

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет заочної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**Розробка електронного пристрою автоматичного управління
шахтним конвеєром**

Студент гр. ЕІз-71к

Н. В. Ярмак

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2021

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.

Об'єктом розробки такого пристрою є шахтний конвеєр.

Мета роботи – розробка електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром з використанням програмуємих логічних матриць і *RS*-тригерів для побудови електронного пристрою управління.

При виконанні кваліфікаційної роботи по розробці електронного пристрою управління шахтним конвеєром розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи такого пристрою. Для задання таких моделей використані автомати Мура, які представлені у вигляді графа.

Використовуючи структурну математичну модель роботи електронного пристрою управління шахтним конвеєром, на основі таблиць переходів і виходів отримані канонічні рівняння його роботи. Мінімізація та аналіз цих рівнянь показали, що найкращим варіантом по їх реалізації є програмуємі логічні матриці (ПЛМ) типу К556РТ1 із застосуванням *RS* - тригерів.

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

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, ШАХТНИЙ КОНВЕЄР, АБСТРАКТНА ТА СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ-ВИХОДІВ, ПЛМ, ПРОГРАМУВАННЯ.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ, КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ, ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ШАХТНИХ КОНВЕЄРІВ	5
1.1. Класифікація та призначення шахтних конвеєрів.....	5
1.2. Конструктивні особливості, особливості функціонування та розробка алгоритму роботи шахтних конвеєрів	10
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ, ЗНАХОДЖЕННЯ КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ШАХТНИМ КОНВЕЄРОМ	12
2.1. Розробка абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.....	12
2.2. Розробка структурної математичної моделі електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.....	14
2.3. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.....	16
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ШАХТНИМ КОНВЕЄРОМ	19
3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.....	19
3.2. Розробка електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром	22
ВИСНОВКИ	24
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	25

ВСТУП

Шахтні конвеєри призначені для здійснення транспортування вантажів на малі й великі відстані як в шахтах, так і на її поверхності. Це обумовлює їх незамінність на шахтах і рудниках. Розвиток автоматизації шахтних конвеєрів і конвеєрних ліній протягом тривалого часу визначався необхідністю зниження трудомісткості управління та підвищення безпеки експлуатації конвеєрного транспорту. У зв'язку з цим широке поширення набуло автоматизоване управління конвеєром і конвеєрною лінією, сутність якого полягає як в централізації керування процесами пуску-зупинки конвеєрів, так і в автоматичному захисту конвеєра від аварії при виникненні аварійних ситуацій.

Автоматизацією шахтних конвеєрів і конвеєрних ліній займалися на протязі декількох десятиліть, але пристрої управління ними в теперішній час залишаються застарілими, виконаними на старій елементній базі. На сьогодні життя потребує зниження трудомісткості управління та підвищення безпеки експлуатації конвеєрного транспорту. Тому, особливого значення набуває питання розробки надійного електронного пристрою автоматичного управління шахтними конвеєрами на сучасній елементній базі.

Для створення такого електронного пристрою 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 вирішення цих завдань необхідно розробити електронний пристрій таким чином, щоб він міг здійснювати як оперативне управління, так і оперативний контроль його роботи при його простоті і з виконанням на сучасній елементній базі електроніки. Це дасть можливість значно підвищити продуктивність конвеєрного транспорту і функціонування шахти в цілому, шляхом запобігання аварійних зупинок і втрати часу, так як простій видобувної ділянки є неприпустимим.

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ, КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ, ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ ШАХТНИХ КОНВЕЄРІВ

1.1. Класифікація та призначення шахтних конвеєрів

Шахтні конвеєри класифікують [1, 2] за призначенням: **підземні** (для вугільних та рудних шахт), див. рис. 1.1.1 та рис. 1.1.2;



Рис. 1.1.1



Рис. 1.1.2

загального призначення (для **поверхні шахт**), див. рис. 1.1.3 та рис. 1.1.4, які



Рис. 1.1.3



Рис. 1.1.4

можуть використовувати різні ленти для транспортування [2, 3]. На рис. 1.4.5 використана лента у вигляді рюмки, а на рис. 1.4.6 – звичайна лента;

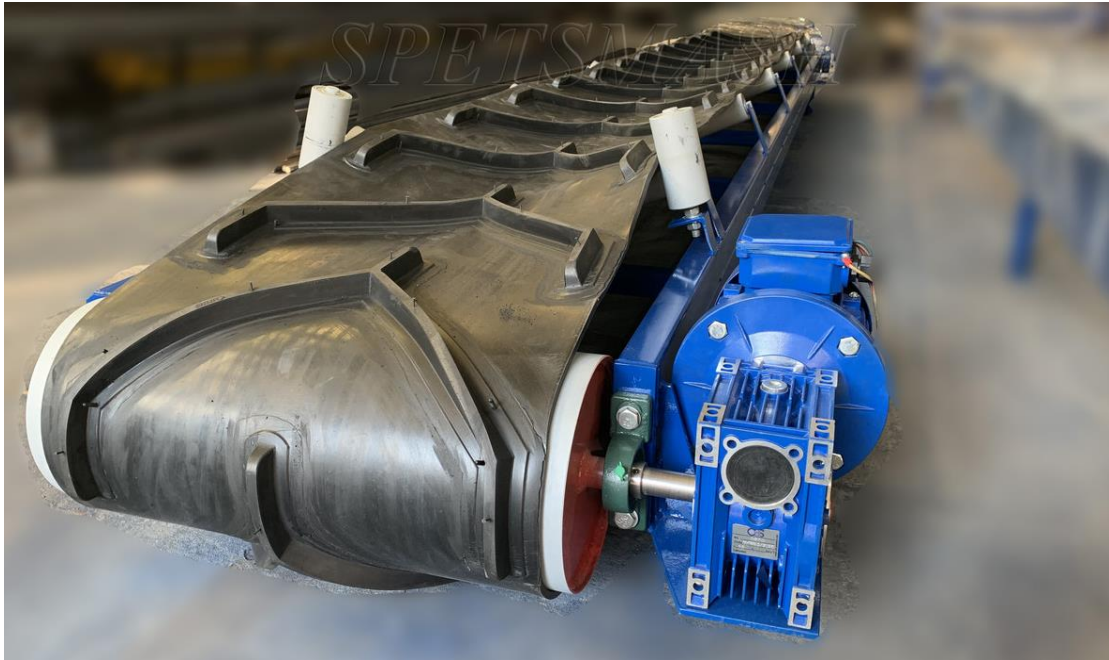


Рис. 1.1.5



Рис. 1.1.6

пластинчасті, що складаються з окремих пластин [4, 5, 6], див. рис. 1.1.7. Пластинчастими конвеєрами називають конвеєри безперервної дії, грузонесущим елементом яких є жорсткий металевий або дерев'яний, або пластмасовий, або гумовотканинний настил (полотно), що складається з окремих пластин. Тяговим елементом у такого конвеєра є пластинчасті

ланцюги, що огинають привідні й натяжні зірочки.



Рис. 1.1.7

Такі конвеєри використовують для транспортування в горизонтальному і похилому напрямках насипних і штучних вантажів у вугільній та гірничорудній галузях. На них переміщують крупнокусковні і абразивні матеріали, а також важкі штучні вантажі. Пластинчасті конвеєри класифікують за конструкцією настилу, конфігурації траси і призначенням. За призначенням розрізняють стаціонарні та пересувні пластинчасті конвеєри. Спеціальні пластинчасті конвеєри, використовують в гірничорудної та вугільної промисловості для транспортування на далекі відстані руди і вугілля.

Скребкові конвеєри використовуються для горизонтального або похилого транспортування малоабразивних насипних вантажів, у якому переміщення матеріалу здійснюється по нерухомому жолобу — риштаку за допомогою скребків, закріплених на одному чи кількох тягових ланцюгах з певним кроком і занурених у шар насипного вантажу [7, 8, 9], див. головку скребкового конвеєра на одній із виставок народного господарства України, рис.1.1.8.



Рис.1.1.8

Скребкові конвеєри класифікують за **призначенням**: підземні (для вугільних і рудних шахт); загального призначення (для поверхні шахт і збагачувальних фабрик); спеціальні, що застосовуються у гірничо-транспортних машинах (механізованих бункерах, самохідних вагонах, навантажувальних машинах тощо); за **характером виконуваних функцій**: доставні, агрегатні, гальмівні (призначені для спуску вугілля по виробках з великим кутом нахилу), скребкові живильники (короткі скребкові конвеєри, наприклад, для видалення висушеного вугілля після термічної сушки); за **розміщенням робочої гілки** (з верхнім - більшість, з нижнім - рідше); за **способом переміщення конструкції** (двигун потужністю 22...110 кВт, турбомуфта, редуктор), риштаків, ланцюгів із скребками, кінцевої головки. До основних складових одиниць скребкового конвеєра слід віднести: постав, тяговий орган, приводна станція і кінцева головка. Постав скребкового конвеєра збирають з окремих риштаків довжиною 1-2,5 м, які можуть мати дірчасте днище для часткового зневоднення змоченого матеріалу одночасно з його транспортуванням. Приводна станція включає в себе електродвигун, муфти (турбомуфти), редуктора і ведучий вал з зірочками. Можлива установка від одного до чотирьох приводних блоків (по два в головній і два в хвостовій частинах). Потужність одного блоку (в залежності від типу скребкового конвеєра становить 22, 32, 45, 55 і 110 кВт.

Кінцеву головку скребкового конвеєра виконують з жорсткою або пересувною кінцевою секцією, яка забезпечена гвинтовим або гідравлічним натяжним пристроєм. Основними параметрами скребкового конвеєра є: максимальна продуктивність 300-990 т/год при швидкості руху тягового органу 1-1,5 м/с; сумарна потужність приводів 220-330 кВт; довжина по горизонталі до 350 м; кут нахилу установки до 30°. Ресурс риштакового постава до 700 тис.т вугілля.

1.2. Конструктивні особливості, особливості функціонування та розробка алгоритму роботи шахтних конвеєрів

Розглядаючи шахтні конвеєри різного функціонального призначення можна констатувати, щовсі вони призначні для транспортування вугілля як в шахтах, так і на поверхностях. На рис. 1.2.1 приведений фронтальний вид конвеєра і його розріз [7, 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 корисні копалини, кількість роликів більша ніж у нижній його частині. Це необхідно для того, щоб лента не прогиналась під вагою корисного грузу 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, ЗНАХОДЖЕННЯ КАНОНІЧНИХ РІВНЯНЬ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ШАХТНИМ КОНВЕЄРОМ

2.1. . Розробка абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

Виходячи із словесного алгоритму роботи алгоритму, див. §1.2, абстрактна математична модель електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром, побудована згідно [10, 11], наведена на рис. 2.1.1

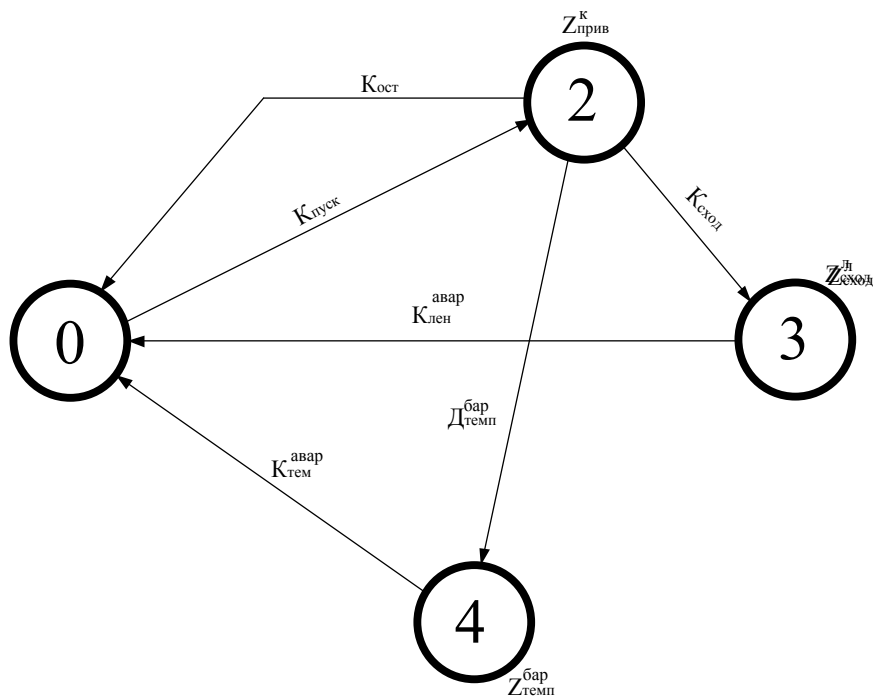


Рис. 2.1.1. Абстрактна математична модель електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

У абстрактній математичній моделі електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром прийняті наступні позначення:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Електронний пристрій автоматичного управління шахтним конвеєром по абстрактній математичній моделі працює наступним чином. При натисканні на кнопку $K_{\text{пуск}}$ включається електровривід шахтного конвеєра в роботу і лента конвеєр 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 шахтного 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 шахтному 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 включисся електровривід шахтного конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. Якщо в процесі роботи конвеєра спрацьовує датчик фіксації підвищення температури на барабані у шахтному конвеєрі $D_{\text{тем}}^{\text{бар}}$, то абстрактна математична модель із стану «1» перейде в стан «3». У стані «3» відключиться електровривід

шахтного 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 шахтного конвеєра в роботу $K_{\text{пуск}}$ і абстрактна математична модель із стану «0» перейде в стан «1», де включиться електровривід шахтного конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. Для екстерної зупинки конвеєра, або його виключення, необхідно натиснути на кнопку зупинки шахтного конвеєра $K_{\text{ост}}$ і абстрактна математична модель із стану «1» перейде в стан «0», де виключиться електровривід шахтного конвеєра і конвеєр зупиниться.

2.2. Розробка структурної математичної моделі електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

Для перетворення абстрактної математичної моделі у структурну необхідно у відповідності з [12, 13, 14] виконати кодування її станів. Для цього використовують двійковий 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 моделі; n – кількість елементів пам'яті розрядів двійкового коду; $\lceil \rceil$ – знак, який показує на 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, наприклад два *RS*-тригери. 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. Тоді структурна математична модель матиме вигляд наведений на рис. 2.2.1.

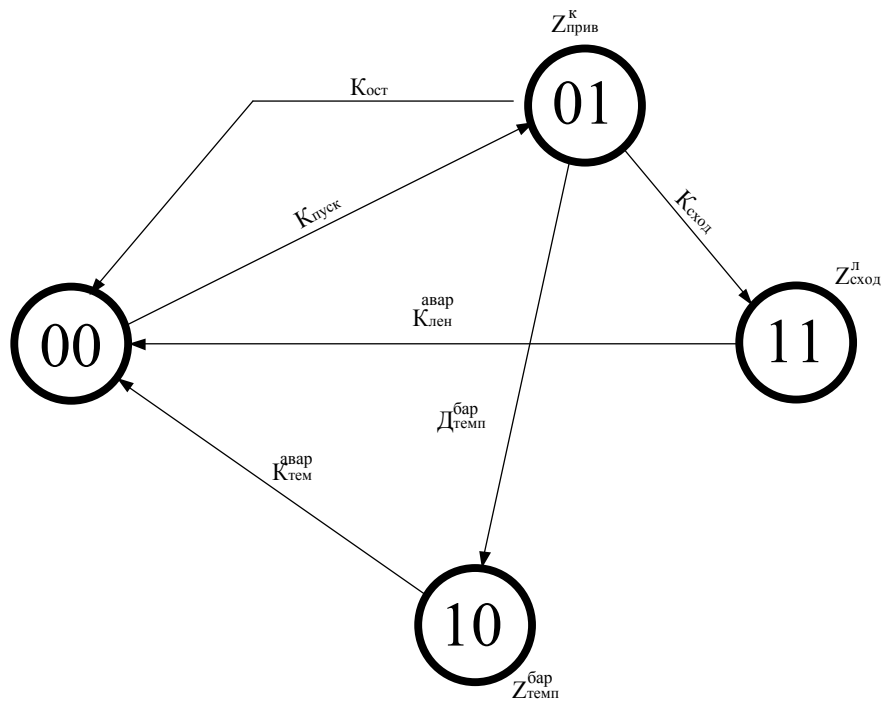


Рис. 2.2.1. Структурна математична модель електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

Використовуючи структурну математичну модель електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром, 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 в стан «01», де перший елемент пам'яті із стану «0» переходить в стан «1», а другий елемент пам'яті залишається в стані «0». В стані «01» подається живлення на електровивід і шахтний 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 шахтного конвеєра від джерела живлення і конвеєр зупиняється. При ліквідації даної несправності за допомогою

натискання кнопки зняття аварії від сходу ленти у шахтному конвеєрі $K_{лен}^{авар}$, 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 $K_{пуск}$ 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» включився електровивід шахтного конвеєра і конвеєр знову починає працювати. Якщо в процесі роботи конвеєра спрацьовує датчик фіксації підвищення температури на барабані шахтного конвеєра $D_{тем}^{бар}$, 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 електровивід шахтного конвеєра і він зупиниться, діагностуючи, що відбувся перегрів барабана конвеєра і дану несправність необхідно ліквідувати. При її ліквідації і натисканні на кнопку $K_{тем}^{авар}$ 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 шахтного конвеєра в роботу $K_{пуск}$ і структурна математична модель із стану «00» перейде знову в стан «01», де включився електровивід шахтного конвеєра і конвеєр розпочинає працювати. При екстернній зупинці конвеєра, або його виключення, необхідно натиснути на кнопку зупинки шахтного конвеєра $K_{ост}$ 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 електровивод шахтного конвеєра і його зупинки.

2.3. Знаходження канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

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

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

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 позначино: Φ_1^1, Φ_2^1 , а функції виключення : Φ_1^0, Φ_2^0 . Функція Y_1 , відповідає елементу кода 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 вигляд:

$$\begin{aligned}\Phi_1^1 &= K_{\text{пуск}} \cdot \bar{Y}_2; \\ \Phi_1^0 &= K_{\text{стоп}} \cdot \bar{Y}_2 \vee D_{\text{темп}}^{\text{бар}} \vee K_{\text{лен}}^{\text{авар}}; \\ \Phi_1^2 &= D_{\text{темп}}^{\text{бар}} \vee K_{\text{сход}} \cdot Y_1; \\ \Phi_2^0 &= K_{\text{лен}}^{\text{авар}} \vee K_{\text{тем}}^{\text{авар}} \cdot \bar{Y}_1.\end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned}Z_{\text{прив}}^{\text{к}} &= \bar{Y}_2 \cdot Y_1; \\ Z_{\text{сход}}^{\text{л}} &= Y_2 \cdot Y_1; \\ Z_{\text{темп}}^{\text{бар}} &= Y_2 \cdot \bar{Y}_1.\end{aligned}$$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ШАХТНИМ КОВЕЄРОМ

3.1. Вибір елементної бази електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

Оскільки канонічні рівняння електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром представлені у вигляді 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 промисловість ПЛІС мають у собі базову структуру програмуємої логічної матриці, яка включає матрицю кон'юнкторів (матриця "І") і матрицю диз'юнкторів (матриця "АБО" [4, 9, 111]). Принцип побудови таких ПЛМ розглянемо на ПЛІС серії К556РТ1 [11]. Структурна схема даної ПЛІС приведена на рис. 3.1.1

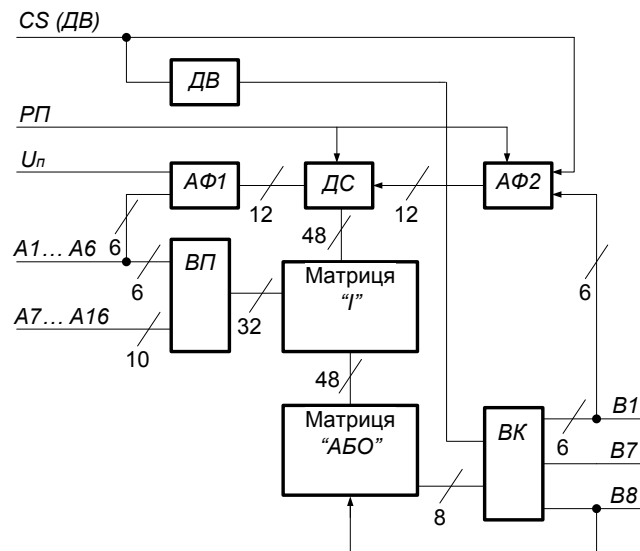


Рис 3.1.1. Структурна схема ПЛМ

Дана ПЛІС включає матрицю кон'юнкторів (матрицю «I») матрицю диз'юнкторів (матриця «АБО»), блок вхідних підсилювачів (ВП), блок вихідних каскадів (ВК), схему дозвону виборки кристалу (ДВ), програмуємий дешифратор, програмуємі адресні формірователі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі формують прямі і інверсні значення вхідних змінних по всім шістнадцяти входам (А1...А16) [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, кожен із яких може бути вибірково з'єднаний з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів [10, 18].

Програмуємим елементом матриці «I» є діод Шоттки 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 А1...А16 через блок вхідних підсилювачів в прямому і інверсному значенні поступають на матрицю «І» де за допомогою діодів Шоттки і плавких ніхромових перемичок утворюють потрібні кон'юнкції Р1...Р48, які логічно сумірюються матрицею «АБО» утворюючи проміжні логічні функції S1...S8. Дані функції поступають у вихідні каскади для подальшого їх перетворення і видачі на виходи В1...В8 ПЛМ.

Умовне графічне позначення ПЛМ К556РТ1 приведено на рис. 3.1.2 [10 18],

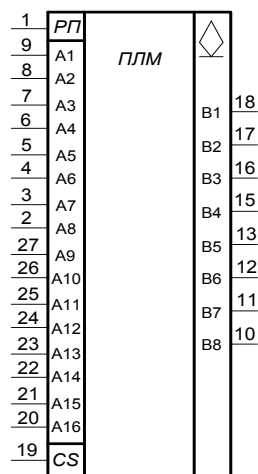


Рис. 3.1.2. Умовне графічне позначення ПЛМ

де входи і виходи мікросхеми визначають:

- 1 – вхід програмування РП;
- 2...9 – входи підключення вхідних змінних А1...А8;
- 10...13 – виходи отриманих функцій В8...В5;
- 14 – спільний вихід (вихід подачі «0» В);
- 15...18 – виходи отриманих функцій В4...В1;

- 19 – вхід дозволу роботи (вибору) мікросхеми;
- 20...27 – входи підключення вхідних змінних A16...A9;
- 28 – вхід подачі джерела живлення (+5В).

3.2. Розробка електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

Виходячи із канонічних рівнянь роботи пристрою, ПЛМ повинна відповідати слідуючим даним. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 2, вхідних змінних не більше 16, вихідних змінних 21 (4 - для управління RS - тригерами і 3– для управління виконавчими механізмами). Найближчою до цих даних є мікросхема ПЛМ [11, 18], мікросхема серії К556РТ1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації восьми функцій і 48 кон'юнкторів. Згідно отриманих функцій $Z_{прив}^k$, $Z_{сход}^л$, $Z_{темп}^{бар}$,

$$\Phi_1^1, \Phi_1^0, \Phi_2^1, \Phi_2^0 \text{ присвоюємо номери їх кон'юнкторам: } k_1 = K_{пуск} \cdot \bar{y}_2;$$

$$k_2 = K_{стоп} \cdot \bar{y}_2; \quad k_3 = D_{темп}^{бар}; \quad k_4 = K_{лен}^{авар}; \quad k_5 = K_{сход} \cdot y_1; \quad k_6 = K_{те}^{бар} \cdot \bar{y}_1;$$

$$k_7 = \bar{y}_2 \cdot y_1; \quad k_8 = y_2 \cdot y_1; \quad k_9 = y_2 \cdot \bar{y}_1 \text{ - для ПЛМ.}$$

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

Таблиця переходів - виходів

Таблиця 3.2.1

k_i	Кон'юнктори								Рівень активності						
	Вхідні змінні								1	1	1	1	1	1	1
	$K_{пуск}$	$K_{ост}$	$K_{сход}$	$D_{темп}^{бар}$	$K_{лен}^{авар}$	$K_{тем}^{авар}$	y_1	y_2	Вихідні функції						
									Φ_1^1	Φ_1^0	Φ_2^1	Φ_2^0	$Z_{прив}^k$	$Z_{сход}^л$	$Z_{темп}^{бар}$
	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 пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром, яка виконана із застосуванням ПЛМ, наведена на рис. 3.2.1.

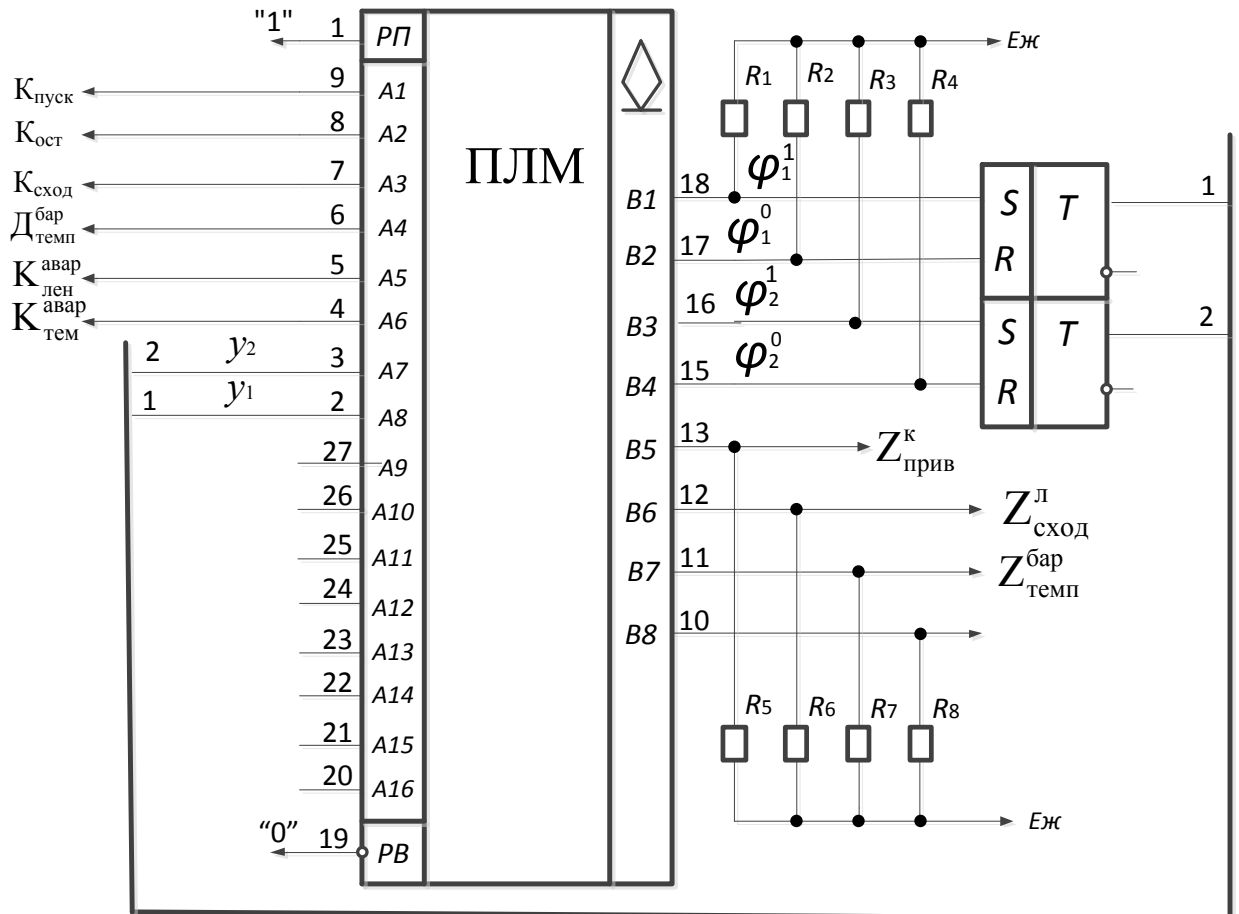


Рис. 3.2.1. Електронна схема пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій автоматичного управління шахтним конвеєром з використанням сучасних засобів мікроелектроніки. Даний електронний пристрій розроблений з використанням теорії комп'ютерної логіки, теорії автоматів та теорії алгоритмів і графів для автоматичного управління шахтним конвеєром.

На підставі розробленого математичного та алгоритмічного забезпечення був розроблений електронний пристрій автоматичного управління шахтним конвеєром. У процесі розробки були використані абстрактна та структурна математична моделі, на основі яких, використовуючи теорію автоматів, отримані рівняння роботи електронного пристрою.

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 був розроблений електронний пристрій автоматичного управління шахтним конвеєром. Даний пристрій запрограмований на мові програмування використаної ПЛМ.

Розробка даної кваліфікаційної роботи показала можливість проектування електронних пристроїв для автоматичного управління шахтним 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 електронного пристрою автоматичного управління шахтним конвеєром.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
2. Конвейер ленточный [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://emmkursk.ru/transportnoe-oborudovanie/konvejer-lentochnyj>.
3. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников / А.К. Малиновский. — М.: Недра, 1987. — 280 с.
4. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников / Л.И. Толпежников. — М.: Недра, 1985. — 352 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. Кузнецов Б.А., Ренгевич А.А., Шорин В.Г. Транспорт на горных предприятиях / Б.А. Кузнецов, А.А. Ренгевич, В.Г. Шорин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1976. — 552 с.
7. Рачков Е.В. Совершенствование системы пуска ленточного конвейера с грузом / Е.В. Рачков // Речной транспорт. — 2011. — № 5 (53). — С. 63.
8. Гливанский А.А. Методы управления шахтным подземным конвейерным транспортом / А.А. Гливанский, И.П. Коновалова, В.М. Ротенберг, Е.К. Травкин // Средства и аппаратура горной автоматики для угольных предприятий, Труды института № 29. — Москва, 1978. — С. 77-95.
9. Білозьоров А. В., Парфененко Л. С. Рудниковий транспорт: Підручник для вищих навч. закладів. — К. : Каравела, 2004. — 265 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., Полтораєк В.П. Теорія інформації та кодування/ Жураковський Ю.П. К: «Вища школа», 2001 – 255с.
15. Блейксли Т. Р. Проектирование цифровых устройств с малыми и большими интегральными схемами/ Блейксли 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.