

Микола Матвієнко

_____ (підпис)

Шаблон за версією 02
Затверджено наказом
№ 0298-І від 17.04.2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Класичний фаховий коледж

(повна назва інституту/факультету)

_____ (повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

_____ (підпис)

_____ (Ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

_____ 2024__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 171 Електроніка

(код та назва)

освітньо-професійної програми Електронні інформаційні системи

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: Розробка керуючої схеми для транспортування зернових культур

Здобувача групи ЕІЗ-01б Прилуцький Олександр Сергійович

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Олександр Прилуцький

_____ (підпис)

Керівник, викладач
канд. техн. наук, доцент

Микола Матвієнко

АНОТАЦІЯ

Обґрунтуванням актуальності теми є оволодіння новим принципом проектування електронних схем з використанням математичних моделей і алгоритмів для побудови електронних схем з мінімальною кількістю елементів пам'яті, що дозволяє виконати схему простою з використанням мікроелектроніки.

Відповідно до мети в роботі вирішувалися такі задачі:

- виконаний аналіз схем управління пристроєм при транспортуванні зерна;
- створений алгоритм управління пристроєм при транспортуванні зерна;
- розроблена абстрактна та структурна моделі роботи схеми пристрою транспортування зерна;
- використовуючи структурну схему, знайдені логічні рівняння роботи схеми пристрою при транспортуванні зерна;
- вибрана елементна база для реалізації логічних рівнянь схеми пристрою при транспортуванні зерна;
- побудована схема керування на програмованих логічних елементах (ПЛМ);
- створена програма управління схемою пристрою транспортування зерна.

Мета роботи полягає у розробці сучасної електронної схеми управління пристроєм при транспортуванні зерна.

Згідно мети, вирішувалася задача розробки сучасної схеми управління з використанням програмованої логіки.

При виконанні роботи була використана математична логіка, теорія алгоритмів, теорія скінченних автоматів, теорія програмування логічних матриць.

Об’єктом дослідження кваліфікаційної роботи є отримання мінімальних логічних рівнянь згідно отриманого алгоритму роботи схеми управління.

Робота викладена на 27 сторінках, у тому числі включає 14 рисунків, 3 таблиці, список цитованої літератури із 18 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АБСТРАКТНА ТА СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ; ЕЛЕКТРОННА СХЕМА, ПЛМ, ПРОГРАМУВАННЯ, ПРИСТРІЙ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, КОНВЕЄР ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ-ВИХОДІВ.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ КОНВЕЄРОМ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА	5
1.1. Класифікація та призначення конвеєрів.....	5
1.2. Особливості функціонування та розробка алгоритму роботи конвеєра для транспортування зерна	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, ЗНАХОДЖЕННЯ КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ КОНВЕЄРОМ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА	11
2.1. Розробка абстрактної математичної моделі електронної схеми керування конвеєром для транспортування зерна.....	11

2.2. Розробка структурної математичної моделі електронної схеми керування конвеєром для транспортування зерна	13
2.3. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронної схеми керування конвеєром для транспортування зерна.....	15
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ КОНВЕЄРОМ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА.....	18
3.1. Вибір елементної бази для електронної схеми керування конвеєром для транспортування зерна.....	18
3.2. Розробка електронної схеми керування конвеєром для транспортування зерна.....	21
ВИСНОВКИ.....	25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	26

ВСТУП

Конвеєри для транспортування зерна призначені для переміщення зерна в різних промислових варіантах. Це є дуже важливим у різних сферах промисловості. Автоматизація конвеєрів і конвеєрних ліній визначається необхідністю зниження трудомісткості управління та підвищення безпеки експлуатації конвеєрного транспорту. Тому, широке поширення набуло автоматизоване управління конвеєром і конвеєрною лінією, сутність якого полягає як в централізації керування процесами пуску-зупинки конвеєрів, так і у автоматичному захисту конвеєра від аварії при виникненні нештатних небезпечних ситуацій.

Автоматизацією конвеєрів і конвеєрних ліній займалися декілька десятиліть, але пристрої управління ними в теперішній час залишаються устарілими, виконаними на старій елементній базі. Сьогодні життя потребує зменшення трудомісткості управління та підвищення безпеки експлуатації конвеєрного транспорту. Тому, особливим значенням є питання створення надійного електронного пристрою управління шахтними конвеєрами на сучасній елементній базі.

Для створення такої схеми електроніки необхідно забезпечити контроль технологічних параметрів конвеєрів, що дасть можливість на безперервну та безаварійну роботу як конвеєра та конвеєрних ліній, так і необхідну його продуктивність та стабілізацію натягу його стрічки. Для розв'язання таких завдань потрібно створити такий електронний пристрій, щоб він міг здійснювати як оперативне управління, так і оперативний контроль за його роботою і з виконанням на сучасній елементній базі. Це дасть можливість значно підвищити продуктивність конвеєрного транспорту і функціонування підприємств де вони застосовуються, шляхом запобігання аварійних зупинок і втрати часу.

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КОНВЕЄРА ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА

1.1. Класифікація та призначення конвеєрів

Конвеєри для транспортування зерна класифікують [1,2,3] за призначенням: різного виду стрічкові, ковшові, сребкові, див. рис. 1.1.1... рис. 1.1.5.

Стрічковий конвеєр закритого типу це транспортуючий пристрій безперервної дії з робочим органом у вигляді стрічки. Використовується для транспортування сипучих вантажів (зерна) в горизонтальному, похилому – $10^{\circ} + 30^{\circ}$ та горизонтальному- похилому положеннях.

Один із варіантів стрічкового конвеєра закритого типу приведений на рис. 1.1.1.

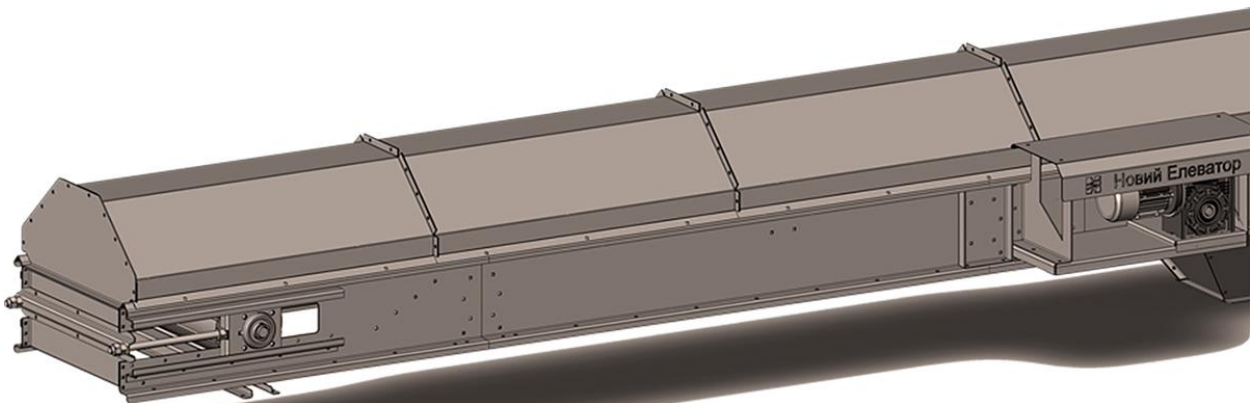


Рис.1.1.1. Стрічковий конвеєр закритого типу

Мобільний стрічковий конвеєр це нестандартний транспортуючий пристрій безперервної дії з робочим органом у вигляді стрічки. При переміщенні зернових він забезпечує щадний режим транспортування і мінімальне трамвування продукту. Мобільний стрічковий конвеєр наведений на рис.1.1.2.



Рис. 1.1.2. Мобільний стрічковий конвеєр

Стрічковий конвеєр це транспортуючий пристрій безперервної дії з робочим органом у вигляді стрічки. Використовується для транспортування сипучих вантажів (зерна) в горизонтальному, похилому - $10^{\circ} + 30^{\circ}$ та горизонтально-похилому положеннях. При переміщенні зернових забезпечуються щадні режими транспортування й мінімальне травмування. Сипучий матеріал (зерно) подається в насипний лоток з формувачем потоку і транспортується до місця його розвантаження. Стрічковий конвеєр відкритого типу наведений на рис.1.1.3.

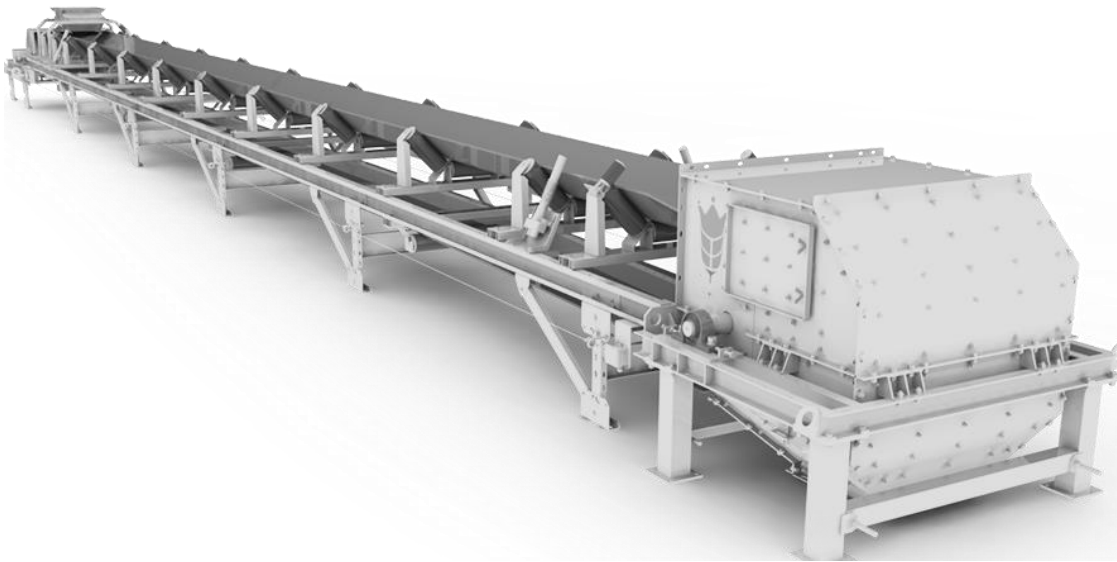
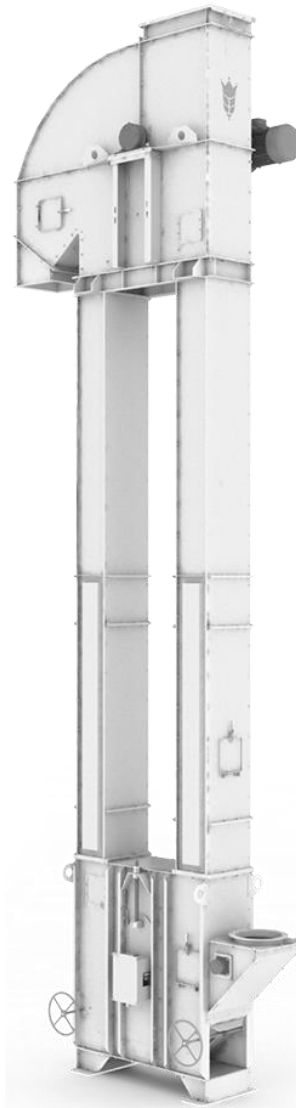


Рис.1.1.3. Стрічковий конвеєр відкритого типу

Ковшовий стрічковий елеватор «Норія» - пристрій для транспортування безперервної дії з робочим органом у вигляді стрічки з закріпленими на ній ковшами. Використовується для транспортування сипучих вантажів (зерна) у вертикальному положенні. Для переміщення зернових використовуються щадні режими транспортування й мінімальне травмування. Сипучий матеріал подається в завантажувальний башмак, зачерпується ковшами і потім піднімається по робочому коробу. Ковшовий стрічковий елеватор «Норія» наведений на рис. 1.1.4.



1.1.4. Ковшовий стрічковий елеватор

Сребковий або «**ланцюговий**» **конвеєр** це транспортуючий механізм безперервної дії, у якому переміщення насипних вантажів (зерна) здійснюється по нерухомому жолобу за допомогою скребків, закріплених до тягового ланцюга та занурених у шар насипного вантажу. Здійснює переміщення в горизонтальному, похилому до 45° і горизонтально-похилому положеннях.

Скребковий конвеєр наведений на рис.1.1.5.

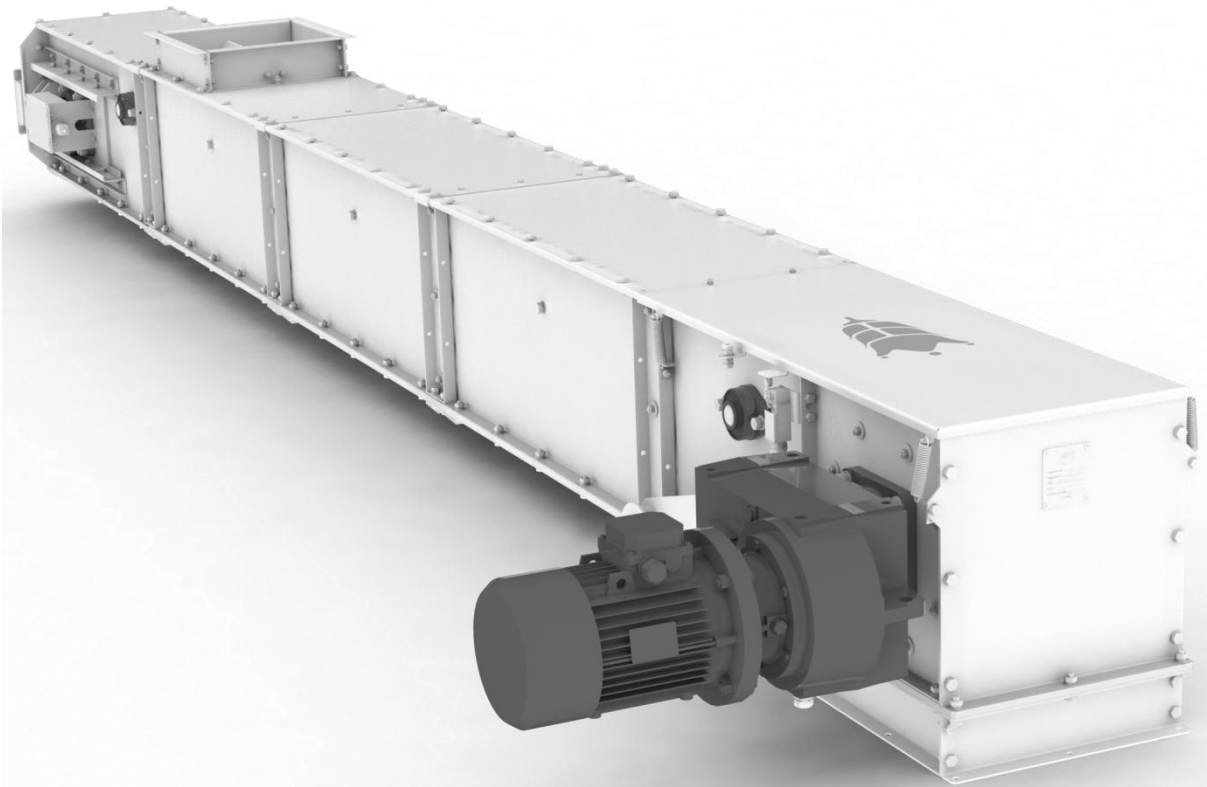
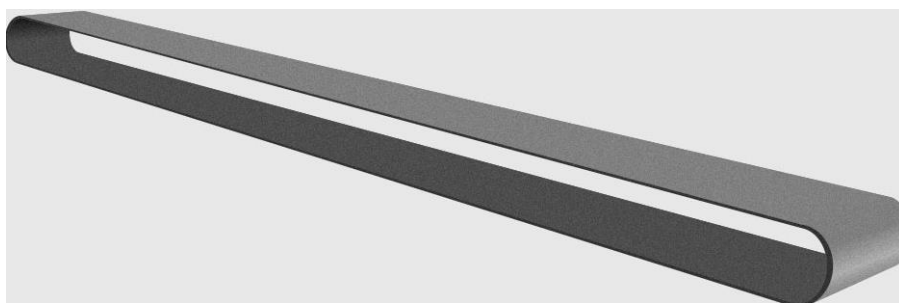


Рис.1.1.5. Скребоквий конвеєр

В усіх конвеєрах для переміщення зерна використовують ленти, які виготовляють із спеціального матеріалу і які мають різні конструктивні форми. Форма ленти залежить від призначення конвеєра. На рис. 1.1.6. наведена звичайна (проста) форма конвеєрної ленти.



1.1.6. Проста форма конвеєрної ленти

Багато із розглянутих типів конвеєрів застосовується для транспортування зерна в різних сферах. Так, наприклад, при його зберіганні в зерносховищах, див. рис. 1.1.7, на підприємствах де зерно використовується для виробництва різної харчової продукції [4, 5, 6], див. рис.1.1.8.



1.1.7.Зерносклади, де застосовуються конвеєри



1.1.8.Застосування зернового конвеєра на підприємствах харчової промисловості

1.2. Особливості функціонування та розробка алгоритму роботи конвеєрів для транспортування зерна

Розглядаючи конвеєри різного функціонального призначення для транспортування зерна можна констатувати, що всі вони призначені як для транспортування при його зберіганні, так і на підприємствах при виготовленні

харчової продукції. На рис. 1.2.1 приведений фронтальний вид конвеєра і його розріз [7, 8, 9].

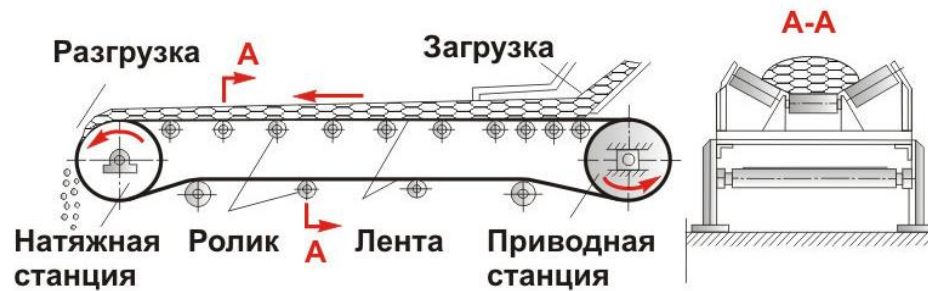


Рис. 1.2.1

Із рис.1.2.1 слідує, що в кожному конвеєрі є дві станції – одна приводна, а друга натяжна, якою користуються для натягування ленти самого конвеєра. Лента конвеєра рухається по роликах. Там де конвеєр переносить корисну продукцію, кількість роликів більша ніж у нижній його частині. Це необхідно для того, щоб лента не прогиналась під вагою корисного груза на ньому. У якості приводної станції використовують потужний електродвигун з редуктором.

Виходячи із конструктивних особливостей конвеєрів, особливостей їх функціонування його словесний алгоритм роботи має наступний зміст.

1. Конвеєр повинен включатися в роботу при подачі на його електродвигун джерела живлення.

2. Якщо в працюючому конвеєрі зійшла лента з його роликів, то конвеєр повинен автоматично зупинитись

3. При перевищенні заданої температури на барабані натяжної або приводної станції конвеєр повинен автоматично зупинитись.

4. Включення конвеєра в роботу, при виникненні у ньому аварії по п.2 і п.3, можливо тільки при їх ліквідації.

5. Екстерна зупинка конвеєра можлива при ручному виключенні джерела живлення з електродвигуна конвеєра.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, ОТРИМАННЯ КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КОНВЕЄРА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЗЕРНА

2.1. . Розробка абстрактної математичної моделі електронної схеми управління конвеєром при транспортуванні зерна

Виходячи із словесного алгоритму роботи алгоритму, див. §1.2, абстрактна математична модель електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна, побудована згідно [10, 11, 12], наведена на рис. 2.1.1

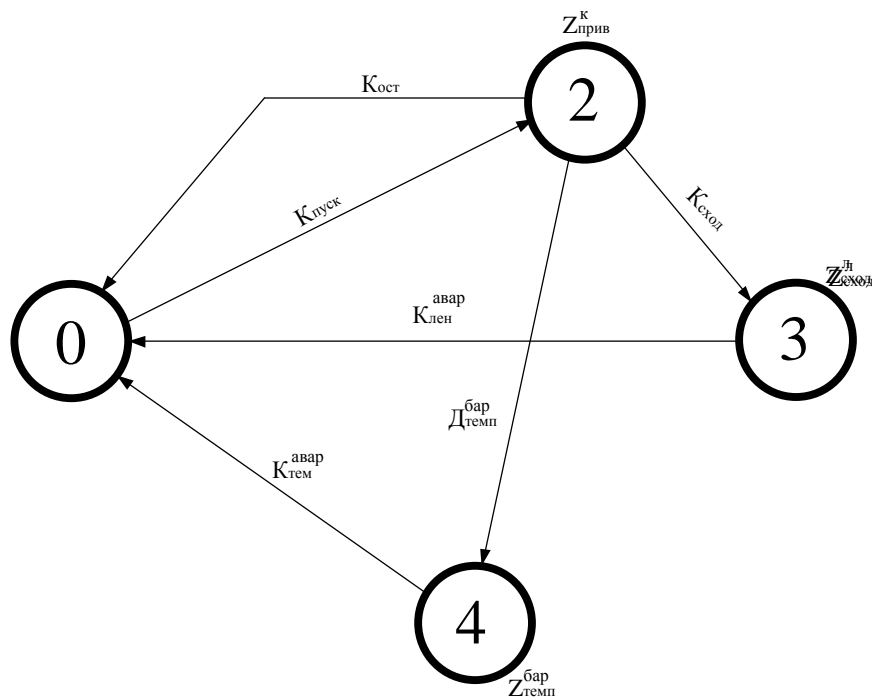


Рис. 2.1.1. Абстрактна математична модель електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна

У абстрактній математичній моделі електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна прийняті наступні позначення:

$K_{\text{пуск}}$ – кнопка включення конвеєра в роботу;

$K_{\text{ост}}$ – кнопка зупинки конвеєра;

$K_{\text{сход}}$ – кнопка сходу ленти у конвеєрі;

$D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$ – датчик фіксації підвищення температури на барабані у конвеєрі;

$K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$ – кнопка зняття аварії від сходу ленти у конвеєрі;

$K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$ – кнопка зняття аварії від підвищення температури в барабані конвеєра;

$Z_{\text{прив}}^{\text{к}}$ – сигнал на включення в роботу конвеєра;

$Z_{\text{прив}}^{\text{к}}$ – сигнал діагностики при сходу ленти конвеєра;

$Z_{\text{тем}}^{\text{бар}}$ – сигнал діагностики при підвищенні температури барабана конвеєра.

Електронна схема керування конвеєром при транспортуванні зерна по абстрактній математичній моделі працює наступним чином. При натисканні на кнопку $K_{\text{пуск}}$ включається електропривод конвеєра в роботу і лента конвеєра розпочинає працювати. Якщо в процесі роботи конвеєра датчиком $K_{\text{зуп}}$ буде обнаружено, що його лента сходить із направляючих, то під дією цього сигналу від даного датчика, абстрактна математична модель із стану «1» перейде в стан «2», де відбудеться відключення електроприводу конвеєра від джерела живлення, що приведе до зупинки роботи самого конвеєра. При ліквідації даної несправності за допомогою натискання кнопки зняття аварії від сходу ленти у конвеєрі $K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$, абстрактна математична модель із стану «2» перейде в стан «0». Для того, щоб запустити в роботу конвеєр необхідно натиснути знову на кнопку $K_{\text{пуск}}$ і абстрактна математична модель із стану «0» перейде в стан «1», де включиться електропривод конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. Якщо в процесі роботи конвеєра спрацює датчик фіксації підвищення температури на барабані у конвеєрі $D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$, то абстрактна математична модель із стану «1» перейде в стан «3». У стані «3»

відключиться електропривод конвеєра і конвеєр зупиниться, діагностуючи, що відбувся перегрів барабана конвеєра і дану несправність необхідно ліквідувати. При її ліквідації і натисканні на кнопку $K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$ абстрактна математична модель із стану «3» перейде в стан «0». Щоб запустити конвеєр в роботу необхідно натиснути на кнопку включення конвеєра в роботу $K_{\text{пуск}}$ і абстрактна математична модель із стану «0» перейде в стан «1», де включиться електропривод конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. Для миттєвої зупинки конвеєра, або його виключення, необхідно натиснути на кнопку зупинки конвеєра $K_{\text{ост}}$ і абстрактна математична модель із стану «1» перейде в стан «0», де виключиться електропривод конвеєра і конвеєр зупиниться.

2.2. Розробка структурної математичної моделі електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна

Для перетворення абстрактної математичної моделі у структурну необхідно у відповідності з [12, 13, 14] закодувати її стани. Для цього використовують двійковий нормальний код. Кількість розрядів двійкового нормального коду (елементів пам'яті) можна знайти з виразу [14, 15, 16]

$$n = \lceil \log_2 Q \rceil, \quad (2.2.1)$$

де Q – кількість станів абстрактної математичної моделі; n – кількість елементів пам'яті двійкового коду; $\lceil \rceil$ – знак, що показує, на необхідність брати найбільше ціле додатне число.

Використовуючи (2.2.1), отримаємо $n = 2$. Тобто, для реалізації чотирьох станів абстрактної математичної моделі електронного пристрою необхідно використати два елементи пам'яті. Для отримання структурної математичної моделі і знаходження логічних рівнянь роботи пристрою необхідно закодувати стани абстрактної математичної моделі. Кодування має наступний вигляд: 0 – 00; 1 – 01; 2 – 11; 3 – 10. Структурна математична модель буде мати вид, див.рис. 2.2.1.

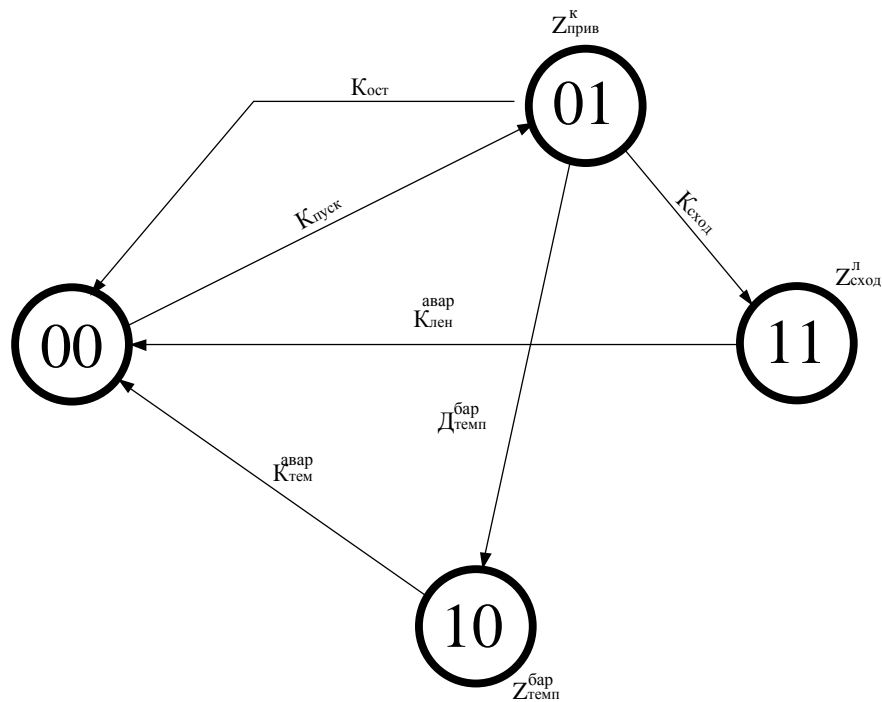


Рис. 2.2.1. Структурна математична модель електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна

Використовуючи структурну математичну модель електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна, наведену на рис. 2.2.1, її роботу можна описати так. У початковому стані «00» електропривод конвеєра відключений від джерела живлення і конвеєр не працює. При натисканні на кнопку $K_{\text{пуск}}$ структурна математична модель із стану «00» переходить у стан «01», де перший елемент пам'яті із стану «0» переходить в стан «1», а другий елемент пам'яті залишається у стані «0». В стані «01» подається живлення на електропривод і конвеєр включається в роботу. Якщо в процесі роботи лента сходить із направляючих конвеєра і спрацює датчиком $K_{\text{сход}}$, то під дією цього сигналу, структурна математична модель із стану «01» перейде в стан «11», де перший елемент пам'яті залишиться в стану «1», а другий перейде в стан «1». У стані «11» відключається електропривод конвеєра від джерела живлення і конвеєр зупиняється. При ліквідації даної несправності за допомогою натискання кнопки зняття аварії від сходу ленти у конвеєрі $K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$, структурна математична модель із стану «11» перейде в стан «00» де перший і

другий елемент пам'яті перейдуть в стан «0». Для того, щоб запустити знову конвеєр необхідно натиснути на кнопку $K_{\text{пуск}}$ і структурна математична модель із стану «00» перейде в стан «01», де перший елемент пам'яті із стану «0» переходить в стан «1», а другий елемент пам'яті залишається в стані «0». У стані «01» включиться електропривод конвеєра і конвеєр знову починає працювати. Якщо в процесі роботи конвеєра спрацює датчик фіксації підвищення температури на барабані конвеєра $D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$, то структурна математична модель із стану «01» перейде в стан «10», де перший елемент пам'яті із стану «1» переходить в стан «0», а другий - навпаки. У стані «10» відключиться електропривод конвеєра і він зупиниться, діагностуючи, що відбувся перегрів барабана конвеєра і дану несправність необхідно ліквідувати. При її ліквідації і натисканні на кнопку $K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$ структурна математична модель із стану «10» перейде в стан «00», де перший елемент пам'яті залишиться в стані «0», а другий перейде із стану «1» в стан «0». Щоб запустити конвеєр в роботу необхідно натиснути на кнопку включення конвеєра в роботу $K_{\text{пуск}}$ і структурна математична модель із стану «00» перейде знову в стан «01», де включиться електропривод конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. При екстернній зупинці конвеєра, або його виключення, необхідно натиснути на кнопку зупинки конвеєра $K_{\text{ост}}$ і структурна математична модель із стану «01» перейде в стан «00», де перший елемент пам'яті перейде в стані «0», а другий залишиться в стані «0», що приведе до виключення електроприводу шахтного конвеєра і його зупинки.

2.3. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна

Користуючись структурною математичною моделлю, згідно [10, 17] будемо таблиці її переходів та виходів (табл.2.3.1 і табл.2.3.2 відповідно).

Таблиця переходів Таблиця 2.3.1

Q_i	00	01	11	10
-------	----	----	----	----

D_i				
$K_{\text{пуск}}$	01	-	-	-
$K_{\text{стоп}}$	-	00	-	-
$K_{\text{сход}}$	-	11	-	-
$D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$	-	10	-	-
$K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$	-	-	00	-
$K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$	-	-	-	00

Таблиця виходів

Таблиця 2.4.2

Z_i		$Z_{\text{прив}}^{\text{к}}$	$Z_{\text{сход}}^{\text{л}}$	$Z_{\text{тем}}^{\text{бар}}$
Q_i	00	01	11	10
D_i				
$K_{\text{пуск}}$				
$K_{\text{стоп}}$				
$K_{\text{сход}}$				
$D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$				
$K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$				
$K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$				

Використовуючи таблицю переходів (табл. 2.3.1), знаходимо функції переходів структурної математичної моделі, тобто функції включення і виключення відповідних *RS*-тригерів електронного пристрою. Функції включення позначено: Φ_1^1, Φ_2^1 , а функції виключення: Φ_1^0, Φ_2^0 . Функція Y_1 , відповідає елементу коду розміщеного справа, а Y_2 – зліва.

У таблиці переходів розглядають усі переходи кодових станів функції Y_1 з «0» до «1» під дією вхідних змінних. У кон'юнкцію вхідних змінних також записують і змінну другого елемента пам'яті, якщо вона не міняє свій знак при цьому переході. Якщо цей перехід для функції Y_1 відбувається не один раз, а, наприклад два, то знайдені кон'юнкції змінних об'єднують знаком диз'юнкції.

Рівняння виключення першого елемента пам'яті Y_1 отримують аналогічно описаному з тою лише різницею, що при цьому розглядають лише переходи із стану «1» до стану «0». Рівняння для функцій Y_2 отримують аналогічно описаному для функції Y_1 .

Тоді канонічні рівняння роботи структурної математичної моделі матимуть наступний вид:

$$\begin{aligned} \Phi_1^1 &= K_{\text{пуск}} \cdot \bar{y}_2; \\ \Phi_1^0 &= K_{\text{стоп}} \cdot \bar{y}_2 \vee D_{\text{тем}}^{\text{бар}} \vee K_{\text{лен}}^{\text{авар}}; \\ \Phi_1^2 &= D_{\text{тем}}^{\text{бар}} \vee K_{\text{сход}} \cdot y_1; \\ \Phi_2^0 &= K_{\text{лен}}^{\text{авар}} \vee K_{\text{тем}}^{\text{авар}} \cdot \bar{y}_1. \end{aligned}$$

Користуючись таблицею виходів (табл. 2.3.2), знаходимо функції виходів структурної математичної моделі, тобто функції включення і виключення електропривода конвеєра, а також діагностичних сигналів при його несправностях:

$$\begin{aligned} Z_{\text{прив}}^{\text{к}} &= \bar{y}_2 \cdot y_1; \\ Z_{\text{сход}}^{\text{л}} &= y_2 \cdot y_1; \\ Z_{\text{тем}}^{\text{бар}} &= y_2 \cdot \bar{y}_1. \end{aligned}$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СХЕМИ КЕРУВАННЯ КОНВЕЄРОМ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ЗЕРНА

3.1. Вибір елементної бази електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна

Оскільки канонічні рівняння електронної схеми керування конвеєром при транспортуванні зерна представлені у вигляді диз'юнктивній нормальній формі (ДНФ), то для їх реалізації найбільш підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ) [10, 17]. Програмуємі логічні матриці знайшли широке використання у програмуємих логічних інтегральних схемах (ПЛІС).

Виготовляємі електронною промисловістю ПЛІС мають у собі базову структуру програмуємої логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО"[11, 18]). Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [18]. Структурна схема даної ПЛІС приведена на рис. 3.1.1

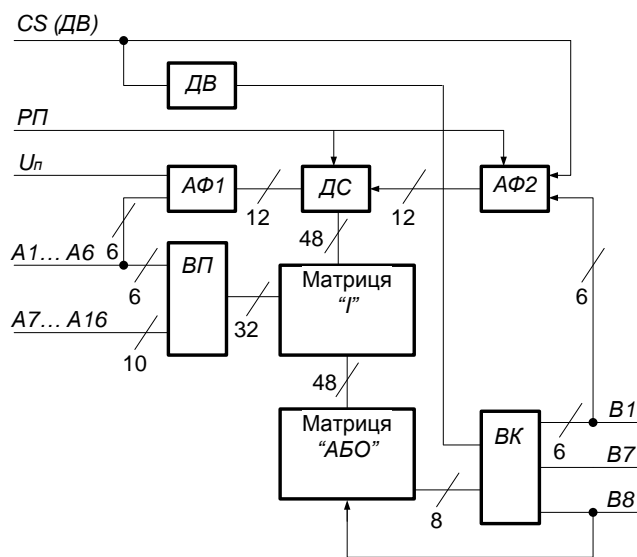


Рис 3.1.1. Структурна схема ПЛМ

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю «І») матрицю диз'юнкторів (матриця «АБО»), блок входних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону виборки кристалу (ДВ), програмуємі дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Входні підсилювачі формують

прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (A1...A16) [11].

Програмуємий дешифратор (ДС) і програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2) використовують тільки у режимах програмування і контролю ПЛІС.

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є матриці «I» і «АБО», які реалізують двохрівневі логічні функції. Перший рівень ПЛІМ складається із 48 кон'юнкторів (матриця «I»), які з'єднані за допомогою плавких ніхромових перемичок з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. У матриці «I», реалізують кон'юнкції вхідних змінних, причому кожна вхідна змінна може входити в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входити зовсім. Вхідні сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці «I», вводяться у матрицю «АБО», яка утворює другий логічний рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця «АБО» утворює вісім диз'юнкторів, кожний із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів [10, 18].

Програмуємім елементом матриці «I» є діод Шотткі з плавкою ніхромовою перемичкою, а матриці «АБО» включені по схемі емітерного повторювача, *n-p-n* транзистор з плавкою ніхромовою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади ВК1...ВК8 включають логічні схеми «Виключаюче АБО» і підсилювачі зчитування. Наявність на вході каскаду логічної схеми «Виключаюче АБО» дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від сигналу на вході, тобто дозволяє програмувати або активний високий, або активний низький рівень вихідного сигналу. Заземлення (підключення до сигналу «0») одного із двох входів логічної схеми «Виключаюче АБО» через плавку перемичку веде до того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички веде до того, що активним рівнем стає вихідна низька напруга [13, 18].

Підсилювачі зчитування побудовані на логічних схемах, що управляють сигналами, які поступають від матриці «АБО» і від схеми дозволу вибірки.

ПЛІС як базова програмуєма логічна матриця, в режимі обробки інформації працює наступним чином. Вхідні змінні A1...A16 через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні поступають на матрицю «I» де за допомогою діодів

ПЛМ [11, 18] серії K556PT1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій і 48 кон'юнкторів. Згідно отриманих функцій $Z_{\text{прив}}^{\text{к}}$, $Z_{\text{сход}}^{\text{л}}$, $Z_{\text{темп}}^{\text{бар}}$, Φ_1^1 , Φ_1^0 , Φ_2^1 , Φ_2^0 присвоюємо номери їх кон'юнкторам: $k_1 = K_{\text{пуск}} \cdot \bar{y}_2$; $k_2 = K_{\text{стоп}} \cdot \bar{y}_2$; $k_3 = D_{\text{темп}}^{\text{бар}}$; $k_4 = K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$; $k_5 = K_{\text{сход}} \cdot y_1$; $k_6 = K_{\text{темп}}^{\text{бар}} \cdot \bar{y}_1$; $k_7 = \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_8 = y_2 \cdot y_1$; $k_9 = y_2 \cdot \bar{y}_1$ - для ПЛМ.

Використовуючи [18], програмуємо отримані функції і їх результати заносимо у табл. 3.2.1.

Таблиця переходів - виходів

Таблиця 3.2.1

k_i^1	Кон'юнктори								Рівень активності						
	Вхідні змінні								1	1	1	1	1	1	1
	$K_{\text{пуск}}$	$K_{\text{ост}}$	$K_{\text{сход}}$	$D_{\text{темп}}^{\text{бар}}$	$K_{\text{лен}}^{\text{авар}}$	$K_{\text{тем}}^{\text{авар}}$	y_1	y_2	Вихідні функції						
									Φ_1^1	Φ_1^0	Φ_2^1	Φ_2^0	$Z_{\text{прив}}^{\text{к}}$	$Z_{\text{сход}}^{\text{л}}$	$Z_{\text{темп}}^{\text{бар}}$
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	
k_1	1						0	A							
k_2		1					0		A						
k_3				1					A	A					
k_4					1				A		A				
k_5			1			1				A					
k_6				1		0					A				
k_7						1	0					A			
k_8						1	1						A		
k_9						0	1							A	

Електронна схема конвеєра для транспортування зерна, яка виконана із застосуванням ПЛМ, наведена на рис. 3.2.1.

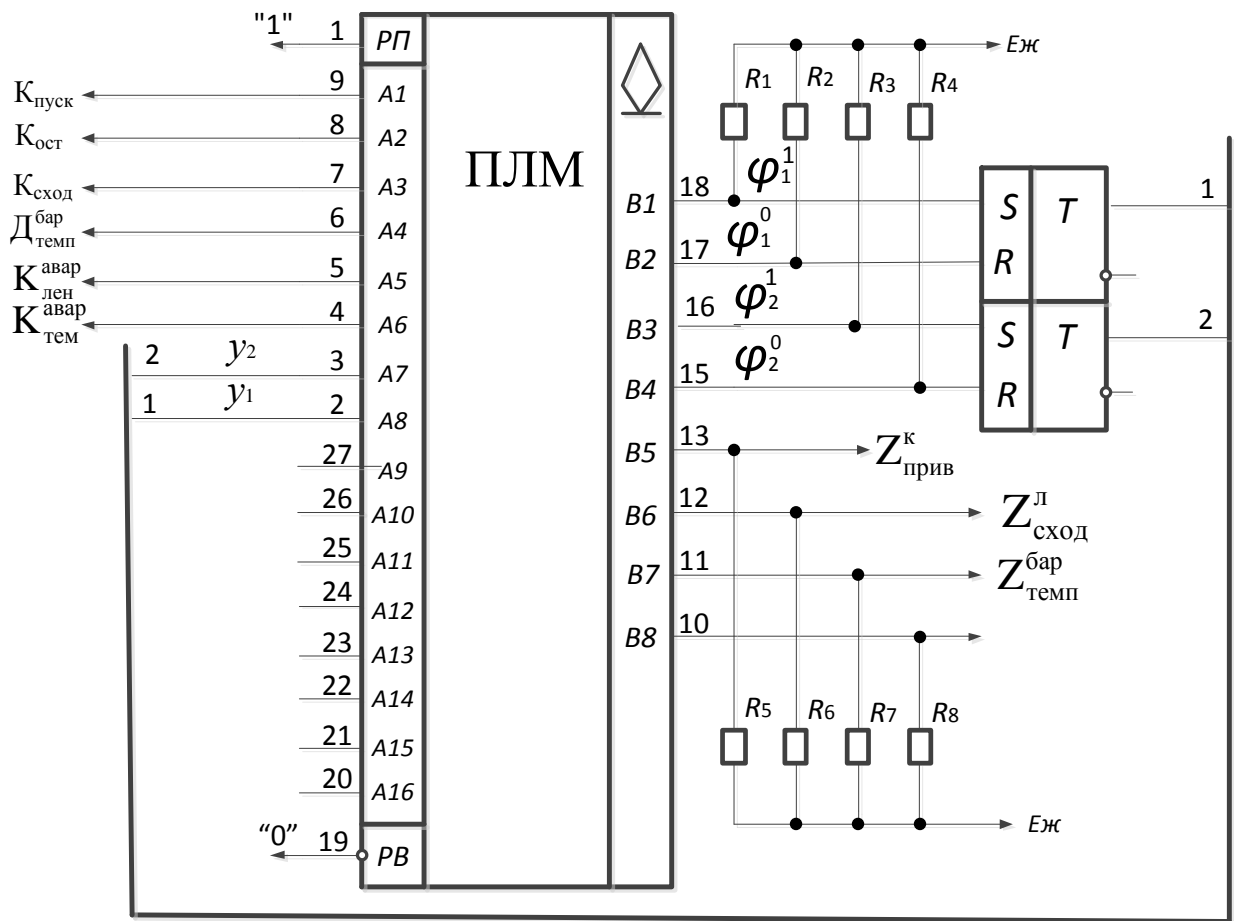


Рис. 3.2.1. Електронна схема керування конвеєром при транспортуванні зерна

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронну схему конвеєра для транспортування зерна з використанням сучасних засобів мікроелектроніки. Дана електронна схема розроблена з використанням теорії комп'ютерної логіки, теорії автоматів та теорії алгоритмів і графів для автоматичного керування конвеєром.

На підставі розробленого математичного та алгоритмічного забезпечення була розроблена електронна схема конвеєра для його керування. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математична моделі, на основі яких, використовуючи теорію автоматів, отримані рівняння роботи електронної схеми.

Аналіз отриманих рівнянь показав, що їх реалізацію краще зробити, використовуючи програмуємі логічні матриці (ПЛМ). У кваліфікаційній роботі

показано, що для ПЛМ найкраще підходять матриці серії K556PT1. На основі якої ПЛМ була розроблена електронна схема конвеєра для транспортування зерна. Дана схема конвеєра запрограмована на мові програмування використаної ПЛМ.

Розробка даної кваліфікаційної роботи показала можливість проектування електронних схем для автоматичного керування конвеєром з використанням теорії автоматів і комп'ютерної логіки, що дає можливість застосовувати сучасну елементну базу, наприклад, ПЛМ.

Використання даної роботи дозволить у значній мірі підвищити надійність роботи електронної схеми автоматичного керування конвеєром.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Малєжик І. Ф. Процеси і апарати харчової і переробної промисловості / І. Ф. Малєжик // Київ. НУХТ. – 2006. – 280 с.
2. Конвейер ленточный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://emmkursk.ru/transportnoe-oborudovanie/konvejer-lentochnyj>.
3. Спиваковский А.О., Транспортирующие машины: / А.О.Спиваковский, В.К. Дьячков / Учеб. пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
4. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е. Ромакин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
5. Гаврилов П.Д., Гимельштейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов: Учебник для ВУЗов / П.Д. Гаврилов, Л.Я. Гимельштейн, А.Е. Медведев. – М.: Недра, 1985. – 216 с.
6. Иванов А.И. Машины для комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с зерном./ А.И. Иванов., А.Я.Лейкин, Э.С. Хувес и др.// - М.: Колос, 1964. - 244 с.
7. Зуев Ф.Г. Подъемно-транспортные машины зерноперерабатывающих предприятий./ Ф.Г.Зуев, Н.А.Лотков, А.И.Полухин// - М.: Колос, 1978. - 264 с.

8. Вайсон А. А. Подъемно-транспортные машины / А. А. Вайсон. – М. : Машиностроение, 1989. – 536с.
- 9.Зенков Р. Л. и др. Машины непрерывного транспорта: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Подъемно-транспортные машины и оборудование”/Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н.Колобов, - 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
- 10 .Матвієнко М.П. Комп’ютерна логіка / Матвієнко М.П. К: «Ліра-К», 2012 - 286с.
11. Матвієнко М.П. Проектування цифрових пристроїв / Матвієнко М.П. К: «Ліра-К», 2018 - 364с.
12. Матвієнко М.П. Пристрої цифрової електроніки / Матвієнко М.П. К: «Ліра-К», 2015 - 392с.
13. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов / Баранов С. И. – Ленинград; Энергия,1979 – 232с.
14. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодування/ Жураковський Ю.П. К: «Вища школа» , 2001 – 255с.
15. Блейкли Т. Р. Проектирование цифровых устройств с малыми и большими интегральными схемами/ Блейкли Т. Р. – К: Вища школа, 1981 – 336с.
16. Жабін В.І.,Жуков І.А.,Клименко І.А.,Ткаченко Прикладна теорія цифрових автоматів/ Жабін В.І.-К: Видавництво НАУ ,2007 -364с.
17. Жабин В.И. и др. Логические основы и схемотехника ЭВМ. Практикум./ Жабин В.И. - К: ВЕК+,1999 – 128с.
18. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхеми інтегральні серії 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.