

## Содержание

Введение.....	3
1. Общая часть	
1.1 Краткая характеристика ленточного транспортёра и его технологического процесса.....	4
2. Расчетно-конструкторская часть	
2.1 Расчет и выбор электрического привода ленточного транспортёра.....	5
2.2 Расчет и выбор аппаратуры защиты в щите управления ленточного транспортёра	10
.....	
2.3 Расчет и выбор аппаратуры управления электрическим приводом ленточного транспортёра.....	11
.....	
2.4 Разработка структурной схемы технологического процесса ленточного транспортёра.....	12
.....	
2.5 Разработка технического задания на разработку автоматизации электрического привода ленточного транспортёра .....	14
2.6 Разработка и выбор вех технологий и способов автоматизации электрического привода ленточного транспортёра.....	15
.....	
2.7 Выбор программируемого реле из семейства Owen.....	16
2.8 Разработка принципиальной электрической схемы управления электрическим приводом ленточного транспортёра с использованием программируемого реле семейства Owen.....	17
2.9 Разработка структуры программы управления электрическим приводом ленточного транспортёра с применением программируемого реле семейства Owen.....	17
2.10 Программирование технологического процесса ленточного транспортёра с применением программируемого реле семейства Owen.....	18

Заклучение.....	19
-----------------	----

Литература.....	20
-----------------	----


## Введение

Работу современных промышленных предприятий без использования конвейеров смодулировать очень трудно – конвейерные линии позволяют оптимизировать производственный процесс и сделать его более эффективным.

Ленточный конвейер – транспортирующее устройство непрерывного действия. Ленточные конвейеры являются наиболее распространенным типом машин конвейерного транспорта. Практически во всех отраслях промышленности используются ленточные конвейеры, которые обеспечивают непрерывность процессов транспортировки различных видов грузов и материалов. Из всего парка конвейерных установок около 90 % составляют ленточные конвейеры. Преимущество ленточных конвейеров перед другими способами транспортировки заключается в том, что благодаря значительной скорости движения ленты обеспечивается высокая эффективность и производительность технологических процессов, в малом потреблении энергии, простоте, надежности и долговечности конструкции устройства.

Для машин непрерывного действия характерно перемещение насыпных или штучных грузов по заданной трассе без остановок. Транспортирующие машины отличаются высокой надежностью, удобством эксплуатации и обслуживания, имеют большую длину транспортирования, работают в автоматическом режиме в комплексе с технологическим оборудованием, обеспечивают высокую производительность благодаря непрерывности процесса транспортирования.

**Цель:** разработать и защитить проект электрического привода ленточного транспортёра.

**Задача:** рассчитать электрический привод ленточного транспортёра, запрограммировать технологический процесс ленточного транспортёра с применением программируемого реле семейства Owen.

					3

## 1 Общая часть

### 1.1 Краткая характеристика ленточного транспортёра и его технологического процесса

Основными элементами конвейера данной схемы являются: приводной барабан (1), расположенный на приводной станции вместе с электродвигателем, редукторами и отклоняющей системой, натяжной барабан 2, расположенный в хвостовой части вместе с натяжным устройством с грузом нц 6, тяговая (грузонесущая) лента 3, роликовые опоры 4, отклоняющий барабан 5.

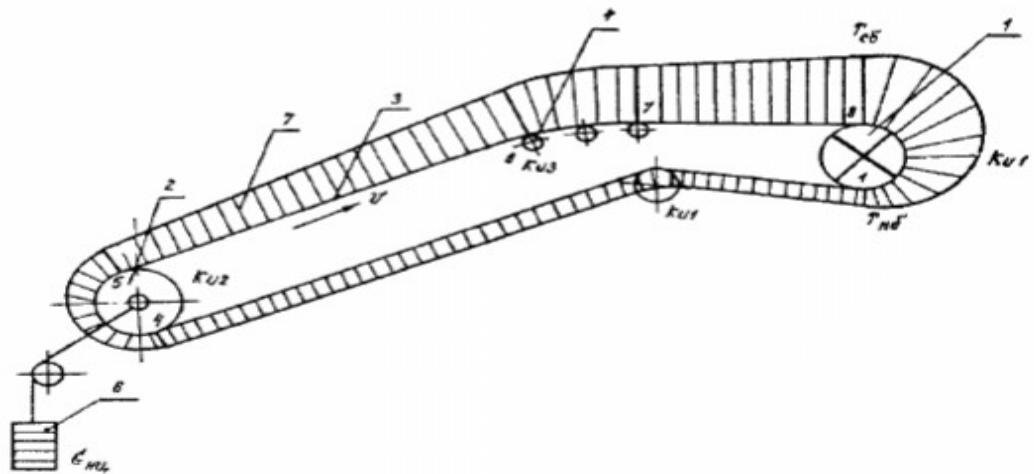


Рисунок 1 «Схема ленточного транспортёра»

В ходе работы конвейерного оборудования перемещаемый груз транспортируется по верхней части ленты. Она вертикально замкнута, закреплена и поддерживается специальными ролюкоопорами. Приводной барабан задает темп движения конвейерной ленты. Натяжение транспортерной ленты регулирует натяжной барабан.

Для загрузки грузов на конвейерную ленту используют загрузочные агрегаты. Конечная выгрузка производится в приемное устройство. Возможна также промежуточная выгрузка по трассе конвейера. Она осуществляется барабанными или плужковыми разгрузателями.

Для очистки конвейерной ленты от прилипшей грязи, пыли используют специальные очистные устройства.

						4
--	--	--	--	--	--	---

## 2. Расчетно-конструкторская часть

### 2.1 Расчет и выбор электрического привода ленточного транспортёра

Таблица 1 «Технические характеристики электрического привода ленточного транспортёра»

Наименование параметра	Условное обозначение	Единица измерения	Вариант
			3
Производительность	Q	т/час	65
Операция	-	-	подъем
Длина ленты	L	М	65
Ширина ленты	B	М	1,0
Скорость перемещения груза	v	м/с	1,1
Высота подъема (опускания)	H	М	9
Диаметр барабана («звездочки»)	D	М	0,45
Передаточное число редуктора	i <sub>p</sub>	-	32
Напряжение питания 3-фазной сети	V <sub>c</sub>	В	380

Определим ( $L_m$ , м)-длина транспортёра (Расстояние между центрами ведущего и ведомого барабана).

$$L_m = 0,5 \cdot (L - \pi D_\phi) \quad (1)$$

где  $L$ -длина ленты конвейера, м;

$D_\phi$ -диаметр барабана, м.

$$L_m = 0,5 \cdot (65 - 3,14 \cdot 0,45) = 31,79 \text{ м}$$

Определяем угол наклона транспортёра ( $\beta_\phi$ ) к горизонту.

$$\beta_\phi = \arcsin\left(\frac{H}{L_m}\right) \quad (2)$$

где  $H$ -высота подъёма груза, м.

$$\beta_\phi = \arcsin\left(\frac{9}{31,79}\right) = 16,26^\circ$$

								5
--	--	--	--	--	--	--	--	---

$$L_{гор} = L_m \cdot \cos \beta \quad (3)$$

где  $L_{гор}$ -горизонтальная проекция конвейера, м

$$L_{гор} = 31,79 \cdot \cos(16,26^\circ) = 27,07 \text{ м}$$

$$C_m = F(B, \text{мм}; \text{вид опор}) \quad (4)$$

где  $B$ -ширина ленты, мм.

$C_m$ -коэффициент трения ленты об опоры, отн. ед;

$$C_m = F(1000, \text{мм}; \text{ролики}) = 0,038$$

$$P_{но} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot Q \cdot H \quad (5)$$

где  $Q$ -производительность транспортёра, т/ч;

$P_{но}$ -мощность подъёма груза, кВт;

$$P_{но} = 272 \cdot 10^{-5} \cdot 65 \cdot 9 = 1,59 \text{ кВт}$$

$$P_{пер} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot L_{гор} \quad (6)$$

где  $P_{пер}$ -мощность перемещения груза, кВт;

$$P_{пер} = 15 \cdot 10^{-5} \cdot 27,07 = 0,004 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_l = C_m \cdot L_{гор} \cdot v_l \quad (7)$$

где  $\Delta P_l$ -мощность потерь ленты при движении, кВт;

$v_l$ -линейная скорость движения ленты, м/с;

$$\Delta P_l = 0,038 \cdot 27,07 \cdot 1,1 = 1,1 \text{ кВт}$$

$$P_m = K \cdot (\Delta P_l + P_{пер} + P_{но}) \quad (8)$$

где  $K$ -коэффициент дополнительных потерь, отн. ед;

$$P_m = 1,05 \cdot (1,1 + 0,004 + 1,59) = 2,83 \text{ кВт}$$

Определим расчётную мощность АД транспортёра.

$$P_{оп} = K_з \cdot \frac{P_m}{\eta_n} \quad (9)$$

где,  $K_з$ -коэффициент запаса, отн. ед;

$P_m$ -мощность транспортёра, кВт;

$\eta_n$ -КПД передачи, отн. ед.;

$$P_{оп} = 1,2 \cdot \frac{2,83}{0,7} = 4,85 \text{ кВт}$$

$$K = F(L) \quad (10)$$

$$K = F(L 65) = 1.05$$

Определим синхронную скорость ( $n_c$ ) приводного АД.

$$n_{cp} = \frac{L \cdot v_l \cdot i_n}{\pi \cdot D_6} \quad (11)$$

где  $n_{cp}$ -синхронная расчётная скорость АД, об/мин:

$i_n$ -передаточное число применяемой передачи.

$$n_{cp} = \frac{65 \cdot 1,1 \cdot 32}{3,14 \cdot 0,45} = 1619,2 \text{ об/мин}$$

По шкале синхронных скоростей применяем  $n_{cp} = 1500$  об/мин.

По таблице мощностей при  $n_{cp} = 1500$  об/мин и  $P_{dp} = 4,85$  кВт согласно условию  $P \geq P_{dp}$  выбираем АД общепромышленного назначения т. АИР112М4

$$P_{ном} = 5,5 \text{ кВт}$$

$$U_n = 380 \text{ В}$$

$$n_n = 1500 \text{ об/мин}$$

$$\eta = 85,5\%$$

$$\cos \varphi = 0,86$$

$$m = 41 \text{ кг}$$

$$M_n = 36,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_n / M_n = 2,0$$

$$M_{мин} / M_n = 1,6$$

$$M_m / M_n = 2,5$$

$$J = 0,017 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$I_n / I_n = 7$$

$$I_n = 11,7 \text{ А}$$

Уточним  $i_n$

$$i_{np} = \frac{\pi \cdot D_{\delta} \cdot n_n}{60 \cdot v_{\lambda}} \quad (12)$$

$$i_{np} = \frac{3,14 \cdot 0,45 \cdot 1500}{60 \cdot 1,1} = 32,11$$

$$M_n = 2 \cdot M_H \quad (14)$$

$$M_n = 2 \cdot 36,7 = 73,4 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$S_H = 1 - \frac{n_n}{n_c} \quad (15)$$

$$S_H = 1 - \frac{1500}{1619,2} = 0,07$$

$$M_M = 2,5 \cdot M_H \quad (16)$$

$$M_M = 2,5 \cdot 36,7 = 91,75 \text{ H} \cdot \text{м}$$

$$M_{мин} = 1,8 \cdot M_H \quad (17)$$

$$M_{мин} = 1,8 \cdot 36,7 = 66,06 \text{ H} \cdot \text{м}$$

Применим формулу Клосса

$$S_{кр} = S_H \cdot \left( \frac{M_{мин}}{M_H} + \sqrt{\left( \frac{M_M}{M_H} \right)^2 - 1} \right) \quad (18)$$

$$S_{кр} = 0,07 \cdot (1,6 + \sqrt{2,5^2 - 1}) = 0,27$$

$$S_{мин} = 1 - S_H \cdot \left( \frac{M_{мин}}{M_H} + \sqrt{\left( \frac{M_M}{M_H} \right)^2 - 1} \right) \quad (19)$$

$$S_{мин} = 1 - 0,07 \cdot (1,6 + \sqrt{2,5^2 - 1}) = 0,73$$

Определим

$$M_m = M_c = 9550 \cdot \frac{P_m}{n_n} \quad (20)$$

$$M_m = M_c = 9550 \cdot \frac{2,83}{1500} = 18,4 \text{ H} \cdot \text{м}$$

Строим механические характеристики и определяем скольжение в рабочей точке

$$S_p = M_c \cdot S_n / M_n \tag{21}$$

$$S_p = 18,4 \cdot 0,05 / 36,7 = 0,03$$

Таблица 2 «Характерные точки»

Моменты Н·м	$M_c$	$M_n$	$M_m$	$M_{мин}$	$M_n$
	18,4	36,7	91,75	66,06	73,4
Скольжение Отн. Ед.	$S_p$	$S_n$	$S_{кр}$	$S_{мин}$	$S_n$
	0,03	0,07	0,27	0,73	1,0

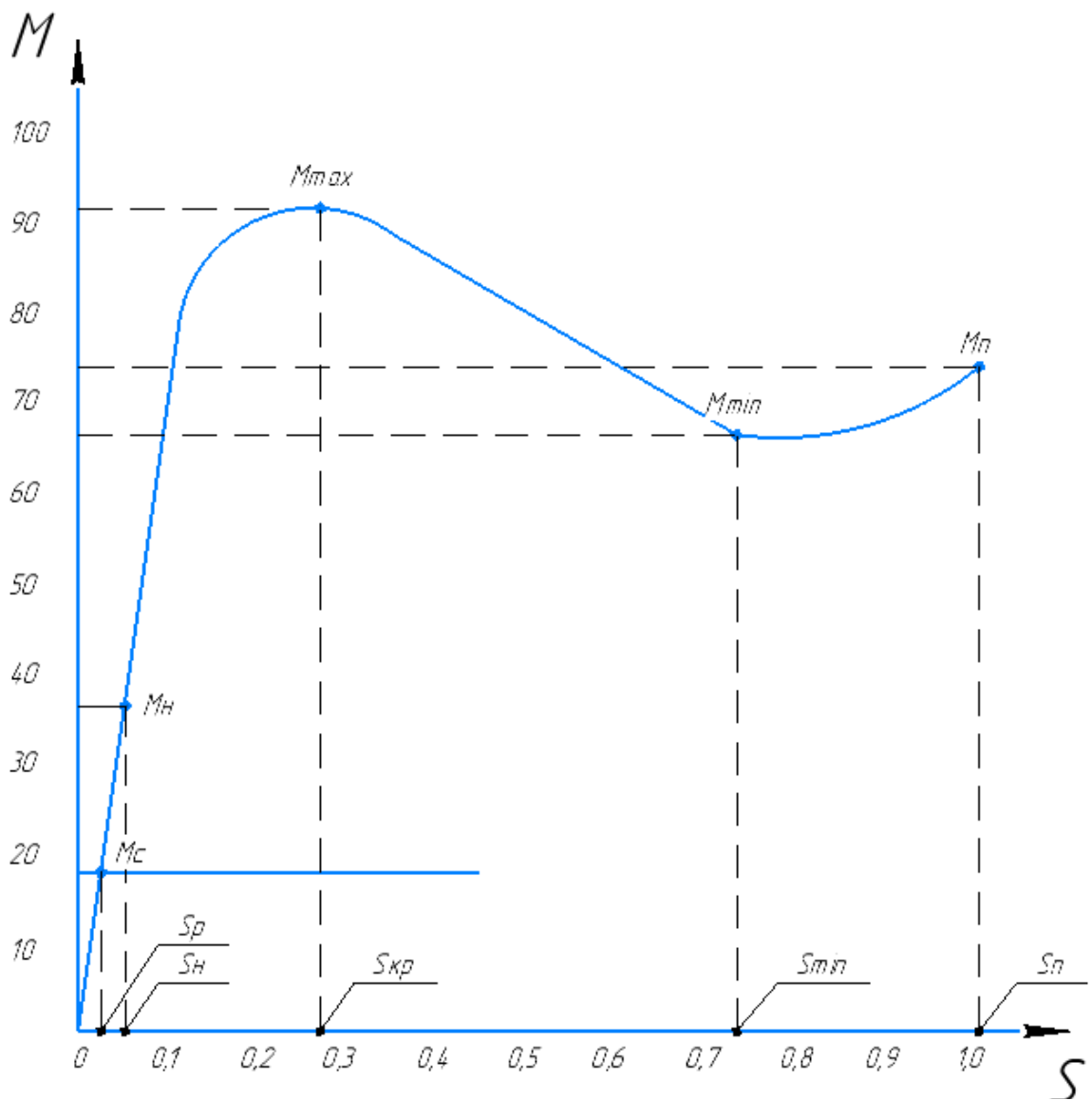


Рисунок 2 «Механическая характеристика двигателя для электропривода ленточного транспортёра»



Расположение механических характеристик показывает

- ❖ Пуск состоится успешно, так как механическая характеристика транспортёра « $M_m = F(S)$ » проходит ниже « $M_{мин}$ » АД;
- ❖ Рабочая точка расположена ниже « $M_n$ ». Наибольшее КПД достигается при нагрузке АД на 10...15% меньше номинальной. При эксплуатации АД с большей недогрузкой КПД и  $\cos \varphi$  его существенно уменьшают.

По итогам расчетов выбран двигатель АИР112М4  $P_{ном} = 5,5 \text{ кВт}$

$$n_n = 1500 \text{ об / мин}$$

## 2.2 Расчет и выбор аппаратуры защиты в щите управления ленточного транспортёра

### Выбор автоматического выключателя для электрического привода ленточного транспортёра.

Выбор автоматических выключателей производится по номинальным напряжению и току с соблюдением следующих условий:

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}$$

$$I_{ном.а} \geq I_{длит.}$$

где,  $U_{ном.а} - \dot{U}$  номинальное напряжение автоматического выключателя;

$U_{ном.с} - \dot{U}$  номинальное напряжение сети;

$I_{ном.а} - \dot{I}$  номинальный ток автоматического выключателя;

$I_{длит.} - \dot{I}$  длительный расчетный ток цепи.

Номинальное напряжение электрического двигателя  $U_{ном.а} = 380 \text{ В}$

Номинальный ток электрического двигателя  $I_n = 11,7 \text{ А}$

**По каталогу выбран автоматический выключатель: АРМАТ М06Н 3Р С 13А**

Характеристики:

$$I_{ном} = 13 \text{ А}$$

$$U_{ном} = 400 \text{ В}$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

Количество полюсов  $i$  3

$$I_{ном} = \frac{P}{U_n} \quad (22)$$

$$I_{ном} = \frac{60}{220} = 0,3 A$$

**Для цепи управления был выбран автоматический выключатель: ARMAT M06N 1P C 1,6A**

Характеристики:

$$I_{ном} = 1,6 A$$

$$U_{ном} = 230 B$$

$$f = 50 Гц$$

Количество полюсов  $i$  1

**Выбор теплового реле магнитного пускателя.**

Тепловые реле выбираются по номинальному току двигателя (или длительному расчетному току):

$$I_{ном.т.р} \geq I_{ном.дв}$$

**По каталогу было выбрано тепловое реле РТИ-1321**

Характеристики:

$$I_{ном} = 18 A$$

Диапазон токовой установки реле исполнения  $i$  12...18A

### **2.3 Расчет и выбор аппаратуры управления электрическим приводом ленточного транспортёра**

Расчет по параметрам двигателя.

Номинальный ток для трехфазного электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$I_{ном.д} = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} \cdot (КПД \cdot \cos\varphi \cdot U_{ном})}$$

(23)

где, P – мощность нагрузки (Вт);

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности;

КПД – коэффициент полезной мощности электродвигателя (%);

$U_{ном}$  – номинальное напряжение сети 380 (В).


$$I_{ном.о} = \frac{5,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot (0,85 \cdot 0,86 \cdot 380)} = 11,43 \text{ A};$$

Расчет пускового тока для трехфазного электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$I_{пуск} = k \cdot I_{ном} \quad (24)$$

где,  $k$  – кратность пускового момента;

$$I_{пуск} = 7 \cdot 11,43 = 80,01 \text{ A}$$

Расчет ударного пускового тока для трехфазного электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$i = (1,2 - 1,4) \cdot I_n \cdot \sqrt{2} \quad (25)$$

где,  $I_n$  – пусковой ток;

$$i = 1,2 \cdot 80,01 \cdot \sqrt{2} = 135,78$$

Производим расчет магнитного пускателя управления электрическим приводом двигателя.

Максимальный ток для трехфазного электродвигателя определяется по следующей формуле:

$$I_{max} = 6 \cdot I_n \quad (26)$$

где,  $I_n$  – номинальный ток магнитного пускателя;

Проверяем, подходит ли пусковое устройство с  $I_n = 10\text{A}$ , где максимальный ток контактора должен быть больше пускового тока электродвигателя  $I_{max} > I_{пуск}$ .

$$I_{max} = 6 \cdot 16 = 96 \text{ A} > 80,01 \text{ A} = I_{пуск}$$

По каталогу выбран электромагнитный пускатель серии ПМЛ: ПМЛ-1220Д.

#### 2.4 Разработка структурной схемы технологического процесса ленточного транспортёра

SB1- Кнопка «Пуск»

SB2-Кнопка «Стоп»

HA-Звуковой сигнал

Д1- двигатель 1

Д2- двигатель 2


При достижении реального времени 8:00 звучит сигнализация в течении 2 секунд, она предупреждает рабочих о том, что скоро запуснутся ленточные транспортёры, и надо быть готовым к этому, после происходит запуск двигателей ленточных транспортёров. Сначала запускается двигатель М2, а после первого цикла двигателя М2 запускается двигатель М1 это сделано для того, чтобы избежать столкновения и наваливания грузов друг на друга при переходе с одного конвейера на другой. Двигатели М1 и М2 работают с остановками, время движения транспортёра 3 секунды, время остановки 5 секунд.

При достижении реального времени 10:00 оба электропривода ленточных транспортёров выключаются на перерыв. При достижении реального времени 10:15 звучит сигнализация в течении 2 секунд, а после запускаются двигателя сначала М2, а после первого цикла двигатель М1. При достижении реального времени 12:15 оба электропривода ленточных транспортёров выключаются на перерыв. При достижении реального времени 13:15 звучит сигнализация в течении 2 секунд, а после запускаются двигателя сначала М2, а после первого цикла двигатель М1. При достижении реального времени 15:15 оба электропривода ленточных транспортёров выключаются на перерыв. При достижении реального времени 15:30 звучит сигнализация в течении 2 секунд, а после запускаются двигателя сначала М2, а после первого цикла двигатель М1. При достижении реального времени 17:30 оба электропривода ленточных транспортёров выключаются на перерыв. В любой момент времени с 8:00 до 17:30 транспортёры можно запустить и остановить вручную кнопками пуск и стоп.

									13

## 2.5 Разработка технического задания на разработку автоматизации электрического привода насосной установки

Таблица 3 «План технического задания на разработку принципиальной электрической схемы управления ЭП насосной установки»

№ п/п	Основные вопросы	Дополнительные сведения
1	2	3
1	Назначение ЭП: Привод ленточного транспортёра	НУ – двухагрегатная
2	Технические данные ЭП С Серия АИР112М4 $P_{ном} = 5,5 \text{ кВт}$ ; режим – Повторно-кратковременный	
3	Виды и способы управления ЭП: - основное – «АУ» (автоматическое); - резервное – «РУ» (ручное): 1. «ДУ» (дистанционное); 2. «МУ» (местное).	
4	Управляющие сигналы и датчики (устройства) автоматического управления: - от контактов пускателя основного агрегата;	
5	Сигнализация (звуковая): - звонок (при запуске двигателя).	
6	Защита цепей: - силовых – максимальная, минимальная, тепловая; - силовых – максимальная, минимальная, тепловая; - управления и сигнализации - максимальная.	

Продолжение таблицы 3


1	2	3
7	Блокировки: - первоочередная подача основного питания.	
8	Питание цепей: 380 В постоянного тока - силовая цепь, 220 В переменного тока - цепь управления и сигнализации.	
9	Меры электробезопасности технические: - Заземление корпусов ЭО.	

## 2.6 Сравнение и выбор технологий и способа автоматизации электрического привода пассажирского лифта

Системы контакторного управления в главных цепях широко применяются для электроприводов кратковременного и продолжительного режимов.

Достоинства:

- а) относительно малая стоимость средств управления;
- б) простая надежная аппаратура, большой выбор аппаратуры;
- в) при редких пусках и реверсах достаточное быстродействие (измеряется десятиными долями секунды);
- г) простота устройств защиты, малая вероятность возникновения аварийного состояния;
- д) не требуется высокой квалификации обслуживающего персонала.

Недостатки:

- а) неэкономичность при частых пусках;
- б) малая жесткость рабочих характеристик при пониженных скоростях;
- в) громоздкость аппаратуры, необходимость постоянного ухода за аппаратурой с заменой или ревизией деталей;
- г) система неприемлема при большом числе включений вследствие недостаточного быстродействия аппаратуры постоянного тока (время включения контактора 0,12—0,35 сек), перегрева катушек аппаратов переменного тока

						15

(кратность пускового тока  $I_{п}/I_{уст} = 10: 18$ ), повышенного нагрева машин из-за толчков тока, быстрого износа аппаратуры и механизмов;

д) практически неприемлема при необходимости автоматического поддержания заданной скорости и изменения скорости в пределах более чем 1:3.

Под термином «релейно-контакторные системы управления» (РКСУ) понимают логические системы управления, построенные на релейно-контакторной элементной базе и предназначенные для автоматизации работы двигателей. С помощью РКСУ автоматизируют следующие операции: включение и отключение двигателя; выбор направления и скорости вращения; пуск и торможение двигателя; создание временных пауз в движении; защитное отключение двигателя и остановка механизма. Данные операции необходимы для выполнения движения рабочего органа механизма по технологическим условиям.

Непосредственный объект управления для РКСУ — это двигатель, питаемый от сети. Электропривод, выполненный на такой основе, представляет собой простой нерегулируемый электропривод, в основном общепромышленного применения (например, электропривод кранов, тихоходных лифтов, конвейеров, компрессоров, вентиляторов, насосов, некоторых транспортных устройств и т. п.).

Достоинства РКСУ - наличие гальванической развязки цепей; значительная коммутационная мощность; высокая помехоустойчивость; возможность использования единого источника питания для силовых и управляющих цепей. Недостатки РКСУ - контактная коммутация, требующая соответствующего ухода за аппаратурой и ограничивающая срок ее службы; ограниченное быстродействие; повышенные массогабаритные показатели и энергопотребление.

Рассматривая преимущества программируемых реле, разумно выбрать именно его.

## 2.7 Выбор программируемого реле из семейства Owen

Структурная схема технологического процесса ленточного транспортёра, удобства стандартного питания 230В, наличия достаточных входов/выходов для полноценной работы программы, удобства монтажа в щите управления и

возможности последующей доработки программы, мною было выбрано программируемое реле из семейства Owen: ПР200-220.25.2.0

## **2.8 Разработка принципиальной электрической схемы управления электрического привода ленточного транспортёра с использованием программируемого реле семейства Owen**

Электрический привод ленточного транспортёра из АД: АИР112М4. Устройством защиты управляющей части схемы является автоматический выключатель: АРМАТ М06Н 1Р С 1,6А

Устройством защиты силовой части схемы является автоматический выключатель: АРМАТ М06Н 3Р С 13А

При нажатии кнопки SB1 катушки контакторов КМ1 и КМ2 получают питание тем самым замыкая свои силовые контакты, после чего двигатель М1 и М2 вступают в работу. При нажатии кнопки SB2 цепи катушек контакторов размыкаются и двигатели останавливаются.

## **2.9 Разработка структуры программы управления электрическим приводом с применением программируемого реле семейства Owen**

Программа написана так, что при поступлении логической «1» через СLОСK1-СLОСK4 или SB1 приходит питание сначала на звонок НА, который работает 2 секунды после на катушку контактора КМ2 тем самым двигатель М2 начинает работу, и после выдержки времени 8 секунд приходит питание на катушку контактора КМ1, и двигатель М1 тоже вступает в работу. Двигатели М1 и М2 работают с остановками, время движения транспортёра 3 секунды, время остановки 5 секунд.

За остановку двигателя отвечают СLОСK1-СLОСK4 или SB2. При достижении реального времени 10:00-10:15, 12:15-13:15, 15:15-15:30, 17:30-8:00, и при нажатии кнопки SB2 питание с катушек контакторов пропадает, контакты отключаются.




## 2.10 Программирование технологического процесса ленточного транспортёра с применением программируемого реле семейства Owen

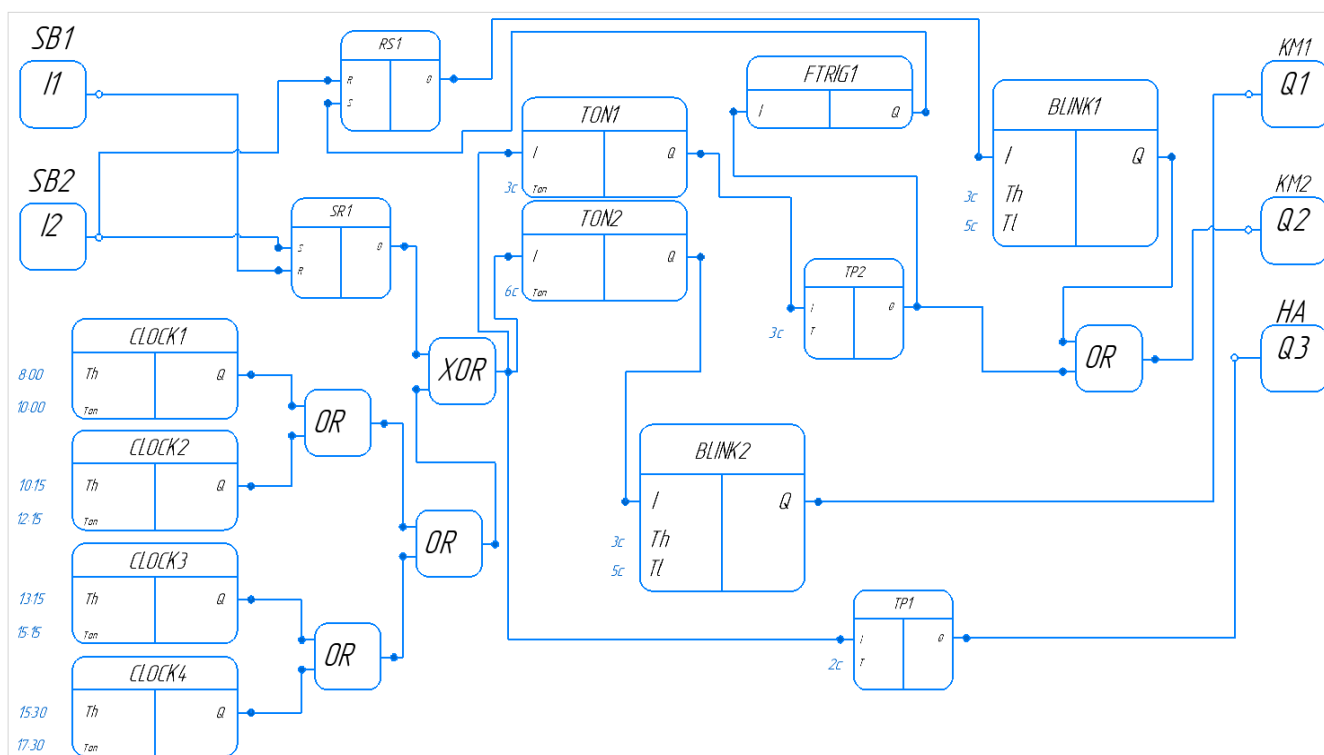


Рисунок 3 «Программа автоматизации пассажирского лифта»

Таблица 2 «Составные части программы автоматизации ленточного транспортёра»

Поз. обозначен.	Наименование	Кол	Примечание
<i>Входы/Выходы</i>			
I1-I2	Входы	2	
Q1-Q3	Выходы	3	
<i>Логические элементы</i>			
OR	Логический элемент "ИЛИ"	4	
XOR	Логический элемент "Исключительное ИЛИ"	1	
<i>Функциональные блоки</i>			
TON1-TON2	Таймер с задержкой включения	2	
RS1	Триггер с приоритетом выключения	1	
SR1	Триггер с приоритетом включения	1	
FTRIG1	Детектор заднего фронта	1	
TP1-TP2	Импульс включения заданной длительности	1	
CLOCK1-CLOCK2	Интервальный таймер	4	





