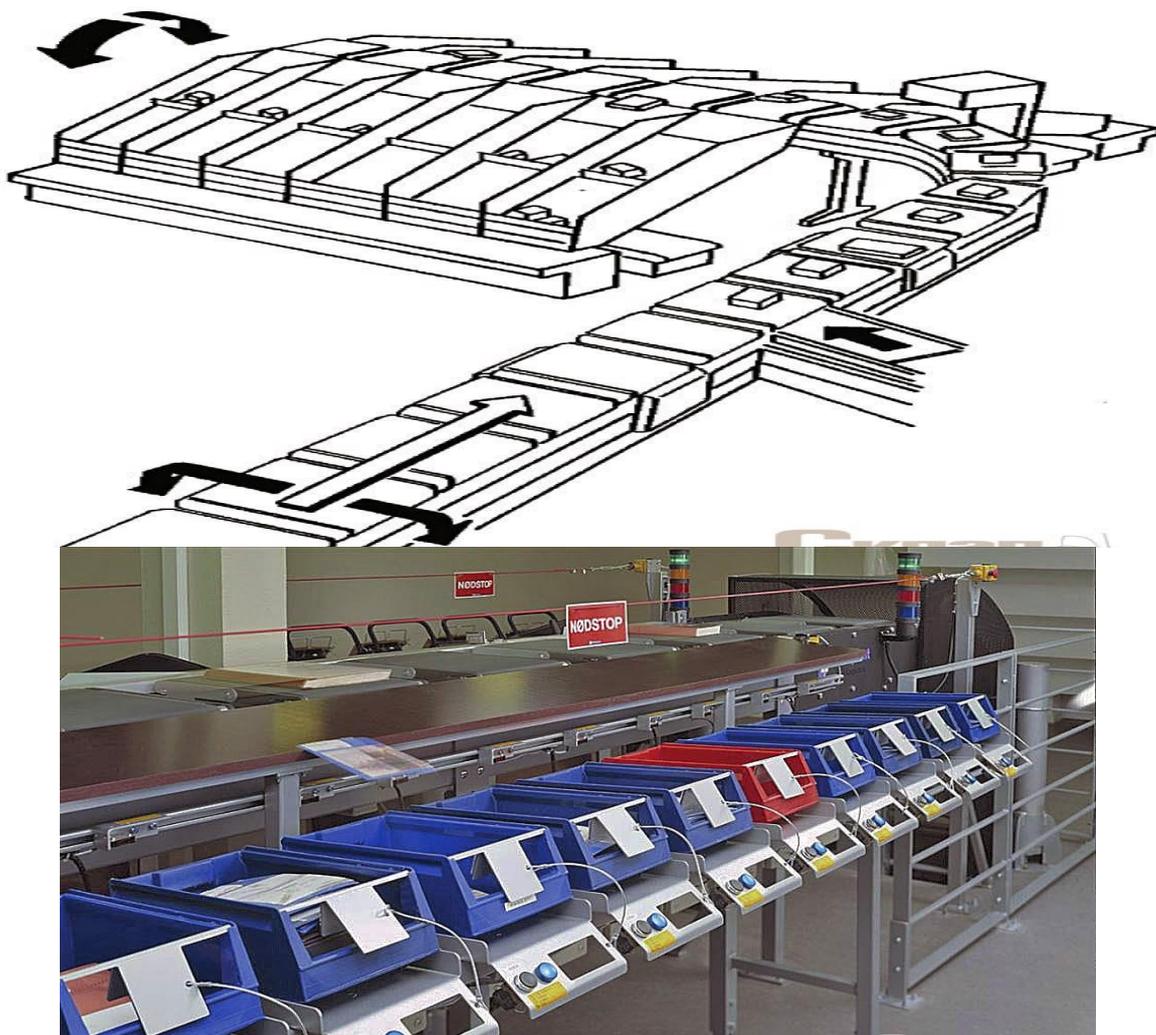


Рис.6 – Сортировочная машина с поперечным ленточным конвейером-съемщиком

### 1.1.3.3 В сортировочной машине с раздвижными лотками

В сортировщике с расцепным поддоном любой перемещающий компонент имеет горизонтальный лоток, поделенный на две одинаковые доли. Если объект оказывается на точке сбора, две половины поддона перемещаются

отдельно, и объект падает в поддон или контейнер, который находится под сортировщиком. Подобные конвейеры в основном стоят меньше, чем приборы с наклонными поддонами и поперечными ленточными конвейерами, но у них работоспособность также является самой низкой из трех перечисленных машин. Кроме того, машины с наклонными поддонами и боковыми конвейерами могут сортировать длинные вещи, к примеру, они могут класть длинный груз на пару поддонов либо боковые конвейеры, в то время как приборы со скользящими поддонами могут перевозить только небольшие предметы, но большое преимущество их заключается в том, что их возможно разместить на маленькой жилой площади, так как контейнер для сортирования предметов расположен под сортировщиком. [1]

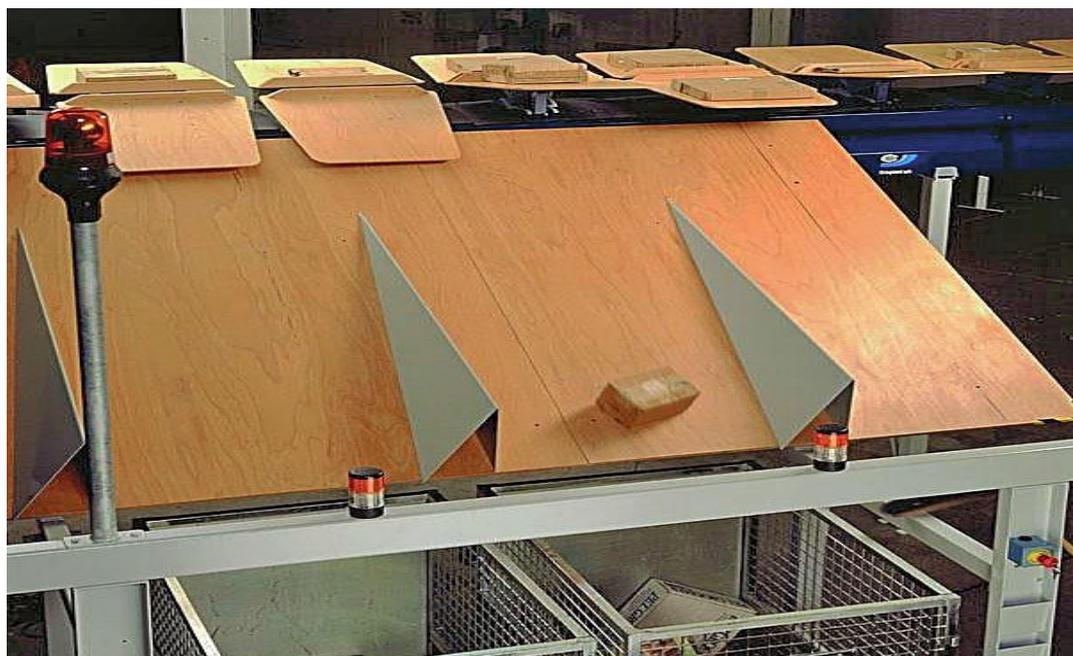


Рис.7 – Сортировочная машина с раздвижными лотками

#### **1.1.3.4 Сортировочная машина с отклоняющими кулачками**

Для высокоскоростных сортировочных предметов в основном используется прибор с отклоняющим кулачком. В приборах такого рода устремляющая транспортного механизма не закрыта, а растянута в линию. Объекты помещаются на старте и сортируются по мере продвижения производственного конвейера. Основой сортировщика является удлиненный стальной конвейер с пластинами. Любая пластина снабжена средней резиновой частью ровной пролетарой плоскости, называемой кулачком (она способна обладать формой пластины). Чаще всего, в конструкции, кулачок находится на стороне конвейера, противоположной точке выноса. Конвейер переносит объект, и не большое количество кулачков активируются, когда следующий объект прибывает в место отсева. Кулачок меняет местонахождение вдоль

пластины конвейера и толкает объект в сторону от конвейера, чаще всего под незначительным градусом. [1]



Рис.8 – Сортировочная машина с отклоняющими кулачками

Высокоскоростные сортировщики хотя и имеют большую скорость сортировки, но также имеют большую цену из-за большого количества приводов необходимых для сортировки, что еще приводит к высокой стоимости обслуживания. А низкоскоростной сортировочный конвейер с подвижным рычагом-дефлектором имеет не только очень низкую скорость сортировки, но сортируемые грузы должны иметь не большой вес, до 70 килограмм. Остались только сортировочный конвейер, оснащенный сталкивателем и сортировочный конвейер с поднимающимися рабочими органами. Сортировочный конвейер с поднимающимися рабочими органами имеет небольшое преимущество в скорости сортировки чем конвейер оснащенный сталкивателем, но при этом в случае поломки поднимающимся рабочим органом, который расположен на самом конвейере, то придется остановить весь процесс до устранения поломки. А если говорить о сортировочном конвейере, оснащенный сталкивателем то он расположен вне конвейера, и в случае поломки его функцию сможет выполнить резервный сталкиватель до починки сломанного. Подведя итоги, я выбрала сортировочный конвейер, оснащенный сталкивателем.

## 1.2 ПЛК – программируемый логический контроллер

### 1.2.1 Общая представление о ПЛК

ПЛК – перепрограммируемое закономерное управляющее устройство, предполагает собою процессорный прибор, рассчитанный с целью собрать, преобразовать, обрабатывать, оберегать данные так же генерировать команды управления, с ограниченным числом входа и выхода, подсоединенным к этим командам датчики, кнопки, исполнительные механизмы к системе управления в режиме настоящего времени. [2]



Рис. 1.2.1 – Программируемый логический контроллер

Основная деятельность ПЛК немного выделяется от принципа работы "обычного" микропроцессорного прибора. ПО многоцелевого контроллера складывается из двоих элементов. Первый элемент это - системное ПО. По аналогии с ПК возможно отметить, то что эта автооперационная концепция, то есть она распоряжается деятельностью участков контроллера, взаимоотношениями составных элементов и внутренних диагностик. [2]

ПО системы ПЛК находится в стабильном кэше основного микропроцессора и готово к запуску в любое время. Когда питание включено, ПЛК согласен управлять системой в течение нескольких миллисекунд.

ПЛК периодически использует метод циклического опроса входных сведений.

Рабочий период ПЛК состоит из 4 этапов:

- Опрос входа
- Выполнение пользовательских программ
- Настройка выходных значений
- Определенные вспомогательные действия (диагностирование, организация сведений, визуализация и т.д.). [2]

Осуществление первого этапа гарантируется целым ПО.

Далее этого управление переходит приложению, вы записываете свою собственную память в программу, в соответствии с этой программой контроллер делает то, что вы хотите сделать, и когда он закончен, управление снова выдается на системную ступень.

Несомненно, то что период отклика на явление станет находиться в зависимости от периода исполнения первого этапа дополнения. Установления периода реакции - период с времени возникновения явления до времени отдачи походящего распоряжающегося сигнала-объясняется на схеме:

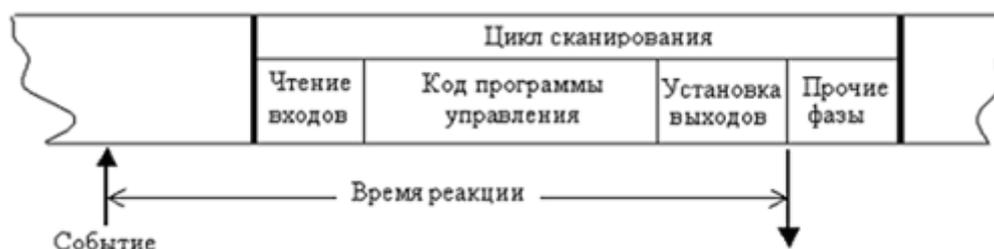


Рис. 1.2.2 – Цикл сканирования

С помощью памяти контроллер может по-разному реагировать на текущее событие в зависимости от контекста события. Право программирования, контроля времени и расширенных вычислительных функций, в том числе цифровые обработки сигналов, выводит контроллера на уровень выше, чем простые комбинированные автоматы. Рассматривая вход и выход логического контроллера. Есть три типа входов: цифровой, аналоговый и специальный. Дискретный вход ПЛК способен принимать двоичный электрический сигнал, описываемый двумя состояниями- включено или выключено. Все цифровые входы (общая конструкция) контроллера, как правило, предназначены для приема стандартного сигнала с уровнем 24 Вольт непрерывного тока. Обычное значение электричества для одного цифрового входа (входное напряжение 24 Вольт) примерно 10 миллиамперов. Аналоговые гальванические сигналы отображают степень усилия либо тока, подходящий физиологической величине в любой период времени. Данное способно являться температурой, давлением, весом, положением, скоростью, частотой и т.д. Так как ПЛК это цифровой компьютер, аналоговый входной сигнал должен подвергаться АЦП. В следствии формируется дискретная переменная с битовой глубиной. В ПЛК используются 8-12 разрядные преобразователи, и в основной массе ситуации, отталкиваясь от современных условий к правильности управления научно-техническим действиям, этого достаточно. [2]

Почти все без исключения модули аналогового ввода считаются многоканальными. Переключатель ввода соединяет вход АЦП с нужным входом модуля. [2]

Типичные цифровые и аналоговые входы логического контроллера удовлетворяют большинству потребностей систем промышленной автоматизации. В случае обработки некоторых сигналов непосредственно в программировании очень сложно использовать выделенный вход, например, это занимает много времени. В большинстве случаев контроллер оснащен специальным входом подсчета для расчета длительности, фиксированного края и количества импульсов. Даже при том, что процессор ПЛК имеет достаточную скорость, вычисление импульсов непосредственно в пользовательском проекте

может быть пустой тратой времени. В ПЛК хорошо было бы иметь выделенный аппаратный блок ввода, который может выполнять первичную обработку и генерировать значение, необходимое для практической цели. Вторым распространенным типом выделенного ввода это – ввод прерывания, который может очень быстро запустить заданную пользовательскую задачу и прервать выполнение основной программы.

Конструктивно логический контроллер делится на монолитный, модульный и распределенный. Монолитный блок имеет установленный комплект входов и выходов. Внутри модульных контроллеров модули входов и выходов формируются в различном составе также числе в связи с будущей проблемой.

В расчисленных концепциях модули либо в том числе и единичные входы и выходы, производящие общую концепцию управления, имеют все шансы быть разнесены в существенные дистанции.

## 1.2.2 Языки программирования ПЛК

В процессе написания концепции управления технологическими процессами часто возникает проблема взаимопонимания между программистами и техническими специалистами. Техник говорит: "Нам нужно добавить, немного перемешать, добавить еще и немного нагреть". Есть очень мало случаев, когда вы должны ожидать формального описания алгоритма техником.

Оказывается, программистам необходимо долго в них копать. Запрограммируйте, а затем напишите программу. Как правило, с помощью этого метода программист-единственный, кто может понять свое творение со всем вытекающим отсюда последствием.

Подобная ситуация порождает желание создать технические языки программирования, доступные инженерам и техникам, и максимально упростить процесс программирования. [2]

За последние десять лет придумалось несколько технических языков. Стандарт обязывает, чтобы разные производители контроллеров предоставляли одни и те же команды по внешнему виду и действию. Стандарт определяет 5 языков программирования:

- Sequential Function Chart (SFC) – язык последовательного функционального блока; [2]
- Function Block Diagram (FBD) – язык функциональной блочной диаграммы; [2]
- Ladder Diagrams (LAD) – язык релейной диаграммы; [2]
- Statement List (STL) – язык структурированных текстов, язык высшего уровня. Схож с языком Паскаль. [2]
- Instruction List (IL) – языки инструкции., это типичные ассемблеры с аккумуляторами и переходами по метке. [2]

Язык LAD или КОР похож на схему логики реле. По этой причине техникам, не понимающим сложных языков, нетрудно писать программы. Язык FBD аналогичен созданию шаблонов на логических элементах. Каждый из этих языков имеет свои преимущества и недостатки. [2]

Из-за этого при выборе экспертов они в основном опираются на личный опыт. Хотя большое количество пакетов могут конвертировать программы, которые уже были написаны с одного языка на другой. Поскольку есть задачи, которые элегантно и просто решаются как на одном языке, так и на другом, вам придется встретиться с небольшими трудностями. [2]

Наиболее широко используемыми языками являются LAD, STL и FBD.

### **1.3 Приводы.**

#### **1.3.1 Виды приводов**

Набор приборов, погружающих в перемещение рабочий механизм металлорежущего станка, именуют приводом. Он включает в себя двигатель, который считается основой перемещения, и механизм, который передает движение рабочему органу и преобразует его. Механизм передачи обычно используется для умножения крутящего момента (либо силы) и снижения движения, так как часто используемые двигатели имеют скорости от 3000 до 600 оборотов в минуту с относительно небольшим крутящим моментом. В основной массе ситуации скорость должна быть ниже, а крутящий момент велик, что добивается конструкцией коробки передач позади двигателя. Если обязательно нужно чтобы были пару скоростей рабочих органов машины, в этом случае за двигателем будет коробка передач (скорость). Привод способен, кроме того, включать муфты с целью объединение вала (к примеру, двигателя и коробки передач), приборы, предотвращающие перегрузку, меняющие направленность перемещения, переделывающий один тип перемещения в следующий (к примеру, вращение в перемещение), замки и так далее. Самые популярные электрические, гидравлические и пневматические приводы, последние два получают питание от электродвигателей. [9]

Электропривод – в свойстве электродвигателя электропривода больше в целом применяется односкоростной разновременный мотор переменного тока. Разновременный мотор включен к трехфазной сети, по этой причине статор обязан обладать трехфазной обмоткой, в следствии чего же крутящееся магнитная область, прочерчиваемая ротором. Мехротор крутится не одновременно, в таком случае имеется с стремительностью, хорошей с быстроты поля. Эти двигатели обладают твердыми характеристиками (крутящий момент зависит от количества оборотов), обеспечивают постоянную мощность во всем диапазоне оборотов, при этом количество оборотов вала при нагрузке изменяется незначительно.

За счет изменения количества пар полюсов, использования асинхронных двигателей, переключающих электрические скорости, коробка передач

значительно упрощается. Но асинхронные двигатели с переменными скоростями имеют постоянный крутящий момент на разных скоростях, что снижает их эффективность на низких оборотах. Отличительной составляющей огромной категории моторов считается коллектор-полый цилиндр, организованный с отдельных красновато-желтых колец из меди. Присутствие коллектора в машине переменного тока дает возможность давать фазу к ротору. Асинхронные моторы вместе с фазным ротором используются в качестве механизма ступенчатого также плавного запуска в обстоятельствах длительной работы. [9]

Применение электродвигателей непрерывного тока, частоту вращения каковых в довольно обширных границах возможно корректировать (при присутствии стабильной силы в конкретном спектре быстроты) меняя область возбужденности, как оказалось наиболее преимущественным, так как существенно делает легче редуктор.

В движках непрерывного тока коллектор гарантирует непрерывный согласно направленности вращающий период. Сфера использования коллекторных автомобилей, в особенности автомобилей непрерывного тока, довольно широка, но присутствие простых также компактных выпрямительных приборов дает возможность подсоединять их к сетям переменного тока. В Особенности значимая характеристика коллекторной машины непрерывного тока – вероятность мягкой (бесступенчатой) регулировки частоты вращения ротора. [9]

Одновременной именуется электрический автомобиль, темп вращения ротора которая сопряжена непрерывным взаимоотношением с периодом сети переменного тока, в которой данный механизм введен. Одновременные электродвигатели целесообразны в этих вариантах, если нужен мотор, который работает при присутствии стабильной быстроты. У одновременных моторов коэффициент полезного действия немного больше, но масса в единицу силы ниже, нежели у асинхронных движков, вычисленных в этот же период вращения.

Гидропривод – базируются в энергии давления жидких веществ. Приводы делят на большие также гидродинамические. В гидродинамическом приводе применяется кинетическая сила воды, в большем – допустимая сила, преобразуемая в машинную службу. Обширный привод гарантирует крупные сдаточные взаимоотношения, мощи также вращающие моменты, владеет значительной компактностью также энергоемкостью, комфортен в управлении, дает возможность осуществить всевозможные циклы деятельность исправных организаций приборов. [9]

Большим гидроприводом именуется комплекс одной либо некоторых больших гидropередач, гидроаппаратуры также добавочных гидроустройств. Плюсы большого гидропривода: [9]

- Высокая энергонапряженность. Инновационные насосы формируют влияние вплоть до сорок– Семьдесят МПа. По Этой Причине привод обладает наименьшим по сопоставлению с электроприводом массу также размеры, также используется для привода прибора, развивающих крупные действия. [9]
- Малая инерционность уменьшает рабочий оборот, а также увеличивает эффективность станка.
- Бесступенчатое урегулирование быстроты трудовых перемещений упрощает систему привода также увеличивает показатель применения приводного мотора.
- Преобразования в отсутствии добавочных приборов поворотного перемещения основного звена в поступательное перемещение известного звена.
- Надежность в труде вследствие неименно заклинивания из-за результата использования защитных клапанов. [9]
- Применение стандартных также унифицированных конструкций уменьшает цену гидропривода, а также упрощает его использование и еще восстановление. [9]
- Возможность автоматизации.
- Самосмазываемость.

Недочеты гидропривода:

- Необходимость свойства привода с вязкости пролетарой воды, что сопряжена вместе с переменной температурой.
- Растворимость в пролетарой жидкости воздуха, что не соблюдает деятельность гидропривода, в особенности в механических приборах.
- Внутренние также внешние утечки пролетарой воды.

В базе работы гидропривода находится правило высочайшего модуля растворной эластичности а также в правиле Паскаля. Раствор во этом случае обладает наименьшей уплотняемостью, но согласно закону модифицированной степени давления воды в пребывании спокойствия переходит согласно иным пунктам в такого рода величине. Строгое объединение меж гидромеханическим двигателем также гидронасосом гарантируется из-за результата в одинаковом уровне высочайшего модуля жидкостной эластичности согласно абсолютно всем гидромеханическим узлам. Знакомы 2 вида гидропередат: [4]

- Вращательный;
- Поступательный.

Они отличаются тем, что выходное звено, где тип вращения является неотъемлемым типом, который работает с гидравлическим двигателем, а в типе перевода механизм двигателя является гидравлическим цилиндром. В случае экскаватора гидравлическая передача подвижного и поворотного приводного механизма площадки выполняется в согласовании с типом вращения. В это самое время вращательное действие стрелы экскаватора, его ковша и рукоятки имеет гидравлическую передачу переднего типа.

В случае четко определенного движения изменение главного и второстепенного звена гидравлическая передача не изменяется. Если вы можете изменить эту скорость, вы также можете изменить гидравлическую передачу. Производительность гидравлической передачи непосредственно определяет производительность гидравлической передачи.

Устройство нерегулируемого вида имеет в своем содержании насосный агрегат и крышечку. Цилиндр взаимодействует с дозирующим механизмом сквозь сферическую плоскость. Прибор с насосом способен иметь разные варианты крышек, и шипованные и манипулирующие оси многофункционального вращения.

Существует также гидравлический привод, классифицированный по типу управления, среди которых:

- Гидравлический;
- Электрический;
- Ручные приводы и т.д.

Возможные потери мощности преобразуются в термическое свойство, генерируемый гидроагрегатом и стенкой трубы, и в этом действии возможно использоваться маслоохладители, созданные для этих целей.

Концепция гидравлического гидропривода считается реверсивной. Данное означает, что используется оборудование той же концепций, т. е. гидравлический насос способен функционировать как двигатель, и противоположно. Это конструктивное заключение считается отличным выбором для роторной гидравлической передачи.

Пневматический привод – применяет энергию сжатого воздуха. В общемашиностроительных предприятиях существует линия трубопроводов сжатого воздуха давлением от 0,4 до 0,6 МПа, формируемого компрессором, приводимым в процесс электродвигателями. [5]

Главные достоинства пневмоприводов:

- Надежность;
- Быстродействие;
- Простота системы;
- Экономичность;
- Дешевизна энергоносителя;
- Возможность бесступенчатой регулировки скорости исправных механизмов привода в обширных границах;
- Безопасность в пожарном отношении.

Основной минус пневматического привода в общемашиностроительных предприятиях — невысокое (во Сто раз меньше, нежели у гидропривода) давление, никак не позволяющее извлекать крупных усилий. Но пневматические приводы обладают также несколько иными недостатками, сопряженных в основном с значительной сжимаемостью воздуха. Сила сжатого воздуха, образуемая в кинетическую силу перемещающихся масс, порождает рывки также удары, понижающие достоверность позиционирования

выходящих звеньев исправных аппаратов прибора. По этой причине пневматические приводы никак не гарантируют нужной пластичности также правильности хода, но кроме того извлечения присутствия неустойчивой перегрузке однородной также устойчивой быстроты передвижения исправных организаций станков. Пневмоприводы, равно как принцип, обладают наиболее маленькой (согласно сопоставлению с гидравлическим приводом) коэффициент полезного действия, но кроме того призывают использования смазывающих приборов.

## 2 Основная часть

### 2.1 Постановка и формализация задачи

Как упоминалось ранее в главе 1.1 мы выбрали сортировочный конвейер, оснащенный сталкивателем из-за его простоты, дешевизны и также возможности не прерывать процесс сортировки. На рисунке 2.1 представлен сам конвейер Российского сбора кампании Конвеермаш



Рисунок 2.1 – В сортировочном конвейере, оснащенный сталкивателем производство компании Конвеермаш

В своей работе, в конвейере, в качестве сталкивателя я выбрала пневмоцилиндры, из-за их простоты и низкой стоимости ( более подробно я описала в главе 1,3). Но в моей работе я оснастила всего 3 пневмоцилиндра в качестве примера, таким образом система управления будет аналогична с

конвейерами оснащенными 4 и более сталкивателями. Структурная схема проектируемого конвейера представлена на рисунке 2.2.

Принцип работы всей системы заключается в следующем: конвейер 1 и конвейер 2 приводятся в движение двигателем, а точнее, в движение трехфазным асинхронным двигателем, этот выбор является разумным, поскольку этот тип двигателя имеет низкое использование кнопки "пуск" для запуска трубопровода. После того, как датчик сортировки, расположенный между двумя трубами, обнаруживает объект, труба 1 останавливается. Но объект продолжает движение по трубе 2, и последующие объекты будут ждать своей очереди. До тех пор, пока наш объект обнаруживается соответствующим датчиком сортировки D, инфракрасным датчиком, соответствующий пневматический цилиндр а удлиняется. Сортировка производится с помощью s-датчика, который представляет собой бесконтактный датчик, который определяет положение стержня и подает сигнал на возврат стержня в положение вытягивания. Кроме того, датчик S запускает двигатель конвейера 1 и т.д. Весь процесс будет повторен. Аварийное отключение всей системы доставки нажатием кнопки "Стоп".

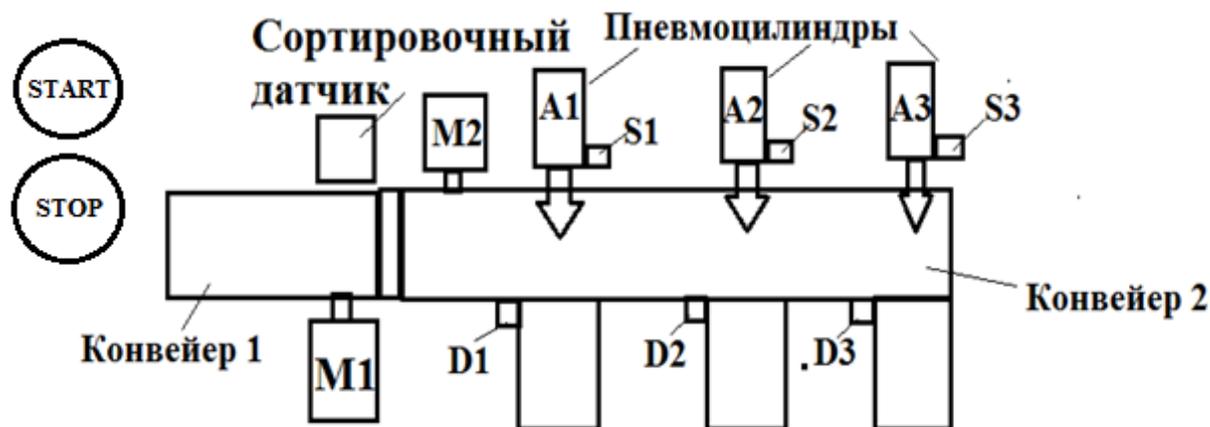


Рисунок 2.2 – Структурная схема проектируемого конвейера

Вся эта система была собрана и смоделирована в программном обеспечении *Automation Studio*.

## 2.2 Проектирование пневматической части системы

Пневматическая часть транспортной системы состоит из пневмоцилиндра А, пневмораспределителя и блока подготовки воздуха (рис. 2.3). В качестве пневмоцилиндра был взят пневмоцилиндр одностороннего действия с пружинным возвратом, выбранный также из-за его низкой стоимости и отсутствия положения регулировочного рычага. Поскольку выдвигание штока пневмоцилиндра осуществляется путем приложения давления к поршневой камере, а возврат происходит за счет пружины, в качестве воздухораспределителя рекомендуется выбрать двухпозиционный,

трехпроводный, нормально закрытый пневмораспределитель. Пневматический распределитель меняет свое положение с помощью электрического сигнала, поступающего от ПЛК. По крайней мере, ВРV обеспечивает стабильное давление воздуха, отфильтрованного от влаги и богатого маслом.

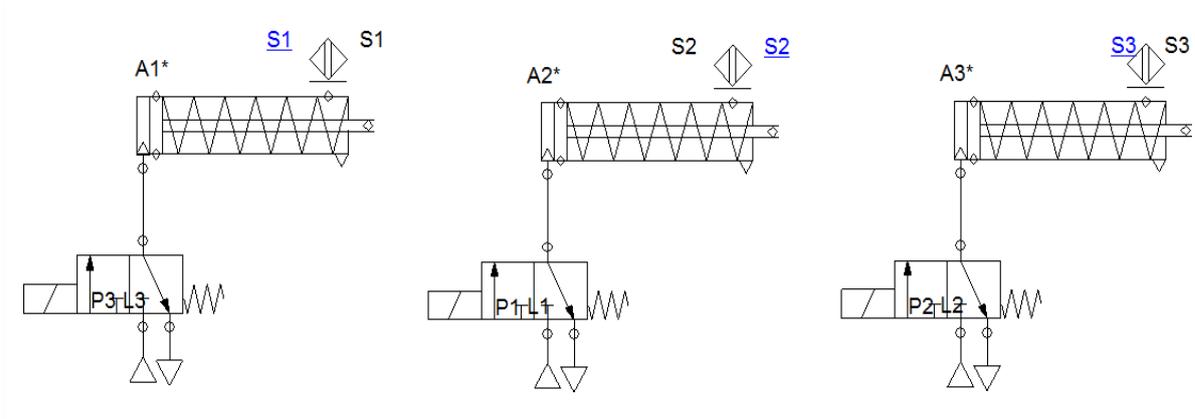


Рисунок 2.3 – Пневматическая часть конвейерной системы

### 2.3 Электрическая часть управления асинхронного двигателя

Как было сказано выше мы выбрали трехфазный асинхронный двигатель. Соответственно питание осуществляется от трехфазной линии на рисунки они обозначена как  $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$ . Чтобы обеспечить защиту системы от короткого замыканий и перегрузки по току к схеме была подключена термомангнитный расцепитель обозначенный как  $CB1$ .  $CB2$  и  $CB3$  подключенный перед двигателями являются трехфазным реле и нужен для подключение двигателей к сети питания и управляются сигналами вывода  $OUT3$  и  $OUT4$ .

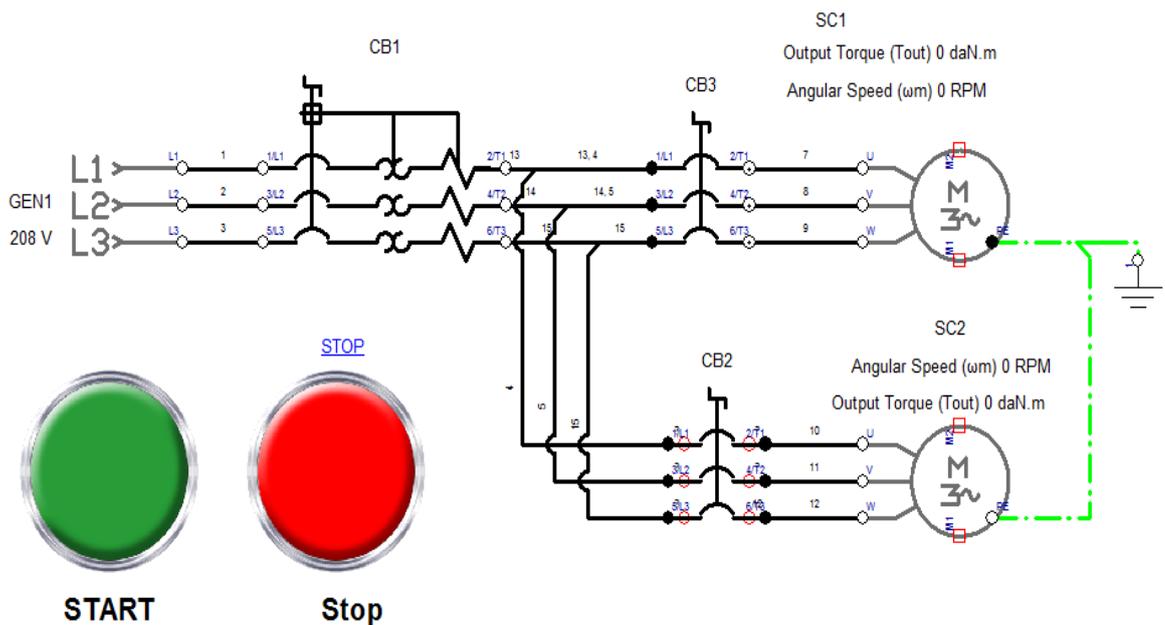


Рисунок 2.4 – Электрическая схема управление асинхронного двигателя

## 2.4 Контактная часть модуля i/o ПЛК и программа управление на языке LD

Для проектируемой системы были выбраны 2 входных и 1 выходной модуль (Рисунок 2.5). 1 входной модуль именуется IC. К его IN0, IN1, IN2 выводом будет приходит данные с сортировочного датчика, в нашей системе данные будут с имитированы с помощью кнопок start1, start2, start3. Инфракрасные датчики D подключены к выводам IN4, IN5, IN6. Второй входной модуль именуется E1\_1. Первые ее 3 вывода получают сигнал бесконтактного датчика S, а последние два подключены к кнопкам START и STOP соответственно. Выходной модуль несет имя OC, и первые три его выводы подает сигнал к пневмораспределителям. Выводы OUT3 и OUT4 регулирует двигателей конвейера 1 и 2 соответственно. Все модули питается постоянным 24В.

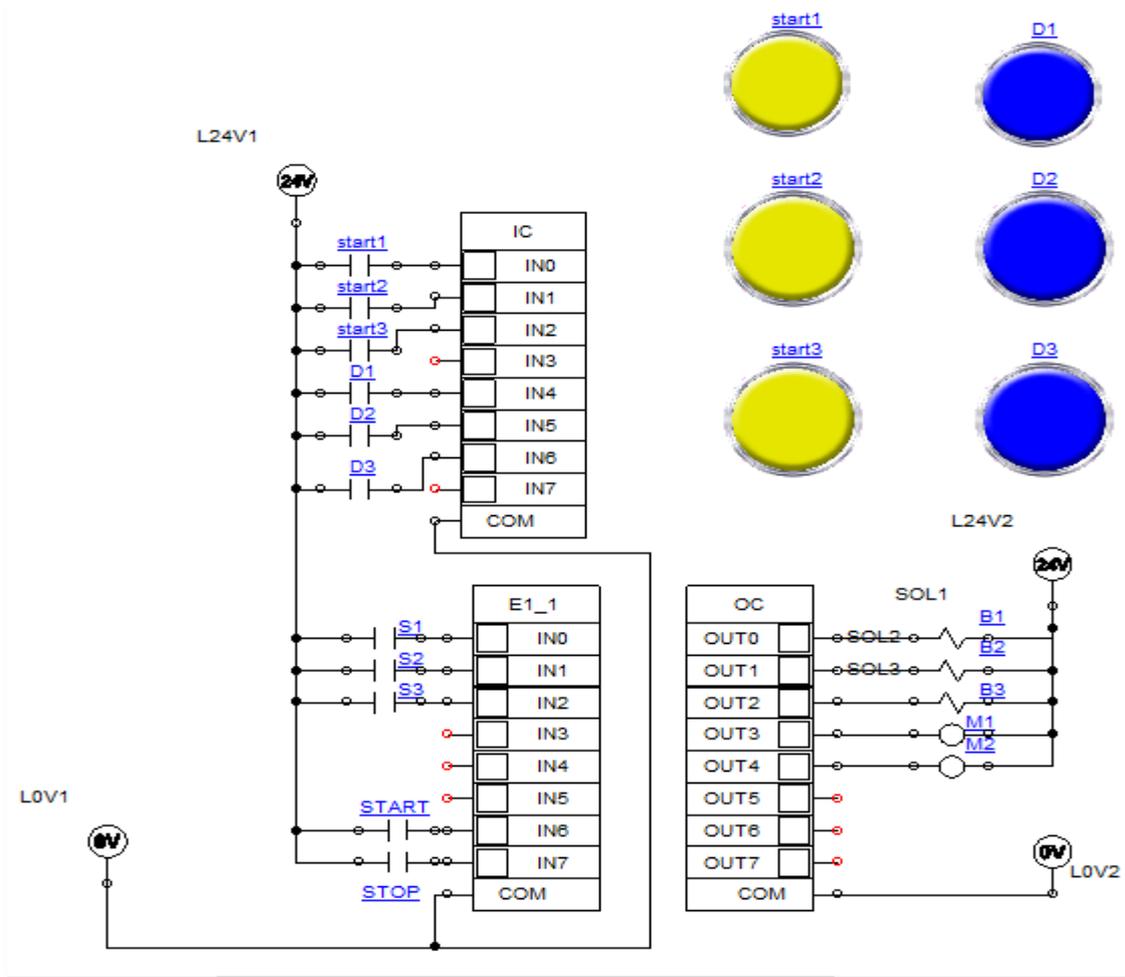


Рисунок 2.5 – Контактная часть модуля i/o ПЛК

Программа управление была написана на языке LD (Рисунок 2.6 ) по двум причинам: 1) язык очень прост из за чего получила большую популярность 2) Данный язык доступен к моделированию в ОП Automation Studio. Программа была написана на принципе работе( алгоритме) описанный в главе 2.1

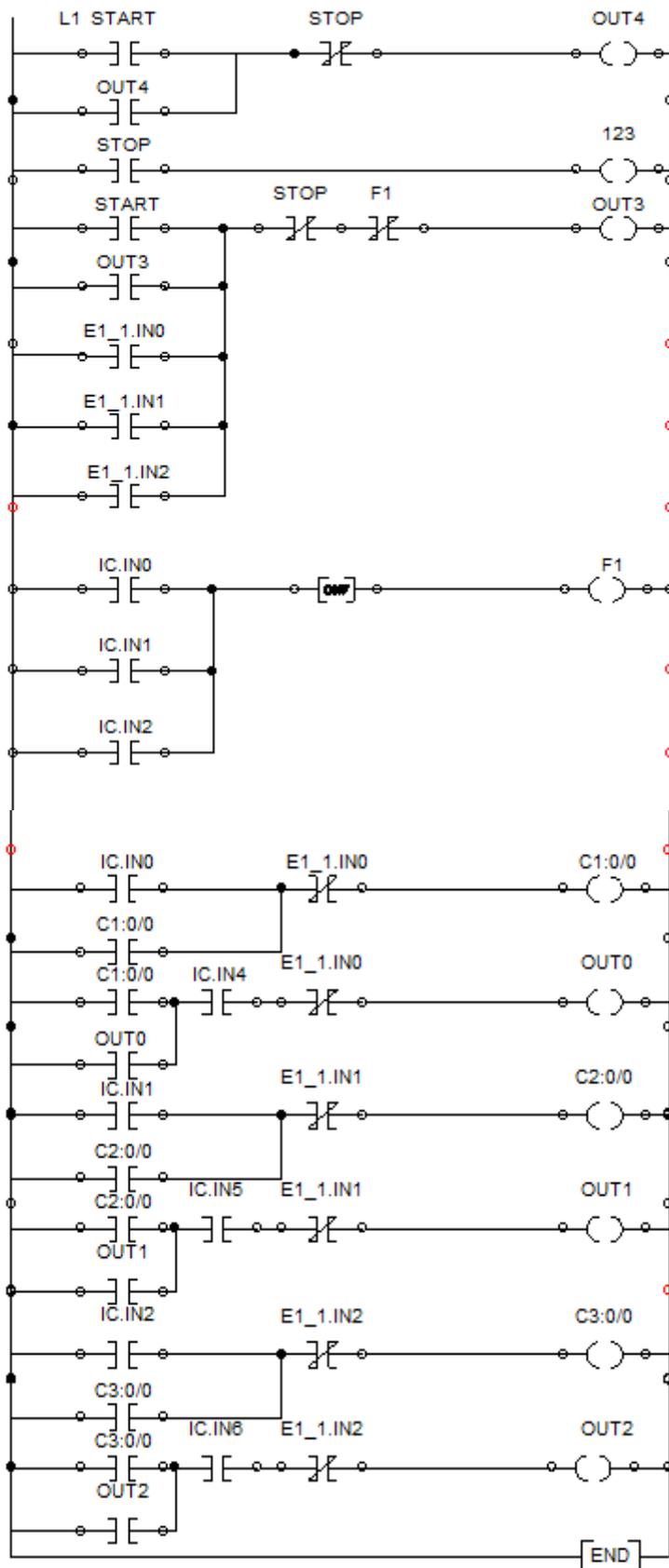


Рисунок 2.6 – Программа управление на языке LD

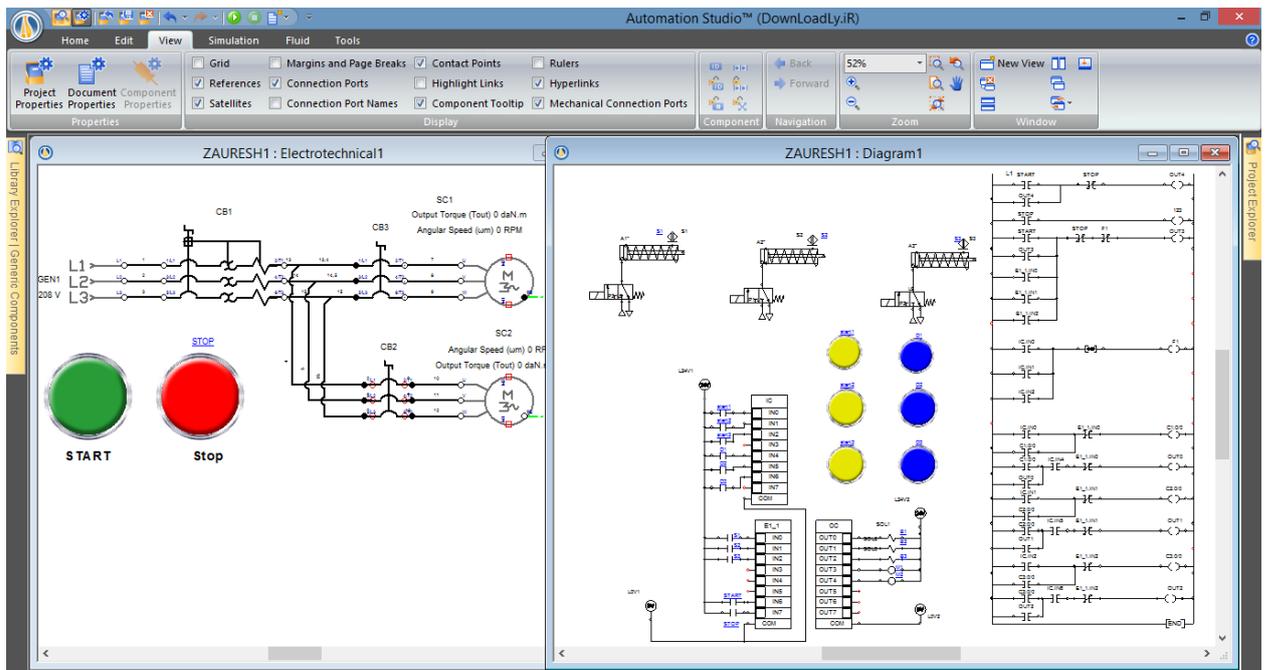


Рисунок 2.7 –Процесс симуляции системы в ОП Automation Studio

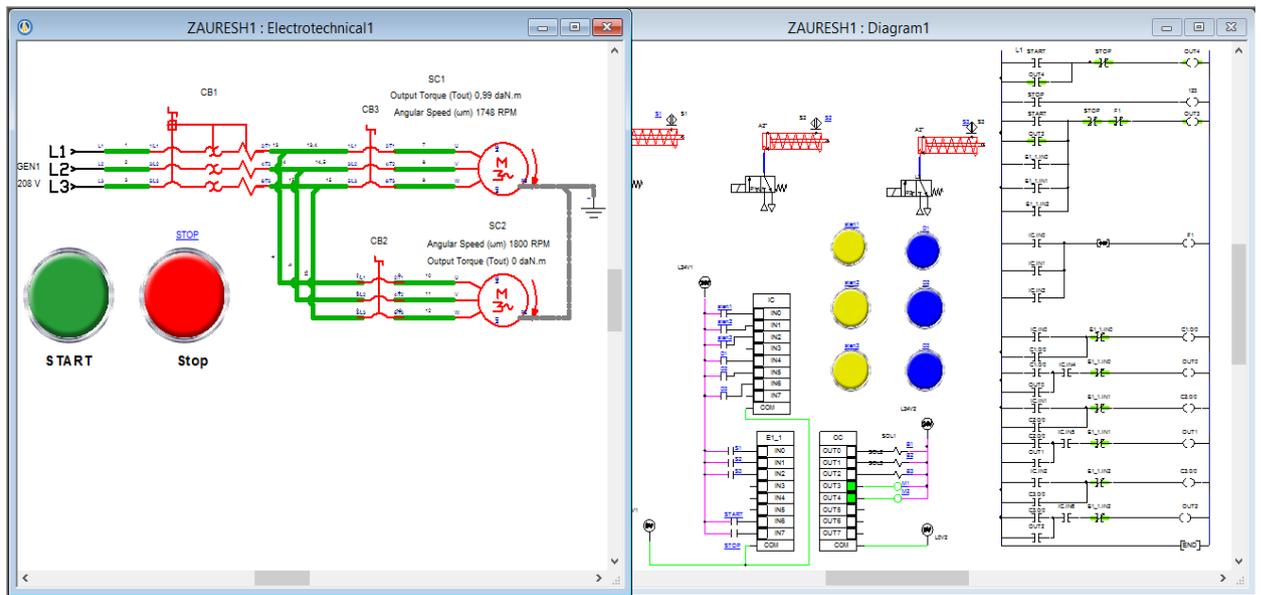


Рисунок 2.8 –Процесс симуляции системы в ОП Automation Studio

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе был сперва проведен анализ различных типов сортировочных конвейеров, таких как различные виды низкоскоростных, среднескоростных и высокоскоростных сортировочных конвейеров.

Высокоскоростные сортировщики были отсеяны по причине высокой стоимости из-за большого количество приводов и сложности управления. А низкоскоростной сортировочный конвейер с подвижным рычагом-дефлектором имеет очень низкую скорость сортировки и маленькую максимальную нагрузку (до 70 кг). Сортировочный конвейер с поднимающимися рабочими органами который относится к среднескоростным сортировочным конвейерам имеет небольшое преимущество в скорости сортировки, чем конвейер оснащенный сталкивателем, но при этом, в случае поломки поднимающимся рабочим органом, который расположен на самом конвейере, придется остановить весь процесс до устранения поломки. Сортировочный конвейере, оснащенный сталкивателем то он расположено вне конвейера, и вслучае поломки его функцию может выполнить резервный сталкиватель до починки сломанного. В связи этим я остановилась на последнем варианте.

Далее была построена структурная схема сортировочного конвейера, оснащенного сталкивателем и был описан принцип его работы. Далее были выбраны приводы для сталкивателя и конвейера. Для сталкивателя были выбраны пневмоприводы так как нам был необходим дешевый, простой для обслуживания, имеющий поступательное движение привод. Такие характеристики как высокое позиционирование и высокая мощность, которая обладает гидроприводом, в качестве требования не были необходимы. А в качестве привода для приведения в движение конвейерной ленты был выбран трехфазный асинхронный двигатель, из за его простоты, дешевизны и относительной мощности. Также был выбран бесконтактный датчик для определений позиций штока и инфракрасный датчик для определения местоположении объекта сортировки.

После выбранных элементов была собрана пневматическая схема сталкивателя и электронная схема управления трехфазного асинхронного двигателя. Данные схемы были промоделированы в ПО Automation Studio. Управление было осуществлено с помощью ПЛК и контактная часть была собрана в том же ПО. Язык для программирование был выбран LD. Программа написана на основе алгоритма принципа работы всей системы.

Подводя итоги: была разработана и промоделирована система управления сортировочного конвейера.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 <https://sitmag.ru/article/10018-osnovnye-tipy-sortirovochnyh-konveyerov>
- 2 <https://cxem.net/promelectr/promelectr5.php#:~:text=ПЛК%20-%20программируемый%20логический%20контроллер%2C,работы%20в%20режимах%20реального%20времени>
- 3 Минаев И. Г. Программируемые логические контроллеры в автоматизированных системах управления / И.Г.Минаев, В. М. Шарапов, В.В. Самойленко, Д.Г. Ушкур. 2-е изд., перераб. и доп. — Ставрополь: АГРУС, 2010. — 128 с. ISBN 978-5-9596-0670-1
- 4 [www.famictech.com](http://www.famictech.com)
- 5 Электропривод: Учебное пособие. / сост. С. В. Петухов, М.В. Кришьянис. — Архангельск: С(А)ФУ, 2015. — 303 с.
- 6 <http://www.hydro-pnevmo.ru/>
- 7 Колесников В.В. Моделирование характеристик и дефектов трехфазных асинхронных машин: учебное пособие. — СПб.: Издательство "Лань" , 2017. — 144с.
- 8 Ефимова, С. Г. Гидравлика, гидро- и пневмопривод : учебное пособие / С. Г. Ефимова, В. Т. Чупров ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — 84 с.
- 9 <https://extxe.com/8848/typy-privodov-i-ih-mehanizmy/>
- 10 В. А. Глазунов, с. В. Хейло. Механизмы перспективных робототехнических систем. — Издательство "техносфера" , 2021. — 297 с. ISBN: 978-5-94836-604-3
- 11 Максимычев, О.И. Программирование логических контроллеров (PLC): учеб. пособие / О.И. Максимычев, А.В. Либенко, В.А. Виноградов. — М.: МАДИ, 2016. — 188 с
- 12 Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. Комплект в двух томах. Том 2 Учебно-практическое пособие. — 2-е изд. — М.: Инфра-Инженерия, 2016. — 484 с.