

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ

Факультет денної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота

Розробка електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху

Студент гр. ЕП-61к

Д. В. Федчун

Науковий керівник
к.т.н., доцент

М. П. Матвієнко

Конотоп 2020

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присв'ячена розробці електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.

Об'єктом розробки такого пристрою є окоlostвольне подвір'я редьсової дороги для автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.

Метою роботи є розробка електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі їх руху.

При виконанні кваліфікаційної роботи по розробці електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі їх руху розроблений алгоритм, абстрактна та структурна математичні моделі роботи такого пристрою. Задані математичні моделі, які представлені графічно у вигляді автоматів Мура.

Використовуючи структурну математичну модель роботи пристрою для автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі їх руху на основі таблиць переходів і виходів отримані канонічні рівняння його роботи. Мінімізація і аналіз цих канонічних рівнянь показали, що найкращим варіантом їх реалізації є програмуємі логічні матриці (ПЛМ) із застосуванням *RS* - тригерів.

Робота викладена на 33 сторінках, у тому числі включає 11 рисунків, 4 таблиці, список цитованої літератури із 14 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, АВТОМАТИЧНЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ, ЗАЛІЗНИЧНІ ВАГОНЕТКИ, ОКОЛОСТВОЛЬНЕ ПОДВІР'Я ШАХТИ, ОПРОКИД, АБСТРАКТНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, СТРУКТУРНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, КАНОНІЧНІ РІВНЯННЯ, ТАБЛИЦЯ ПЕРЕХОДІВ ТА ВИХОДІВ, ПЛМ, ПРОГРАМУВАННЯ ПЛМ.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВАГОНЕТКАМИ НА ПОДВІР'ЯХ ШАХТ	5
1.1. Аналіз систем з донним розвантажуванням	5
1.2. Аналіз систем з круговим розвантажуванням	6
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНЕТОК У ПРОЦЕСІ РУХУ	8
2.1. Розробка технічних вимог, етапів проектування електронного пристрою та алгоритму його роботи при автоматичному розвантаженні вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.....	8
2.2. Розробка абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.....	10
2.3. Розробка структурної математичної моделі та канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.....	14
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНЕТОК У ПРОЦЕСІ РУХУ	20
3.1 Вибір елементної бази електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.....	24
3.2. Розробка схеми електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху.....	28
ВИСНОВКИ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32

Вступ

Продуктивність будь-якої шахти, де для транспортування вугілля застосовують рельсовий транспорт, у значній мірі залежить від технічного оснащення своєї головної магістралі при автоматичному розвантаженні шахтних вагонеток у процесі їх руху на окоlostвольному підвір'ї шахтного поля, яка у значній мірі залежить від збільшення напрацювання пристроїв її керування на відмову, а це може бути досягнуто шляхом виконання їх на засобах мікроелектроніки, з використанням програмуємих логічних матриць.

Збільшення видобутку вугілля є основним завданням топливно-енергетичного комплексу, що веде до енергонезалежності країни. Рельсовий електровозний транспорт є з'єднуючим ланцюгом між процесом добування вугілля, транспортуванням і його розвантаженням у ствола шахти для подальшого транспортування його через піднімальні установки на поверхність шахти.

Чіткість роботи всього підземного рельсового транспорту в значній мірі залежить від чіткої роботи автоматичного розвантажувача вагонеток без їх розцеплення на окоlostвольному підвір'ї шахти. Підвищення ритму роботи можна досягти за рахунок використання сучасних електронних пристроїв керування автоматичним розвантаженням вагонеток.

При побудові таких електронних пристроїв були розроблені математичні моделі їх роботи, які використовують сучасний математичний апарат (математичну логіку, теорію алгоритмів та теорію автоматів). Це дало можливість розробити абстрактні та структурні математичні моделі, на основі яких були отримані канонічні рівняння роботи таких пристроїв, що дозволило побудувати з використанням мікросхем та програмуємої логіки надійні електронні пристрої для автоматичного розвантаження вагонеток в окоlostвольному підвір'ї без їх розцеплення.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ВАГОНЕТКАМИ НА ОКОЛОСТВОЛЬНИХ ПОДВІР'ЯХ ШАХТ

1.1. Аналіз систем з донним розвантаженням

Розвантажувальні системи шахтних вагонеток на навколоствольних подвір'ях шахт призначені для розгрузки вугілля в приймальні бункери, яке потім із бункерів транспортується на поверхню шахти [1, 2]. У шахтах розвантаження може здійснюватися двома способами: днищова і з використанням спеціальних стаціонарних розвантажувачів (опрокидів), де використовуються вагонетки з глухим опрокидним кузовом [2, 3]. На рис. 1.1.1 наведена структурна схема днищової розгрузки вугілля.

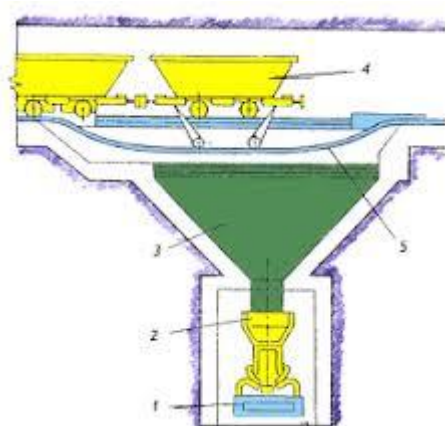


Рис. 1.1.1. Структурна схема днищової розгрузки вугілля

На рис. 1.1.1 показано, як технологічно відбувається донна розгрузка вугілля. Вагонетки 4 з відкидними днищами розвантажують над приймальним бункером 3, для чого використовують спеціальні розвантажувальні криві 5 [1]. Потім гірничу масу коливним живильником 2 подають на стрічковий конвеєр, який може подавати

його на поверхню шахти, якщо він наклонний, або порціонно загрузати відповідні скіпи шахтної піднімальної установки.

Схеми з використанням вагонеток з днищовою розгрузкою вугілля застосовується при шахтному будівництві, реконструкції угольних підприємств. Вагонетки ємністю 3, 3 і 5, 6 м³ (тип ВД) використовують для транспортування вугілля і породи по підземним вироботкам, а ємністю 1, 5 и 2, 5 м³ (тип ВДК) — також і на промислових площадках [2]. Перевагою використання цього способу з використанням таких вагонеток — забезпечення неперервної схеми руху состава на розвантажувальному подвір'ї шахти[4, 5]. Розвантаження забезпечується незалежно від орієнтації вагонеток по відношенню до пункту і відбувається за допомогою відкривання днищ у процесі руху нерозцепленого складу вагонеток. Але основним недоліком даного способу розвантаження є відносна складність і точність виконання конструкції.

1.2. Аналіз систем з глухим перевентальним кузовом

Цей спосіб використовують для транспортування вугілля, руди і породи на підземних вироботках і на промислових площадках шахт (невеликої промислової потужності), кольорової металургії, а також при геолого-пошукових роботах [1]. Переваги способу з використанням такої вагонетки — можливість розвантаження у будь-якому пункті траси. Основні недоліки — присутність ручних операцій при розвантаженні у будь-якому пункті, велика маса вагонетки.

На рис. 1.1.2 наведено фрагмент таких вагонеток, які слідує на розвантаження.



Рис.1.1.2. Фрагмент вагонеток з глухим кузовом, які слідують на розвантаження.

Перевагою такого способа є у використанні простоти конструкції цих вагонеток, а основним недоліком — необхідність стаціонарного розвантажувача.

На рис. 1.1.3 наведено структурну схему стаціонарного розвантажувача, шляхом обертання таких вагонеток, де 1, 2 – елекпро - приводи розвантажувача. 3,4 – механізми, які дозволяють утримувати вагонетку і виконувати її поворот.

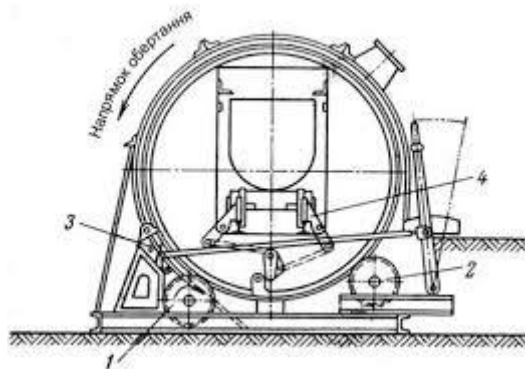


Рис. 1.1.3 Структурна схема стаціонарного розвантажувача

На рис. 1.1.4 показано зовнішній вигляд стаціонарного розвантажувача втіленого у метал.



Рис. 1.1.4 Зовнішній вигляд стаціонарного розвантажувача

У США на угольних шахтах застосовують в основному спосіб днищової розгрузки вугілля, у Польщі, Германії, Франції — спосіб спеціальних стаціонарних розвантажувачів (за допомогою обертання).

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ, АЛГОРИТМУ ТА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ ІЗ ШАХТНИХ ВАГОНЕТОК У ПРОЦЕСІ РУХУ

2.1. Розробка технічних вимог, етапів проектування електронного пристрою та алгоритму його роботи при автоматичному розвантаженні вугілля із шахтних вагонеток

Вагонетки с глухим кузовом развантажують на розвантажувачах кругових перекидачах (ПК) і перекидачах вагонеток шахтних (ПВШ), дозволяючих

розвантажувати состав у нерозцепленому вигляді [1]. У перекидачі ПК передбачено боковий поворот вагонетки на 195° навколо її горизонтальної вісі і реверс привода для повернення у початкове положення. У перекидачі ПВШ застосована повноповоротна кільцева схема обертання.

Пересування нерозцеплених составів через перекидач виконується ланцюговими товкачами (ТЛ) або гідравлічними штоковими товкачами (ТШГ) [1, 2]. Фіксація вагонеток на грузовій гілці виконується затримувачими стопорами з гідравлічним або електричним приводом. Типова технологічна схема розвантаження Т1-П-Т2 (товкач — перекидач — товкач) наведена на рис. 2.1.1, [1, 2].

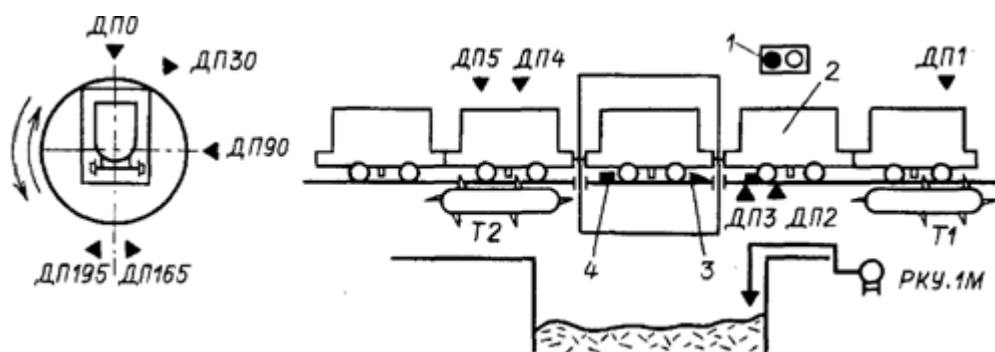


Рис. 2.1.1. Типова технологічна схема розвантаження (товкач — перекидач — товкач)

Машиніст електровоза подає завантажений потяг до тих пір, поки перша вагонетка не зайде в зону товкача *Т1*. При цьому спрацьовує датчик *ДП1* і загоряється червоний сигнал світлофора *1*, забороняючи машиністу подальшу подачу потяга. Оператор включає товкач *Т1* і у подальшому розвантаження вагонеток виконується автоматично до повного розвантаження состава. Датчик *ДП2* видає сигнал на просування вагонетки *2* до стопору *3* для відключення товкача. Датчик *ДП3* спрацьовує при відкриванні стопора і видає дозвіл на включення товкача *Т1* для переміщення состава для затягування вагонетки в перекидач. Стопора *3* і *4* фіксують вагонетку при перекидачі. Включається привод перекидача і його барабан розпочинає крутитися. При повороті на 165° датчиком *ДП165* привод перекидача відключається, але крутіння по інерції продовжується до спрацювання датчика *ДП195*, який видає сигнал на реверс привода. При поверненні до датчика *ДП30* привод відключається і перекидач по

інерції доходить до початкового стану, де відбувається заторможування з відкриванням стопорів для заміни слідувочої вагонетки. Датчик ДП4 контролює вихід із перекидача розвантажувальної вагонетки. Датчик ДП5 видає сигнал на включення товкача T2 замість T1, якщо перша вагонетка досягне зони товкача T2. Реле РКУ.1М видає заборону на роботу перекидача при заповненні бункера. У якості елементів таких схем використовуються педальні і ричажні кінцеві виключателі, герконові і безконтактні датчики, блоки управління БУВ.

Етапи проектування електронного пристрою. Для ефективного і надійного проектування електронного пристрою для розгрузки шахтних вагонеток необхідно робити це поетапно (науково – обгрунтовано), показуючи, у якій послідовності і що слід виконувати на кожному етапі [6, 7]. Такий підхід дає можливість спростити весь етап проектування у цілому й посилити його ефективність, спрощуючи апаратну та програмну частини електронного пристрою, що веде до підвищення його надійності. Виходячи із цього, етапи проектування електронного пристрою для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток з використанням теорії автоматів матитуть такий зміст.

Перший етап проектування. На цьому етапі проектування, на підставі словесного або іншого способу задання алгоритму роботи електронного пристрою для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток, будують його абстрактну математичну модель, яку задають, зазвичай у вигляді графа автомата Мура. Для цього дугам математичної моделі присвоюють значення вхідних змінних, а станам – вихідних змінних.

Другий етап проектування. На другому етапі проектування, використовуючи отриману на першому етапі абстрактну математичну модель роботи електронного пристрою для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у вигляді автомата Мура, визначають кількість елементів пам'яті, яку необхідно застосувати в моделі, щоб відтворити її стани шляхом кодування і перетворюють абстрактну математичну модель у структурну, кодуючи її стани відповідним чином.

Третій етап проектування. На цьому етапі будують таблицю переходів-виходів електронного пристрою для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток.

Четвертий етап проектування. На четвертому етапі проектування з таблиці переходів - виходів знаходять канонічні рівняння роботи електронного пристрою для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток. Виконують і мінімізацію отриманих канонічних рівнянь, застосовуючи відповідні методи (Карно, Вейча тощо).

П'ятий етап проектування. На цьому етапі вибирають елементну базу (логічні елементи, мультиплексори, програмовані логічні пристрої тощо) і будують електронний пристрій для автоматичного розвантаження шахтних вагонеток.

2.2. Розробка абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху

На основі описаних технічних вимог і першого етапу проектування електронного пристрою для автоматичної неперервного розвантаження шахтних вагонеток, алгоритм його роботи у вигляді математичної моделі графа автомата Мура [8, 9], заданого абстрактно, матиме наступний зміст, див рис. 2. 2. 1.

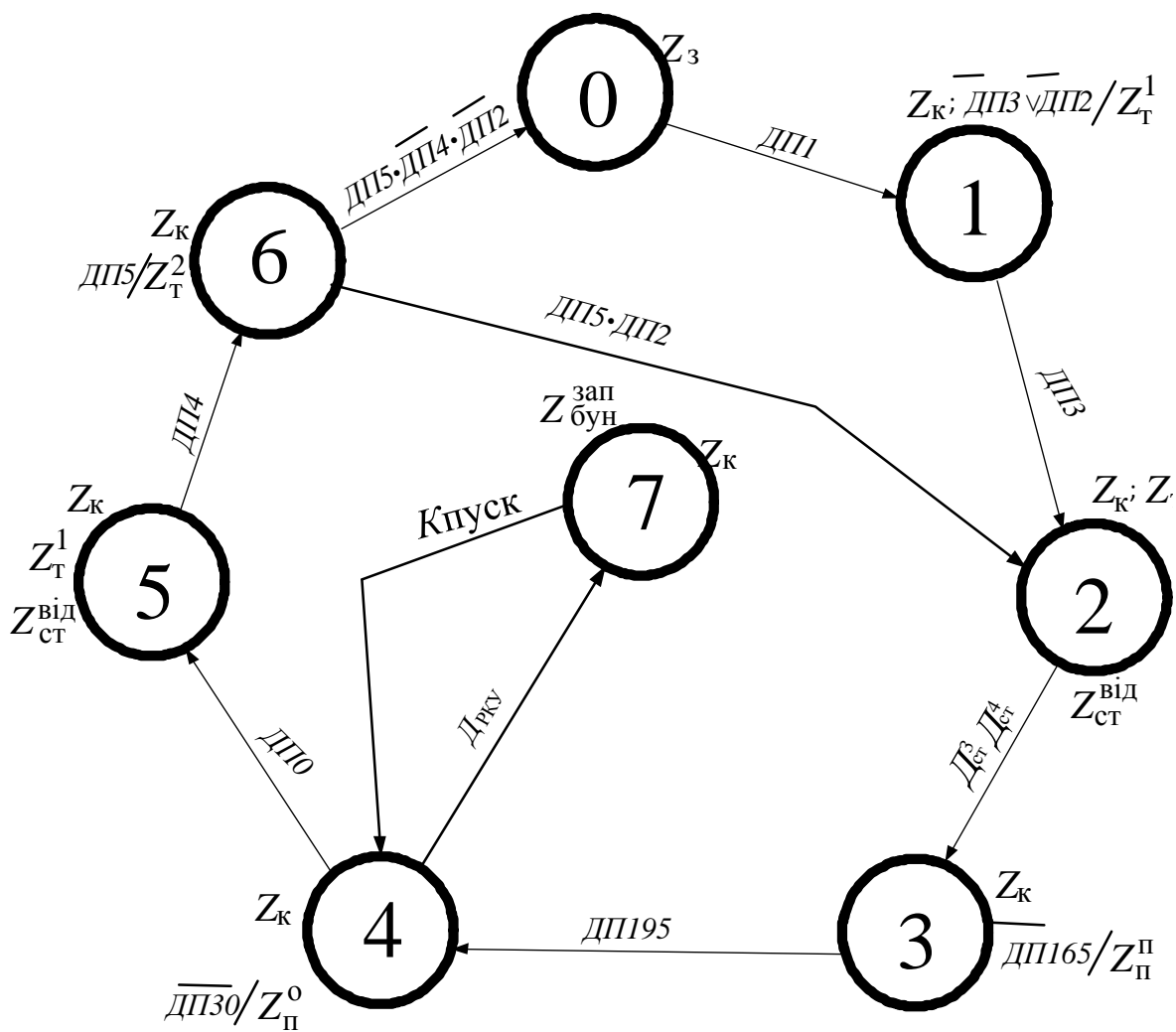


Рис. 2.2.1. Абстрактна математична модель алгоритму розвантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом у процесі їх руху, задана у вигляді графа автомата Мура

На рис. 2.2.1 прийняти наступні позначення:

$Z_к$ — сигнал червоного світлофора;

$Z_т^1$ — сигнал на включення першого товкача;

$Z_т^2$ — сигнал на включення другого товкача;

$Z_{ст}^{Від}$ — сигнал на відключення стопоріння вагонетки в перевертачі ;

$Z_п^П$ — сигнал на включення перевертача в прямому напрямку обертання;

$Z_п^0$ — сигнал на включення перевертача в обратному напрямку обертання;

$Z_{\text{бун}}^{\text{зап}}$ — сигнал, який сигналізує диспетчеру, що бункер заповнений;

$ДП1$ — сигнал від датчика контролю входження першої вагонетки в зону початку автоматичної роботи перевертача;

$ДП2$ — сигнал від датчика, який сповіщає, що необхідно просунути вагонетку до стопора 3 для відключення роботи товкача 1;

$ДП3$ — сигнал від датчика, який спрацьовує при відкриванні стопора і видає дозвіл на включення товкача $T1$ для переміщення состава і зтягуванні вагонетки в перевертач;

$ДП4$ — сигнал від датчика, який контролює вихід із перевертача розвантажувальної вагонетки;

$ДП5$ — сигнал від датчика, який надходить на включення товкача $T2$ замість $T1$, якщо перша вагонетка досягне зони товкача $T2$;

$ДРКУ$ — сигнал від реле, яке видає заборону на роботу перевертача при заповненні бункера;

$K_{\text{пуск}}$ — сигнал, який видає дозвіл на роботу перевертача при розвантаженні бункера;

$ДПО$ — сигнал від датчика, який контролює початковий стан перевертача, де відбувається заторможення з відкриванням стопорів для заміни слідуєчої вагонетки.

$ДПО$ — сигнал від датчика, який контролює початковий стан перевертача, де відбувається заторможення з відкриванням стопорів для заміни слідуєчої вагонетки.

$Д_{\text{ст}}^3$ і $Д_{\text{ст}}^4$ — сигнали від датчиків стопорів 3 і 4, які фіксують вагонетку при роботі перевертача;

$ДП165$ — сигнал від датчика, який контролює стан перевертача при повороті його на угол 165° (при цьому углі привод перевертача відключається);

$ДП195$ — сигнал від датчика, при якому відбувається реверс привода;

ДПЗ0— сигнал від датчика при реверсуванні електропривода, при якому привод відключається і перевертач по інерції доходить до початкового стану, де відбувається заторможення з відкриванням стопорів для заміни слідуєчої вагонетки.

Алгоритм роботи математичної моделі відбувається наступним чином. У початковому стані «0» усі приводи відключені, а на світлофорі при в'зду до перевертача горить зелене світло, яке підтвержує, що перевертач готовий приймати вагонетки для розвантаження. При подачі вагонеток до перевертача і наїзді на датчик *ДП1*, сигнал від нього видається в електронний пристрій, що приводить до включення червоного світла світлофора замість зеленого. У цей час машиніст зупиняє подачу вагонеток і згідно моделі, пристрій переходить у стан «1». У цьому стані при виключених датчиках *ДП2* і *ДП3* включається привод товкача 1 і перша вагонетка автоматично просувається до перевертача. При наїзді на датчик *ДП3*, включаються приводи стопорів, які відкриваються і перша вагонетка за допомогою першого товкача заходить у перевертач. Під дією датчиків стопоріння $D_{ст}^3$ і $D_{ст}^4$, математична модель із стану «1» переходить у стан «2», де відбувається перевертання вагонетки з вугіллям у бункер. При досягненні перевертачем датчика *ДП165*, він видає сигнал на відключення привода перевертача. Перевертач разом із вагонеткою, продовжуючи рухатись по інерції, досягає датчика *ДП195*, який, спрацьовуючи, видає сигнал, і електронний пристрій математичної моделі переходить у стан «4». У стані «4», при відсутності сигналу від датчика *ДПЗ0* видається сигнал на включення реверсивного привода, який повертає пусту вагонетку у початковий стан. При поверненні до датчика *ДПЗ0* привод відключається і перевертач по інерції доходить до початкового стану, де спрацьовує датчик *ДПО*. При спрацюванні датчика *ДПО*, згідно з математичною моделлю електронний пристрій переходить у стан «5». У цьому стані відключаються стопора вагонетки перевертача і включається привод першого товкача, який проштовхує слідуєчу вагонетку до перевертача для автоматичної розгрузки вугілля.

При наїзді вагонетки на датчик *ДП4*, електронний пристрій математичної моделі переходить у стан «6». У цьому стані відключається привод першого товкача і включається привод другого товкача, який проштовхує вагонетку до датчика *ДП5*. Датчик *ДП5* спрацьовує і під дією двох датчиків *ДП2* і *ДП5* електронний пристрій математичної моделі переходить у стан «2». Робота електронного пристрою у стані «2» і послідуєчих станах була описана вище.

Якщо на вході перевертача вагонетки для розгрузки вугілля закінчились, то не буде спрацювання датчиків *ДП2* і *ДП4* у процесі руху, то електронний пристрій математичної моделі перейде в початковий стан, у якому висвітиться зелений світло світлофора. У всіх остальных станах електронного пристрою подається сигнал на засвічення червоного світлофора.

Якщо бункер для вивантаження вугілля стане повним, то спрацює реле контролю рівня (РКУ), по сигналу якого схема електронного пристрою математичної моделі перейде у стан «7». У цьому стані висвітлюється інформація про заповнення бункера і робота по автоматичному розвантаженню вагонеток потяга буде призупинена, поки бункер не буде очищений від вугілля. Тільки після цього, за допомогою спеціальної кнопки «Пуск», електронний пристрій математичної моделі переходить до стану «4». Робота електронного пристрою математичної моделі у цьому стані і в інших була описана вище.

2.3. Розробка структурної математичної моделі та канонічних рівнянь роботи електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху

Використовуючи другий етап проектування, підраховуємо кількість станів абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток. Для перетворення абстрактної математичної моделі у структурну необхідно у відповідності з [10, 11, 12] закодувати їх стани. Для

кодування використаємо двійковий нормальний код. Кількість розрядів двійкового нормального коду (елементів пам'яті) можна знайти з виразу [12]

$$n = \lceil \log_2 Q \rceil, \quad (2.3.1) \quad \text{де } Q -$$

кількість станів абстрактної математичної моделі; n – загальна кількість елементів пам'яті розрядів двійкового коду; $\lceil \rceil$ – знак, який показує на найбільше ціле додатне число.

Використовуючи (2.3.1), отримаємо $n = 3$. Це говорить за те, що для реалізації восьми станів абстрактної математичної моделі електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху необхідно використати три елементи пам'яті. Для простоти електронного пристрою, підвищення його надійності і спрощення у ремонті використаємо *RS*-тригери.

Для отримання структурної математичної моделі електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху кодування матиме наступний вигляд: $0 \rightarrow 000$; $1 \rightarrow 001$; $2 \rightarrow 101$; $3 \rightarrow 110$; $4 \rightarrow 100$; $5 \rightarrow 111$; $6 \rightarrow 011$; $7 \rightarrow 010$.

Виходячи із заданого кодування, структурна математична модель електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху, матиме вид наведений на рис. 2.3.1.

Використовуючи третій етап проектування електронних пристроїв та структурну математичну модель, будемо таблицю переходів електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху, вигляд якої наведений на рис. 2.3.2. Таблиця виходів електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху, згідно третього етапу проектування, матиме вигляд, наведений на рис. 2.3.3.

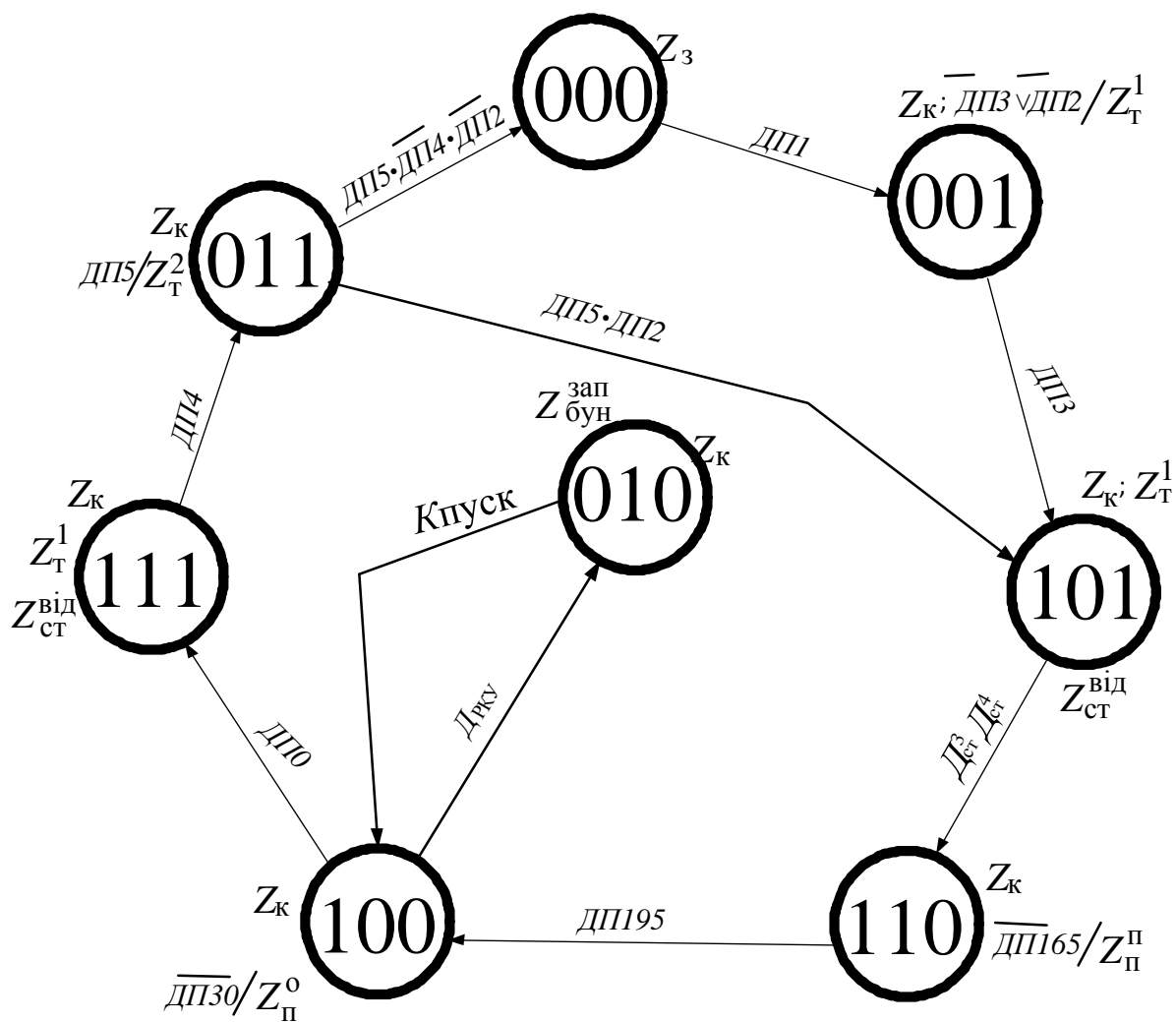


Рис. 2.3.1. Структурна математична модель алгоритму розвантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом в процесі їх руху, задана у вигляді графа автомата Мура

Таблиця переходів структурної математичної моделі алгоритму розвантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом

Таблиця 2.3.1

Q_i	000	001	101	110	100	111	011	010
D_i								
ДП1	001							

$\overline{ДП2} \vee \overline{ДП3}$								
<i>ДПЗ</i>		101						

$\overline{ДП30}$								
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Q_i	000	001	101	110	100	111	011	010
D_i								
<i>ДстЗ · Дст4</i>			110					
$\overline{ДП165}$								
<i>ДП195</i>				100				

Продовження Таблиці 2.3.1

<i>ДПО</i>					111			
<i>Дрку</i>					010			
<i>Кпуск</i> <i>ДП30</i>								100
<i>ДП4</i>						011		
<i>ДП5·ДП2</i>							101	
<i>ДП5·$\overline{\text{ДП4}}$*$\overline{\text{ДП2}}$</i>							000	

Т

абди
ця
вихо
дів
струк

турної математичної моделі алгоритму розвантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом

Таблиця 2.3.2

D_i	Z_i	Z_3	Z_k	$Z_k;$ $Z_T^1;$ $Z_{ст}^{від};$	Z_k	Z_k	$Z_k;$ $Z_{ст}^{від};$ Z_T^1	Z_k	Z_k $Z_{зуп}^{бунк}$
D_i	Q_i	000	001	101	110	100	111	011	010
	$\overline{\text{ДП2}} \vee \overline{\text{ДП3}}$		Z_T^1						
	$\overline{\text{ДП165}}$				Z_n^n				
	$\overline{\text{ДП30}}$					Z_n^o			
	<i>ДП5</i>							Z_T^2	

Із табл. 2.3.1. згідно кроку чотири, знаходимо рівняння управління трьома RS - тригерами електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток, які матимуть наступний вид:

$$\varphi_1^1 = ДП1 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \vee ДП0 \cdot y_3;$$

$$\varphi_1^0 = Д_{ст3} \cdot Д_{ст4} \cdot y_3 \vee ДП5 \cdot \bar{ДП4} \cdot ДП2 \cdot \bar{y}_3;$$

$$\varphi_2^1 = Д_{ст3} \cdot Д_{ст4} \cdot y_3 \vee ДП0 \cdot y_3;$$

$$\varphi_2^0 = ДП15 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_1 \vee ДП5 \cdot ДП2 \cdot y_1 \vee ДП5 \cdot \bar{ДП4} \cdot \bar{ДП2} \cdot \bar{y}_3;$$

$$\varphi_3^1 = ДП3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1 \vee К_{пуск} \cdot \bar{y}_1 \vee ДП5 \cdot ДП2 \cdot y_1;$$

$$\varphi_3^0 = Д_{рку} \cdot \bar{y}_1 \vee ДП4 \cdot y_2 \cdot y_1,$$

де $\varphi_1^1, \varphi_2^1, \varphi_3^1$ і $\varphi_1^0, \varphi_2^0, \varphi_3^0$ – функції включення і виключення відповідно першого, другого і третього елементів пам'яті електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху (структурного автомата); y_1, y_2, y_3 і $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3$ – сигнали на виходах першого, другого і третього RS - тригерів структурного автомата, які відповідають логічним сигналам «1» і «0» відповідно. Функція φ_1 відповідає елементу кода розміщеного справа, а φ_3 – зліва. Рівняння включення першого елемента пам'яті φ_1^1 отримують наступним чином. У таблиці переходів розглядають усі переходи кодових станів цієї функції 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 φ_1^1 відбувається не один раз, а, наприклад, два, то знайдені кон'юнкції змінних об'єднують знаком диз'юнкції.

Рівняння виключення першого елемента пам'яті φ_1^0 отримують аналогічно описаному з тою лише різницею, що при цьому розглядають лише переходи із стану

«1» до стану «0». Рівняння для функції φ_2 отримують аналогічно описаному для функції φ_1 .

Використовуючи четвертий етап проектування для побудови електронних пристроїв автоматичного розвантаження шахтних вагонеток з глухим кузовом у процесі їх руху та таблицю виходів, знайдемо вихідні управляючі сигнали електронного пристрою, які матимуть наступний вид:

$$Z_T^1 = (\overline{ДП2} \vee \overline{ДП3}) \cdot \overline{y_3} \cdot \overline{y_2} \cdot y_1 \vee y_3 \cdot \overline{y_2} \cdot y_1 \vee y_3 \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_T^2 = ДП5 \cdot \overline{y_3} \cdot y_2 \cdot y_1;$$

$$Z_{ст}^{від} = y_3 \cdot y_1;$$

$$Z_{зап}^{бунк} = \overline{y_3} \cdot y_2 \cdot \overline{y_1};$$

$$Z_n^n = \overline{ДП165} \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \overline{y_1};$$

$$Z_n^n = \overline{ДП30} \cdot y_3 \cdot \overline{y_2} \cdot \overline{y_1}.$$

Дані рівняння отримують наступним чином. Якщо у таблиці виходів на вході діють якісь вхідні змінні, то їх значення записується до значення вихідного сигналу з урахуванням значення стану де це відбувається. Якщо дій змінних немає, то до вихідної змінної записується тільки значення стану електронного пристрою.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЧНОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ ВУГІЛЛЯ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВАГОНЕТОК У ПРОЦЕСІ РУХУ

3.1 Вибір елементної бази електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху

Проектування електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток повинно включати як стандартні частини (процесор, пам'ять, логічні схеми та ін.), так і нестандартні, специфічні для даного проектування частини. Це насамперед схеми керування модулями електронного пристрою та схеми забезпечення їхньої взаємодії. Реалізація нестандартних частин історично була пов'язана із застосуванням мікросхем малого й середнього рівнів інтеграції, оскільки виготовлення на замовлення спеціалізованих ВІС пов'язано зі значними витратами засобів і часу. Використання схем малого й середнього рівнів інтеграції визиває різке зростання кількості корпусів ІС, ускладнює монтаж, знижує надійність.

Такі недоліки привели до необхідності розроблення мікросхем з програмованими структурами. Одні з таких мікросхем виготовляються як закінчені стандартні вироби і потім програмуються користувачами згідно з вимогами конкретних проектів. Споживач у цьому випадку позбавляється необхідності замовляти для себе дорогі спеціалізовані мікросхеми. Інші різновиди виготовляються як напівфабрикати й далі спеціалізуються за допомогою зменшеної кількості технологічних операцій. У цьому випадку споживач істотно зменшує витрати на створення необхідного електронного пристрою.

Першими представниками мікросхем з програмованою структурою стали: програмовані логічні матриці ПЛІМ (*PLA, Programmable Logic Array*); програмована матрична логіка ПМЛ (*PAL, Programmable Array Logic*);

вентильні матриці ВМ (*GA, Gate Array*), частіше їх називають у вітчизняній літературі базовими матричними кристалами (БМК).

Мікросхеми *PLA* (ПЛІМ) і *PAL* (ПМЛ) об'єднуються терміном *SPLD, Simple Programmable Logic Devices* (прості програмовані логічні пристрої).

Поява ПЛІМ, ПМЛ і БМК ознаменувала початок найважливішого напрямку в розвитку цифрової компонентної бази при проектуванні електронних пристроїв, у рамках якого економічно можливо застосовувати мікросхеми високого рівня інтеграції і в проектах з незначним тиражем випуску. Розробка ВІС/НВІС з програмованою та репрограмованою структурою виявилася надзвичайно

перспективною і привела до нових ефективних засобів створення спеціалізованих ІС: *CPLD (Complex Programmable Logic Devices)*, *FPGA (Field Programmable Gate Arrays)*, *SGA (Structured Gate Arrays)*, *SOPC (System On Programmable Chip)* та ін.

Доцільність застосування для проектування того чи іншого типу спеціалізованих програмованих ІС залежить від конкретних умов і великою мірою від обсягу випуску проєктованих електронних пристроїв.

Усі спеціалізовані програмовані ІС поділяються на програмовані користувачем логічні ІС (ПЛІС) і програмовані виробником ІС. В обох випадках йдеться про програмування структури, тобто зміну схеми згідно з вимогами проєкту. Програмування користувачем або виробником істотно змінює характер проєктування електронних пристроїв.

Серед програмованих користувачем мікросхем слід виділити:

1) **прості програмовані логічні пристрої**, зарубіжне позначення - *SPLD (Simple Programmable Logic Devices)*, які є першим поколінням мікросхем з програмованою структурою, до числа яких належать мікросхеми ПЛІМ і ПМЛ;

2) **складні програмовані логічні пристрої**, зарубіжне позначення - *CPLD (Complex Programmable Logic Devices)*;

3) **програмовані користувачем вентиляльні матриці**, зарубіжне позначення - *FPGA (Field Programmable Gate Arrays)*, які відрізняються максимальною складністю та максимальними функціональними можливостями.

До мікросхем, програмованими виробником (точніше - за його участю), належать напівзамовні й замовні ІС. До напівзамовних ІС входять:

1) **базові матричні кристали (БМК)**, з яких слід виділити **стандартні БМК**; зарубіжне позначення - *GA (Standard Gate Arrays)*;

2) **структуровані БМК**, зарубіжне позначення - *Structured GA*, що з'явилися останнім часом.

Повністю замовні мікросхеми виділяються найкращими технічними характеристиками, але й найдорожчим проєктуванням. Вони поділяються на:

1) **схеми, що розробляються методом стандартних комірок**, зарубіжне позначення -

SCL (Standard Cell Logic), тобто з широким використанням готових бібліотечних фрагментів схем;

2) повністю замовні, зарубіжне позначення - *FCL (Fully Custom Logic)*, що проектуються індивідуально аж до транзисторного рівня.

Важливим видом ВІС/НВІС стали й **системи на кристалі**. До систем на кристалі належать схеми, що об'єднують у собі всі основні функціональні елементи кінцевого продукту (процесор, пам'ять, апаратні швидкодіючі блоки різного функціонального призначення, інтерфейсні схеми і т. д.). Розроблення систем на кристалі потребує нових підходів до завдань їх проектування. Що стосується засобів реалізації систем на кристалі, то вони можуть бути різними. **Жорсткі системи**, зарубіжне позначення - *SOC (Systems On Chip)*, можуть бути реалізовані на повністю замовних або напівзамовних схемах, **програмовані системи**, зарубіжне позначення - *SOPC (Systems On Programmable Chip)*, у яких за основу, як правило, використовують програмовані користувачем вентиляльні матриці; зарубіжне позначення - *FPGA*.

Лівовою часткою інженерних розробок електронних пристроїв в умовах сучасної України, мабуть, якраз і буде використання схем з програмованою структурою для створення необхідних електронних пристроїв. При цьому програмовані ІС можуть використовуватися як у вигляді автономних електронних пристроїв, так і в складі мікропроцесорних систем.

ПЛІС завдяки структурній збитковості та переналагоджуваності як в організації їх блоків, так і зв'язків між ними раціонально застосовувати для відпрацювання прототипів майбутнього електронного пристрою або навіть ранніх етапів його проектування.

Як слідує із розділу 2, § 2.3, що знайдені канонічні рівняння роботи електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху представлені у вигляді досконалої нормальної форми, то, як слідує із вище сказаного, для їх реалізації найбільш підходять програмуємі логічні матриці (ПЛМ) [7, 9, 14]. Дані матриці представляють собою логічну схему для перетворення множини вхідних значень змінних $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}$ у відповідну множину вихідних значень змінних $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$ представлених у двійковому коді [7,10].

Біполярні ПЛМ з'явилися у середині 70-х років ХХ ст. Основою програмованих матриць є елементи «І» і «АБО», вхідні підсилювачі (ВП) і вихідні каскади (ВК). ВП перетворюють однофазні вхідні сигнали на парафазні і видають сигнали необхідної потужності для живлення матриці з елементів «І». ВК забезпечують навантажувальну здатність виходів, дозволяють або забороняють вихід ПЛМ на зовнішні шини, використовуючи сигнал *CS* (дозвіл вибірки кристалу).

ВІС, які виготовляє електронна промисловість світу, мають базову структуру ПЛМ, яка складається із матриці кон'юнкторів (матриця «І») і матриці диз'юнкторів (матриця «АБО»). Структуру біполярної ПЛМ, мікросхема К556РТ1, наведено на рис. 3.1.1.

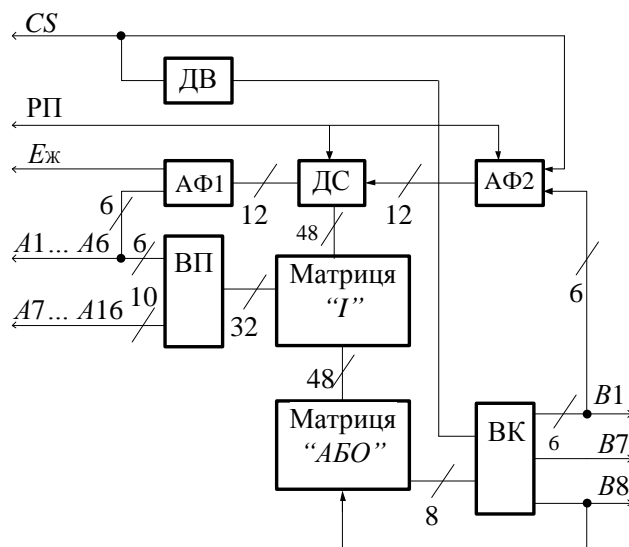


Рис. 3.1.1. Структура біполярної ПЛМ, мікросхема К556РТ1

Вона включає схему кон'юнкторів «І», схему диз'юнкторів «АБО», блок ВП, блок ВК, блок вибірки кристалу (ДВ), дешифратор, програмовані формувачі (АФ1, АФ2). Вхідні підсилювачі видають парафазні значення вхідних змінних за шістнадцятьма входами (A_1, \dots, A_{16}).

Дшифратор (ДС) і формувачі (АФ1, АФ2) використовують в режимах програмування й контролю НВІС.

Для наглядності принципу роботи ПЛМ розглянемо базову функціональну схему мікросхеми К556РТ1 (рис. 3.1.2), де ВП1, ..., ВП16 – вхідні підсилювачі; К1, ..., К48 – кон'юнктори схеми «І»; Д1, ..., Д8 – диз'юнктори схеми «АБО»; ВК1, ...,

ВК8 – вихідні каскади; $P1, \dots, P48$ – шини кон'юнкцій; $S1, \dots, S8$ – шини диз'юнкцій; $F1, \dots, F1928$ – плавкі перемикачі; $VD1, \dots, VD1536$ – діоди Шоттки; $VT1, \dots, VT34$ – транзистори; $R1, \dots, R6$ – резистори.

Підсилювачі (ВП1, ..., ВП16) формують парафазні значення змінних, які поступають у схему «I». Для керування вхідними підсилювачами застосовують входи ($A1, \dots, A16$). Підсилювачі побудовані на основі послідовно включених буферних схем «I-II».

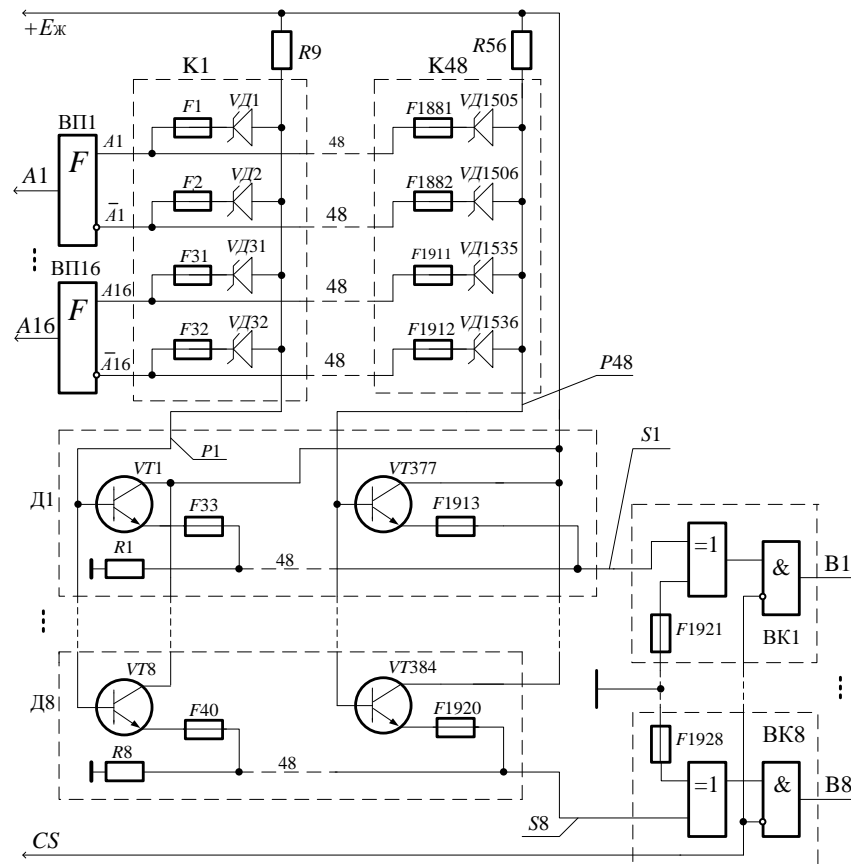


Рис. 3.1.2. Базова схема мікросхеми К556РТ1

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є схеми «I» та «АБО», які утворюють логічні функції. Перший рівень ПЛІМ має 48 кон'юнкторів (схем «I»), що з'єднані плавкими перемичками з будь-яким із шістнадцяти спільних входів буферними схемами. Схема «I» реалізує кон'юнкції вхідних змінних, де кожна вхідна змінна входить у кон'юнкцію прямо або інверсно, або не входить зовсім. Вхідні сигнали, що появляються на вхідних шинах схеми «I», вводяться у матрицю «АБО», що

забезпечує другий рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця «АБО» забезпечує вісім диз'юнкторів, що можуть вибірково з'єднані з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

Шини, що з'єднують дані матриці, є шинами кон'юнкцій і позначають P_1, \dots, P_{48} , а шини, що з'єднують матрицю «АБО» з вихідними каскадами, називають шинами диз'юнкцій, які позначають S_1, \dots, S_8 .

Програмованим елементом схеми «I» є діод Шотткі з плавкою перемичкою, а матриці «АБО», включені по схемі емітерного повторювача, є $n-p-n$ транзистором з плавкою перемичкою в емітері.

Каскади ВК1, ..., ВК8 включають схеми «Виключаюче АБО» та підсилювачі читання. Присутність на вході каскаду логічної схеми «Виключаюче АБО» дає змогу інвертувати рівень вихідного сигналу у залежності від сигналу на вході. Підключення до сигналу «0» одного з двох входів схеми «Виключаюче АБО» через плавку перемичку приводить до активного рівня виходу, а виплавлення цієї перемички приводить до вихідної напруги низького рівня.

ВІС, як базова програмувана логічна матриця працює так. Змінні A_1, \dots, A_{16} через блок вхідних підсилювачів у прямому чи інверсному значенні поступають на схему «I», де за допомогою діодів Шотткі й плавких перемичок утворюють необхідні кон'юнкції P_1, \dots, P_{48} , які логічно сумуються схемою «АБО», утворюючи функції S_1, \dots, S_8 , які надходять у вихідні каскади для подальшого їх перетворення й видачі на виходи B_1, \dots, B_8 .

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 ($A_1 \dots A_{16}$).

Дешифратор (ДС) і програмуємі формувачі (АФ1, АФ2) використовують у режимах програмування і контролю.

Основними вузлами мікросхеми К556РТ1 є схеми «I» і «АБО», що утворюють дворівневі функції. До першого рівня ПЛМ входять 48 кон'юнкторів (схеми «I»), що

з'єднуються плавкими перемичками з будь-яким із шістнадцяти спільних входів через буферні схеми. У матриці «I», реалізують кон'юнкції вхідних змінних, кожна із яких може входити в кон'юнкцію або прямим або інверсним значенням, або не входити зовсім. Сигнали, які появляються на вхідних шинах матриці «I», надходять в матрицю «АБО», що забезпечує другий рівень і реалізує диз'юнкції заданих кон'юнкцій. Матриця «АБО» має вісім диз'юнкторів, які можуть бути вибірково з'єднані з будь-яким із сорока восьми кон'юнкторів.

Програмуємим елементом схеми «I» є діод Шоттки з плавкою перемичкою, а схеми «АБО» підключені за схемою емітерного повторювача, *n-p-n* транзистор з плавкою перемичкою в емітері.

Вихідні каскади ВК1...ВК8 мають і схеми «Виключаюче АБО» і підсилювачі читання. Наявність на вході каскаду логічної схеми «Виключаюче АБО» дозволяє інвертувати рівень вихідного сигналу в залежності від сигналу на вході. Підключення до сигналу «0» одного із двох входів схеми «Виключаюче АБО» через плавку перемичку приводить до того, що активним рівнем виходу стає вихідна напруга високого рівня, а виплавлення цієї перемички приводить до того, що активним рівнем стає вихідна низька напруга.

Умвлне графічне позначення мікросхеми ПЛМ К556РТ1 зображено на рис. 3.1.3,

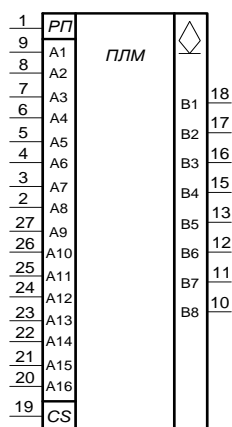


Рис. 3.1.3. Умвлне графічне зображення мікросхеми ПЛМ К556РТ1

На рис. 3.1.3. входи для підключення вхідних змінних та управління і програмування розміщені ліворуч, а результати виконання функцій мікросхемою – праворуч.

3.2. Розробка схеми електронного пристрою автоматичного розвантаження вугілля із залізничних вагонеток у процесі руху

Використовуючи канонічні рівняння роботи електронного пристрою, ПЛМ повинна відповідати наступним параметрам. Кількість диз'юнкторів у ній повинно бути не менше 3, вхідних змінних не більше 16, вихідних 13 (6 - для управління *RS* – тригерами і 7 – для управління виконавчими механізмами. Найближчою до таких параметрів є мікросхема ПЛМ [9, 14], мікросхема серії К556РТ1, яка має входи для 16 змінних, 8 виходів для реалізації функцій і 48 кон'юнкторів. Для визначених у § 2. 3 функцій:

$\Phi_1^1, \Phi_1^0, \Phi_2^1, \Phi_2^0, \Phi_3^1, \Phi_3^0, Z_3, Z_k, Z_T^1, Z_T^2, Z_{ст}^{від}, Z_{зап}^{бун}, Z_{п}^п, Z_{п}^o$ присвоюємо номери їх кон'юнкторам: $k_1 = ДП1 \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2$; $k_2 = ДП0 \cdot y_3$; $k_3 = \bar{Дст3} \cdot Дст4 \cdot y_3$;;
 $k_4 = ДП5 \cdot \bar{ДП4} \cdot ДП2 \cdot \bar{y}_3$;; $k_5 = ДП0 \cdot y_3$; $k_6 = ДП195 \cdot y_3 \cdot \bar{y}_1$; $k_7 = ДП5 \cdot ДП2 \cdot y_1$;
 $k_8 = ДП5 \cdot \bar{ДП4} \cdot \bar{ДП2} \cdot \bar{y}_3$; $k_9 = ДП3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{10} = K_{пуск} \cdot \bar{y}_1$;
 $k_{11} = Д_{пры} \cdot \bar{y}_1$; $k_{12} = ДП4 \cdot y_2 \cdot y_1$; $k_{13} = \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3$; $k_{14} = \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{15} = y_3 \cdot \bar{y}_1$; $k_{17} = y_3 \cdot y_2 \cdot y_1$ - для ПЛМ1 і $k_{18} = y_3 \cdot y_1$; $k_{19} = \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{20} = \bar{y}_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_{21} = \bar{ДП165} \cdot y_3 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_1$;
 $k_{22} = \bar{ДП30} \cdot y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_1$; $k_{23} = \bar{ДП2} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{24} = \bar{ДП3} \cdot \bar{y}_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$; $k_{25} = y_3 \cdot \bar{y}_2 \cdot y_1$ - для ПЛМ2.

Використовуючи [9, 14], програмуємо отримані функції і їх результати заносимо у табл. 3.2.1 і табл. 3.2.2 відповідно.

Введемо наступні позначення вхідних змінних для таблиць програмування: ДП1 $\rightarrow a$; ДП2 $\rightarrow б$; ДП3 $\rightarrow в$; ДП4 $\rightarrow г$; ДП5 $\rightarrow д$; ДП0 $\rightarrow е$; Дст3 $\rightarrow ж$; Дст4 $\rightarrow з$; ДП195 $\rightarrow і$; $K_{пуск} \rightarrow к$; $\rightarrow л$; $м \rightarrow y_3$; $н \rightarrow y_2$; $o \rightarrow y_1$ – для першої ПЛМ і $c \rightarrow y_3$; $p \rightarrow y_2$; $n \rightarrow y_1$; ДП5 $\rightarrow т$; ДП165 $\rightarrow у$; ДП30 $\rightarrow ф$; ДП2 $\rightarrow х$; ДП3 $\rightarrow ч$ – для другої ПЛМ.

Таблиця програмування ПЛМ1

Таблиця 3.2.1

	Кон'юнктори														Рівень активності							
	Вхідні змінні														1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>є</i>	<i>ж</i>	<i>з</i>	<i>і</i>	<i>к</i>	<i>л</i>	<i>м</i>	<i>н</i>	<i>о</i>	Вихідні функції							
	Номер програмуемого входу														Φ_1^1	Φ_1^0	Φ_2^1	Φ_2^0	Φ_3^1	Φ_3^0	Z_3	Z_k
	А																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8
k_1	1											0	0		A							
k_2						1						1			A							
k_3							1	1				1				A	A					
k_4		0		0	1							0				A						
k_5						1						1					A					
k_6								1				1		0				A				
k_7		1			1									1			A	A				
k_8		0		0	1						0						A					
k_9			1											0	1				A			
k_{10}										1				0				A				
k_{11}											1			1					A			
k_{10}	k_{12}			1									1	1					A			
k_{10}	k_{13}										0	0	0								A	
k_{10}	k_{14}											0	1									A
k_{10}	k_{15}										1		0									A
k_{10}	k_{16}										0	1										A
k_{10}	k_{17}										1	1	1									A

Таблиця програмування ПЛМ2

Таблиця 3.2.2

	Кон'юнктори														Рівень активності							
	Вхідні змінні														1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>c</i>	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>y</i>	<i>ф</i>	<i>x</i>	<i>ч</i>							Вихідні функції							
	Номер програмуемого входу														$Z_{ст}^{від}$	Z_T^2	$Z_{зап}^{бунк}$	$Z_{п}^п$	$Z_{п}^o$	Z_T^1		
	А																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	В1	В2	В3	В4	В5	В6	В7	В8
k_{18}	1		1												A							
k_{19}	0	1	1	1												A						
k_{20}	0	1	0														A					
k_{21}	1	1	0		1												A					
k_{22}	1	0	0			0												A				

k_{23}	0	0	1				0												A			
k_{24}	0	0	1				0													A		
k_{25}	1	0	1																	A		
k_{29}	1	1	1																	A		

Електронна схема пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху, яка виконана із застосуванням ПЛМ1 і ПЛМ2, наведена на рис. 3.2.1.

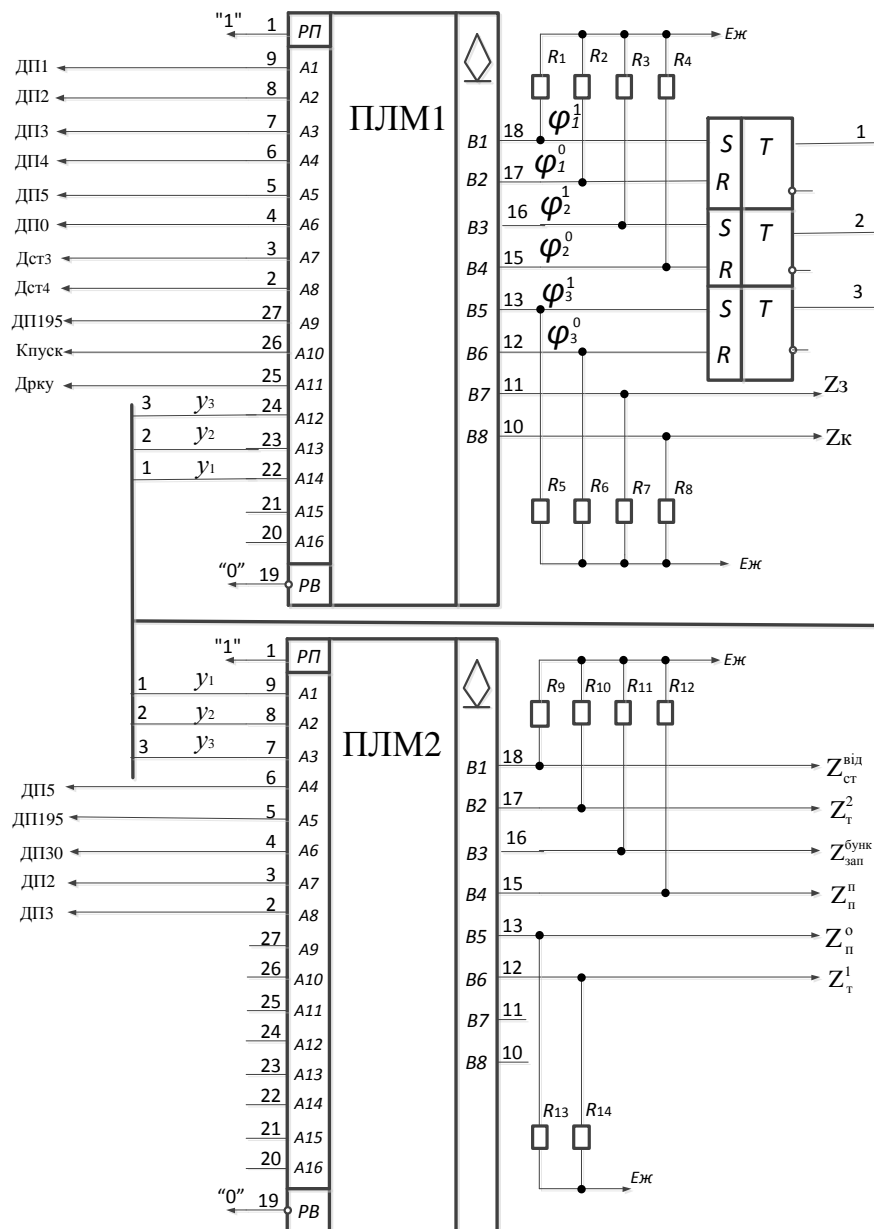


Рис. 3.2.1

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було поставлене завдання розробити електронний пристрій автоматичного розвантаження із залізничних вагонеток у процесі руху з використанням сучасних засобів мікроелектроніки. Даний електронний пристрій розроблений з використанням теорії автоматів, теорії комп'ютерної логіки та теорії алгоритмів і графів.

У процесі кваліфікаційної роботи були розроблені технічні вимоги, етапи проектування електронного пристрою та алгоритм для автоматичного розвантаження вугілля із шахтних вагонеток у процесі їх руху.

На підставі розробленого алгоритму були розроблені абстрактна та структурна математична модель, на основі яких, використовуючи теорію автоматів, отримані канонічні рівняння роботи електронного пристрою.

Аналіз отриманих канонічних рівнянь показав, що їх реалізацію найкраще виконати, використовуючи програмуємі логічні матриці (ПЛМ). У дипломній роботі показано, що для ПЛМ найкраще підходять ПЛМ серії K556PT1. На основі цих ПЛМ (їх було використано дві) розроблено електронний пристрій автоматичного розвантаження шахтних вагонеток в процесі їх руху. Даний електронний пристрій запрограмований на мові програмування використаних ПЛМ.

Розробка даної кваліфікаційної роботи показала можливість проектування електронних пристроїв автоматичного розвантаження шахтних вагонеток в процесі їх руху з використанням теорії автоматів і комп'ютерної логіки, що в свою чергу дало можливість застосовувати сучасну елементну базу, наприклад, ПЛМ.

Застосування даної роботи дозволить у значній мірі підвищити надійність роботи електронного пристрою автоматичного розвантаження шахтних вагонеток у процесі їх руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
2. Мухопад М. Д. Транспортні машини. — Харків: Вид-во «Основа» при Харк. ун-ті, 1993. — 192 с.
3. Пономаренко В.А., Клеймер Е. Л., Дунаев Г. А. и др Системы подземного транспорта на угольных шахтах. М: «Недра», 1975 - 309с.
4. Карташов Ю. В. Рудничная транспортная сигнализация и автоблокировка М: «Недра», 1974 - 192с.
5. Карташов Ю.В. Автоматизация стрелочных переводов М: «Недра», 1971 - 113с
6. Матвієнко М. П. Пристрої цифрової електроніки К: «Ліра-К», 2015 - 392с.
7. Матвієнко М.П. Проектування цифрових пристроїв, Київ: Видавництво «Ліра-К», 2018 - 364с.
8. Баранов С. И. Синтез микропрограммных автоматов. Ленинград; Энергия, 1979 – 232с.
9. Матвієнко М.П. Комп'ютерна логіка , Київ: Видавництво «Ліра-К», 2012 - 364с.
10. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка , Київ: Видавництво «Ліра-К», 2013 - 192с.
11. Жабін В.І., Жуков І.А., Клименко І.А., Ткаченко Прикладна теорія цифрових автоматів. Видавництво НАУ , 2007 - 364с.
12. Жабин В.И. и др. Логические основы и схемотехника ЭВМ. - К: ВЕК+, 1999 – 128с.
13. Жураковський Ю.П., Полторак В.П. Теорія інформації та кодуванн.. К: «Вища школа» , 2001 – 255с.
14. Отраслевой стандарт. ОСТ 11.340.915-82. Микросхемы интегральные серии 556(556РТ1, 556РТ2), Р556(Р556РТ1, Р556РТ2). Руководство по применению ОКП. 623 000.-51с.

