

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри АТ

В.В. Поцєпаєв

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2020 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка автоматизованої інформаційної системи управління
гірничорудним підприємством

Виконав : студент 4 курсу, групи АКТп-17
(шифр групи)

спеціальності

151 Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Неділько О.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доц., к.т.н., доц Воропаєва А.О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент

(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____
 секретар ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

_____ бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка автоматизованої інформаційної системи управління
гірничорудним підприємством

Виконав студент групи АКТп-17 _____ **О.М. Неділько**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник _____ **А.О. Воропаєва**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій _____ **В.В. Поцєпаєв**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти _____ **Є.В. Лєсіна**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____ **С.А. Жовтобрух**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____ **(ініціали, прізвище)**

Нормоконтролер _____ **асистент. Д.О. Жуковська**
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ / В.В.Поцєпаєв
“ ” _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Недільку Олександр Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка автоматизованої інформаційної системи
управління гірничорудним підприємством

керівник роботи: Воропаєва А.О., к.т.н., доц

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від “ ” 2020 року №

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: НДРС, практика

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1) Аналіз конвеєрної лінії як об'єкта керування.
- 2) Обґрунтування напрямку автоматизації.
- 3) Розробка алгоритмів керування.
- 4) Заходи з охорони праці.
- 5) Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Лесіна Є.В., доцент.		
	Жовтобрух С.А., ст.. викл.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз об'єкта	05.05.2020	
2	Огляд існуючих рішень	08.05.2020	
3	Розробка функціональної схеми	11.05.2020	
4	Вибір технічних засобів	16.05.2020	
5	Отримання математичної моделі	21.05.2020	
6	Синтез алгоритмів	26.05.2020	
7	Дослідження системи	02.06.2020	
8	Охорона праці	09.06.2020	
9	Оформлення	12.06.2020	

Студент _____ Неділько О.М.

Керівник _____ Воропаєва А.О.

Лист зауважень

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Неділько Олександр Михайлович «Розробка автоматизованої інформаційної системи управління гірничорудним підприємством» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Пояснювальна записка 71 сторінки, 20 рисунків, 5 таблиць.

Об'єкт керування – пункт завантаження залізничних вагонів.

Мета роботи – підвищення ефективності роботи технологічного комплексу поверхні, шляхом розробки алгоритмів, принципів керування, розширення функцій системи автоматизації пункту завантаження залізничних вагонів.

Методи розробки – логічний синтез на основі апаратних засобів вбудованих систем керування.

В бакалаврській роботі сформульовані вимоги до структури системи автоматизації бункерів, обрана базова апаратура автоматизації, визначено алгоритми керування. На підставі вимог до системи автоматизації розроблені структурна, функціональна схеми системи автоматизації бункерів і принципова схем блоку сполучення вихідних кіл реле контролю рівня з вхідними слотами промислового контролера і блоку живлення.

Запропонована система автоматизації на базі промислового контролера дозволяє збільшити економічну ефективність, що досягається за рахунок вивільнення обслуговуючого персоналу, скорочення простоїв поточно-транспортної системи і збільшення пропускної здатності комплексу в цілому.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА, КРНВЕЄР,
БУНКЕР, ВАГОН, МАСА, ЖИВИЛЬНИК, ПРИВІД, АЛГОРИТМ,
ПРОГРАМА, ДАТЧИК, КОНТРОЛЕР

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 Аналіз технологічного процесу об'єкта автоматизації.....	9
1.1 Технологічні процеси поверхневого комплексу.....	11
1.2 Критичний огляд відомих технічних рішень.....	16
2 Обґрунтування системних рішень проекрованої системи.....	33
2.1 Функції автоматичного керування.....	33
2.2 Математична модель та моделювання конвеєра.....	39
3 Алгоритмізація системи автоматичного керування.....	46
4 Обґрунтування та розробка схемотехнічного рішення пристрою автоматизації.....	60
5 Безпека експлуатації конвеєрів.....	64
6 Висновки.....	70
Перелік посилань.....	71

ВСТУП

Актуальність. Сучасні видобувні підприємства працюють під управлінням автоматизованих систем управління технологічними процесами – АСУ ТП. Технологічні процеси таких підприємств завершуються відвантаженням видобутої копалини – вугілля або руди споживачу. Таким чином, доставка копалини від шахтного стовбура та управління завантаженням залізничних вагонів є важливим та актуальним завданням.

На поверхні гірничого підприємства розташовуються комплекси: навантаження вугілля в залізничні вагони — вугільний; обміну і розвантаження шахтних вагонеток — породний; поточно-транспортні лінії.

Автоматитичне керування процесами найбільш важливе в питанні продуктивності навантажувальних комплексів, від яких залежать час простою залізничних вагонів під навантаженням і витрати по перевезенню вугілля в цілому. Основні міри підвищення продуктивності навантажувальних комплексів — розвиток автоматизації технологічного процесу і створення досконалих систем керування.

Завдяки максимальній механізації й автоматизації процесів забезпечуються інтенсифікація транспортних операцій, збільшення пропускну здатності технологічного комплексу поверхні, вивільнення робочої сили.

Мета роботи — підвищення ефективності роботи технологічного комплексу поверхні, шляхом розробки алгоритмів, принципів керування, розширення функцій системи автоматизації пункту завантаження залізничних вагонів.

Методи розробки — логічний синтез орієнтований на апаратні засоби вбудованих систем керування.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.

1.1 Технологічні процеси та склад поверхневого комплексу

Технологічний процес у вугільній шахті завершується на поверхні навантаженням копалини в залізничні вагони його чи транспортуванням за допомогою конвеєрів у бункер збагачувальної фабрики. Нормальний хід технологічного процесу на поверхні забезпечується низкою установок і комплексів. Сюди відносяться: а) технологічний комплекс поверхні; б) породний комплекс; в) аварійний склад вугілля; г) комплекс навантаження вугілля в залізничні вагони; д) комплекс обміну вагонеток у надшахтної будови.

Технологічний комплекс поверхні гірського підприємства поєднує процеси сортування, породовибірка, транспортування породи в бункер, контролю навантаження породи в автосамосвали чи вагонетки, транспортування вугілля в навантажувальні (накопичувальні) бункери, на збагачувальну фабрику чи вугільний склад.

Об'єкти а, б, в з погляду автоматизації мають багато спільного, тому що їх можна розглядати як розгалужені транспортні лінії з передатними пристроями, бункерами, грохотами, живильниками й ін., для автоматизації яких необхідні такі ж технологічні датчики, як і для конвеєрних ліній. Технологічно зв'язані один з одним механізми сортування і навантаження, конвеєри, елеватори, дробарки, грохоти, лебідки, маневрові пристрої, штовхальники, вагонні ваги і т.д. являють собою поточно-транспортні системи різної складності.

Тому такі об'єкти доцільно розглядати як єдину поточно-транспортну систему (ПТС) поверхневого комплексу, до складу якої входять: транспортна гілка від прийомного бункера скіпового стовбура до залізничних бункерів **чи** до бункера збагачувальної фабрики **з** усіма паралельними відгалуженнями;

пряма і зворотна гілка аварійного складу вугілля; породна гілка до бункера породного відвала. Зараз вживається термін «ПТС шахти», під яким розуміється система транспортування копалини від лави до залізничних бункерів шахти чи збагачувальної фабрики для шахт суцільної конвеєризації.

ПТС технологічних комплексів шахт, що відвантажують вугілля в залізничні вагони, можна розділити на дві групи: складні і прості.

У вагони вантажиться вугілля, що відправляється безпосередньо споживачу. У цьому випадку він, як правило, збагачується і сортується. ПТС технологічних комплексів таких шахт мають багато гілок (маршрутів), велика кількість приводів, розміщених на різних відмітках, проміжні ємності і можуть бути віднесені до групи складних.

У залізничні вагони вантажиться незбагачене не розсортоване вугілля (гірська маса), що надходить на збагачувальні фабрики, а потім до споживача. Така ПТС відноситься до групи простих. Сюди ж варто віднести технологічні комплекси шахт, що транспортують гірську масу до збагачувальної фабрики за допомогою конвеєрів. Прості ПТС можна перевести на оперативне диспетчерське керування за допомогою серійної апаратури автоматизації розгалужених конвеєрних ліній, що практично неможливо для складних ПТС.

В умовах функціонування АСУ для поверхневих комплексів необхідні додаткові технологічні датчики (засоби добору інформації) з уніфікованим вихідним сигналом: датчики продуктивності стрічкових конвеєрів, датчики безупинного контролю рівня в ємностях, експрес-аналізатори зольності вугілля і його вологості й ін., тому що . перераховані об'єкти мають велика кількість приводів малої потужності, що розкидані в межах промислової площадки шахти і поза нею, а також характеризуються розмаїтістю контрольованих параметрів.

Поточно-транспортна система (ПТС) включає комплекс механізмів і ємностей єдиного технологічного процесу, призначених для збереження, транспортування і переробки гірської маси (вугілля, породи й ін.). ПТС може виконувати функції підсистеми АСУТП. На більшості підприємств

використовуються локальні системи ПТС, у яких безпосереднє керування механізмами здійснюють оператори з централізованих пультів чи щитів. На цих пультах розташовані ключі керування механізмами і технологічними потоками, що дозволяють робити дистанційний чи автоматичний пуск і зупинку механізмів; на мнемощити виведені індикатори роботи механізмів і вимірювальні прилади.

Принципово вантажно-транспортну систему можна представити системою масового обслуговування (СМО). При наявності характеристик СМО можна перетворити в статичну і динамічну моделі цих процесів. Представлена у виді алгоритмів динамічна модель поточно-транспортних процесів може бути використана для цілей автоматизації керування вантажно-транспортними роботами в автоматизованих системах керування поточно-транспортними системами (АСУ ПТС). [1]

На рисунку 1.1 представлена схема технологічного комплексу поверхні шахти. На ній представлені 1 – бункери рядового вугілля, розташовані на скіповому стовбурі, 2 – живильник ПК-80, 3 - привод живильника, що качає, 4 - грохіт, 5 - дробарка, 6 - плужковий скидач із приводом, 7 - роздавальний конвеєр.

Схемою передбачається переміщення вантажів по маршруті: вугілля з прийомних вугільних бункерів 1, скіпового стовбура механізму в навантажувальні бункери при цьому допомогою живильника 2 і конвеєри вугілля надходить на грохіт 4 де подрешетний продукт подається на конвеєр, а надрешетний — на інший конвеєр, де робиться відбірка видимих шматків породи, потім потрапляючи в дробарку. Після цього усе вугілля за допомогою роздавальних конвеєрів транспортується в накопичувальні бункери.

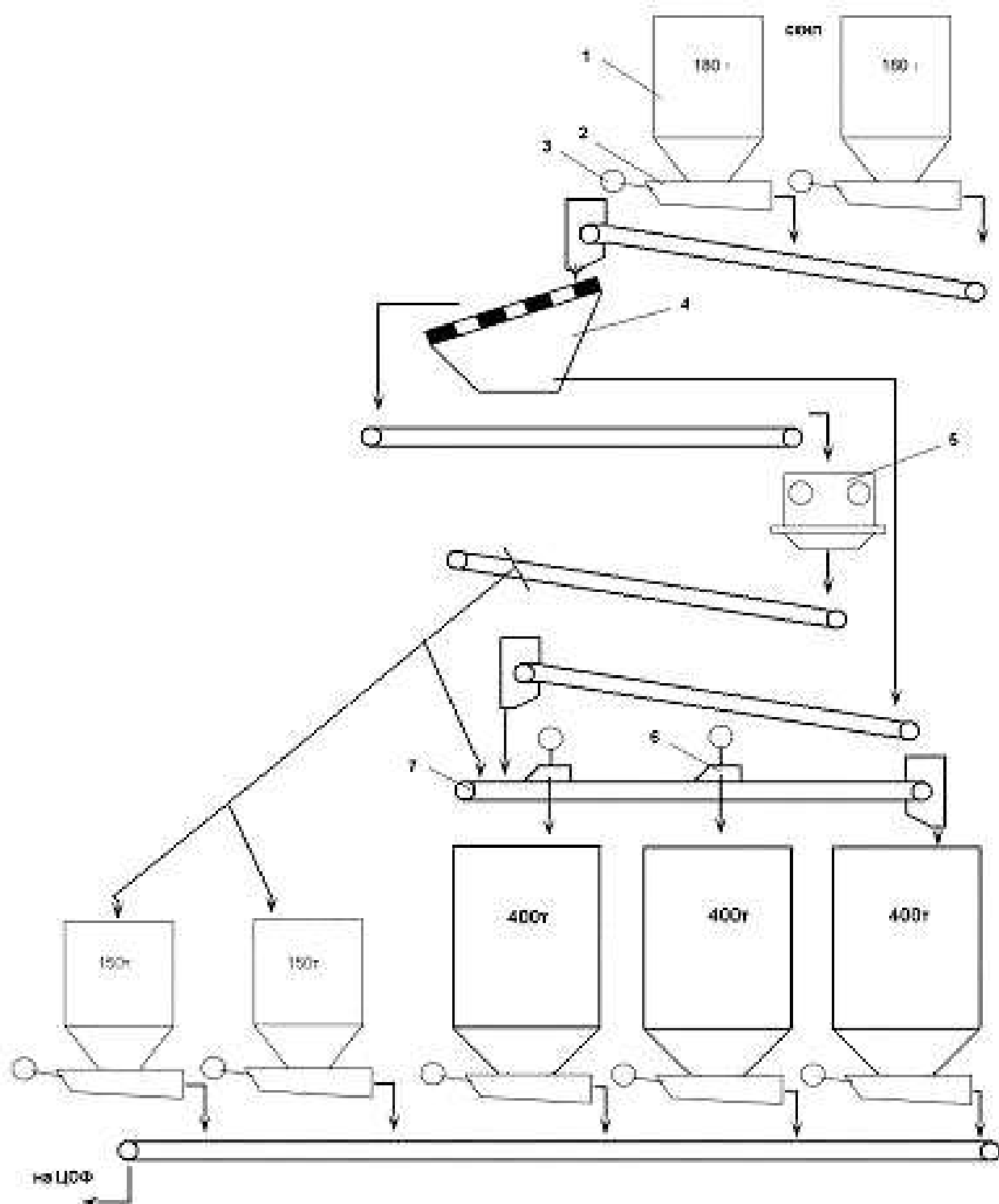


Рисунок 1.1 - Технологічна схема механізмів комплексу поверхні шахти

Варіативні схеми навантаження вагонів наведено на рис. 1.2.

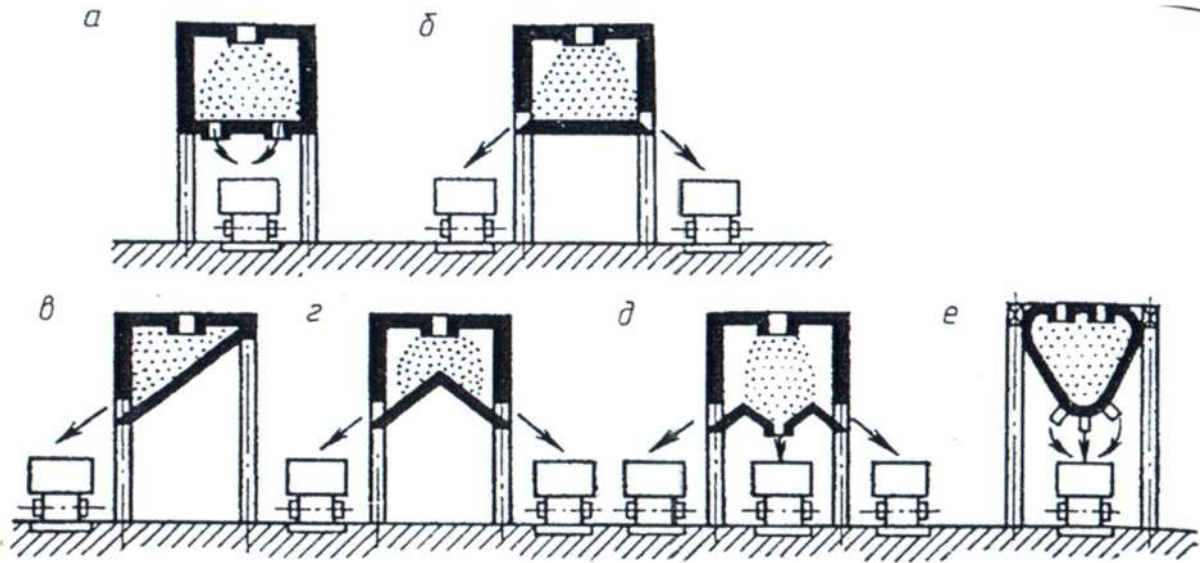


Рисунок 1.2 - Варіативні схеми навантаження вагонів

Днища залізничних бункерів мають різну форму: плоску з центральним (рис. 2, а) або двобічним (рис.1. 2, б) розвантаженням, похилу одностатну (рис. 1.2, в) або двоскатну (рис.1. 2, г) з бічним розвантаженням, двоскатну з бічним і центральним розвантаженням (рис.1. 2, д), параболічну (рис.1. 2, е).

Бункери з плоским днищем прості за конструкцією, але можуть бути використані лише для несамозаймистих руд, тому що після вивантаження в бункері може залишитися частка руди.

Схеми розташування бункерів на поверхні наведено на рис.1. 3.

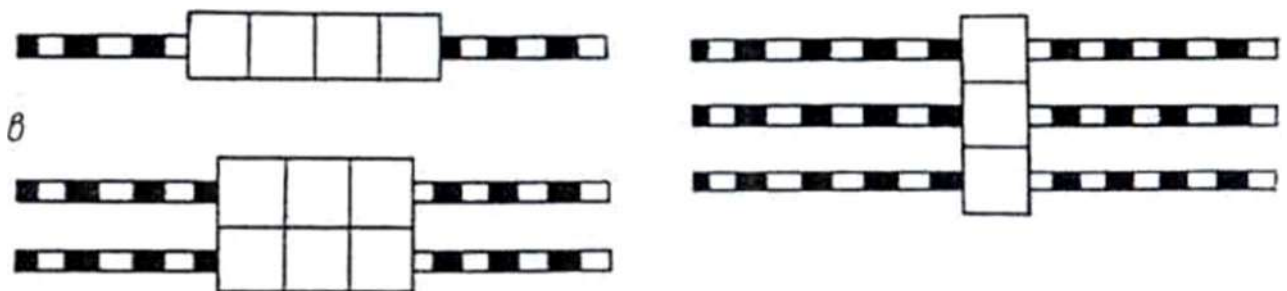


Рисунок 1.3 - Схеми розташування бункерів на поверхні

Поздовжнє розташування бункерів (рис. 1.3, а) забезпечує більшу довжину фронту навантаження вагонів, але застосування їх доцільне при видачі лише одного сорту вугілля.

Поперечне розташування бункерів (рис. 1.3, б) дозволяє одночасне завантаження вагонів вугіллям декількох сортів.

Комбіноване розташування бункерів (рис. 1.3, в) поєднує велику продуктивність і одночасне завантаження декількох залізничних составів вугіллям різних сортів.

Основною задачею при автоматизації поверхневих комплексів є вивільнення обслуговуючого персоналу, а найбільш прийнятною формою автоматизації — оперативно-диспетчерське керування.

Впровадженню апаратури автоматизації ПТС повинна передувати підготовка технологічного устаткування: заміна застарілих технологічних машин, монтаж виконавчих механізмів на розподільних установках (клапанах, шиберів і ін.), монтаж передатних пристроїв (тічок) з геометричними формами, що зводять їх заштибовку до мінімуму. Важливі правильний вибір і розміщення засобів добору інформації.

При автоматизації ПТС повинна забезпечуватися можливість роботи в трьох режимах: автоматичному, керування з одного чи декількох операторських пультів і ремонтному, коли кожен механізм запускається від своєї кнопкового посту. Перевід з одного режиму в інший повинний здійснюватися спеціальними перемикачами, кількість яких зводиться до мінімуму. При роботі ПТС в автоматичному режимі і при керуванні ПТС із пульта оператора повинні виконуватися наступні вимоги:

а) перед пуском механізмів того чи іншого маршруту (відгалуження) обов'язкова подача звукового попереджувального сигналу тривалістю 5-10 з;

б) запуск механізмів конвеєрної лінії (частини лінії) повинний вироблятися в напрямку, зворотному вантажопотоку по командах від чи оператора технологічних датчиків у такій послідовності, щоб виключався завал місць перевантаження;

в) оперативна зупинка маршруту ПТС повинна здійснюватись зі скачиванням вантажу з потоку, аварійна - без скачивання. Оперативний останов механізмів лінії при нормальній роботі повинний здійснюватися за керуючими командами від оператора (диспетчера), що обслуговує персоналом чи на місці автоматично від технологічних датчиків;

г) для конвеєрів і інших відповідальних механізмів (елеваторів, грохотів) обов'язковий контроль швидкості транспортуючих органів (стрічок, ковшів), а в механізмів, для яких цю вимогу виконати важко, повинний передбачатися контроль обертання приводних валів;

д) при ушкодженні в якій-небудь ланці маршруту повинна зупинятися вся гілка чи частина гілки, що транспортує вантаж на ушкоджену ланку;

е) якщо ланка ПТС не має пристрою контролю швидкості, то запуск наступного ланки повинний бути віднесений у часі;

ж) на операторський пульт повинна надходити інформація про включення механізмів у роботу, про положення шибєрів, засувов, клапанів, про заповнення і спорожнювання що акумулюють ємкостей;

з) на центральний диспетчерський пункт повинна надходити інформація про роботу маршрутів ПТС, про рівень заповнення залізничних бункерів чи бункерів збагачувальної фабрики, про кількість вугілля, виданого із шахти на навантаження в залізничні вагони, вугільний склад, на власні нестатки і про кількість вугілля, що надійшло зі складу.

Тому що технологічний процес знаходиться на поверхні шахти, то до устаткування і засобів автоматизації використовуваних у ньому не пред'являються особливі вимоги по іскро- і вибухозахисту.

В умовах даної шахти автоматизація являє собою індивідуальну для даного підприємства і технологічного процесу схему на численній релейній логіці, що не є універсальною для інших задач і технічних засобів, обмежує розв'язувані задачі, має погану надійність, важка в експлуатації і ремонті, що може погано позначатися на продуктивності. Необхідна заміна її на нову універсальну систему на мікро-ЕОМ із можливістю розширення виконуваних функцій.

Т.о. розроблювальна система повинна виконувати всі, більш розширені чи частину вимог і функцій зазначених вище, що згодом можуть бути розширені.

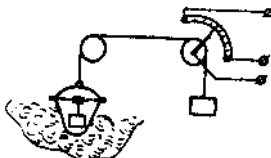
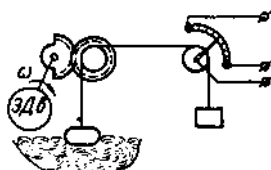
Метою роботи є підвищення ефективності роботи поточно-транспортної системи поверхневого комплексу шахти, зменшення простоїв, зниження трудомісткості робіт, шляхом розробки вимог, принципів керування, алгоритмів роботи, засобів автоматизації з їхньою допомогою системи автоматизації.

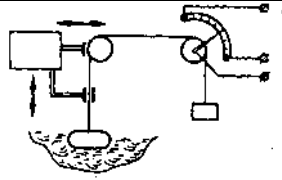
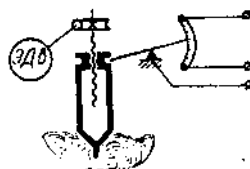
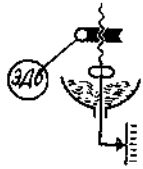
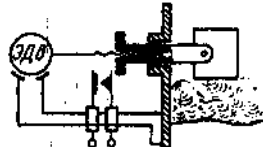
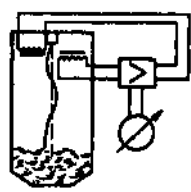
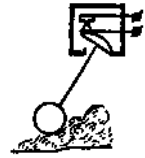
1.2 Критичний огляд відомих технічних рішень

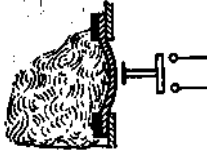
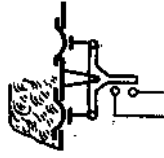
В умовах шахти і її технологічного комплексу поверхні для рішення поставлених задач і автоматизації бункерів як частини підсистеми АСУ ТП необхідно розглянути датчики, що існують, пристрої, технічні засоби, що керують елементами й існують автоматизовані системи керування, можливі до застосування.

Існує ряд датчиків і пристроїв для виміру рівня матеріала в бункері. Так деякі з них представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Датчики рівня сипучих і кускових матеріалів з механоелектричними принципами роботи

№ п/п	Тип	Схема	Принцип дії, відмінні риси
1	Поплавковий датчик		Усередині поплавця поміщений вібратор, що забезпечує «плавучість» поплавця в сипучих і кускових матеріалах
2	Лотовий датчик		За допомогою спеціальних механізмів поплаву (лоту) повідомляються періодичні рухи нагору, що висмикують його із шару матеріалу, після чого він

3			опускається на поверхню
4	Датчики з крильчаткою, що гальмується		Багатоходовий черв'як безупинно обертається електродвигуном. Крильчатка укріплена на гайці, що сидить на черв'яку, без самогальмування. Крильчатка опускається під дією ваги до зіткнення з поверхнею матеріалу, після чого гальмується і нагвинчується на черв'яка
5	Датчики з крильчаткою, що гальмується		Аналогічний принцип дії. Гайка розташована в приводному колесі. Крильчатка скріплена з черв'яком
6	Реле з крильчаткою, що гальмується		Крильчатка зв'язана з валом електродвигуна через рухливе пружне з'єднання. При засипанні матеріалом крильчатки вал двигуна, продовжуючи обертатися, створює взаємне переміщення деталей і замикає контакти
7	Реле рівня з віброуючою стрічкою		Пружна сталева стрічка підвішена в ємності і приводиться в коливальний рух системою електромагнітів. При засипанні матеріалом вільного кінця стрічки коливання загасають, і міняються електричні параметри електромагнітів
8	Маятникове реле рівня		При заповненні ємності матеріалом останній відхиляє маятник убік і замикає контакт. Установлюється біля стінки ємності
9	Реле рівня з гнучким дротовим щупом		Дротовий гнучкий щуп при засипанні матеріалу опускається і замикає контакти. Надійно працює тільки при розвантаженні ємності

10	Мембранні реле рівня		При завантаженні ємності мембрана прогинається і замикає контакти. Використовується для контролю сипучих матеріалів
11	Мембранні реле рівня		Здвоєна урівноважена мембрана. Використовується при наявності внутрішнього тиску. Застосовується для контролю сипучих матеріалів

Вимір рівня сипучих і кускових матеріалів представляє значно великих труднощів, чим вимір рівня рідин. Це пояснюється наступними обставинами:

- а) сипучі і кускові матеріали при заповненні і спорожнюванні ємкостей не утворюють горизонтальної поверхні рівня; зовнішня поверхня їх може бути розташована під кутом до $30—50^\circ$ до горизонталі (кут природного укосу);
- б) для цих середовищ не дійсний закон Паскаля;
- в) при спорожнюванні ємкостей можливі залипання матеріалу на стінках;
- г) ультразвукові коливання не проходять через товщу кускових і сипучих матеріалів;
- д) при завантаженні матеріалів чуттєві елементи датчиків можуть бути ушкоджені.

Зазначені труднощі істотно обмежують коло можливих принципів виміру рівня. У таблиці 1.1 наведено деякі схеми датчиків і реле рівня сипучих і кускових матеріалів з механоелектричними принципами роботи. Усі вони засновані на використанні механічних властивостей матеріалу. Відомо, що при вібрації сипучого матеріалу з прискоренням більш 1 g , тобто більш $9,8\text{ м/сек}^2$, він здобуває властивості плинності. На цьому явищі заснована дія поплавкового рівнеміра №1. Поплавець, значна частина ваги якого скомпенсована противагою, постачаний вібратором. Завдяки безупинним вібраціям, поплавець прагне «спливати» на поверхню матеріалу.

У датчиках (№ 2 і 3) вібрації замінені періодичними переміщеннями поплавця нагору на невелику відстань. Після кожного переміщення звільнений поплавець залишається в новому положенні, якщо він усередині матеріалу, чи падає на його поверхню.

У рівнемірі (№ 4) важкий поплавець, постачений крильчаткою, рухається вільно по багатозаходному різьбленню обертового черв'яка. Якщо поплавець знаходиться поза матеріалом, він зсковзує вниз по різьбленню (крок різьблення обраний так, щоб не було самогальмувань) до поверхні матеріалу. Якщо поплавець виявляється засипаним, то, будучи загальмований, він піднімається нагору, нагвинчуючи на черв'яка. Аналогічно улаштований рівнемір (№ 5). У ньому вертикальні переміщення робить черв'як з укріпленої на ньому крильчаткою.

Реле рівня (№ 6) оснований на загальмуванні обертання крильчатки шаром матеріалу. При цьому збільшений опір обертанню вала приводить до зсуву втулки по черв'яку і до замикання контакту.

Вібраційне реле рівня (№ 7) являє собою пружну стрічку, вільно підвішену уздовж вертикальної осі ємності до точки необхідного рівня сигналізації. У верхній частині стрічки розташований електромагнітний вібратор, що створює поперечні коливання, що поширюються уздовж стрічки вниз зі зростаючою амплітудою. При торканні нижнім кінцем стрічки матеріалу коливання загасають, змінюються електричні параметри обмоток вібратора і спрацьовує реле .

Маятникові реле (№ 8) і реле з гнучким щупом (№ 9) засновані на механічному впливі матеріалу на чуттєвий елемент при завантаженні і спорожнюванні ємності. Надійність їхнього спрацьовування істотно залежить від правильності установки, режиму завантаження і характеру матеріалу.

Мембранні реле (№ 10 і № 11) використовуються для контролю рівня сипучих матеріалів (наприклад, зерна). Рівнемір зі здвоєною мембраною (№ 11) придатний для ємностей із внутрішнім тиском, відмінним від зовнішнього.

Для контролю рівня кам'яного вугілля в бункерах широко використовуються контактні сигналізатори (№ 1 і 2). Застосовуються також γ -променеві реле і датчики, представлені на рисунку 1, а також вагові рівнеміри, ультразвукові локатори через шар газу.

Реле ГРП-13 складається з джерела γ -променів, детектора й електронного блоку. Детектор має искробезпечні ланцюги, а джерело γ -променів — захист від впливу на обслуговуючий персонал шкідливого випромінювання. Можливий варіант установки ГРП-13 і ИКС-2 для контролю нижнього і верхнього рівнів у породному бункері показаний на рисунці 2.2. Де 1 – конвеєр, що подає; 2 - датчик ДУ; 3 - електронний блок ИКС-2; 4 - електронний блок ГРП-13; 5 –детектор γ -променів; 6 — пластинчастий живильник; 7 — джерело γ -променів.

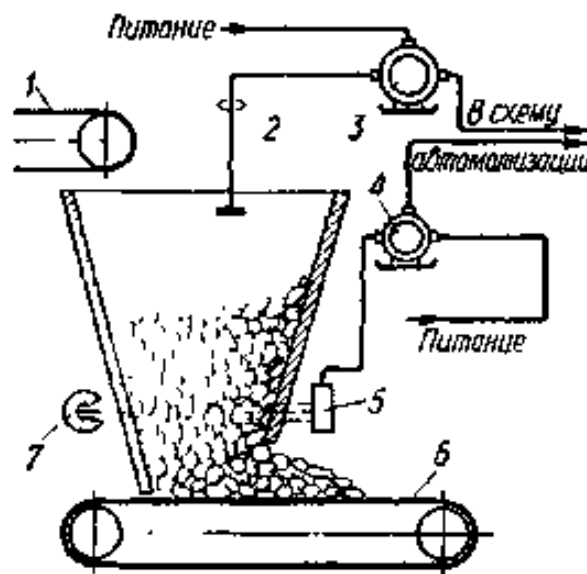


Рисунок 1.4 - Двограничний контроль рівня копалини за допомогою ГРП-13

Для безупинного контролю рівня сипучих матеріалів використовувалися магнітострункі датчики, за допомогою яких вироблялося зважування всього бункера, реле, де по інтенсивності γ -променів судили про рівень матеріалу в бункері, поплавкові пристрої, у яких «поплавець» утримувався на поверхні сипучих і кусковатих матеріалів за допомогою вібратора й ін. Через низьку надійність, великої вартості і підвищеної небезпеки ці методи контролю не знайшли широкого застосування.[15]

З пристроїв для виміру рівня можна виділити такі як УКС-1, ИКС-2, ИКС-2Н, РКУ.1М и АКН-2, до складу якого входить ИКС-2. Усі вони працюють по одному принципі. Розглянемо на прикладі ИКС-2.

Пристрій ИКС-2 призначене для контролю верхнього і нижнього рівнів копалини в бункері. Від трансформатора Т (рисунок 5) живляться два випрямних мости В1 і В2. Вихідна напруга В1 регулюється східчасто за допомогою перемикача П1 у залежності від опору контрольованого середовища. Поляризоване високочутливе реле К1 одним кінцем обмотки приєднано до «плюса» спрямлювача В1, а іншим — до електрода ДУ1. Якщо рівень копалини в бункері підвищиться до зіткнення з електродом ДУ1, то реле К1 спрацює, тому що «мінус» випрямителя В1 заземлений. Реле К1 включає більш могутнє реле К2, що є вихідним. Реле ДО1 і ДО2 знеструмлюються, якщо рівень понизиться нижче ДУ2, тому що після включення К2 поляризоване реле вже буде живлитися через ДУ2 і контакт реле К2. Перемикач П2 служить для східчастого регулювання чутливості реле К1 за допомогою резистора R1.

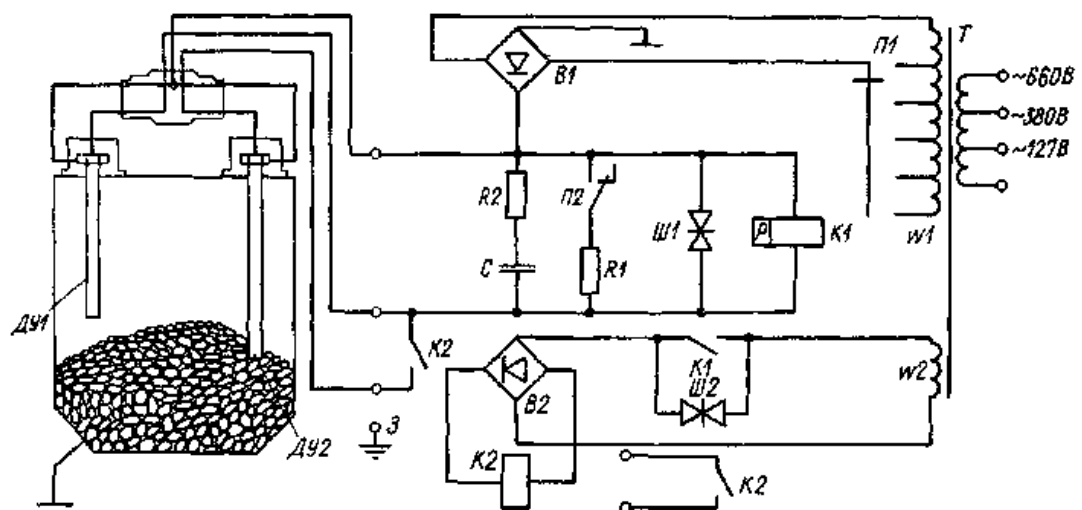


Рисунок 1.5 - Принципова схема ИКС-2.

Схема вихідних кіл ИКС-2 искробезпечна. Зменшенню іскроутворення служать селенові (діодні) шунти Ш1, Ш2. Резистор R2 і конденсатор C є фільтром. Для зменшення можливості помилкових спрацьовувань при

замиканні електродів ДУ на їхні охоронні кільця подається позитивний потенціал з спрямлювачів В1. [2]

Для цілей поставлених у даній роботі найбільш прийнятними є пристрої дискретного виміру рівня, що основані на вимірі опору контрольованого матеріалу оперативним струмом, що виникає при замиканні електрода на землю, коли контрольований матеріал досягає заданого рівня. З них у якості базового приймаємо пристрій РКУ.1М, тому що воно використовує інтегральні мікросхеми, більш надійні, ніж релейні блоки в ИКС-2, і має сигналізацію по голих проводах, на відміну від УКС-1, що дозволяє контролювати цілісність лінії, що порушується через обрив шматками викопного електрода і поривів через інші непередбачені причини. [1]

Що стосується технічних рішень по автоматизації конвеєрного транспорту, то тут необхідно розглянути наступне.

Комплект апаратури автоматизації конвеєрних ліній звичайно містить: пульт керування, блоки керування, реле швидкості й апарати контролю пробуксовки стрічки; апарати контролю і сигналізації сходу стрічки; пристрою для попередження завалу місць перевантаження; пристрою автоматичного очищення стрічки і її натягів; апарати автоматизації зрошення; релейні ящики; кнопкові пости й ін.

Розглянемо основні засоби автоматизації конвеєрного транспорту.

Реле швидкості складається з датчика швидкості (тахогенераторного чи магнітоіндукційного) і напівпровідникового чи магнітного підсилювача, що працює в релейному режимі. Найбільш розповсюдженими є реле швидкості, у яких контроль швидкості ведеться по амплітуді сигналу від датчика. До таким реле відносяться реле РСА, РС-67.

В останні роки з'явилися реле швидкості, принцип дії яких заснований на використанні частоти сигналу, вироблюваного датчиком швидкості. Це дозволяє шляхом налаштування апарата на визначену смугу частот, що відповідають припустимим швидкостям тягового органа конвеєра (0,75 –

1,08) $V_{\text{ном}}$, контролювати зниження і перевищення швидкості. На такому принципі заснована робота реле швидкості УКСЛ-1, КДК, АКП-1, УКПС, РСА.

Контроль сходу стрічки при автоматизації стрічкових конвеєрів здійснюють різними механічними пристроями, установлюваними по обидва боки від стрічки, що рухається. Дніпропетровський завод шахтної автоматики для цього ланцюга виготовляє датчик контролю сходу стрічки КСЛ-2. Датчик складається з корпусу, гнучкого привода і виконавчого пристрою. Корпус 2 і кришка 1 виконані з волокниста. У корпусі розташоване виконавчий пристрій, що складається з магнітної системи 5 і геркона, ув'язненого в капсулу б, що утвинчується в шайбу 4 і фіксується гайкою 3.

Гнучкий привод складається з пружини 7, гумового кожуха 9 і восьми конічних шайб 10, нанизаних на трос 8, що зв'язує магнітну систему з затиском 11. У кришці датчика мається два кабельних уведення 14, жили кабелю підводяться до затисків 13, електрично зв'язаним з герконом. На корпусі датчика мається металева планка 12, за допомогою якої датчик кріпиться до вантажної опори роликів конвеєрів.

При впливі на гнучкий привод конвеєрною стрічкою за допомогою троса 8 відбувається переміщення кільцевої магнітної системи уздовж капсули, що приведе до чи замикання розмикання (у залежності від настроювання) контактів геркона.[3]

Для екстреної зупинки і припинення пуску автоматизованих конвеєрних ліній випускаються кабель-тросові вимикачі КТВ-2.

Вимикач КТВ-2 містить магнітокерований контакт, на которий впливає поле постійного магніту. При відтягуванні штока, на якому звичайно закріплюється кабель-трос, між магнітом і герконом уводиться сталевий екран, що відхиляє магнітне поле від контактної групи, що приводить до розмикання контактів. Вимикач може працювати з фіксацією і без фіксації відключеного положення.

Контроль температури приводних барабанів стрічкових конвеєрів виконується апаратом АКТЛ-1, що відключає приводний двигун при

нагріванні барабанів вище припустимої температури ($65 \pm 10^\circ\text{C}$), запобігаючи можливе запалення стрічки при її пробуксовці.[1]

Контроль пробуксовки і швидкості стрічки здійснюється апаратом контролю пробуксовки АКП (рисунок 1.6). Апарат складається й електронного блоку ЭБ й двох датчиків типу УПДС. Один датчик BV1 зв'язаний зі стрічкою конвеєра, а інший BV2— із приводним барабаном. Якщо стрічка чи буксує її швидкість $v_{\text{л}}$ знижена сигнал (U_1 датчика ВУ1 стає менше U_2 , унаслідок чого с ЭБ надійде сигнал на відключення пускача конвеєра ПВИ.

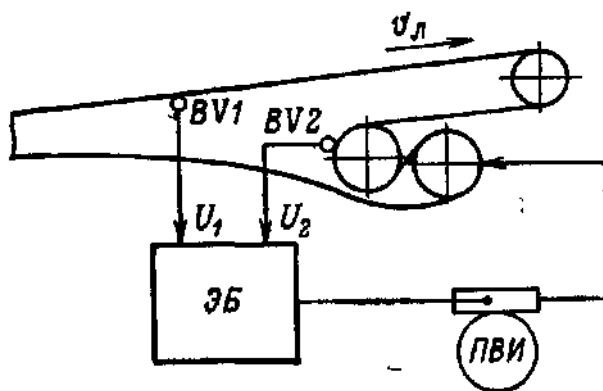


Рисунок 1.6 - Блок-схема апарата АКП

Для автоматизованого керування конвеєрами в даний час випускається комплекс АУК.1М, що у найбільш повному обсязі відповідає вимогам, викладеним у 2.1. [3]

Комплекс АУК.1М призначений для керування і контролю роботи стаціонарних і напівстаціонарних нерозгалужених конвеєрних ліній, що складаються зі стрічкових і одноланцюгових скребкових конвеєрів, а також двухцепних скребкових конвеєрів при наявності апарата контролю цілості кіл. Число конвеєрів у лінії одного напрямку не більш 10.

Комплекс призначений для роботи конвеєрної лінії по трехпроводному ланцюзі керування і сигналізації, прокладеним між пультом і блоками керування двома ізолюваними друг від друга проводами, іменованими умовно «Провід 1» і «Провід 2», і контуром «Земля». Як ці проводи можуть використовуватися неізолювані проводи, закріплені на ізоляторах, чи кабель.

Ланцюги аварійного відключення кожного конвеєра й екстреного припинення пуску конвеєра (конвеєрної лінії) можуть бути виконані телефонним кабелем, або додатковою парою неізолюваних проводів з кінцевим діодом.

Комплекс АУК.1М разом з пультом керування типу ПРЛ може застосовуватися також для керування розгалуженими конвеєрними лініями. Без пульта ПРЛ — для керування лініями, що мають до трьох відгалужень, кожне з яких керується як самостійна нерозгалужена конвеєрна лінія.

На рисунку 1.7 приведена спрощена електрична схема кіл пуску і контролю комплексу АУК.1М.

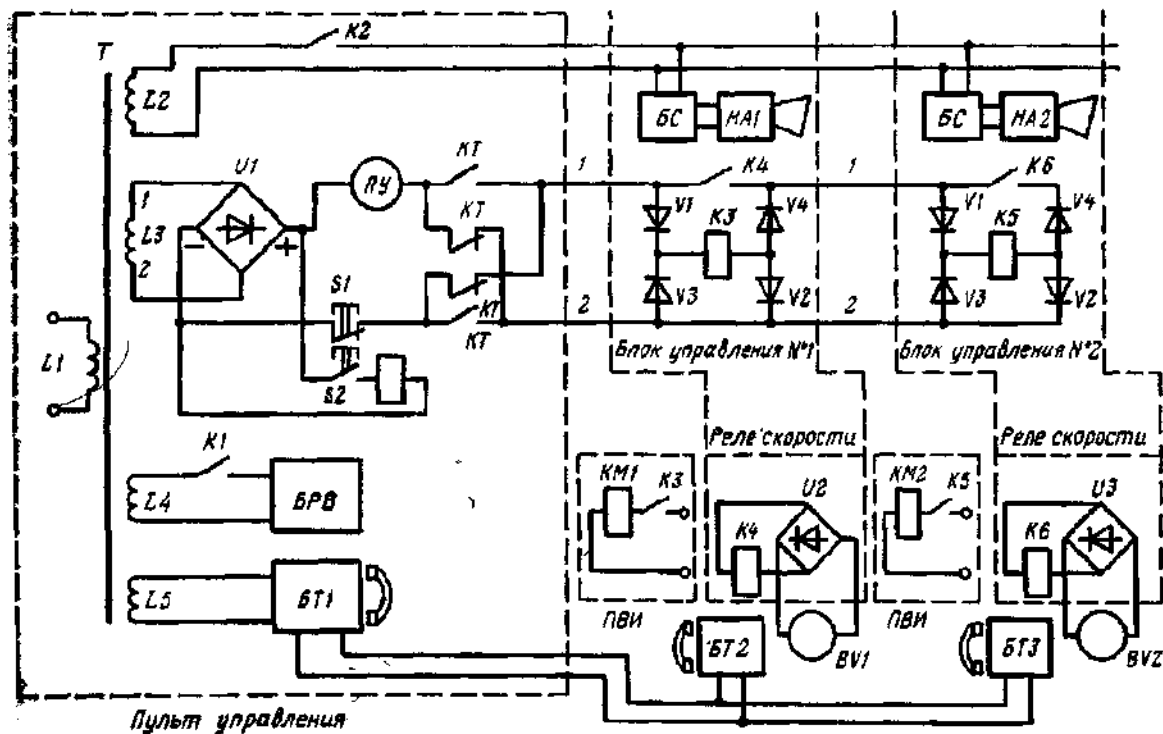


Рисунок 1.7 – Спрощена електрична схема кіл пуску і контролю комплексу АУК.1М

Імпульс на запуск конвеєрної лінії подається пусковою кнопкою S2 пульти керування. При цьому спрацьовує пускове реле K1, що замикає свої контакти в ланцюзі блоку реле часу БРВ. У блоці спрацьовує реле звукового сигналу K2 і замикає свій контакт у ланцюзі сирен НА1, НА2 і по лінії починає звучати попереджувальний сигнал. Після закінчення заданого часу в БРВ спрацьовує

реле часу КТ, що відключає реле К2 і замикає свої контакти КТ у ланцюзі пуску конвеєрів. У лінію надходить сигнал пускової полярності по ланцюзі: крапка 1 обмотки L3, плюс випрямителя U1, прибор-показчик числа включених конвеєрів ПУ, контакт КТ, провід 1, діод V1 блоку керування №1, реле К3, діод V2, провід 2, контакт КТ, кнопка S1 («Стоп»), мінус U1, крапка 2 обмотки L3. Під дією цього сигналу спрацьовує реле керування К3 у блоці № 1. Контакт К3 цього реле замикається ланцюг контакторної котушки КМ1 магнітного пускача ПВИ, що включає в роботу конвеєр № 1. Робочий орган конвеєра надає руху ротору датчика швидкості BV1 типу УПДС. На реле швидкості К4 через міст V2 подається напруга, реле включається і замикає свій контакт К4 у ланцюзі пуску другого конвеєра. Тепер напруга пускової полярності надходить на реле К5 блоку керування № 2. Воно спрацьовує, і включається другий конвеєр. При цьому реле КТ блоку БРВ обеструмлюється, переключає свої контакти КТ, створюючи ланцюг для сигналів робочої полярності. Тепер струм у реле К3 блоку керування № 1 буде проходити по ланцюзі: точка 2 обмотки L3, плюс U1, ПУ. контакт КТ, провід 2, діод V3 блоку № 1, реле К3, діод V4, кін такт ДО4, провід 1, контакт КТ, кнопка S1, мінус U1, точка 1 обмотки L3. При робочій полярності забезпечується контроль за станом робочого органа конвеєра.

Наприклад, при пориві стрічки першого конвеєра датчик BV1, не буде індукувати з.р.с., реле К4 знеструмиться і розірве свої контакти в ланцюзі реле К3. Останнє відключить пускач, і конвеєр зупиниться. Одночасно зупиниться і другий конвеєр, тому що перерветься подача напруги робочої полярності на реле К5 блоку керування № 2.[14]

Для забезпечення телефонного зв'язку в пульті керування і блоках мають спеціальні блоки телефону БТ. Зупинити конвеєрну лінію і припинити пуск можна натисканням кнопки S1.

Апаратура АУК.1М призначена для управління та контролю роботи стаціонарних і статі стаціонарних нерозвітвлених конвеєрних ліній, також може

застосовуватися також для управління розвітвленими лініями з числом відвітвлень до трьох.

АУК.1М виконує функції:

а) з управління: автоматичне включення конвеєрної лінії в направле-
ванні, зворотному вантажопотоку; управління конвеєрами в ремонтно-
налагоджувальних режимі; відключення конвеєра з будь-якого місця по його
довжині; припинення запуску конвеєрної лінії з будь-якого блоку управління;

б) по блокуваннях: заборона запуску конвеєра при несправних колах
управління звукової сигналізації; пуск кожного наступного конвеєра тільки
після встановлення швидкості попереднього конвеєра на номінальному рівні;
заборона автоматизованого запуску і роботи в автоматизованому режимі
конвеєра, переведеного на ремонтно-налагоджувальний режим, а також всіх
конвеєрів, що знаходяться за ним;

в) по захисту: відключення конвеєра при сході стрічки, зменшення
швидкості її руху, заштибовці конвеєра; відключення конвеєрної лінії при к.з.
або обриві лінії зв'язку; нульовий захист; подача звукового попереджувального
сигналу перед пуском лінії і при зупинці конвеєра;

г) з індикації: кількість конвеєрів, що працюють в автоматизованому
режимі; відключення конвеєра засобами захисту або КТВ - 2; наявність напруги
на блоці БО;

д) двосторонній дуплексний телефонний зв'язок.

Структурна схема апаратури АУК.1М надана на рис. 1.8.

Пристрій контролю й інформації УКИ.

Пристрій УКИ призначений для подачі сигналу на відключення конвеєра
при спрацюванні кабель-тросових вимикачів або датчиків контролю сходу
стрічки з автоматичним представленням на блоці індикації інформації про
причину відключення конвеєра і номері датчика, що спрацював, а також для
автоматичного керування лебідкою натягу стрічки і формування регульованої
незалежної витримки часу. Пристрій УКИ дозволяє передати (ретранслювати)
на пульт оператора інформацію з кожного конвеєра лінії, складається з

універсального релейного блоку БРУ(див. рис. 9), блоку індикації БИ і лінійних модулів ЛМ. Робота пристрою УКИ здійснюється по чотирьох провідних ланцюгах.

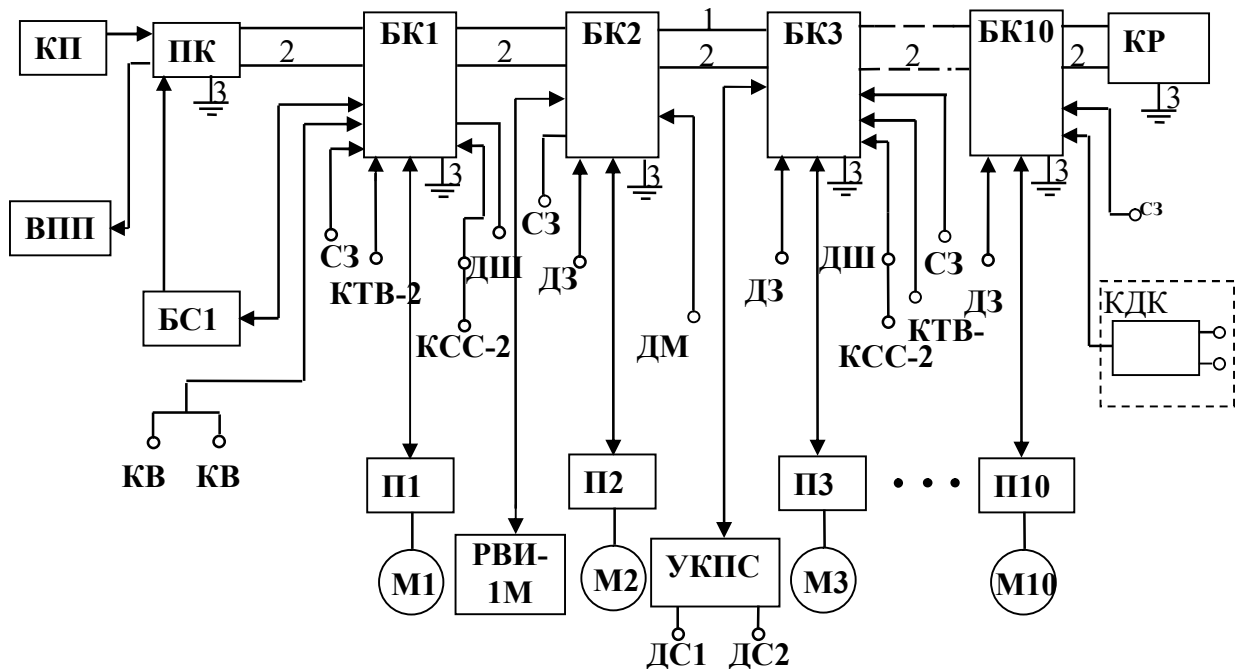


Рисунок 1.8 - Структурна схема апаратури АУК - 1М

Блок БРУ пристрою УКИ може бути використаний як самостійний виріб, що забезпечує подачу сигналів на аварійне відключення конвеєра, автоматичне керування лебідкою натягу, формування незалежної витримки часу. При цьому блок БРУ забезпечує індикацію про причину аварійного відключення конвеєра (без інформації про номер датчика, що спрацював,), а також індикацію виключеного стану реле часу. Аварійне відключення за допомогою блоку БРУ здійснюється по двох провідних ланцюгах.

Пристрій УКИ призначений для експлуатації в шахтах, у тому числі небезпечних по газі і пилу, та може працювати разом з апаратурою автоматизації конвеєрних ліній, наприклад апаратурою типу АУК.

Система автоматизації може замінити, при необхідності цей пристрій, якщо в неї будуть входити тіж самі датчики. Можна сигналізувати про номер

датчика, що спрацював, але при цьому необхідно підключати кожен датчик на свою пару проводів, чи використати яку-небудь телемеханічну систему.

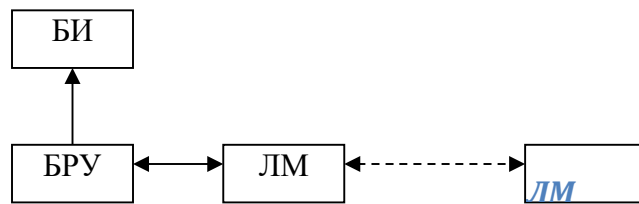


Рисунок 1.9 – Структурна схема пристрою УКИ.

Для керування процесами в поточно-транспортній системі й обробки інформації можна використовувати промислові контролери, що випускаються серійно, тому що на поверхні немає вимог до іскро і вибухонебезпечності. Їхнім достоїнством, у порівнянні з мікроконтролерами є більш досконале програмне забезпечення, у зв'язку з цим більш широкі функціональні можливості і розв'язувані задачі, простота використання і керування, можливість перепрограмування в процесі експлуатації, створення промислових SCADA-систем з диспетчерським керуванням, за допомогою сучасної комп'ютерної техніки для створення, набір блоків контролерів у модульну структуру і створення як завгодно складної системи АСУ ТП, для розширення постійно удосконалюючихся задач.

З перерахованих засобів автоматизації конвеєрного транспорту, датчиків і пристроїв для виміру рівня матюкалася в бункері, як частин системи автоматизації ПТС найбільш раціональним є переведення системи автоматизації конвеєрного транспорту поверхні шахти на більш нову гнучку, універсальну і більш надійну функціональну базу мікропроцесорної техніки, а саме на промисловий контролер, що дозволить як апаратно так і програмно необмежено розширювати й удосконалювати, виконувати системою автоматизації задачі і функції.

Універсальність і гнучкість промислового контролера означає що він може працювати з найбільш сучасними засобами автоматизації, що дозволяють максимально полегшити роботу, знизити необхідність у робочій силі, створити єдину промислову систему підприємства, де всі технологічні процеси будуть зв'язані в одну SCADA систему, керовану одним оператором і обслуговуючим персоналом. Промислові контролери можуть бути підключені для цього в локальну мережу підприємства, мати зв'язок і забезпечувати наочну візуалізацію, що дає представлення про всі процеси, що відбуваються на шахті. Це забезпечує:

- істотно збільшити продуктивність, зменшенням простоїв через недосконалість інформаційної підтримки, таким чином максимально збільшити використання логістичних операцій;

- збільшити надійність заміною комплексної апаратури автоматизації, що має у своєму складі релейні елементи, на мікропроцесорні схеми промислового контролера;

- збільшити безпеку праці завдяки всебічній інформаційній підтримці про несправності системи і здійсненню більш надійних захистів;

- знизити витрати на заміну і лагодження устаткування вихідного з ладу в зв'язку з неправильною експлуатацією;

- зменшити споживання електроенергії ведучи облік часу, завантаженості, продуктивності й ін. факторів впливають на ККД системи;

Найбільш раціональним вважаю застосування для керування промислового контролера з набором стандартних засобів для автоматизації конвеєрного транспорту, таких як: реле швидкості, в залежності від необхідності РСА, УКСЛ, АКП, УКПС. Найбільш функціональним є АКП-1, що здійснює поряд з контролем швидкості стрічки конвеєрів і контроль пробуксовки, має у своєму складі електронний блок і два датчики типу УПДС; датчик контролю сходу стрічки КСЛ-2; датчика КТВ-2 для екстреного припинення пуску й аварійній зупинці конвеєра;

У залежності від призначення і для використання додаткових функцій можуть підключатися додаткові апарати, наприклад стрічкові ваги й ін.

Існує кілька варіантів включення захистів у залежності від індивідуальних умов. Можливе включення всіх чи окремого ряду пристроїв, що здійснюють захисти одного конвеєра паралельно (рис. 1.10), тоді не здійснюється диференціація причин відмовлення, а також існує варіант коли всі захисти включаються на окремі пари проводів. У кожного варіанта є ряд переваг. Перший варіант використовує мінімум проводів, а другий точно показує причину відключення, і дозволяє швидко знайти і виправити поломку, що врятує підприємство від непотрібних простоїв.

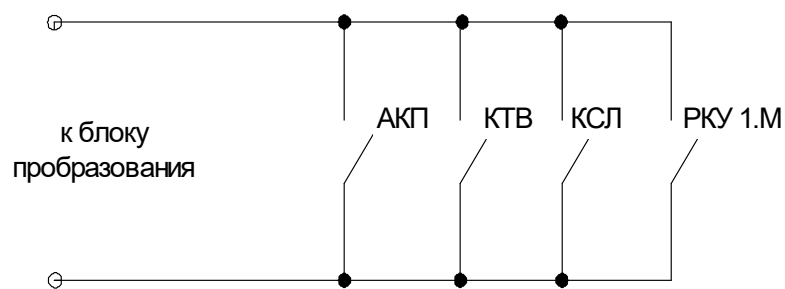


Рисунок 1.10 – Схема підключення релейних захистів конвеєру на одну пару проводів.

2 ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМНИХ РІШЕНЬ ПРОЕКТОВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Функції автоматичного керування

При розробці систем автоматизації бункерів не можна розглядати в її відриві від самої поточно-транспортної системи, то необхідно висувати вимоги і конвеєрних ліній, і до інших механізмів у системі АСУ ПТС.

Відповідно до вимог до ПТС і аналізом роботи бункерів і їхніх механізмів можна розширити і сформулювати вимоги до системи автоматизації бункерів як частини підсистеми АСУ ТП:

1) необхідно сигналізувати і мати інформацію про динаміку процесу, тобто одержувати сигнал не про два рівні (вище ДВУ чи нижче ДНУ), а хоча б про три, для запобігання аварійних ситуацій, перевантажень, заштибовок.

2) припинення подачі вугілля в бункер при його заповненні (досягненні верхнього рівня) і аварії, за допомогою плужкових скидачів, чи зупинки гілки лінії що качає вугілля на цей бункер (при несправності скидача чи завантаженні всіх ємкостей) в аварійному режимі, тобто миттєво без скачивання вугілля з потоку.

3) використання пристроїв для обвалення зводів, при заштибовці.

4) створення вугільної «подушки» у бункері в автоматичному режимі, що зменшує динамічні впливи на матеріал і механізми і перешкоджаючої заштибовці, що запобігає закорачиванню повітряного струменя в скіповому стволі.

5) сигналізація оператору і диспетчеру про рівень завантаження, про динаміку – завантаження чи вивантаження.

6) сигнал на включення хитного живильника в ручному режимі і відключення в автоматичному і ручному режимі (чи можливість повного спустошення бункера в автоматичному, наприклад, за часом після відходу вугілля від ДНУ) при аварійних ситуаціях у нижче наступних ємкостях і ланцюжках (гілках, механізмах) і технологічної необхідності.

Виходячи з цього система автоматизації бункерів повинна виконувати наступні узагальнені функції:

- 1) Включення і відключення автоматичного завантаження і розвантаження,
- 2) Автоматичне включення конвеєрної лінії чи гілки;

В автоматичному режимі:

3) Вибір бункерів при завантаженні і розвантаженні з оптимальними завантажувальними параметрами;

4) При заповненні всіх бункерів гілки і перебуванні частини бункерів гілки в несправному стані чи в ремонті, створення неможливості заповнення їх і відключення гілки із сигналізацією диспетчеру;

5) Можливість повного розвантаження бункера при необхідності і наступне заповнення його в напіваавтоматичному режимі-примуси із сигналізацією оператору про його стан;

6) Зовнішні захисти, здійснювані програмою системи автоматизації ПТС і відключення гілки чи лінії і системи автоматизації бункерів при несправності;

7) При розвантаженні вибір системою найбільш повних бункерів;

8) При відсутності бункерів з рівнем вище вугільної подушки – сигналізація оператору, з відключенням наступної гілки програмою ПТС,

9) Проведення пневмообрушення при утворенні зводів і заштибовці і повторного при неефективності заходу, із сигналізацією про несправність, і відключенні даного бункера для проведення робіт з її усунення, із заборонаю наступного завантаження;

10) Неможливість одночасного розвантаження і завантаження.

У ручному режимі:

11) Включення завантаження і розвантаження будь-якого бункера з блокуванням яке не дозволяє робити ці функції одночасно для одного бункера, і одну функцію - для декількох ємкостей гілки;

12) Включення будь-якого плужкового скидача і живильника, що качає, відкриття шиберів;

13) Сигналізацію про процеси і рівні завантаження, положеннях шиберів і скидачів.

Далі відповідно до вимог до ПТС і аналізом роботи конвеєрів і їхніх механізмів необхідно розширити і сформулювати вимоги до системи автоматизації конвеєрів як частини підсистеми АСУ ТП виходячи з таких міркувань:

Сучасні конвеєрні лінії характеризуються наявністю декількох маршрутів. Це складні об'єкти автоматизації як з позиції керування ними, так і забезпечення безпеки їхньої експлуатації.

Керування конвеєрними лініями в найпростішому випадку полягає в пуску й остановці електродвигунів, що приводять у дію тягові органи конвеєрів. У приводі шахтних конвеєрних установок звичайно використовують асинхронні електродвигуни з короткозамкнутим чи фазним ротором.

Найбільш застосовуване централізоване керування приводами конвеєрних установок з автоматизованим пуском. Сутність цього керування полягає в тім, що оператор робить включення двигуна тільки першого конвеєра, а двигуни інших конвеєрів включаються автоматично в заданій послідовності.

Існує кілька способів автоматичного пуску конвеєрні двигунів: за часом, струму, спаданню напруги, за допомогою реле швидкості й інші. Перші три способи засновані на принципі електричного блокування. У цьому випадку відсутній контроль за станом окремих вузлів машин і механізмів (зокрема, тягового органа конвеєра), що є недоліком цих способів.

Найбільш доцільним є спосіб пуску за допомогою реле швидкості, заснований на принципі електромеханічного блокування. При цьому несправності в роботі конвеєрів, викликувані як механічними неполадками, так і порушеннями в електричній частині, приводять до зупинення двигуна конвеєра за рахунок відключення реле швидкості.

У такий спосіб основною задачею автоматизації конвеєрних ліній є централізація керування процесом пуску і зупинки конвеєрів при

забезпеченні їхнього автоматичного захисту з метою скорочення витрат на транспортування корисних копалин у результаті вивільнення обслуговуючого персоналу, зменшення енерговитрат і зниження витрати матеріалів.

Автоматичний захист здійснюється шляхом контролю технологічних параметрів конвеєра й у випадку відхилення їх від заданих значень — відключення привода конвеєра з подачею сигналів оператору й індикацією причин відмовлення.

Рівень досконалості і надійність усіх видів захистів впливає на безпеку ведення робіт. Унаслідок цього усі функціональні вимоги до апаратури автоматизації конвеєрних ліній строго регламентовані спеціальними нормативами. Обсяг цих вимог досить великий і є керівним нормативно-технічним документом на розробку серійний випуск апаратури автоматизації конвеєрного транспорту. Нижче приведені ці вимоги та функції, які мають виконуватись системою автоматизації.

1. Конвеєри повинні бути обладнані спеціальними пристроями, що забезпечують захист і контроль за їх роботою без присутності обслуговуючого персоналу.

2. Пуск конвеєрної лінії чи будь-якого її маршруту повинний здійснюватися короткочасним натисканням пускової кнопки на пульті керування. Подача попереджувального сигналу з наступним пуском конвеєрів лінії, контроль за їхньою роботою і відключення ушкодженого конвеєра повинні відбуватися автоматично.

3. Усі конвеєри повинні бути заблоковані між собою, щоб забезпечити пуск лінії у визначеній технологічній послідовності і повинний здійснюватися в напрямку, зворотному вантажопотоку, дозапуск частини конвеєрної лінії повинний здійснюватися без зупинки працюючого ділянки конвеєрної лінії;

4. Перед кожним чи пуском дозапуском конвеєрів повинний автоматично подаватися чітко чутний по всій довжині конвеєрної лінії попереджувальний звуковий сигнал, що вступає в роботу. Тривалість попереджувального сигналу

не менш 5 з, що повинний припинятися тільки після закінчення пуску останнього конвеєра;

5. У пункті керування повинний здійснюватися візуальний контроль за кількістю працюючих конвеєрів.

6. Обов'язковий контроль часу пуску кожного конвеєра, щоб запобігти затяжний пуск несправного чи перевантаженого конвеєра, кожен наступний конвеєр повинний включатися після встановлення робочої швидкості руху тягового органа попереднього конвеєра;

7. Оперативний останов конвеєрної лінії повинний здійснюватися з посад керування, а екстрене припинення пуску й екстрений останов будь-якого конвеєра — з будь-якої крапки по його довжині. При відключенні якого-небудь конвеєра в лінії повинні автоматично відключатися всі конвеєри, що подають на нього вугілля, а на пункт керування повинний подаватися аварійний сигнал. Необхідно передбачити неможливість дистанційного повторного включення несправного конвеєра. Після оперативного відключення схема повинна бути автоматично підготовлена до нового пуску.

8. Уздовж конвеєрної лінії необхідно забезпечити двосторонню оперативну сигналізацію і телефонний зв'язок між пультом і блоками керування конвеєрної лінії.

9. Автоматичне аварійне відключення привода конвеєра повинне здійснюватися:

а) під дією відповідних електричних захистів при несправності електродвигуна;

б) при несправності механічної частини конвеєра (обриві ланцюга одноланцюгового чи двухпного скребкових конвеєрів, чи обриві зупинка стрічки);

в) при тривалому пуску конвеєра;

г) при несправності кіл керування, що спричиняє собою втрату керованості;

д) при завалі перевантажувального пристрою;

- е) при зниженні швидкості стрічки до 75% нормальної (при пробуксовці);
- ж) при сході стрічки з роlikоопір убік, і сигналі про це з датчика вродовж 1,5-4 с;
- з) при неприпустимому нагріванні барабана стрічкового конвеєра і перегріві олії в турбомуфтах.

10. Ланцюги керування, сигналізації і зв'язку на конвеєрних лініях для вугільних шахт повинні мати мінімальне число проводів.

11. Оперативна зупинка лінії повинна здійснюватися з пульта керування. Екстрене припинення пуску чи зупинка лінії повинні бути можливі з будь-якої точки уздовж лінії.

12. Схема керування повинна забезпечувати:

- а) переключення будь-якого конвеєра з дистанційного на місцеве керування;
- б) місцеве блокування, що не дозволяє пуск даного конвеєра з пульта керування;
- в) блокування роботи лінії з роботою навантажувального пункту і прийомного бункера;
- г) передачу сигналу про роботу конвеєрної лінії диспетчеру шахти.

13. При автоматизованому керуванні розгалуженими конвеєрними лініями схема повинна забезпечувати:

- а) селективність подачі попереджувального сигналу перед пуском даного чи маршруту його частини;
- б) пуск і зупинку будь-якого маршруту з центральної посади чи керування з місця завантаження конвеєрів даного маршруту;
- в) одночасну роботу маршрутів.

2.2 Математична модель та моделювання конвеєра

На підставі принципу дії стрічкового конвеєра можна скласти розрахункову схему конвеєрної стрічки з вантажем, що перебуває на ній, і підтримуючими її роликами. Для спільності вважається, що до барабанів прикладені як реактивні сили, завжди спрямовані проти руху й не здатні самостійно вивести систему з рівноваги, так й активні. Реактивні сили породжуються, в основному, силами тертя, що перешкоджають руху стрічки, а активні можуть бути обумовлені або гравітаційної складової, для похилих конвеєрів, або впливом з боку привода. Надалі вважається, що всі моменти інерції й моменти сил опори наведені до поступального руху стрічки.

Система автоматичного регулювання електроприводом стрічкового конвеєра залежно від питомого навантаження на стрічці, що повинна забезпечувати плавний розгін, гальмування, реверс і регулювання швидкості обертання двигуна з метою стабілізації роботи конвеєра для зниження енерговитрат на транспортування вугілля. Дана САУ буде являти собою систему, що стежить. На рис. 11 наведено структурну схему розроблювальної САУ.

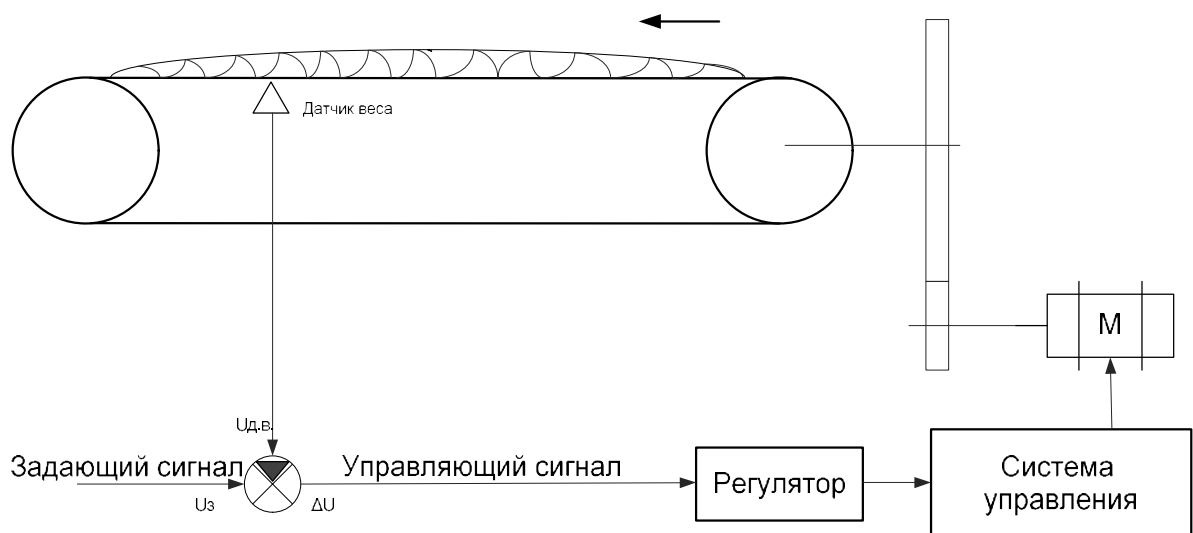


Рисунок 2.1 - Структурна схема САУ стрічкового конвеєра

Робота даної системи полягає в наступному: інформація про параметри питомого навантаження на стрічці вимірюється тензорезистивним датчиком ваги, напруга з якого буде рівнятися із сигналом, що задається. Сигнал

неузгодженості буде надходити на регулятор швидкості двигуна (частотні перетворювачі), що збільшує або зменшує швидкість обертання двигуна.

Існує кілька методів математичного опису систем автоматичного керування: диференціальні рівняння, тимчасові характеристики, передатні функції й частотні характеристики. Найпоширенішим методом є операційний метод, заснований на перетворенні Лапласа.

Швидкість стрічки даного конвеєра залежить від частоти обертання приводного двигуна, що у свою чергу регулюється вентильним перетворювачем змінного струму. На підставі вище сказаного, можна представити структурну схему досліджуваної системи (рисунок 12).

На даній структурній схемі позначено:

$W_{\text{двиг Э-М}}$ - передатна функція електромагнітної складової асинхронного двигуна;

$W_{\text{су}}$ - передатна функція системи управління;

$W_{\text{мех}}$ - передатна функція характеризующая механічну складову приводу конвеєра й стрічки з вантажем;

$W_{\text{рег}}$ - передатна функція регулятора.

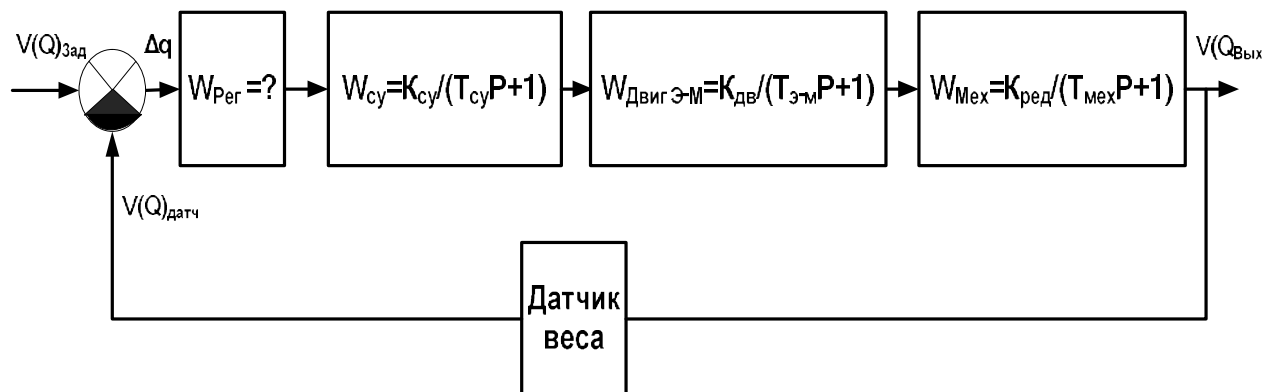


Рисунок 2.2 – Структурна схема досліджуваної системи

Розглянемо докладніше складові структурної схеми САУ.

Регулювання здійснюється шляхом зміни опору в ланцюзі ротора, тим самим змінюючи механічну характеристику двигуна. Це зміна опору буде здійснюватися східчасто, шляхом шунтування відповідних опорів

транзисторними ключами. Схема управління являє собою з погляду динаміки інерційну ланку. Таким чином, схема управління має передатну функцію аперіодичної ланки. Передатна функція схеми управління має вигляд:

$$W_{cy}(p) = \frac{K_{cy}}{T_{cy}p + 1}$$

де

$K_{cy} = 2$ - статичний коефіцієнт підсилення схеми управління,

$T_{cy} = 0,025c$ - постійна часу схеми управління.

Отже, для нашого випадку передатна функція схеми управління має вигляд:

$$W_{cy}(p) = \frac{K_{cy}}{T_{cy}p + 1} = \frac{2}{0,025p + 1}$$

Передатна функція електромагнітної складової двигуна має вигляд:

$$W_{\mathcal{E}-M}(p) = \frac{1}{T_{\mathcal{E}-M}p + 1}$$

де $T_{\mathcal{E}-M}$ - постійна часу електромагнітної складової двигуна яка визначається з параметрів схеми заміщення АД в такий спосіб:

$$T_{\mathcal{E}-M} = \frac{L'_2}{R'_2} = \frac{1,91 \cdot 10^{-3}}{9,1 \cdot 10^{-2}} = 0,021c$$

де L'_2 і R'_2 – наведені індуктивність й опір ротора.

Тоді передатна функція електромагнітної складової двигуна має вигляд:

$$W_{\mathcal{E}-M}(p) = \frac{1}{T_{\mathcal{E}-M}p + 1} = \frac{1}{0,021p + 1}$$

Передатна функція механічної складової двигуна має вигляд:

$$W_{Mex}(p) = \frac{K}{T_{Mex}p + 1} = \frac{30}{5,58p + 1}$$

де K - статичний коефіцієнт підсилення приводу.

$T_{\text{мех}}$ - еквівалентна механічна постійна часу, що обумовлена інерційністю двигуна, редуктора й стрічки з вантажем.

Виходить, передатна функція розімкнутого контуру всієї системи (без регулятора) прийме вид:

$$W(p) = \frac{60}{(0.025p + 1)(0.021p + 1)(5.58p + 1)}$$

На рисунку 13 наведено структурну схему досліджуваної системи в середовищі Micro-CAP.

На даній структурній схемі позначені:

E2 - функціональний блок, що є генератором східчастого впливу;

X2 - суматор;

X1 - функціональний блок, що відображає передатну функцію досліджуваної системи.

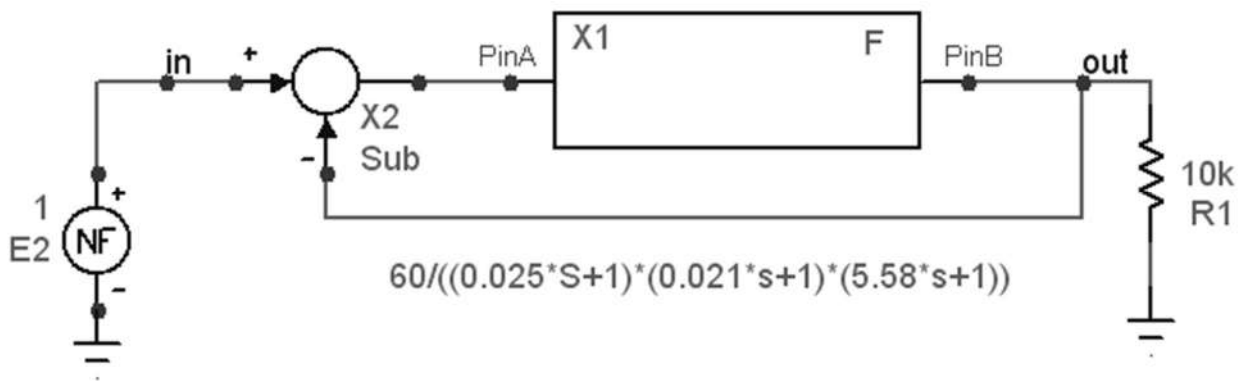


Рисунок 2.3 - Структурна схема досліджуваної системи в середовищі Micro-CAP

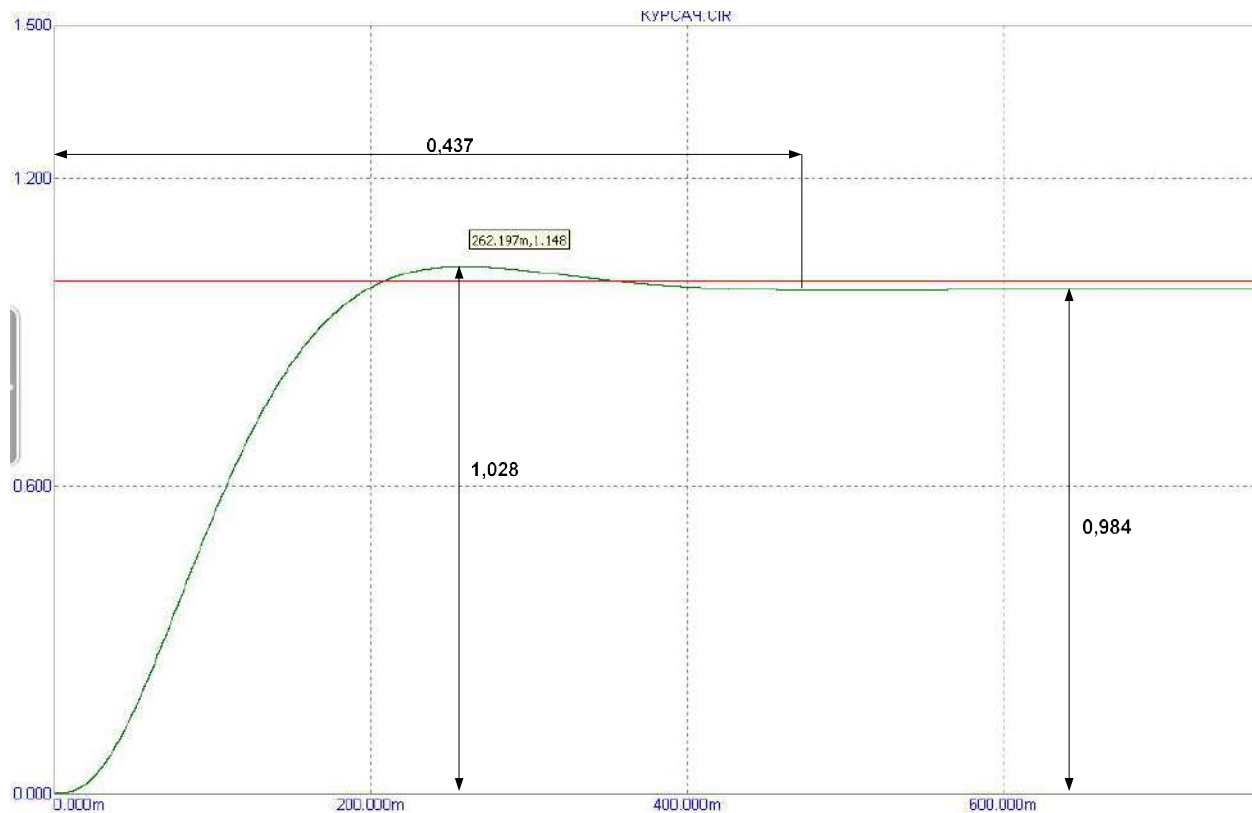


Рисунок 2.4 – Графік перехідного процесу (зелена крива) досліджуваної системи й вхідного впливу (червона лінія) у середовищі Micro-CAP.

По отриманих графіках визначимо показники якості системи:

$$\sigma = \frac{y_{\max} - y_{уст}}{y_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1,028 - 0,984}{0,984} \cdot 100\% = 4,47\% \quad - \quad \text{величина}$$

перерегулювання;

Маючи передатні функції регуляторів, можемо зробити моделювання перехідного процесу з використанням різних регуляторів допомогою програми схемотехнічного моделювання Micro-CAP.

На рис. 2.5 наведено структурну схему досліджуваної системи в середовищі Micro-CAP.

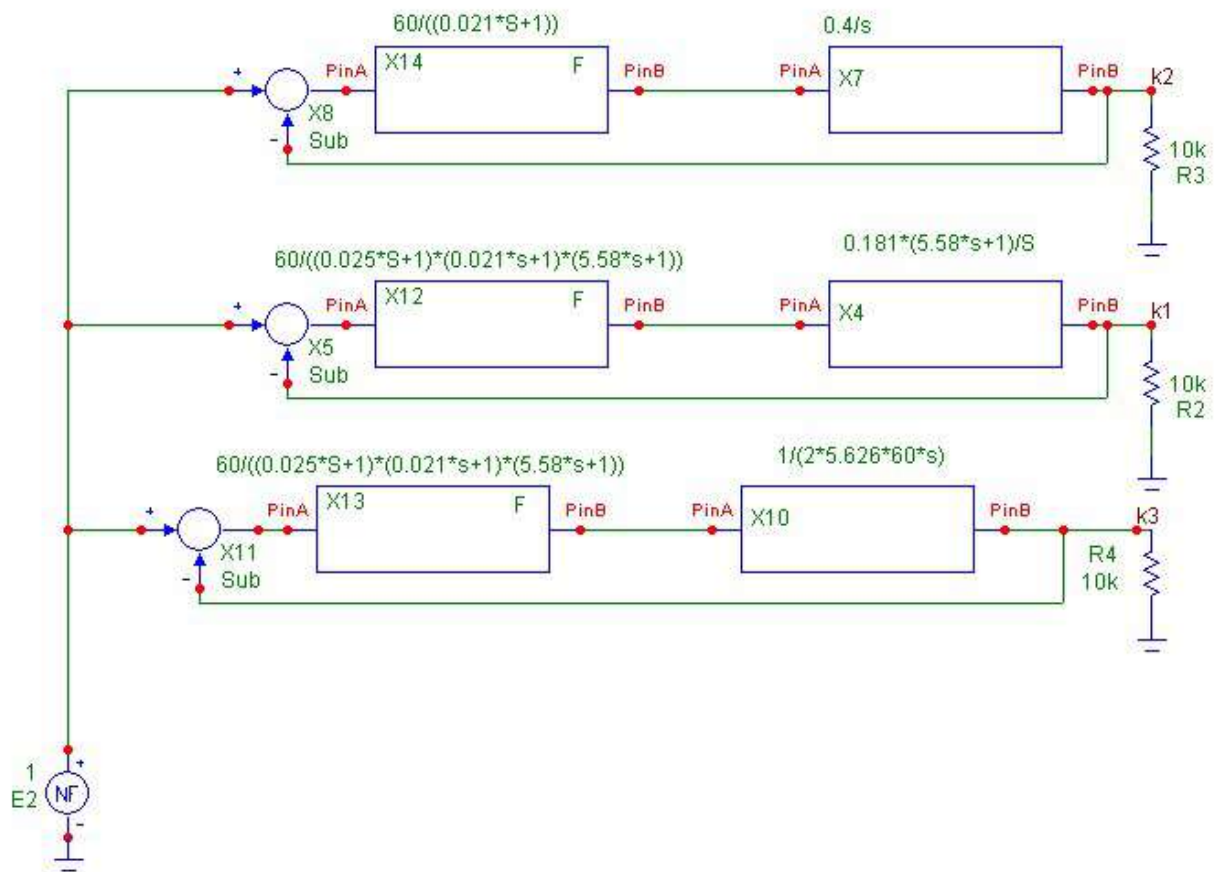


Рисунок 2.5 - Структурна схема досліджуваної системи з використанням різних регуляторів.

На даній структурній схемі позначені:

$E2$ - функціональний блок, що є генератором східчастого впливу;

$X5$, $X8$, $X11$ - суматори;

$X12$, $X13$, $X14$ - функціональні блоки, що відображають передатну функцію об'єкта;

$X10$ - функціональний блок, що відображає передатну І-регулятора;

$X4$ - функціональний блок, що відображає передатну ПІ-регулятора;

$X7$ - функціональний блок, що відображає передатну ПД-регулятора.

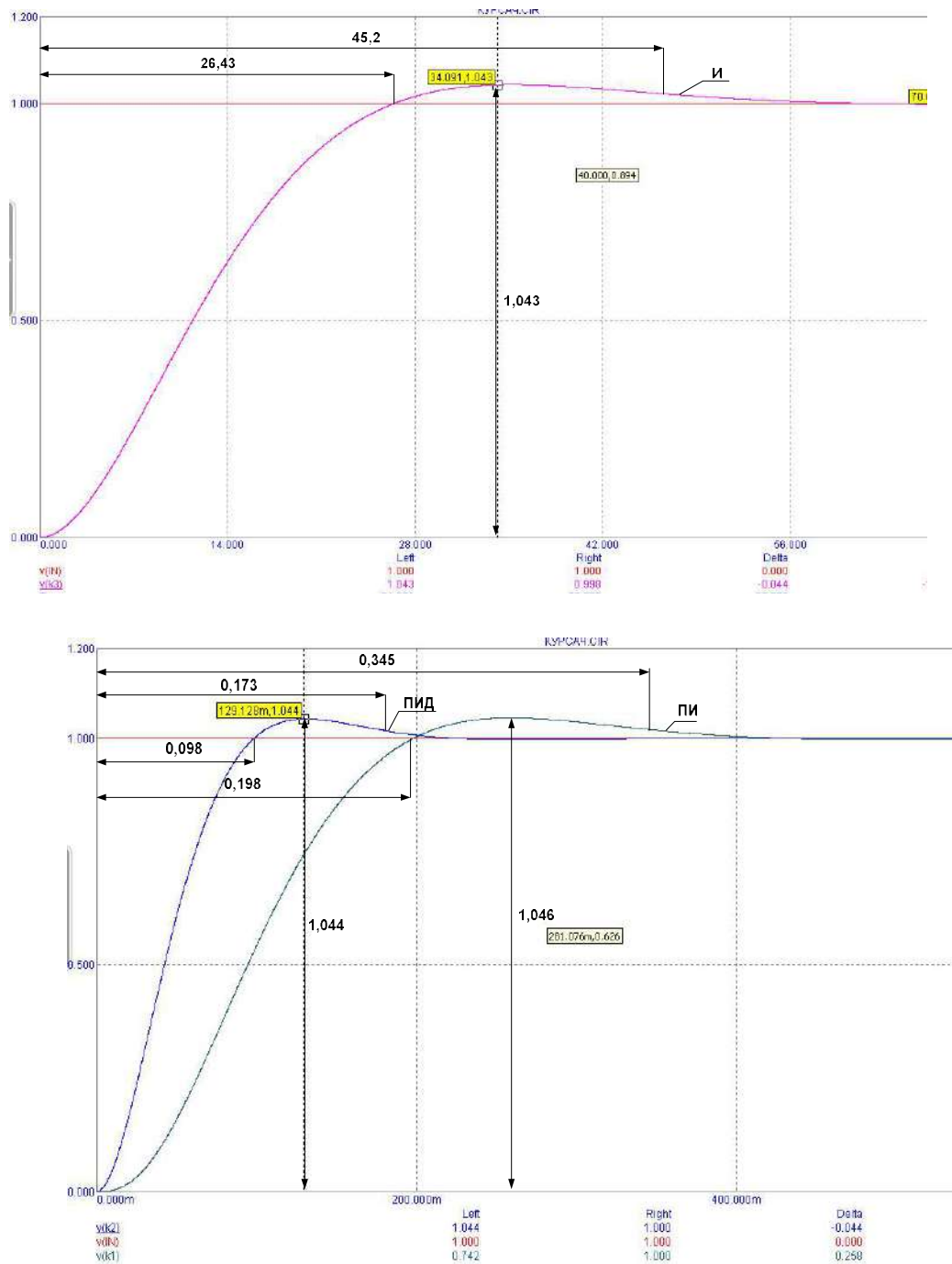


Рисунок 2.6 – Перехідний процес досліджуваної системи при використанні І, ПІ, ПІД-регуляторів.

Проаналізувавши отримані результати можна зробити висновок про те, що І-регулятор не задовольняє необхідним показникам якості (дуже великий час регулювання). Найкращими характеристиками володіє ПІД-регулятор з передатною функцією:

$$W_{\text{ПД}}(p) = \frac{0.4(5.58p + 1)(0.025p + 1)}{p}$$

Таким чином, використання в системі керування магістральною конвеєрною лінією ПД-регуляторів з відповідними коефіцієнтами, дозволить знизити ризик пробуксовки любого конвеєра в лінії, що знаходиться при навантаженні, а також запобігти виникненню аварійних ситуацій. Параметри ПД-регуляторів будуть закладено в алгоритмі керування магістральною конвеєрною лінією та реалізовано програмно.

3 АЛГОРИТМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Розробка алгоритму роботи системи автоматичного керування необхідна для наступної розробки структурної, функціональної, а потім принципової схем апаратури, а також для розробки програмного забезпечення системи автоматичного керування для побудови її на базі промислового контролера. Алгоритм роботи системи автоматичного керування розробляється на основі сформульованих вище в даній роботі вимог до системи автоматизації бункерів.

У роботі передбачається розробка алгоритмів підпрограм автоматичного завантаження і розвантаження бункерів рядового вугілля, що входять у програму керування поточно-транспортною системою, що зв'язує їх воєдино і керує всіма процесами в ній. Підпрограми автоматичного завантаження і розвантаження бункерів можуть працювати й окремо.

Алгоритм підпрограми автоматичного завантаження бункерів являє собою послідовність логічних операцій і зв'язків, що залежать друг від друга і від бажання оператора, а також забезпечують захист об'єкта від несправностей і в зв'язку з ними, що відповідають впливи, а також подачу всебічної інформації про об'єкт.

На початку оператор включає підпрограму автоматичного завантаження бункерів при цьому система вибирає незавантажені ємності, перебираючи по черзі всі бункери доти поки не знайде такий. У випадку заповнення усіх – буде виданий сигнал про неможливість доставити вугілля на бункери даної гілки і лінія, що подає, не включиться чи відключиться якщо була в роботі. Далі йде ряд перевірок. При включенні бункерів у ремонт здійснюється неможливість його заповнення. При автоматичному розвантаженні здійснюється утворення запобіжної вугільної подушки, що амортизує динамічні впливи, що запобігає закорачиванню повітряного струменя в скіповому стовбурі. Але при ручному керуванні можливо повне спорожнювання ємності у випадку якої або

технологічної необхідності, тому при завантаженні система видає сигнал про порожній бункер і переходить до наступного, якщо не включена вручну примусове завантаження. Ця команда дублює положення «ремонт» для безпеки робіт людей працюючих у бункері.

Далі впливає перевірка справності шибера і включення необхідного плужкового скидача, з одночасним вимиканням інших.

Після цього програмою ПТС включається конвеєрна лінія, що подає вугілля на цю групу бункерів і здійснюються перевірки, у результаті яких починається цикл завантаження чи виключається гілка несправної лінії.

Потім оператору сигналізується про роботу процесу завантаження. Робиться перевірка досягнення вугіллям нижнього а потім і верхнього рівня за часом, для своєчасного запобігання несправностей у роботі лінії чи плужкових скидачів. Після деякого практичного запасу часу і не досягненні необхідних рівнів гілка лінії відключиться. Для найбільш точного визначення часу досягнення верхнього рівня необхідно як можна менші диференціальні відліки часу.

У випадку досягнення верхнього рівня виключається індикація процесу завантаження, і цикл повторюється знову.

Алгоритм підпрограми автоматичного розвантаження бункерів починається з включення гілки лінії що скачиває вугілля з цієї групи бункерів, і відповідних цьому перевірок.

Потім виконується пошук бункерів з повним завантаженням для їхнього розвантаження, у випадку якщо таких немає здійснюється пошук бункерів з кількістю вугілля вище нижнього рівня, коли відсутні і такі те оператору видається сигнал про відсутність вугілля можливого до розвантаження і відключається гілка, що качає вугілля з цього бункера.

Якщо при якому небудь рівні вугілля є то пріоритет віддається цілком заповненим емкостям. Далі включається живильник, що качає, і відкривається шибер і подається сигнал диспетчеру про процес розвантаження.

Здійснюється програмний цикл перевірки часу розвантаження з деяким запасом, у випадку якщо до цього часу вугілля не відійде від датчика нижнього рівня, то це може означати утворення зводів, при цьому почнуть працювати пристрої пневмообрушення, у випадку їхньої неефективності цикл повториться ще раз, а потім подається сигнал оператору про несправність, закривається шибер, відключається живильник, і програма переходить до наступного бункеру, а цей буде виключений з подальшого циклу з заборною розвантаження.

При відході від датчика нижнього рівня починається перевірка положення вимикача примусового повного розвантаження, що залежить від бажання оператора. Якщо необхідна повне розвантаження, то відраховується час необхідне для цього, і після відбувається запам'ятовування про відсутність подушки і дозволу на завантаження, необхідних для підпрограми автоматичного завантаження. Якщо немає – то відразу з присвоєнням дозволу закриється шибер, виключиться живильник, що качає, і сигналізація про процес розвантаження.

Потім цикл повторюється для наступних бункерів.

Для систематизації цих двох підпрограм передбачається основна програма ПТС, що керує даними підпрограм і має ряд своїх функцій. Її функціями в основному є керування конвеєрами і здійснення всіх захистів зв'язаних з повним ланцюжком ПТС. У такий спосіб ця програма ПТС, виконана на промисловому контролері заміняє своїми функціями комплексну апаратуру автоматизації АУК.1М, переводячи таким чином, необхідні для автоматизації конвеєрних ліній задачі, на функціонально нову мікропроцесорну базу, з можливостями необмежено розширювати програмно й апаратно, виконувані системою функції.

Дана програма ПТС передбачає паралельно з роботою підпрограм постійну перевірку стану захистів, тобто дозвіл на включення чи роботу, з появою несправності в будь-який момент запуску чи роботи програма віддає розпорядження на відключення і сигналізацію оператору, з інформацією в

якому конвеєрі, коли і з яких причин відбулася поломка. Постійний контроль здійснюється завдяки паралельній роботі основної програми ПТС і підпрограм.

В основній програмі передбачене використання таких пристроїв захистів для системи керування як АКП, що має у своєму складі ряд реле, що виконує функції контролю швидкості декількох діапазонів і умов і реле прослизання, КСЛ, КТВ і при спільній роботі з підпрограмами, що використовують РКУ, що замінюють контроль заштибовки.

В оператора мається перемикач «Ліні-Місцевий». У положенні Лінія запуск усієї гілки конвеєрів відбувається з пульта керування ПУ чи паралельної йому ЕОМ (мнемощит оператора). Маються кнопки «Пуск лінії» і «Стоп лінії» на ПУ і щиті оператора, що працюють як логічне «Не», тобто при натисканні на «Пуск» у системі постійно присутня логічна одиниця до кінця роботи чи системи зупинці по яким або причинах, а натискання «Стоп» являє собою логічний нуль у системі до моменту включення. На включення і вимикання замість оператора може впливати підпрограма автоматичного завантаження і розвантаження.

Для кращої наочності блок-схему алгоритму програми ПТС розглянемо в докладному описі приклада її роботи. При включенні і положенні тумблера «Лінія» допоміжної перемінний Mestn привласнюється значення нуль, загоряється індикація «Пуск лінії» і починається цикл по z-конвеєрах з першого, що знаходиться на чолі лінії біля ПУ і на який качають вугілля всі конвеєри лінії.

Далі робиться перевірка на місцеве блокування, що необхідна для безпечної роботи обслуговуючого персоналу. Це тумблер чи кнопка з двома положеннями, що знаходиться на кожній абонентському пості, що не дозволяє керувати даним конвеєром з віддалених ПУ й ЕОМ, у момент лагодження чи перевірки несправного конвеєра. У випадку якщо блокування включене, то лінія не запуститься і всі попередні вже включені конвеєри відключаються, але при необхідності всі конвеєри крім заблокованого можна включити перейшовши на місцевий режим.

Далі перевірка захистів до початку включення. У циклі роботи ці захисти розписані в блок-схемі алгоритму детально. У них входять ЗОНД чи КОРД, КТВ, КСЛ, АКТЛ без реле швидкості, що можуть бути включені кожний на окрему пару проводів так і паралельно на одну, але тоді не дозволяють довідатися точну причину відключення конвеєра для швидкого виправлення. Для гнучкості системи в неї й в алгоритм можуть додаватися будь-які інші захисти від апаратів з вихідним сигналом релейного типу. Ці релейні захисти мають у нормальному стані після блоків перетворенні в цифровий сигнал логічну одиницю, при несправності – нуль, таким чином маючи нуль при спробі включення лінії оператору показується причина неможливості запуску лінії і відключаються попередні, працюючі в холосту.

Потім у циклі перевірка на стан оперативного відключення, для реалізації можливості відключення в процесі пуску з затримкою на відключення конвеєрів для скачивання вугілля з лінії, якщо він там залишався від попередніх циклів роботи.

Далі якщо захисту z-го конвеєра в порядку подається сигнал звукової по лінії, через п'ять секунд включається пускач цього конвеєра, дається затримка шістдесят секунд, після чого перевіряється стан реле швидкості, до цього часу конвеєр повинний набрати задану швидкість, якщо цього не відбувається, те видається сигнал «тривалий пуск» і відключаються конвеєри як у попередньому випадку.

Далі починається цикл роботи з опитуванням захистів, у них крім описаних можуть входити захисти і перемінні від підпрограм завантаження і розвантаження бункерів. Перевіряється робота попереднього конвеєра в циклі даного, реле швидкості, таким чином при спрацьовуванні захистів одного з конвеєрів, наступний відключиться. І так до останнього відключаються всі, що качають вугілля на неробочий. У роботі залишаються до відключеного, далі можна перейти на місцевий режим і запустити з ЕОМ чи ПУ будь-які, крім несправних конвейери, що будуть працювати не залежно від сусідніх на розсуд

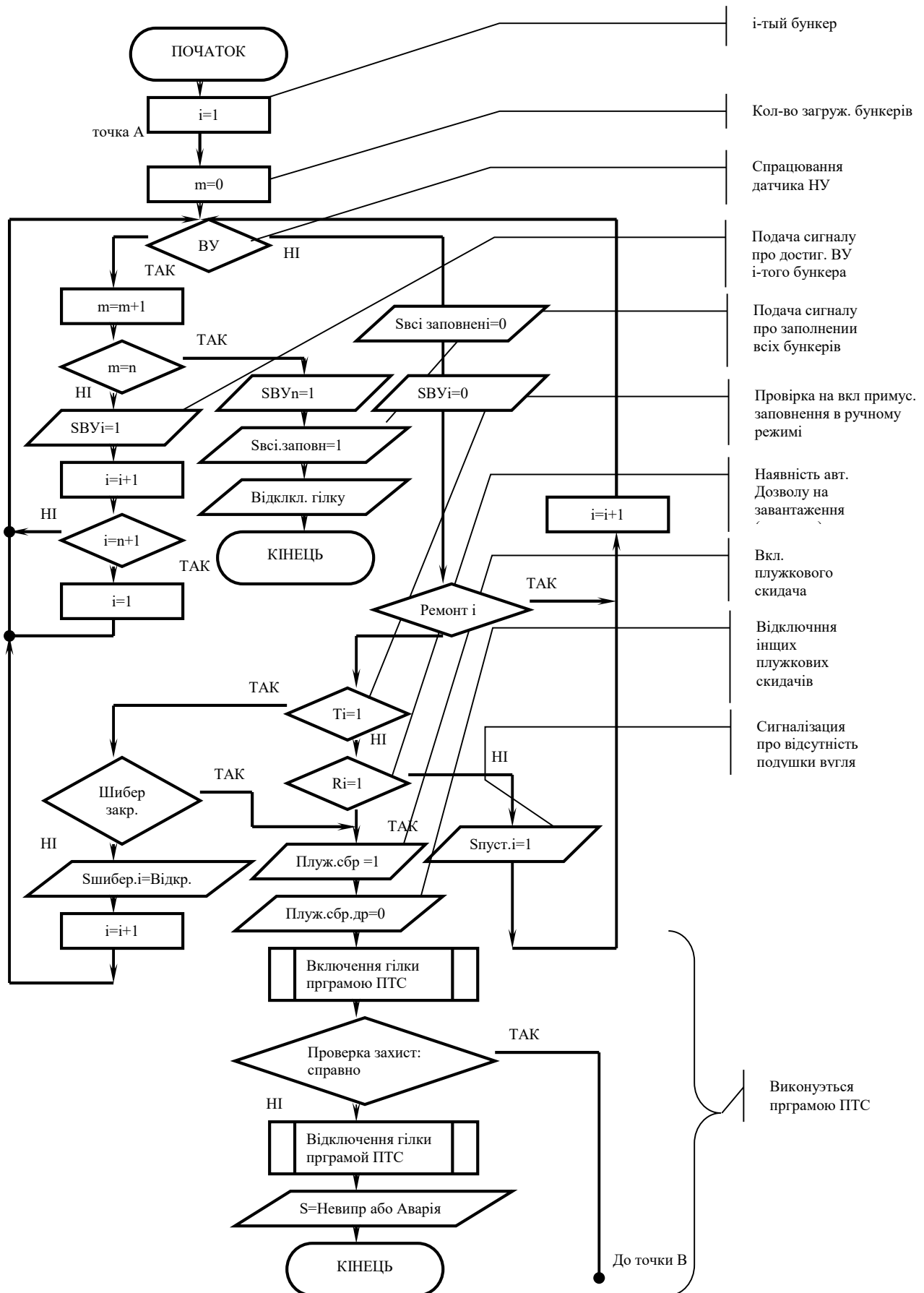
оператора. Крім того перевіряється переключення на роботу окремих конвеєрів.

При включенні режиму «Місцевий» на будь-якому етапі роботи чи перед запуском здійснюється перехід у крапку K1, де допоміжний перемінний Mestn привласнюється значення один. Починається цикл із перевіркою чи працює даний конвеєр, якщо працює – то виробляються ті ж перевірки як і при роботі лінії, але в не залежності від роботи сусідніх. Навіть у цьому циклі можна переключитися на запуск, чи при всіх працюючих – на роботу «Лінії». У такому випадку на кожному конвеєрі починаючи з першого, навіть працюючому буде подаватися звуковий сигнал, а реле швидкості видавати логічну одиницю. Якщо ж конвеєр не включений, то буде перевірятися на бажання оператора його включити. І у випадку такий пуск буде виробляється усередині циклу запуску лінії але тільки для даного конвеєра з передчасним виходом з циклу по перемінній Mestn.

Взаємодія програми і підпрограм здійснюється за допомогою блоків “заборона від завантаження”, яка не дозволяє включення підпрограми автоматичного розвантаження під час завантаження цього бункера і підпрограма перейде на пошук іншого. У підпрограмі завантаження перевірка на стан шибера не дозволяє бункеру що розвантажується чи несправний почати завантаження. Тут також змінна “заборона розвантаження” приймає значення один та нуль до початку циклу завантаження та після нього відповідно, вона і являє собою “заборону від завантаження”.

Пуск загальної програми ПТС при включенні підпрограм здійснюється від них, при виключених – самостійно від оператора. “Змінна дозволу роботи підпрограм” використовується в підпрограмах (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 - Блок-схема алгоритму підпрограми автоматичного завантаження бункерів



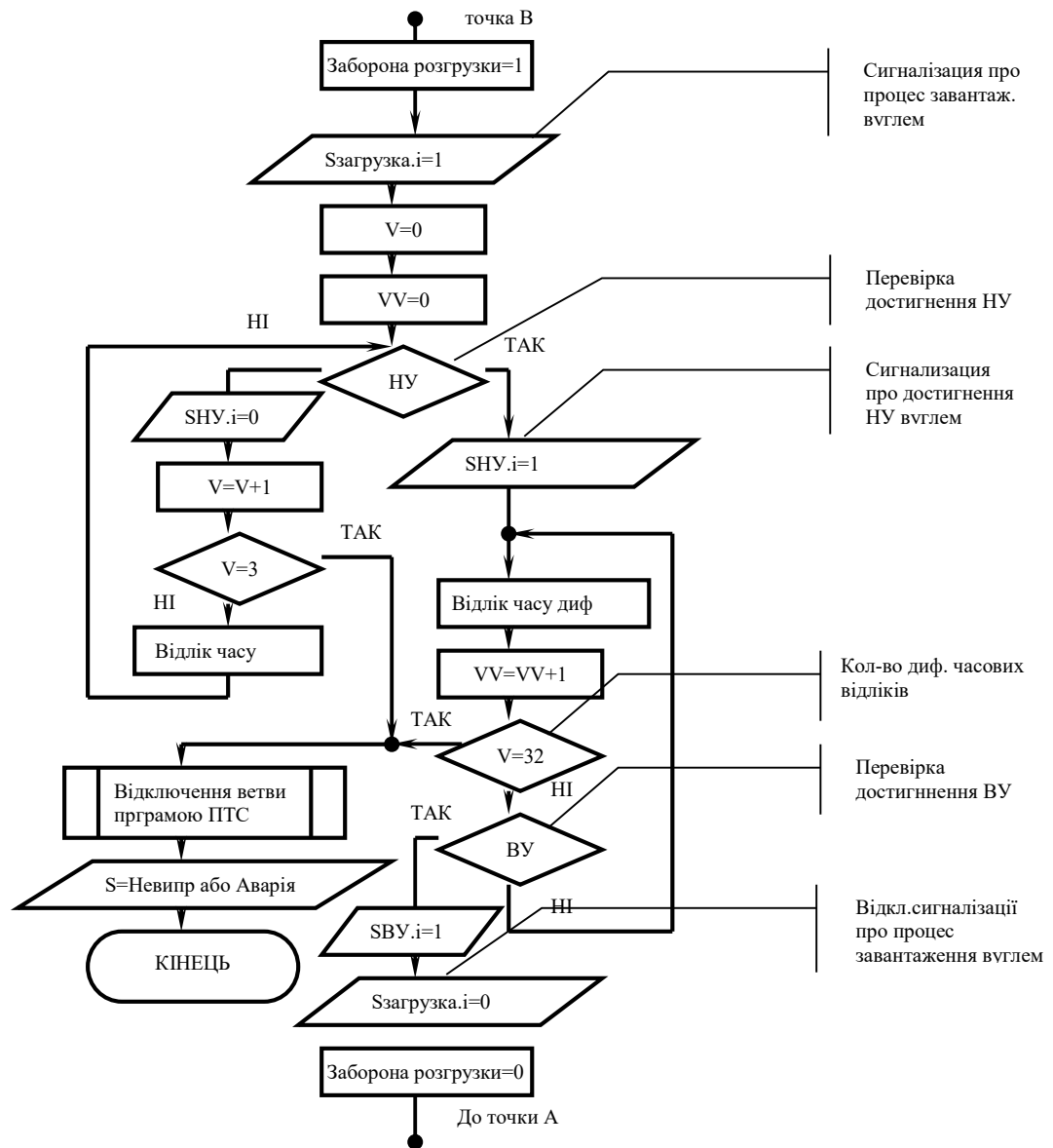
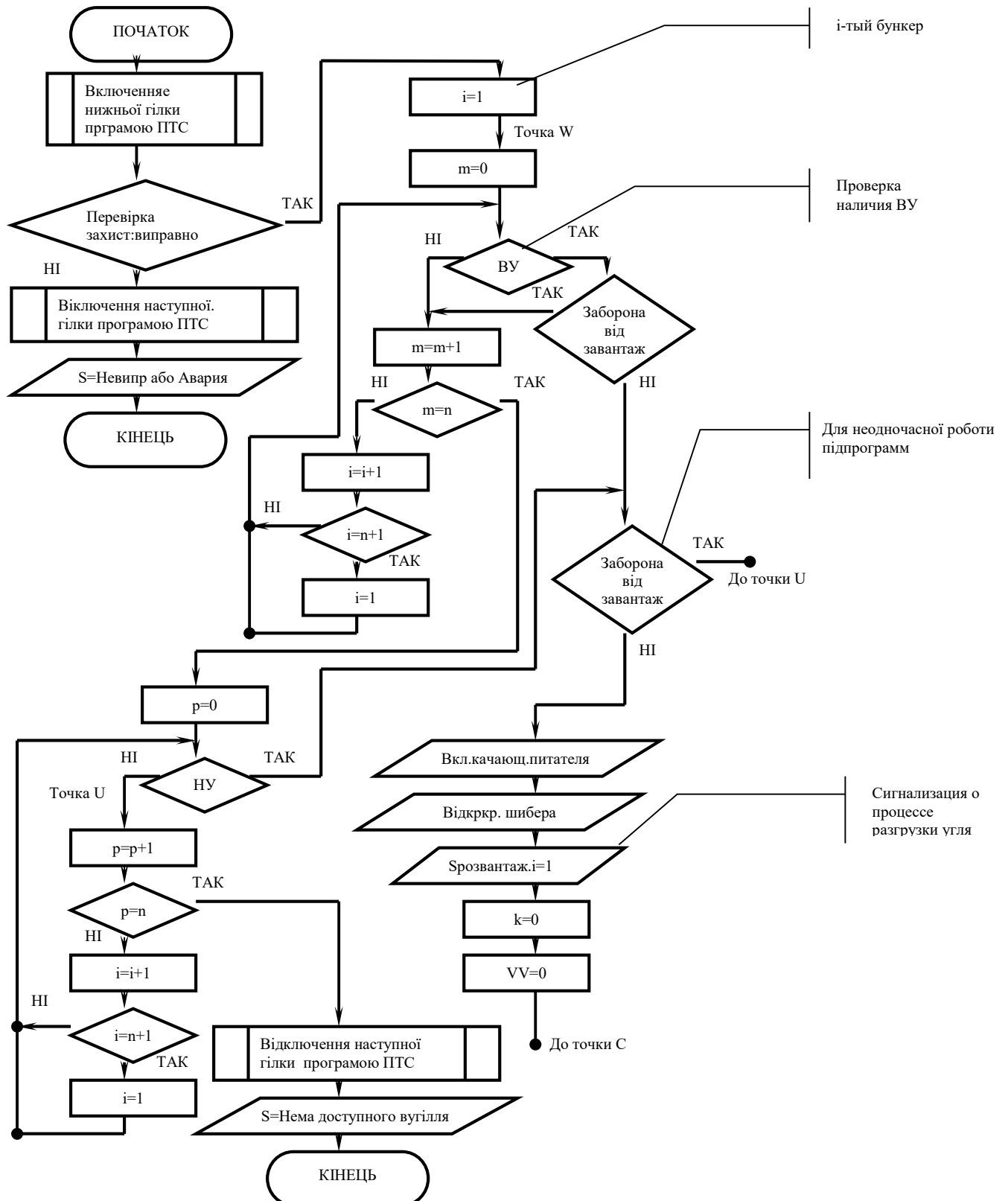
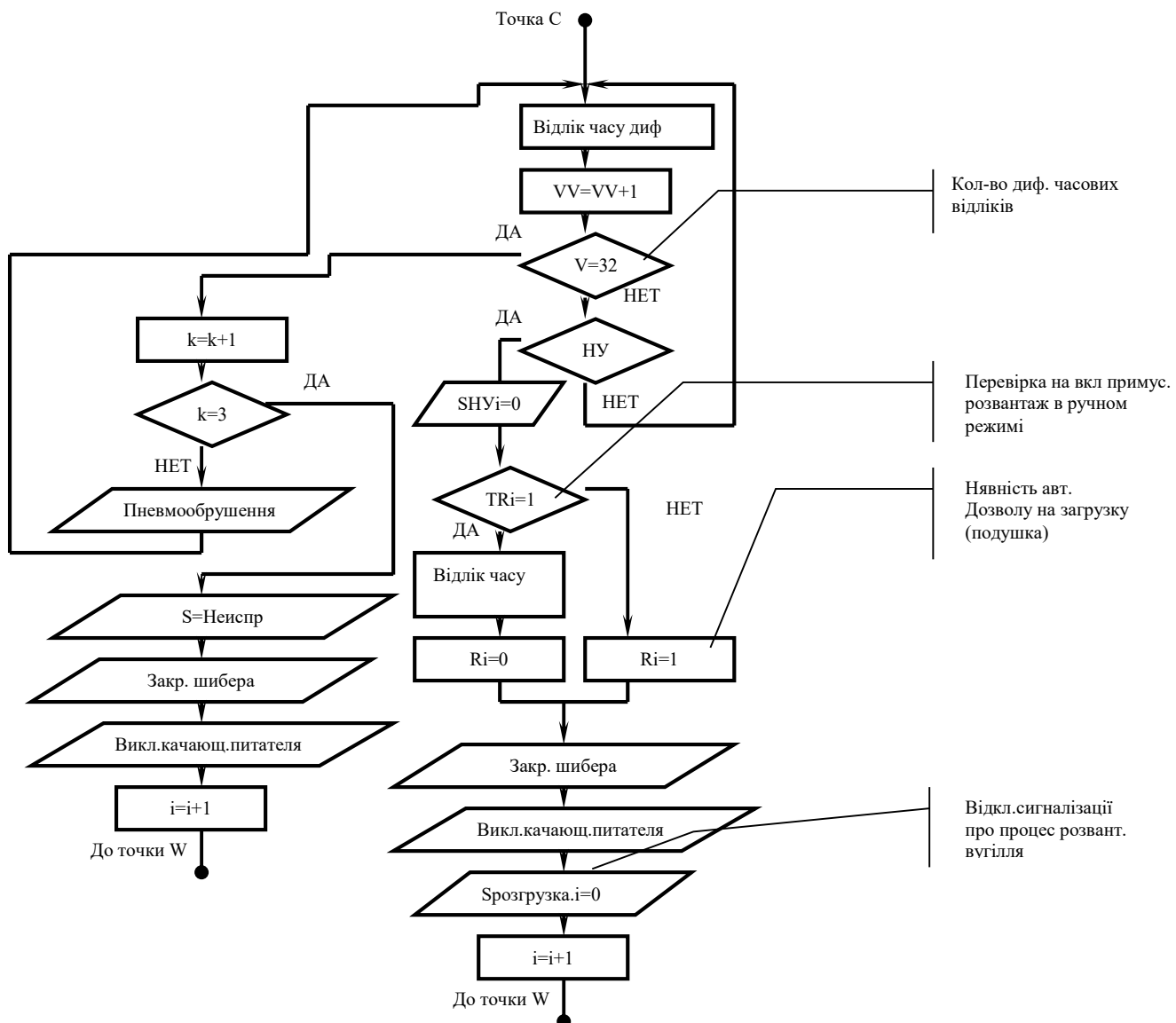
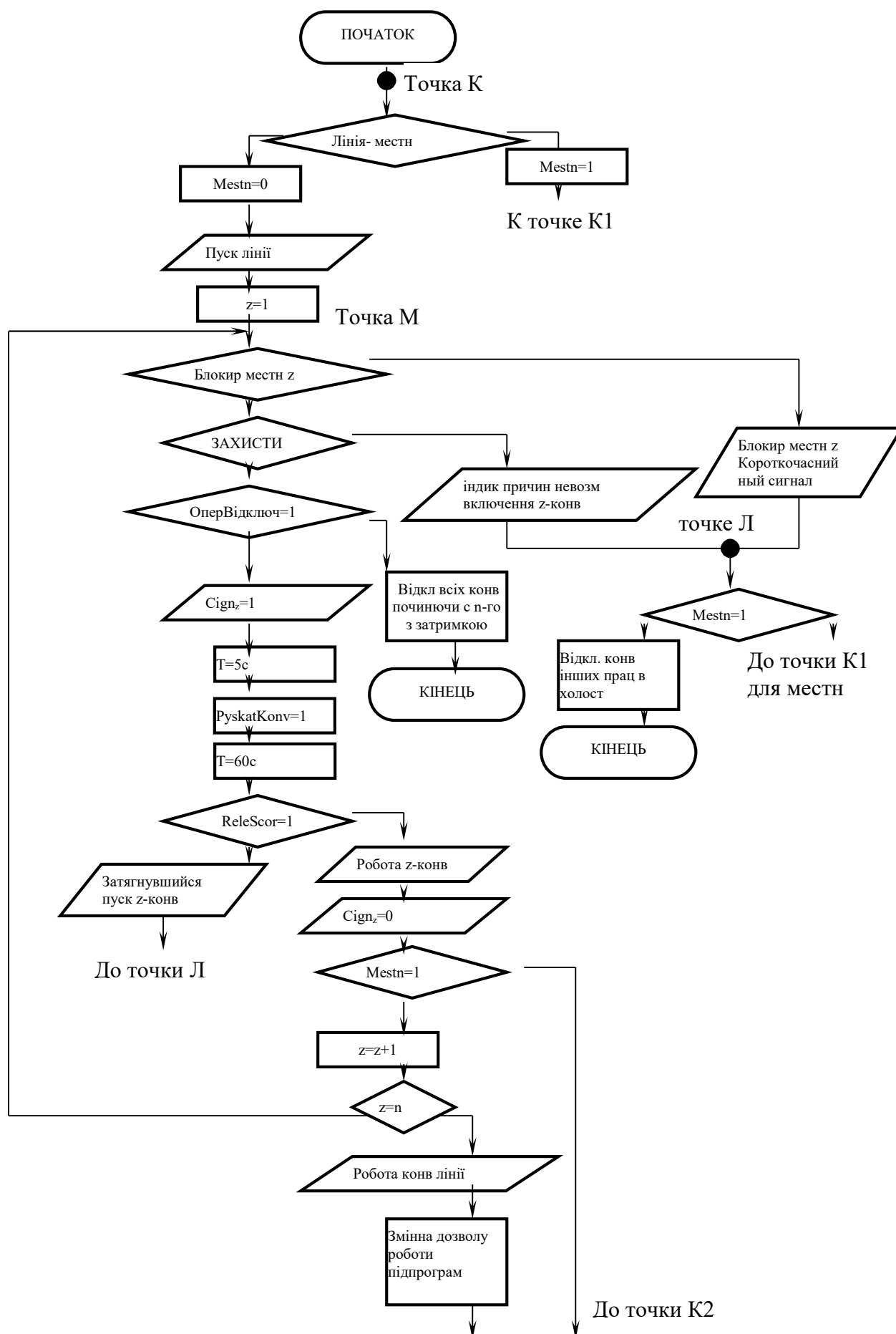


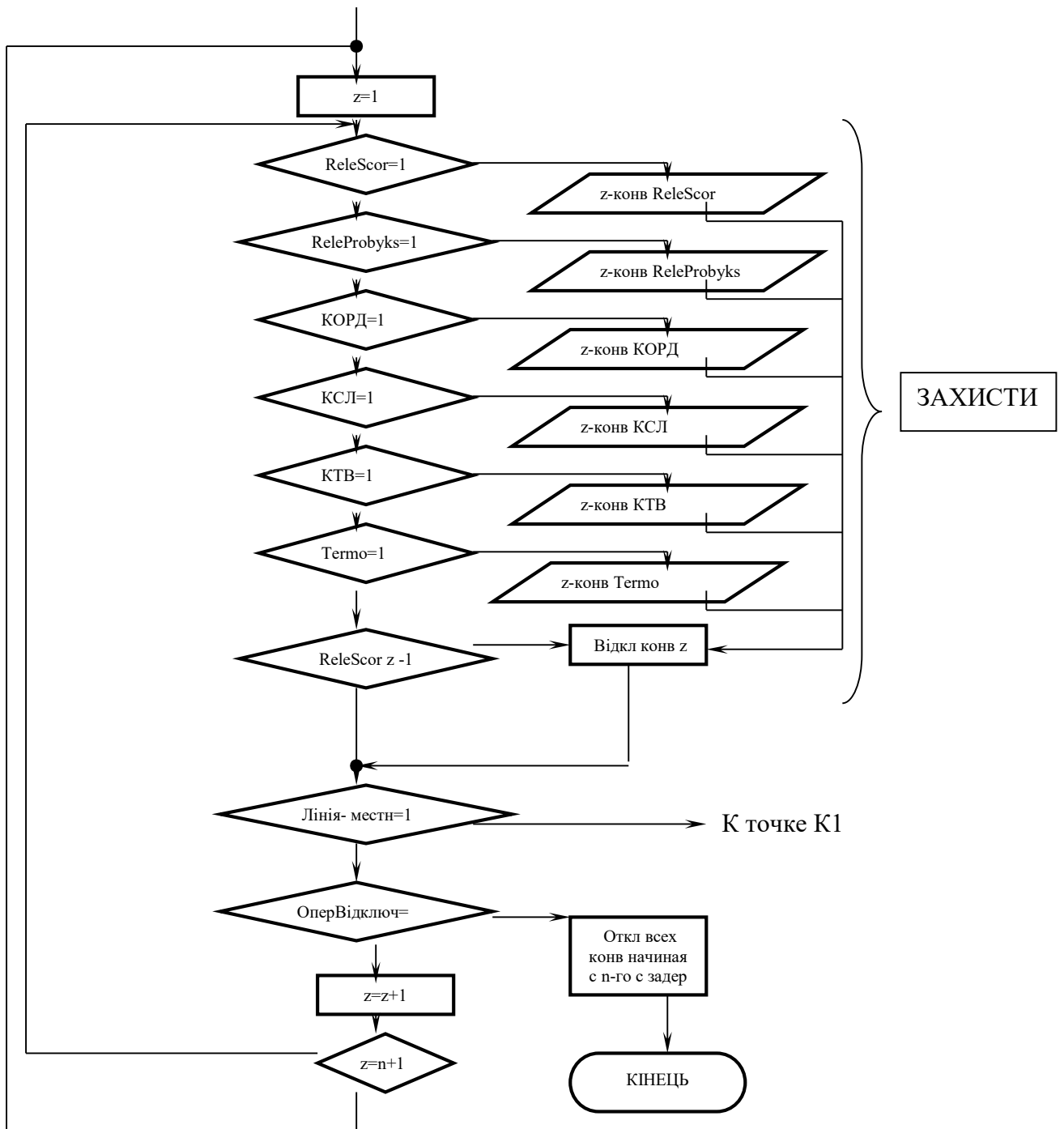
Рисунок 3.2 - Блок-схема алгоритму підпрограми автоматичного розвантаження бункерів

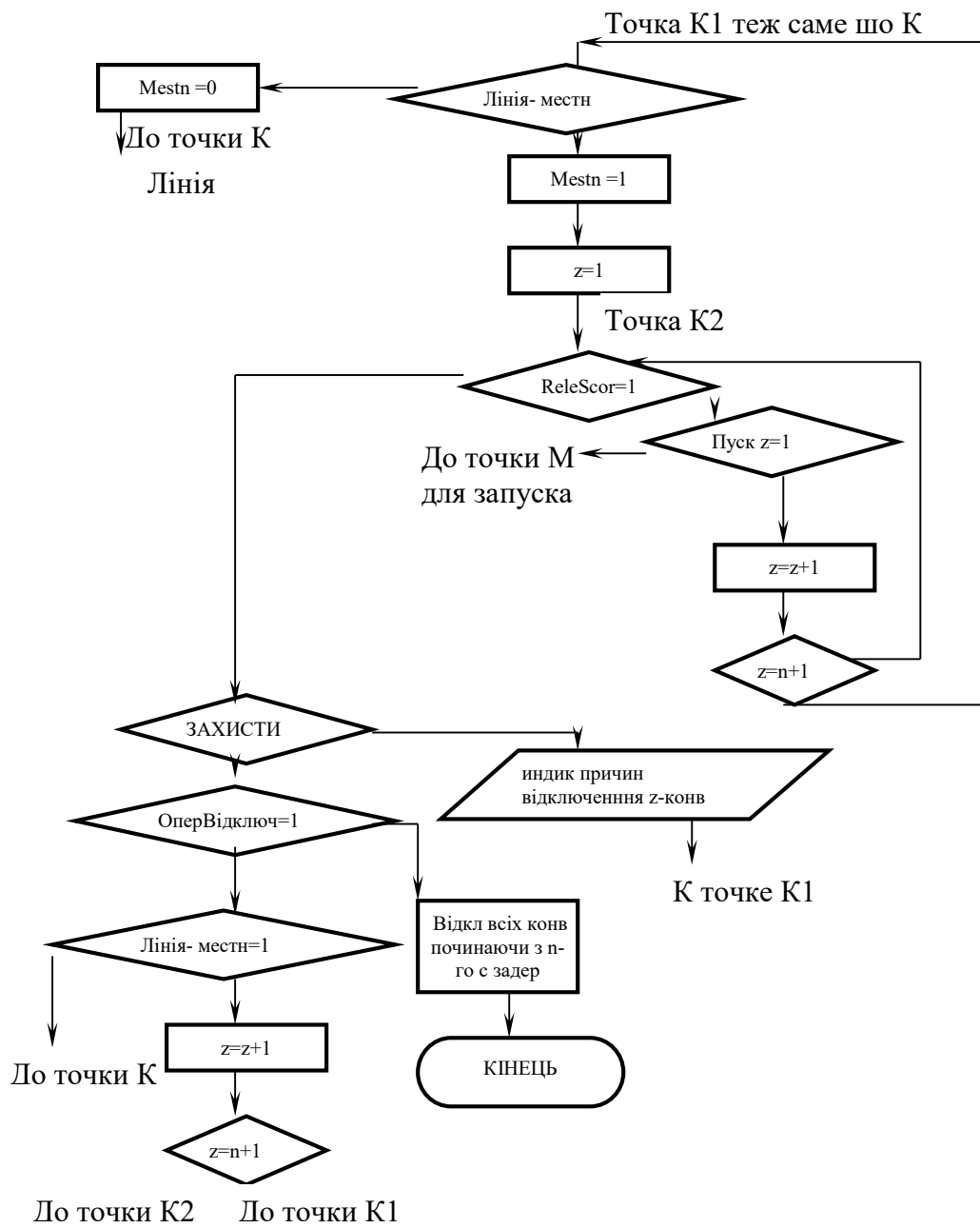




Блок-схема алгоритму загальної програми ПТС







4 ОБГРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ

У контролері інформація з датчиків зі слота входних сигналів надходить у процесорний слот, де обробляється алгоритм і надходить до слоту вихідних сигналів і на ЕОМ чи оператора мнемощит. З цих пристроїв здійснюється додаткове керування одержання наочної і всебічної інформації особам приймаючим рішення.

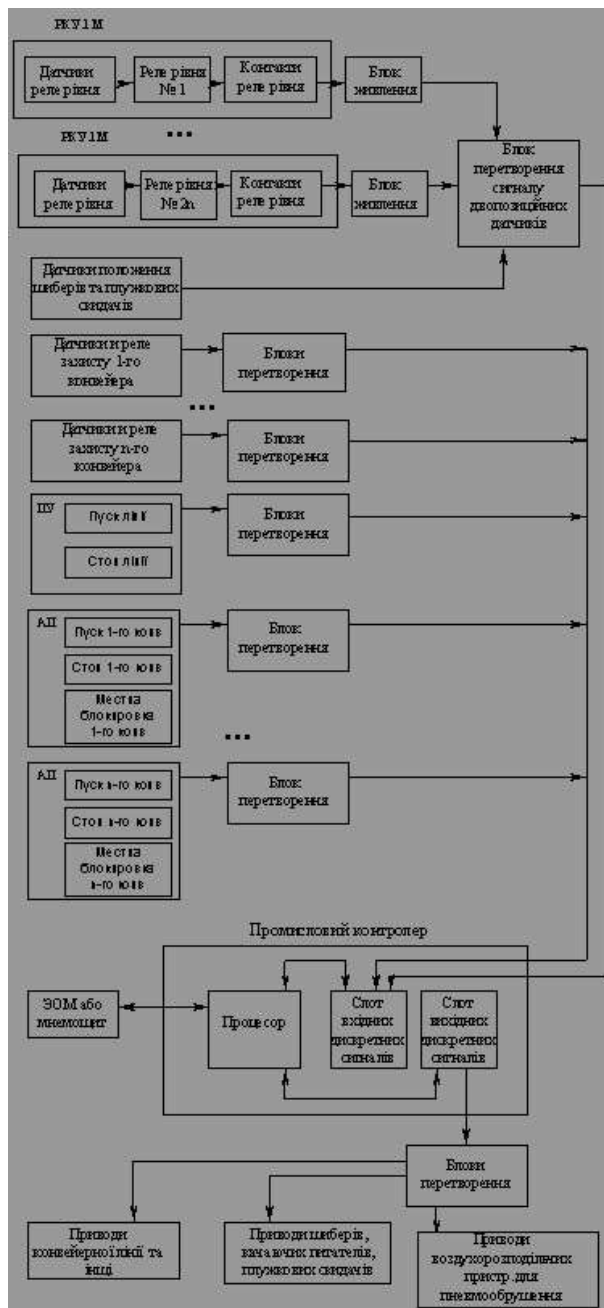


Рисунок 4.1 - Структурна схема системи автоматизації бункерів

Далі вихідні сигнали після необхідних перетворень у різних блоках надходять на відповідні приводи механізмів, яких запускають чи зупиняють.

Таким чином, розроблена структурна схема забезпечує виконання необхідних функцій і реалізацію алгоритмів, описаних у попередніх пунктах.

На основі розробленої структурної схеми розробляється функціональна схема системи автоматизації бункерів. На рисунці 19 представлені наступні блоки. БДУ – блоки датчиків рівня, по двох для кожного бункера, РКУ – реле контролю рівня, також по двох, БК – блоки контактів реле, БП – блок живлення, що забезпечує живлення необхідним стабілізованим напругою ланцюг контактів і блок сполучення БС на оптронах, БПК – блок промислового контролера, БКД – блоки контакторних датчиків, таких як датчики положення шибєрів і плужкових скидачів, БПр – блоки різних перетворювачів необхідних для подачі сигналу від контролера в ланцюга керування приводами механізмів ПрвМ. Контролер постачений власним блоком живлення, процесором, вхідними і вихідними слотами.

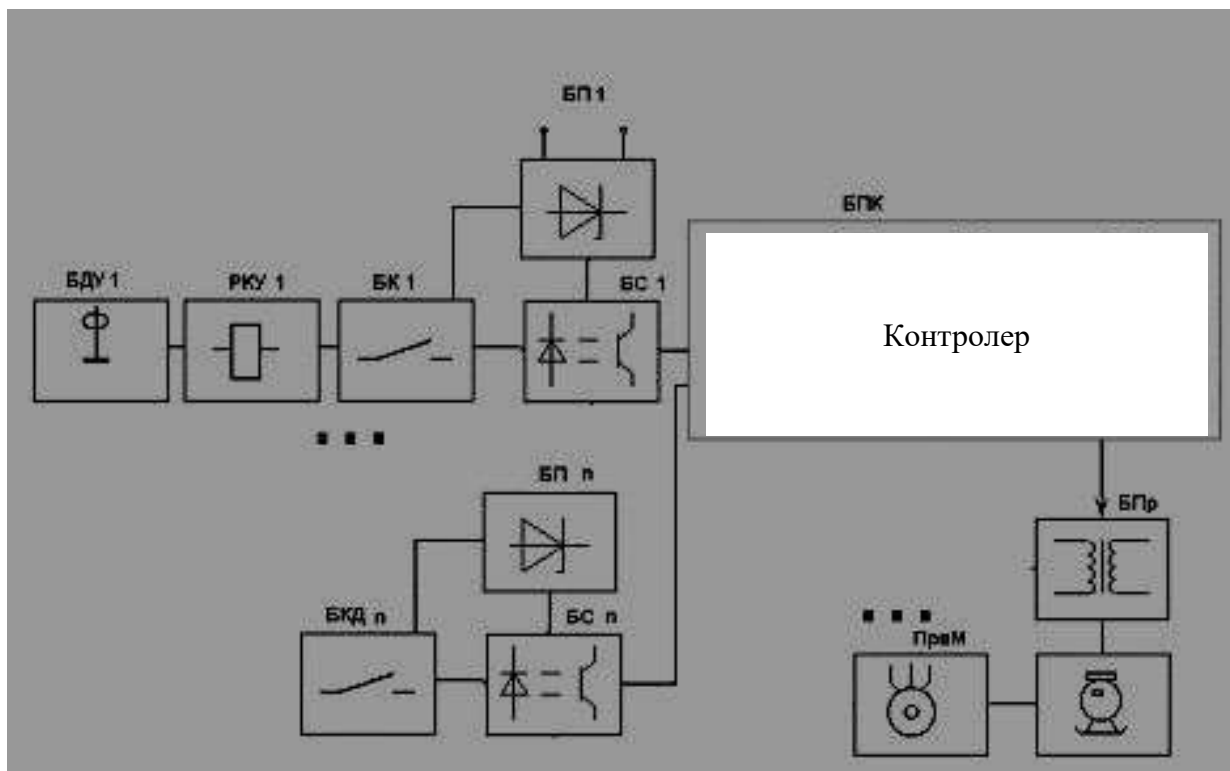


Рисунок 4.2 - Спрощена функціональна схема системи автоматизації бункерів

Принципова схема розробляється на основі структурної і функціональної схем, а також алгоритму роботи апаратури. У її склад входять блок сполучення і блок живлення, що забезпечує живлення оптронів.

Блок живлення. Для живлення оптопар гальванічної розв'язки, що служить для формування сигналів у промисловий контролер необхідний блок живлення, що забезпечує стабілізовану напругу величиною 5В. Для цієї мети застосований блок живлення, побудований на основі інтегральної мікросхеми стабілізатора напруги стабілізатора K142ЕН1. Схема блоку живлення приведена на рис. 20. Мікросхема K142ЕН1 являє собою стабілізатор напруги безупинної дії з послідовним включенням регулюючого елемента. Схема містить елементи захисту від електричних перевантажень по струму і короткому замиканні. Для нормального функціонування необхідно підключити до мікросхеми додаткові зовнішні елементи. Призначення елементів схеми джерела живлення: Регулювання величини вихідної напруги здійснюється за допомогою резистора R5. Для одержання вихідної напруги 5В опір резистора R5 повинне складати близько 1.8 кОм. За допомогою конденсаторів C2 і C3 забезпечується усталена робота мікросхеми. При вихідній напрузі меншій чи рівній 5 В, величини цих конденсаторів вибираються з наступних умов: $C1 \geq 0.1$ мкф, $C3 = 10 \dots 100$ мкф. Резистори R1, R2, і R3 працюють у ланцюгах захисту. За допомогою діодника R1, R2 задається напруга на базу транзистора захисту в мікросхемі, а резистор R3 служить датчиком струму. Для збільшення навантажувальної здатності блоку живлення до виходу мікросхеми підключений підсилювач потужності на складеному транзисторі VT1 і VT2. Конденсатор C1 служить для зниження пульсацій випрямленої напруги, що знімається з діодного моста VD1-VD4. Напруга подавана на трансформатор VH1, VH2 складає 220В, після трансформатора з коефіцієнтом трансформації 9 напруга подається на випрямний міст. Міст складений на діодах VD5-VD8, VD9-VD12. Вихідна напруга моста складе 24В постійного струму. R7, R10- обмежувальні резистори на 2,4 кОм, для створення струму на оптопарі 10мА. R13, R14 разом з C5, C6 складають RC-фільтр для стабілізації і зниження

пульсацій випрямленої напруги. Постійна часу $\tau = RC$ для частоти 50 Гц складає половину напівперіоду – 10 мс, R13,R14 по 100 Ом, C5,C6 по 100 мкф.

Струм блоку живлення визначається струмом через транзистор оптопарі складовим 5 мА. Резистор R9,R12 на який відбувається спадання напруги в 4 В, для створення логічного нуля, складає 800 Ом.

Типи елементів, використовуваних у блоці живлення: транзистор VT1 – КТ603А, VT2 – КТ908А, резистори R1, R2, R4, R6, R7-R14 – МЛТ0.125, R3 – С5-5, R5 – РК3, конденсатори C1, C2, C3 – К50-35, діодна збірка VD1-VD4 – КД202Б.

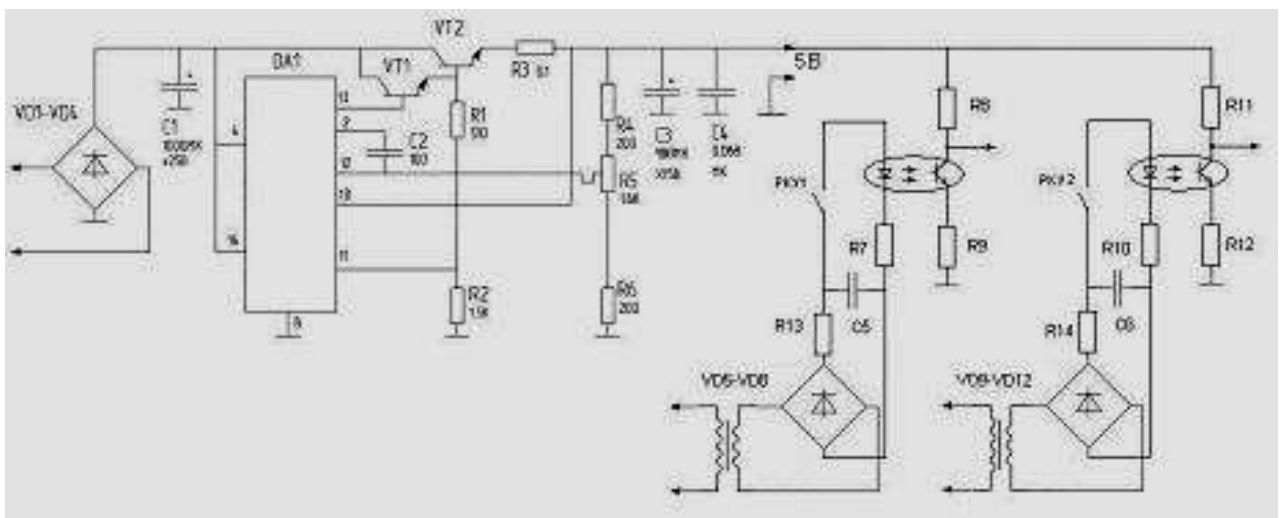


Рисунок 4.3 – Принципова схема блоку перетворення

Напруга подана з блоку живлення надходить на схему перетворення, що створює входні сигнали для промислового контролера напругою 5 В для одиниці і менш 1 В нуля ТТЛ логіки. При замиканні датчика реле контролю рівня замикаються вихідні контакти РКУ1,РКУ2 і т.д. по двох реле для кожного бункера, замикаючи в ланцюзі перетворювача починає текти струм через спрямляч від мережі, і RC-ланцюжок, що згладжує пульсації, таким чином відкривається оптопара і починається витік на землю через резистор R9,R12 створюючи падіння напруги більш 4 В, для утворення логічного нуля.

Схеми для кожного бункеру однакові, мають по два ланцюги перетворення, для конвейерів та інших механізмів окремі плати для кожного конвейера такої ж структури, з кількістю кіл залежно від ількості підключених пристроїв захисту.

5 БЕЗПЕКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОНВЕЄРІВ

До системи автоматизації на поверхні не висувається особливих вимог щодо вибухо та іскробезпеки, але для механізмів та обладнання передбачаються такі.

Для забезпечення безпечної експлуатації стрічкових конвеєрів обов'язковою умовою є прямолінійність стрічки по всій довжині става конвеєра і відсутність ділянок з різкою зміною кута її нахилу у вертикальній площині.

Відповідно до вимог Правил безпеки стрічкові конвеєра повинні обладнатися: датчиками контролю бічного сходу стрічки типу КСЛ, що відключають привід конвеєра при сході стрічки убік більш 10% її ширини; пристроями по очищенню стрічок і барабанів; гальмовими пристроями; пристроями, що уловлюють вантажну частину стрічки при її розриві, чи пристроями, що контролюють цілісність тросів і стикових з'єднань резинотросових стрічок у виробленнях з кутом нахилу більш 10 градусів; засобами захисту, що забезпечують відключення приводу конвеєра при перевищенні припустимого рівня матеріалу, що транспортується, у місцях перевантаження, зниженні швидкості стрічки до 75% номінальної (пробуксовка), перевищенні номінальної швидкості стрічки бремсбергових конвеєрів на 8%; пристроєм для відключення приводу конвеєра з будь-якої точки по його довжині; засобами пилеподавлення в місцях перевантажень; засобами автоматичного і ручного пожежегасіння.

Сход конвеєрної стрічки може привести до руйнування її бортів, запаленню стрічки (пожежі) від тертя об нерухомі елементи конвеєра вироблення. Основними причинами сходу стрічки убік є, незадовільний монтаж (кривизна) конвеєрного става, неякісне стикування стрічки (з перекосами), серповидність стрічки, завантаження матеріалу не по центрі, налипання матеріалу, що транспортується, на барабани і ролики, перекоси барабанів і ролікоопор і наявність не обертових роликів.

Центрування стрічки може здійснюватися регулюванням положення кінцевих барабанів і роликоопор, які варто розвертати з виносом уперед тієї сторони, на котру сходить стрічка. Принцип роботи спеціальних конструкцій що центрують роликоопор ґрунтується, як правило, на використанні сходу стрічки для самоустановки роликоопори в необхідне положення. Нижня галузь стрічки досить ефективно центрується при лотковій формі підтримуючих роликоопор.

Завантажувальні пристрої конвеєрів повинні направляти матеріал на середину стрічки, сприяти поступальному руху матеріалу, що завантажується, і зниженню його вертикальної швидкості до мінімуму, щоб при цьому виключалася можливість просипання матеріалу, що транспортується. При висоті вільного падіння матеріалу більш 300 мм необхідна установка направляючого лотка, розташовуваного під кутом 45-65° до стрічки обрію. Для формування потоку матеріалу перевантажувальні пристрої повинні мати направляючі борти з відстанню між ними, рівним приблизно 2/3 ширини стрічки. Довжина направляючих бортів у залежності від швидкості руху стрічки повинна складати: при швидкості 1,6 м/с - 5,6 м; при 2 м/с - 7 м і при 3,15 м/с - 11 м. Нижня крайка направляючих бортів повинна мати обортовку з вогнестійкої гуми не дотичної зі стрічкою.

Шкребки очисних пристроїв повинні бути притиснуті до стрічки контргрузами, пружинами і т.п. по всій її довжині. Для більш ефективного очищення рекомендується встановлювати кілька шкребків підряд, у тому числі з твердої еластичної гуми. Ефективним засобом очищення стрічки у випадках транспортування дуже вологого вугілля, особливо з домішкою липких порід, є змив її водою під високим напором. Для попередження влучення між стрічкою і барабаном шматків вугілля, породи і сторонніх предметів на нижній галузі стрічки перед хвостовим барабаном установлюються скидачі.

При відключень приводу похилого (більш 6°) конвеєра можливо мимовільний рух стрічки вниз через різний натяг її галузей, що може привести до завалу вантажем окремих місць конвеєра, поломці його вузлів і з'явитися

причиною травмування людей. В похилих конвеєрах гальмові пристрої можуть бути застосовані колодкові і стрічкові гальма, а також зворотні останови, що працюють за принципом механічного зачеплення і фрикційного заклинювання.

Уловлювання конвеєрної стрічки, що обірвалася, виконується ловителями, що притискають стрічку до роlikоопорам при спрацьовуванні датчиків, що реагують тільки на обрив стрічки незалежно від напрямку її руху. У конструкції ловителей необхідно передбачати пристрій, що відключає привід конвеєра при спрацьовуванні ловителей. Для конвеєрів, оснащених резинотросовими стрічками, допускається замість ловителей використовувати пристрій контролю міцності стрічки по всій її довжині типу УКЦТ-1, УКПЛ-1, що дозволяє здійснювати профілактичну перевірку стану тросової основи, вчасно виявляти дефекти і попереджати порив стрічки.

Перевищення швидкості конвеєрів з кутом нахилу меншим за 0 градусів понад 8% може викликати некерований рух стрічки, що супроводжується завалом місць перевантаження і нагріванням гальм до неприпустимо високих температур. Для попередження цих явищ на бремсбергових конвеєрах застосовують апаратуру контролю швидкості типу УКСЛ-1 чи АКП, що підключається до керування приводом.

Припустимої за умовами пожежобезопасности є температура нагрівання приводних барабанів конвеєрів 65 ± 10 °C. Тому що така температура виникає при пробуксовках понад 25%, те засобу захисту повинні відключати привід конвеєра при зниженні швидкості стрічки до 75% номінальної її величини. Для цього використовуються датчик (реле) швидкості типу УПДС, обладнані пристроями блокування, що виключають можливість повторного включення конвеєра у випадку перевищення регульованого параметра у встановлених межах. Вихідний сигнал від датчика швидкості (пробуксовки) надходить у ланцюзі керування магнітної станції пускач.

Датчики контролю припустимого рівня завантаження матеріалу, що транспортуються, (датчики заштибовки) типу ДЗШ (чи реле ИКС-2М)

встановлюються в місцях перевантаження і підключаються до кіл керування приводом конвеєра.

Лінія екстреної зупинки конвеєра (кабель-троссовий вимикач КТВ) прокладається уздовж конвеєра з боку проходу людей на висоті 1,8 м.

Для подачі звукового попереджувального сигналу перед пуском конвеєра (конвеєрної лінії) тривалістю не менш 5 с з використовується сирена звукова ВССЗ і ін.

Система автоматизації виконує всі вимоги, зазначені в попередніх підрозділах та використовує усі необхідні засоби захисту.

На конвеєрах повинні застосовуватися неелектростатичні стрічки у вогнестійкому виконанні і тільки тих типів, що зазначені в заводській інструкції. Застосування іншого типу стрічки допускається тільки за згодою заводу-виготовлювача конвеєра. З'єднання стрічок повинне здійснюватися: резинотросових - методом гарячої вулканізації; гумовотканинних - методом гарячої чи холодної вулканізації механічним способом за допомогою П-образних чи крючкообразних дротових скоб. Виборюється з'єднувати стрічки за допомогою заклепок внахлестку і пластнірами, а також з'єднувати гумовотканинні і синтетичні стрічки з резинотросовими. Для гарячої вулканізації служать переносні преси типу ВГШ п ПВ.

З'єднання стрічок методом холодної вулканізації здійснюється за допомогою клею СВ-5 при нормальній температурі і тиску.

Забороняється ремонт, змащення деталей, що рухаються, і очищення конвеєрів під час їхньої роботи, робота при заштибованні конвеєрів і несправних і відсутніх роликів, а також при торканні стрічкою нерухомих елементів конвеєрного става, кріпи.

Огляд конвеєра, апаратури керування, роликів, натяжних і завантажувальних пристроїв, стрічки і її стиків, а також пристроїв, що забезпечують безпеку експлуатації конвеєра (гальмових пристроїв, засобів уловлювання стрічки й ін.), повинний вироблятися щоденно майстром ділянки.

Огляд і перевірка роботи апаратури керування і захисти (датчиків сходу і пробуксовки стрічки, рівня завантаження, екстреної зупинки й ін.), пристроїв, що забезпечують безпеку експлуатації конвеєрів (гальм, ловителей стрічки, блокування огорожень і ін.), засобів протипожежного захисту і наявності води в протипожежному ставе повинні виконуватися один раз у добу механіком ділянки чи спеціально призначеною особою. Щомісяця стаціонарні конвеєри повинні оглядатися механіком з записом у журналі огляду.

Перед введенням в експлуатацію і надалі один раз у рік спеціалізована налагоджувальна організація повинна робити ревізію і налагодження стрічкових стаціонарних конвеєрних ліній.

Заходи по боротьбі з пилом:

- зволоження вугілля в бункері;
- застосування пилоподавлюючих завіс;
- гідрозрошення на пересипах та перевантаженнях;
- застосування респіраторів у місцях підвищеної запиленості.

Загальний контроль за виконанням протипилевих заходів та станом засобів боротьби з пилом на шахті, а також організація контролю запиленості повітря в покладається на дільницю вентиляції та техніки безпеки.

Для пожежної безпеки біля приводних голівок конвеєрів і через кожні 100м по всієї довжині конвеєрної лінії розміщуються ємкості з піском об'ємом по 0,2м³ і вогнегасники. Пожежне водопостачання може здійснюватися як із господарсько-питного або технічного водовідливу, так і із шахтного водовідливу. Місткість водойми повинна забезпечувати витрату води на гасіння однієї пожежі протягом 3-х годин, але бути не менше 300м³ при живленні з двох джерел (із подачею 40 м³/ч кожний), або 500м³ при одному джерелі живлення. Мережа зовнішнього водопроводу на проммайданчику шахти прокладається по колу. Зовнішній діаметр водопроводу не менше 100 мм і закладається в траншеї на глибину нижче промерзання ґрунту. Отримання води з нього провадиться гідрантами зі стендерами.

Склади вугілля (аварійні, запасні і видаткові) варто обладнати й експлуатувати відповідно до вимог Інструкції з прийому, складуванню і тривалому збереженню вугілля на складах.

Для кожного складу повинний розроблятися план протипожежних заходів, затверджуваний директором шахти. В усіх вхідних у комплекс складу будинках і спорудженнях (галереях, будинках лебідок і т.д.), у яких працюють люди, необхідно зберігати проходи шириною не менш 0,8 м і висотою не менш 1,8 м

Для попередження падіння людей у бункери, прийомні ями і навантажувальні лійки, їх варто перекривати міцними металевими ґратами з розмірами отворів не більш 300х400 мм. Скрізь, де повинні працювати чи проходити люди, варто обладнати площадки і проходи з поручч.

Не можна допускати зниження рівня збереженого матеріалу в лійці силосного бункера більш ніж на 2 м, у противному випадку падаючий у бункер матеріал може розбити завантажувальний пристрій і травмувати людей. Конічна частина силосу повинна мати футеровку з нержавіючої сталі, у місці переходу конічної частини в циліндричну повинний діяти кільцевий водопровід з перфорацією, підключений до водогінної мережі. Це потрібно для попередження і ліквідації зависань і змерзання, що знаходиться в силосі вугілля.

Обвалення зависань і зводів у силосі може вироблятися при наявності дозволу начальника зміни і під безпосереднім керівництвом чергового обличчя технічного нагляду. На цю роботу потрібно посилати досвідчених робітників, що повинні знаходитися в підвісній чи колісці на сходах. На них повинні бути одягнені запобіжні пояси, до яких прикріплюється один кінець мотузки. Інший її кінець повинні тримати двох робітників, що знаходяться на верхнім перекритті бункера. Кожен бункер силосного типу повинний мати постійно діючу примусову вентиляцію, якщо складований у ньому чи вугілля сіль газonosны. Для виміру вибухових газів у верхній частині силосу й у над бункерному приміщенні повинні знаходитися прилади газового контролю.

ВИСНОВКИ

В роботі сформульовані вимоги до системи автоматизації бункерів, обрана базова апаратура автоматизації, визначена блок-схема алгоритму, написана програма для промислового контролера. На підставі вимог до системи автоматизації розроблені структурна, функціональна схеми системи автоматизації бункерів і принципова схема блоку сполучення вихідних кіл реле контролю рівня з вхідними слотами промислового контролера і блоку живлення.

Запропонована система автоматизації на базі промислового контролера дозволяє збільшити економічну ефективність, що досягається за рахунок вивільнення обслуговуючого персоналу, скорочення простоїв поточно-транспортної системи і збільшення пропускної здатності, зменшення витрат електроенергії комплексу в цілому.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизация производственных процессов угольных шахт/ Попович Н.Г., Данильчук Г.И., Лисовский В.С. – К.: «Вища школа»,1978.-336с.
2. Батицкий В. А., Куроедов В. И., Рыжков А. А. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в горной промышленности. – М.: Недра, 1991. – 303 с.
3. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов. М.: Недра, 1985 - 215с.
4. Графическое изображение электрорадиосхем: Справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. – К.: Техніка, 1986. – 120 с.
5. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
6. Демченко Н. П. Технические средства передачи информации в системах управления угольных шахт. - М.: Недра, 1990. – 206 с.
7. ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки : Структура і правила оформлення . – К.: Держстандарт України, 1996. – 32 с.
8. Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов на поверхности угольных шахт /Лурье З.С., Соколов В.Н., Каждан С.М. –М.: «Недра»,1977.-264с.
9. Лурье З.С., Шаранович П.А., Комплексная механизация и автоматизация приёмных устройств на обогатительных фабриках.-М.: «Недра», 1969,-184 с.
- 10.Малиновский А. К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 277 с.
11. Правила безопасности в угольных шахтах. – Киев: 1996. – 422 с.

