

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 блока управління стрічковим конвеєром

Виконав : студент 4 курсу, групи АКТ-16  
(шифр групи)

спеціальності

151 Автоматизація та комп'ютерно-  
інтегровані технології  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Новодворський Д.В.  
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник зав.каф., к.т.н., доц Поцєпаєв В.В.  
(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 блока управління стрічковим конвеєром

Виконав студент групи АКТ-16 \_\_\_\_\_ Д.В. Новодворський  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник \_\_\_\_\_ В.В. Поцєпаєв  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій \_\_\_\_\_ В.В. Поцєпаєв  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти \_\_\_\_\_ Є.В. Лєсінє  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_ С.А. Жовтобрух  
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_ (підпис, дата) (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

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Новодворському Даніїлу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка блока управління стрічковим конвеєром

керівник роботи: Поцєпаєв В.В., 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 стрічкового конвеєра як об'єкта керування.

2) Обґрунтування напрямку автоматизації.

3) Розробка алгоритму, структурної та принципової схеми блока автоматичного керування стрічковим конвеєром.

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 регулятора             | 26.05.2020                    |          |
| 7     | Моделювання системи           | 02.06.2020                    |          |
| 8     | Охорона праці                 | 09.06.2020                    |          |
| 9     | Оформлення                    | 12.06.2020                    |          |

Студент \_\_\_\_\_ **Новодворський Д.В.**

Керівник \_\_\_\_\_ **Поцєпасєв В.В.**

Лист зауважень

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

## АНОТАЦІЯ

Новодворський Даніїл Віталійович «Розробка блока управління стрічковим конвеєром» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Пояснювальна записка бакалаврської роботи має 61 сторінку тексту, 17 рисунків, 1 таблицю, 1 додаток, 12 посилань

**Об'єкт досліджень** – магістральний стрічковий конвеєр з накопичувальним бункером.

**Мета роботи** – стабілізація роботи магістральної конвеєрної лінії.

В роботі сформульовані вимоги до системи автоматизації конвеєрного транспорту. Розглянуті існуючі засоби управління навантаженням конвеєра. Проаналізовані варіанти удосконалення системи автоматичного керування магістральним стрічковим конвеєром. Розроблено алгоритм функціонування, структурна, принципова електрична схема пристрою автоматичної стабілізації режимів роботи магістральної конвеєрної лінії.

АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ, АЛГОРИТМ, СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЄР,  
БУНКЕР, СТАБІЛІЗАЦІЯ, НАВАНТАЖЕННЯ, ВИМІРЮВАННЯ,  
МОДЕЛЮВАННЯ, КОНТРОЛЕР

## ЗМІСТ

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                  | 9  |
| 1 АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ.....                                     | 10 |
| 1.1 Технологічні характеристики стрічкового конвеєра.....                                   | 10 |
| 1.2 Відомі системні рішення стабілізації вантажопотоку конвеєра.....                        | 14 |
| 1.3 Засоби автоматизації конвеєрних ліній.....                                              | 17 |
| 1.4 Висновки.....                                                                           | 21 |
| 1.5 Мета і основні завдання роботи .....                                                    | 22 |
| 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ<br>СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ.....                     | 23 |
| 2.1 Обґрунтування функціонування пристрою автоматичного<br>керування конвеєрною лінією..... | 23 |
| 2.2 Математичне моделювання конвеєрної транспортної системи.....                            | 24 |
| 2.3 Розробка алгоритму пристрою керування.....                                              | 31 |
| 2.4 Висновки.....                                                                           | 34 |
| 3 РОЗРОБКА БЛОКУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЧКОВИМ<br>КОНВЕЄРОМ.....                       | 35 |
| 3.1 Розробка структурної схеми блоку стабілізації.....                                      | 35 |
| 3.2 Розробка принципової схеми блоку.....                                                   | 37 |
| 3.3 Висновки.....                                                                           | 42 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ<br>СИТУАЦІЯХ.....                               | 43 |
| 4.1 Огляд факторів небезпеки, існуючих в конвеєрних виробітках .....                        | 43 |
| 4.2 Протипожежний захист у конвеєрних виробітках .....                                      | 43 |
| 4.3 Заходи безпеки під час експлуатації конвеєрів .....                                     | 49 |
| 4.4 Заходи щодо забезпечення безпеки на випадок виникнення<br>підземних пожеж.....          | 50 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 4.5 Висновки.....     | 52 |
| ВИСНОВКИ.....         | 53 |
| Перелік посилань..... | 54 |
| Додаток А.....        | 55 |

## ВСТУП

Конвеєрний транспорт є основним засобом транспортування вугілля до шахтного стовбура. Головними достоїнствами конвеєрного транспорту в порівнянні з локомотивним є безперервність, можливість транспортування похилими виробітками, економічність, можливість нарощування конвеєрної лінії, робота конвеєрної лінії в автоматизованому режимі. Недоліками, що є властивими конвеєрам, є небезпека для людей, що пересуваються за допомогою конвеєрів, часті пориви стрічки, виходи з ладу елементів приводу (редуктор, двигун), і т.ін. Вказані недоліки можуть бути усунуті за рахунок автоматизації конвеєрного транспорту, що дає змогу значно збільшити продуктивність засобів транспорту, знизити витрати на обслуговування конвеєрної лінії, підвищити безпеку, зменшити рівень травматизму.

Основними вимоги до апаратури автоматизації конвеєрів полягають у забезпеченні оптимального пуску і останову електропривода, контролюванні стану конвеєра, забезпеченні аварійних блокувань і сигналізації, забезпеченні надійності і ефективності виконання перерахованих вище функцій, а також засобів автоматизації. Виконання цих вимог зменшує кількість і тривалість простоїв конвеєрів через їхні відмови і відмови засобів автоматизації.

Одними з суттєвих проблем, пов'язаних з експлуатацією стрічкових конвеєрів, проблем, які досі практично не вирішені, є недостатня енергетична ефективність електропривода, обумовлена широким діапазоном варіювання навантаження в умовах змінного вантажопотоку і незмінної швидкості приводного двигуна, а також зношення конвеєрної стрічки внаслідок довготривалого режиму роботи. Вирішення вказаних проблем полягає у використанні засобів автоматизованого регулювання швидкості електропривода конвеєра в функції навантаження.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу підземного транспорту за рахунок стабілізації роботи магістральної конвеєрної лінії

# 1 АНАЛІЗ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

## 1.1 Технологічні характеристики стрічкового конвеєра

Одним з найголовніших технологічних процесів гірничого підприємства є підземний транспорт. Він забезпечує переміщення видобутої гірничої маси від очисного вибою до приствольного двору, доставку робітників, обладнання і матеріалів до місця роботи. Продуктивність шахти безпосередньо залежить від працездатності системи транспорту. До її складу входять наступні елементи:

- стрічкові і скребкові конвеєри;
- локомотивна відкатка;
- однокнцева канатна відкатка;
- рейкові шляхи;
- накопичувальні бункери.

Головними засобами транспортування вугілля по шахтним виробіткам є конвеєрні лінії. В порівнянні з локомотивним транспортом і канатною відкаткою вони мають низку переваг, як то безперервність, можливість транспортування похилими виробітками, економічність, можливість нарощування транспортної лінії, робота в автоматизованому режимі. Конвеєрна лінія складається з кількох послідовно встановлених конвеєрів (скребкових або

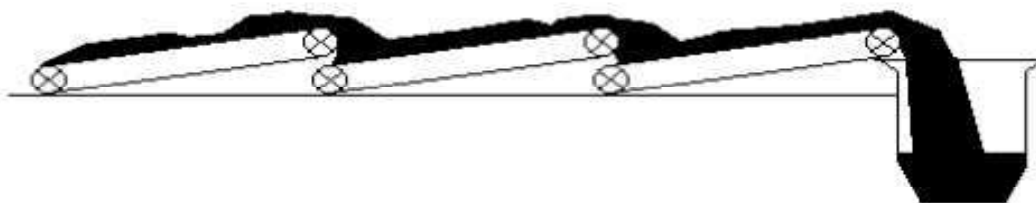


Рисунок 2.1 – Схема конвеєрної лінії

стрічкових), що виконують транспортувальні функції, та бункерів, призначених для накопичення гірничої маси (рис.2.1). Конвеєрні лінії можуть бути нерозгалуженими (вантажопотік надходить на лінію в одному місці) і розгалуженими (вантажопотік надходить на лінію в кількох місцях). Головною характеристикою конвеєрної лінії є її пропускна здатність, яка, в свою чергу, визначається показниками найменш продуктивного конвеєра в лінії.

Таким чином, головним елементом підземної конвеєрної лінії є стрічковий конвеєр. Якість його роботи, надійність і продуктивність визначають пропускну здатність і загальну працездатність всієї лінії.

У стрічковому конвеєрі транспортування гірничої маси здійснюється конвеєрною стрічкою, яка виконує функції тягового і несучого органа. Замкнута нескінченна стрічка 1 (мал. 15.1, а) обгинає головний приводний 2 і хвостовий натяжний 3 барабани. Стрічка підтримується по довжині конвеєра стаціонарними роликоопорами 4 і 5, причому відстань між роликоопорами для верхньої вантажної ланки в 2—2,5 рази менше, ніж для нижньої порожньої ланки. Завантаження можливе практично в будь-якому місці по довжині конвеєра. Звичайно стрічкові конвеєри завантажуються в хвостовій частині через завантажувальну лійку 6, а розвантажуються при сході стрічки з головного барабана. Можливе розвантаження стрічкового конвеєра в проміжних пунктах за допомогою плужкових скидачів чи розвантажувальних візків. В залежності від призначення і умов експлуатації стрічкові конвеєри оснащують додатковими пристроями для очищення стрічки і барабанів і

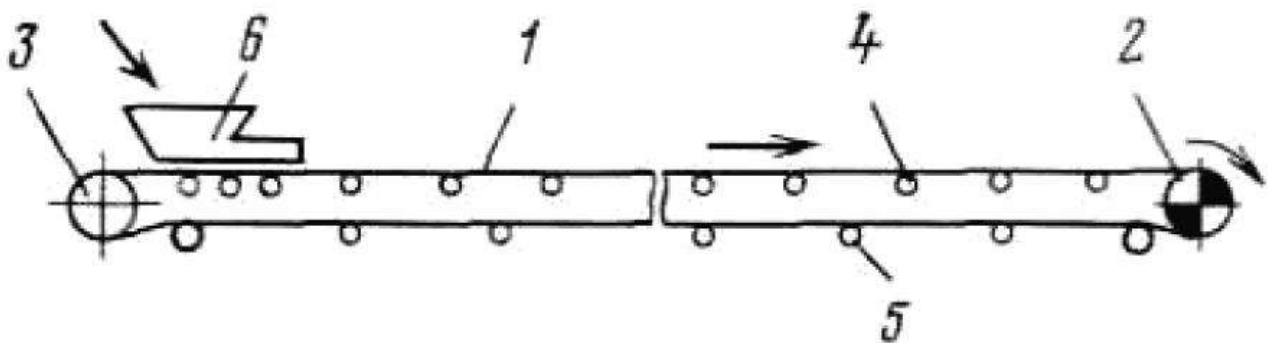


Рисунок 1.1 – Технологічна схема стрічкового конвеєру.

уловлювання стрічки у випадку її обриву (на похилому конвеєрі). Для контролю за роботою й автоматизації конвеєрів установлюють різні датчики і пристосування.

Режим роботи конвеєра характеризується тривалою роботою протягом значного часу, тому що завантаження, транспортування і розвантаження здійснюються безупинно. Ця обставина має істотне значення при виборі електродвигуна та інших елементів електропривода. Також для нього характерні нечасті пуски і останови, що пояснюється тривалим режимом роботи конвеєра. Тому тривалість пуску і гальмування не впливають на продуктивність конвеєра. Отже, період пуску можна збільшувати за часом, щоб знизити динамічні навантаження в стрічці конвеєра і тим самим збільшити термін її служби. Сталість напрямку руху тягового органа конвеєра обумовлює застосування нереверсивної схеми керування електродвигуном. Важливою обставиною, що впливає на режим роботи конвеєра, є характер навантаження, яке в більшості випадків є суттєво нерівномірним. Це, в першу чергу, стосується дільничних конвеєрів, що працюють у комплексі з видобувним обладнанням. Завантаження збірних конвеєрів, встановлених на відкаточних штреках, бремсбергах і ухилах, залежить не тільки від нерівномірності вантажопотоків з лав, але і від місця надходження вантажопотоку на них. У зв'язку з цим конвеєр, обраний за максимальною прийомною здатністю, виявляється в процесі експлуатації в значній мірі незавантаженим. Пуск конвеєра характеризується порівняно важкими умовами. Важкий пуск - це пуск конвеєра під навантаженням, що пояснюється наявністю вантажу на стрічці конвеєра після його аварійної зупинки. Збільшення моменту опору в період пуску конвеєра іноді пов'язане з природним в умовах експлуатації заштибуванням стрічки. Пуск конвеєра за цих умов стає дуже тривалим, збільшуючи термічне навантаження на електропривод. До того ж в разі нерегульованого пуску приводного асинхронного двигуна виникають суттєві за амплітудою високочастотні коливання електромагнітного моменту, що, з одного боку, зумовлює ударне накладання тягового зусилля до конвеєрної

стрічки з можливістю її пориву, а, з іншого боку, може стати причиною виходу з ладу елементів трансмісії привода.

Умови експлуатації і режими роботи конвеєрів і конвеєрних ліній формують наступні вимоги до засобів керування:

- забезпечення послідовного пуску конвеєрної лінії в порядку, зворотньому напрямку руху вантажопотоку;
- забезпечення можливості оперативного і аварійного зупинення конвеєрної лінії з будь-якого місця лінії;
- забезпечення попереджувальної сигналізації в процесі запуску конвеєрної лінії;
- контроль експлуатаційних параметрів і станів: швидкості тягового органу, приводного двигуна і барабану, сходження стрічки, температури двигуна і барабану, погонного навантаження конвеєра, заштибовки, напруги живлення і струму, що споживається приводним електродвигуном;
- використання в електроприводі рудникових і вибухозахищених електродвигунів і апаратів керування;
- забезпечення високої перевантажувальної здатності двигунів при можливо менших пускових струмах;
- для усунення підвищених динамічних зусиль у тяговому органі необхідно забезпечити уповільнений пуск асинхронного електропривода стрічкового конвеєра;
- рівномірний розподіл навантаження між електродвигунами при роботі в складі багатодвигунного електропривода;
- забезпечення стабілізації навантаження привода конвеєра при змінній інтенсивності вантажопотоку.

Попередній аналіз режимів і умов експлуатації конвеєрних ліній свідчить про те, що однією з найбільших проблем є неузгодженість між широким діапазоном варіювання інтенсивності надходження потоку гірничої маси і відносно вузьким діапазоном, що відповідає оптимальному завантаженню

тягового органу. Це призводить до зношення стрічки в наслідок завищеного натяжного зусилля і збільшеного її пробігу, а також неекономічного споживання приводом електричної енергії. Безпосередньою причиною є нерівномірність завантаження тягового органу.

## 1.2 Відомі системні рішення стабілізації вантажопотоку конвеєра

Сформульовані в попередньому підрозділі вимоги до засобів керування конвеєрними лініями реалізуються за рахунок використання засобів автоматизації, що забезпечують регулювання вантажопотоку та регулювання швидкості тягового органу.

В умовах нерівномірного надходження потоку вугілля з очисних і підготовчих вибоїв одним зі шляхів покращення режиму експлуатації стрічкових конвеєрів є побудова системи автоматичного регулювання (САР) погонного навантаження. Знаходять застосування два основних способи реалізації цього напрямку:

- стабілізація за рахунок використання проміжної керованої ємності (бункер-конвеєр),
- стабілізація за рахунок регулювання швидкості робочого органа конвеєра.

### *Регулювання вантажопотоку*

Схема реалізації способу стабілізації погонного навантаження за рахунок використання регульованої проміжної ємності (бункера-конвеєра) наведена на рис. 1.2. Принцип роботи САР з використанням бункера-конвеєра полягає в наступному. Коли вантажопотік  $q_2$  з очисного вибою більше за задане питоме навантаження  $q_0$  на стрічку основного конвеєра №1, швидкість робочого органа  $v_k$  якого постійна, «зайва» частина вугілля в результаті висування заслонки завантажувального лотка ЗЛ надходить на бункер-конвеєр. При цьому САР встановлює і підтримує таку швидкість стрічки бункера  $v_b$ , яка забезпечує його

заповнення відповідно до заданої норми. Коли  $q_2 < q_0$ , бункер-конвеєр включається на розвантаження, здійснюючи довантаження конвеєра №1. Швидкість стрічки бункера встановлюється такою, щоб кількість вугілля, що надходить з бункера, становила  $q_6 = q_0 - q_2$ .

Регулювання швидкості руху стрічки бункер-конвеєра відбувається

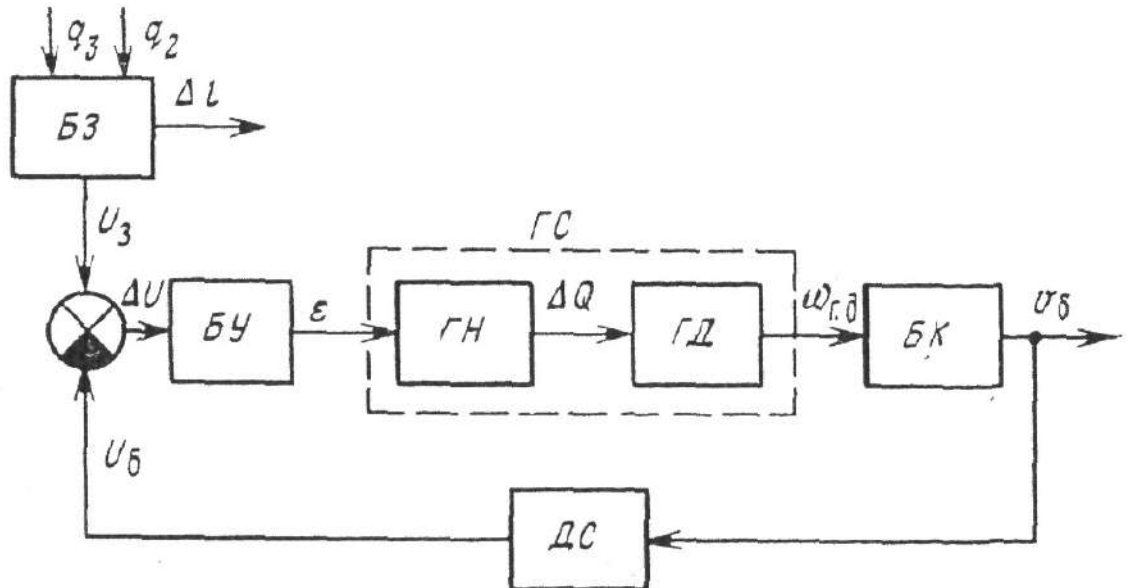


Рисунок 1.2 – Функціональна схема САР стрічкового конвеєра з використанням регульованої проміжної ємності

шляхом зміни кутової швидкості  $\omega_{м.д}$  приводного гідродвигуна ГД під впливом кількості робочої рідини  $\Delta Q$ , що надходить до нього від гідронасоса ГН. Продуктивність гідронасоса регулюється зміною його ексцентриситету  $\epsilon$  за сигналом з блоку керування БУ. Гідронасос і гідродвигун утворюють гідросистему ГС бункера. Сигнал завдання  $U_3$  формується в блоці завдання БЗ, що постійно порівнює значення  $q_2$  з  $q_3 = q_0$ , розраховує  $v_6$  і відповідно видає значення  $U_3$  для САР конвеєра-бункера, а також  $\Delta l$  для висунання заслонки завантажувального лотка.

#### *Регулювання швидкості тягового органу*

В даному випадку САР представляє собою систему стеження, в якій сигнал завдання знімається з датчика ваги (ДВ), встановленого на вибійному конвеєрі

або на конвеєрі-перевантажувачі.

На рис. 1.3 показана функціональна схема САР швидкості стрічкового конвеєра у функції питомого навантаження на стрічку. Об'єктом регулювання в САР є конвеєр, представлений двома ланками: приводом конвеєра ПК, вхід якого – частота обертання вала двигуна  $\omega_d$ , а вихід — швидкість стрічки на приводному барабані  $v_{\text{п}}$ , і тяговим органом ТО, вхід якого — швидкість  $v_{\text{п}}$ , а

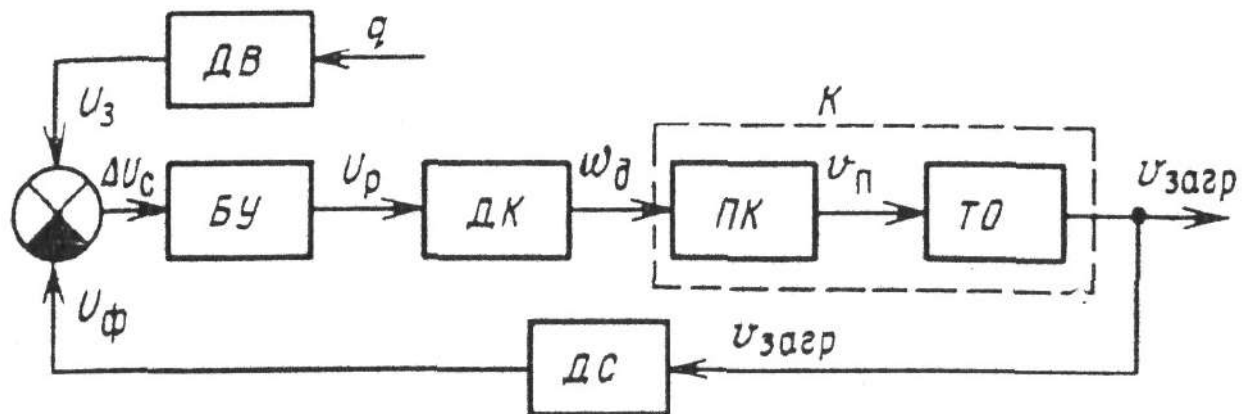


Рисунок 1.3 – Функціональна схема САР швидкості стрічкового конвеєра

вихід — швидкість стрічки в місці завантаження  $v_{\text{загр}}$ .

Вихідний параметр об'єкта - швидкість робочого органа в місці завантаження  $v_{\text{загр}}$  - вимірюється датчиком швидкості ДС і перетворюється в пропорційний електричний сигнал  $U_{\phi}$ . Цей сигнал порівнюється з напругою  $U_3$ , що надходить на блок порівняння від датчика ваги ДВ. Сигнал  $U_3$  є завданням для САР.

Сигнал неузгодженості  $\Delta U_c$  надходить на блок управління БУ, що видає сигнал регулювання  $U_p$  на двигун конвеєра ДК для зміни частоти обертання його вала  $\omega_d$ . Внаслідок цього змінюється швидкість  $v_{\text{п}}$  привода конвеєра ПК і, відповідно, швидкість руху стрічки  $v_{\text{загр}}$  конвеєра.

### 1.3 Засоби автоматизації конвеєрних ліній

### Система САУКЛ

Система автоматизованого керування розгалуженими конвеєрними лініями САУКЛ призначена для централізованого автоматизованого керування і контролю роботи розгалуженими і нерозгалуженими конвеєрними лініями, що складаються зі стрічкових конвеєрів, призначених для транспортування вантажу і перевезення людей, з числом конвеєрів до 60 і необмеженим числом маршрутів.

Система САУКЛ (рис.1.4) разом з пусковим електроустаткуванням і датчиками забезпечує виконання наступних функцій:

- централізоване автоматизоване керування розгалуженими і нерозгалуженими конвеєрними лініями, а також окремими конвеєрами,

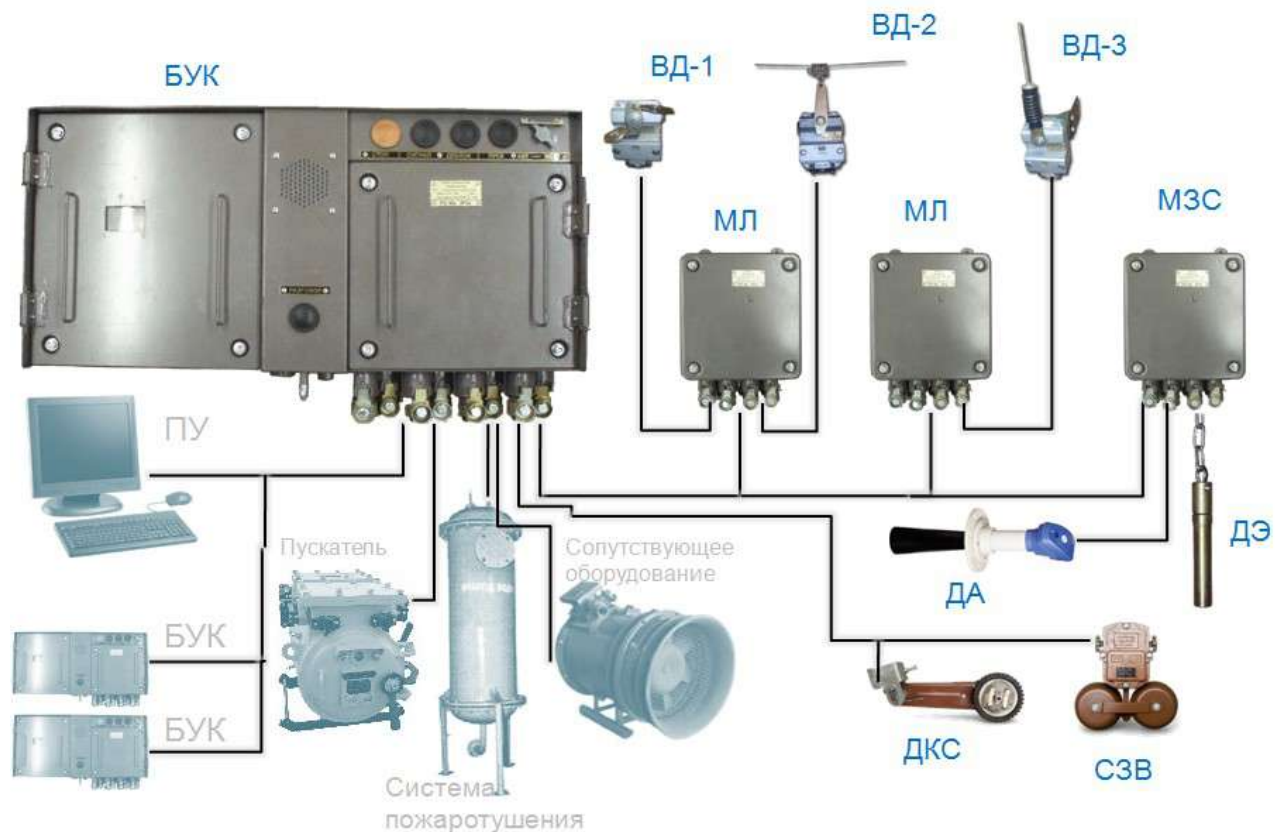


Рисунок 1.4 – Структурна схема системи автоматизованого керування конвеєрними лініями САУКЛ

що не входять до складу лінії, з центрального пульта керування;

- місцеве керування конвеєром з блоку керування;
- телекерування супутнім допоміжним устаткуванням (типу "шибер",

"перевантажувач", "живильник"), здійснюване з пульта керування.

- створення і редагування на пульті керування мнемосхеми конвеєрних ліній.
- автоматична реєстрація і збереження на пульті керування інформації про роботу конвеєрів.
- двосторонній симплексний телефонний зв'язок між диспетчером і пунктами установки блоків керування конвеєрами.
- керування конвеєром з багатодвигуневим приводом з керуванням гальмами всіх приводів.
- контроль процесу зниження швидкості при зупинці конвеєра і його захисне відключення.
- контроль і захист від несанкціонованого пуску конвеєра у випадку прямого впливу на магнітний пускач його двигуна.
- оперативну, аварійну та екстрену зупинку конвеєрної лінії, частини лінії, окремого конвеєра з автоматичним відключенням всіх конвеєрів, що подають вантаж на зупинений конвеєр.
- різні види блокування пуску і роботи конвеєра.
- різні види сигналізації й індикації.

### *Комплекс АУК-1м*

Для автоматизації керування розгалуженими і нерозгалуженими конвеєрними лініями з числом конвеєрів до десяти на шахті використовується апаратура автоматизації АУК.1М.

До складу апаратури АУК-1М входять наступні елементи (рис.1.5):

- пульт керування ПК,
- виносний прилад-показчик ВПП,
- блоки керування БК (за кількістю конвеєрів у лінії),
- блок кінцевого реле БКР,
- датчики швидкості ДШ,

- датчики контролю сходу стрічки типу КСЛ-2,
- кабель-тросові вимикачі типу КТВ-2,
- датчики заштибовки ДЗ,
- сирени типу ВСС-3М або гудки типу ГПРВ-2М.

Функціональні можливості апаратури АУК-1М:

- пуск з пульта керування або з виносного кнопкового посту, як усієї конвеєрної лінії, так і її частини;
- послідовний автоматичний пуск конвеєрів у порядку, зворотньому напрямку руху вантажопотоку, із необхідною витримкою часу між пусками окремих приводів;

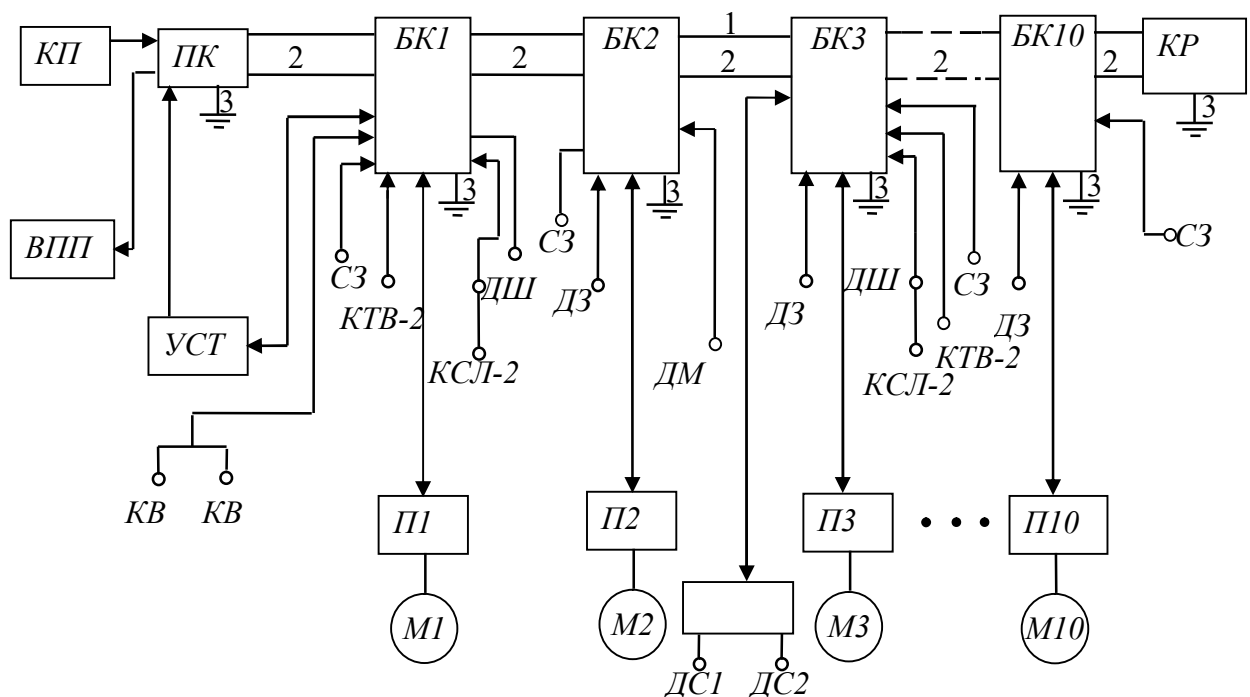


Рисунок 1.5– Структура апаратури АУК-1М

дозапуск із пульта керування або з виносного кнопкового посту, частини конвеєрної лінії без відключення працюючих конвеєрів і з подачею попереджувальної сигналізації;

- місцевий пуск будь-якого приводу конвеєра при оглядах, ремонтах і випробуваннях;
- контроль заданого максимального часу запуску кожного конвеєра;

- автоматичне відключення приводу конвеєра при аварійних режимах і відключення наступних конвеєрів, що подають вантаж на попередній конвеєр;
- можливість екстреного припинення запуску з будь-якої точки конвеєрної лінії;
- можливість роботи апаратури на розгалуженій конвеєрній лінії;
- можливість роботи конвеєрної лінії в режимі енергозберігаючої технології з застосуванням додаткових апаратів.

### *Апарат КСП*

Апарат контролю швидкості і пробуксовки КСП призначений для контролю швидкості і пробуксовки стрічки і захисту від перевантажень стрічкових конвеєрів з номінальними швидкостями руху стрічки в межах 1.4 – 5.0м/с.

Апарат призначений для роботи в шахтах, небезпечних за газом і пилом, в умовах помірного, холодного чи тропічного клімату (температура навколишнього повітря від –10 до +40 °С, відносна вологість до 100% при температурі 35°С).

Апарат використовується зі спеціальним пристосуванням контролю швидкості приводного барабана конвеєра з застосуванням датчика ДМ-2М (ДМ-3).

Апарат КСП забезпечує:

- видачу команди на керування механізмом натягу стрічки на початковій стадії прослизання, запобігаючи розвиток цього процесу;
- сигналізацію про порушення нормального режиму роботи конвеєра (початкової стадії розвитку прослизання і перевищенні номінальної швидкості стрічки);
- відключення приводу конвеєра при аварійних режимах роботи, викликаних появою прослизання стрічки, рівного 18% або -7% (знак мінус свідчить про те, що стрічка за швидкістю випереджає приводний

барабан, що характерно для бремсбергових конвеєрів), зниженням швидкості стрічки до  $0,75 V_n$ , привода до  $0,88 V_n$ , перевищенням стрічкою швидкості  $1,08 V_n$  і несправністю ланцюгів датчиків швидкості;

- видачу команди на накладення гальма при зниженні швидкості стрічки до  $0,2 - 0,5 \text{ м/с}$  і при перевищенні швидкості  $1,08 V_n$ ;
- видачу команди на включення наступного в лінії конвеєра при досягненні стрічкою в процесі розгону конвеєра швидкості  $0,94 V_n$ .

#### 1.4 Висновки

Аналізуючи наведені засоби і способи керування конвеєрними лініями можна зробити наступні висновки:

1. Існуючі комплексні системи автоматизації не здатні самостійно забезпечити контроль всіх необхідних технологічних параметрів функціонування конвеєрної лінії. Так, наприклад, відсутня інформація про погонне навантаження конвеєра. В той же час контроль вказаних параметрів створить умови для забезпечення рівномірного розподілу вантажу на стрічці, виключить можливість виникнення таких аварійних ситуацій як прослизання стрічки, загоряння стрічки, перевантаження приводного двигуна, чим в результаті дозволить суттєво підвищити надійність, безпеку і продуктивність конвеєрної лінії;

2. Локальні пристрої автоматизації дають можливість контролювати такі аварійні стани як прослизання, сходження стрічки; забезпечують аварійну зупинку в разі їхнього виникнення, але залишаються відкритими питання контролю температурного стану і електричних параметрів елементів привода конвеєра;

3. Стабілізація погонного навантаження стрічки конвеєра може бути забезпечена за рахунок регулювання швидкості руху тягового органу або використання проміжної накопичувальної ємності; використання останнього

способу (система “бункер-конвеєр”) має низку переваг, як то можливість забезпечення стабільного вихідного вантажопотоку магістрального конвеєра, що створює умови для стабільної роботи всіх наступних конвеєрів в транспортному ланцюгу; крім того відсутня необхідність в придбанні дорогого додаткового елетротехнічного обладнання в рудниковому вибухозахищеному виконанні (перетворювач частоти)

### 1.5 Мета та завдання роботи

Метою бакалаврської роботи є підвищення ефективності і надійності конвеєрної лінії за рахунок стабілізації навантаження електроприводів конвеєрів в лінії.

Задачі досліджень:

- критичний аналіз засобів забезпечення постійного навантаження привода в умовах змінного грузопотоку;
- обґрунтування раціонального способу стабілізації навантаження привода конвеєра;
- розробка відповідних технічних рішень, щодо реалізації обґрунтованого способу.

## 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ

### 2.1 Обґрунтування функціонування пристрою автоматичного керування конвеєрною лінією

Мета роботи полягає у підвищенні надійності і ефективності транспортної системи шахти, що складається з магістральної конвеєрної лінії і дільничних конвеєрів.

Підвищення надійності забезпечується за рахунок обмеження навантаження магістральної конвеєрної лінії на номінальному рівні або обмеження часу її роботи в разі відсутності надходження вантажу (продовження терміну служби стрічки і привода).

Підвищення ефективності забезпечується за рахунок:

а) стабілізації режиму роботи магістральної лінії поза залежністю від коливань дільничних вантажопотоків і стану окремих компонентів транспортної системи;

б) зупинки магістральної конвеєрної лінії у випадку неможливості її номінального завантаження.

Стабілізація режиму має на увазі забезпечення стабільності вантажопотоку на виході магістрального конвеєра (згладжування коливань вхідних вантажопотоків), можливість продовження роботи транспортної системи у випадках зупинки магістрального конвеєра або у випадку зупинки дільниць. Привод конвеєра при цьому функціонуватиме з найкращими показниками.

В якості основного засобу, що забезпечуватиме досягнення поставленої мети, пропонується використати накопичувальну ємність (бункер), що встановлюється між дільничним і магістральним конвеєрами.

Керування транспортною системою може здійснюватись, спираючись на наступні критерії:

- а) забезпечення стабільного вихідного вантажопотоку магістрального конвеєра;
- б) забезпечення стабільного (номінального) навантаження на привод магістрального конвеєра.

Варіант а) є більш бажаним, оскільки забезпечує стабільність показників роботи наступних конвеєрів у технологічному транспортному ланцюгу. Але в разі існування декількох пунктів навантаження на магістральний конвеєр не забезпечується стабільність сумарної маси вантажу на стрічці магістрального конвеєра (вага вантажу, що знаходиться на стрічці, залежить від того, з якого з бункерів відбувається надходження гірничої маси на магістральний конвеєр).

Варіант б) забезпечує стабілізацію навантаження магістрального конвеєра, але пов'язаний з наступними складнощами: по-перше, нестабільністю вихідного вантажопотоку магістрального конвеєра (в залежності від того, де здійснюється навантаження, і, які з бункерів працюють, а які - ні), по-друге, складністю забезпечення номінального навантаження з бункера, що знаходиться близько до кінця стрічки (для повного завантаження магістрального конвеєра при розміщенні вантажу на короткій кінцевій ділянці необхідно набагато збільшити інтенсивність надходження гірничої маси з відповідного бункера, а це може привести до пересипу гірничої маси), по-третє, нерівномірністю завантаження конвеєрів, що знаходяться за розглянутим магістральним конвеєром.

У випадку магістрального конвеєра з одним пунктом навантаження на початку обидва критерії керування дотримуються одночасно. В даній роботі розглянутий саме такий випадок.

## 2.2 Математичне моделювання конвеєрної транспортної системи

Для обрання стратегії керування транспортним комплексом і визначення її ефективності необхідно дослідити процеси в обраному об'єкті. В якості інструмента може бути використана математична модель транспортної системи.

Математична модель досліджуваної системи являє собою сукупність взаємозалежних моделей окремих її компонентів: магістрального конвеєра (МК), дільничного конвеєра (ДК), накопичувального бункера (НБ), а також керуючого пристрою (ПК). При цьому в процесі складання зазначених моделей були використані наступні обмеження і припущення:

1. Швидкість конвеєра задається пристроєм керування і може приймати одне з двох фіксованих значень: номінальне і нульове.

2. Стрічка конвеєра розглядається як ідеально жорсткий елемент. Швидкість руху стрічки, а відповідно, і вантажу, що знаходиться на ній, однакова по всій її довжині.

3. Передбачається, що бункер має форму прямокутного паралелепіпеда. Заповнення і спорожнення бункера відбуваються рівномірно по всій площі перетину.

4. Інтенсивність заповнення бункера визначається співвідношенням між вантажопотоком, що надходить у бункер, і вантажопотоком на виході бункера.

5. Вантажопотік на виході бункера залежить від ступеня відкриття шибера, що задається пристроєм керування і може приймати одне з двох дискретних значень: номінальне або нульове.

6. Модель дільничного конвеєра являє собою часову залежність вихідного вантажопотоку, що при сталості швидкості стрічки цілком відповідає вхідному вантажопотоку, відтермінованому на інтервал транспортної затримки.

7. Вхідний вантажопотік дільничного конвеєра визначається технологією роботи очисного комбайна і може бути виражений функціональною часовою залежністю, що містить випадкову складову, обумовлену стохастичним характером міцності вугільного масиву, що руйнується, і періодичну складову, обумовлену технологічними паузами в роботі комбайна.

#### *Модель магістрального конвеєра*

Інтенсивність вантажопотоку, що сходить зі стрічки конвеєра, при наявності одного пункту навантаження з НБ:

$$Q_{MK}(t) = \frac{v(t)}{v(t-T)} \cdot Q_{\delta}[t-T]. \quad (2.1)$$

Сумарна маса вантажу на стрічці:

$$\frac{dm_{MK}}{dt} = \sum_i Q_{\delta i}(t) - Q_{MK}(t) = \sum_i \left( Q_{\delta i}(t) - \frac{v(t)}{v(t-T_i)} \cdot Q_{\delta i}(t-T_i) \right) \quad (2.2)$$

Швидкість конвеєра може приймати одне з двох значень: 0,  $v$ . Фактором, що визначає величину швидкості конвеєра, є команда керуючого пристрою ( $y_{MK}$ ).

$$v(t) = y_{MK} \cdot v_{MK}. \quad (2.3)$$

З огляду на те, що швидкість конвеєра при навантаженні на стрічку і при розвантаженні, дорівнює  $v_{MK}$ , рівняння маси вантажу може бути спрощене в такий спосіб:

$$\frac{dm_{MK}}{dt} = \sum_i (Q_{\delta i}(t) - Q_{\delta i}(t-T_i)) \quad (2.4)$$

Транспортна затримка  $T$  в розглянутому випадку є величиною змінною, залежною від швидкості  $v(t)$ . Знання даної величини необхідне для визначення вихідного вантажопотоку конвеєра  $Q_{MK}$ . Методика визначення даної величини полягає в чисельному інтегруванні і контролі шляху, який проходить вантаж, що транспортується.

Таким чином, стан МК характеризується швидкістю  $v$ , вихідним вантажопотоком  $Q_{MK}$  (залежить від швидкості МК, вихідного вантажопотоку НБ), сумарною вагою переміщуваного вантажу  $m_{MK}$ .

Зазначені характеристики визначаються сигналом ПК ( $y_{MK}$ ), вхідним вантажопотоком, що надходить з боку бункера ( $Q_{\delta 1}$ ).

*Модель накопичувального бункера*

Модель накопичувального бункера являє собою співвідношення, що

пов'язує рівень гірничої маси  $H_6$  з інтенсивністю вантажопотоку, що надходить,  $Q_{\text{дк}}$  і інтенсивністю подачі корисної копалини з бункера на магістральний конвеєр  $Q_6$ .

Рівень вантажу в НБ визначається вхідним і вихідним вантажопотоками:

$$\frac{dH_6}{dt} = \frac{1}{\gamma \cdot S_6} \cdot (Q_{\text{дк}}(t) - Q_6(t)). \quad (2.5)$$

де  $\gamma$  – насипна щільність гірничої маси в бункері;

$S_6$  – площа поперечного переріза бункера.

Інтенсивність подачі матеріалу з НБ  $Q_6(t)$  залежить від наявності матеріалу в ньому і величини керуючого сигналу:

$$Q_6(t) = Q_{6\text{max}} \cdot y_6 \quad (2.6)$$

#### *Модель керуючого пристрою*

Керуючий пристрій визначає алгоритм роботи конвеєрної лінії, а, отже, і її основні показники. ПК повинен формувати наступні сигнали:

- сигнал керування конвеєром ( $y_{\text{МК}}$ , може приймати одне з двох дискретних значень: 0 - 1) – залежить від поточного рівня гірничої маси в бункерах і працездатності конвеєра;

- сигнал керування бункером ( $y_{6i}$ , може приймати дискретне значення в діапазоні від 0 до 1) – залежить від рівня гірничої маси у бункері.

Комплексний критерій, на якому базується алгоритм керування, передбачає:

- а) фіксовану інтенсивність вантажопотоку на виході МК за рахунок дозованої подачі гірничої маси з накопичувальних бункерів;

- б) виключення інтервалів роботи магістрального конвеєра і всіх наступних конвеєрів транспортного ланцюжка вхолосту за відсутності надходження гірничої маси з бункеру.

Реалізація запропонованого критерію забезпечується наступним чином:

1. Переведення бункера в режим накопичення гірничої маси у випадку його спорожнення.
2. У випадку переведення бункера в режим накопичення гірничої маси магістральний конвеєр зупиняється.
3. Поновлення подачі гірничої маси з бункера і, відповідно, запуск магістрального конвеєра здійснюється при досягненні рівня включення (що дорівнює, наприклад, половині від максимального рівня бункера).
4. У випадку аварійної зупинки магістрального конвеєра бункер переводиться в режим накопичення гірничої маси.

Математично зазначений алгоритм керування транспортним комплексом може бути представлений наступною системою логічних співвідношень, що є основою моделі керуючого пристрою:

$$y_{\text{мк}} = y_6 = \begin{cases} 1, & \text{if } (\text{cond1} \vee \text{cond2}) = 1 \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (2.7)$$

де  $\text{cond1} \leftarrow (H_6^{\min} \leq H_6 < H_6^{\text{on}}) \wedge (s_6 = 1) \wedge (e = 0)$ ,

$\text{cond2} \leftarrow (H_6 > H_6^{\text{on}}) \wedge (e = 0)$  - комплексні умови достатності рівня гірничої маси в НБ для поновлення (продовження) подачі на конвеєр, а також умова працездатності (відсутності аварійних ситуацій) магістрального конвеєра;

$s_6$  – стан НБ (1 – режим подачі на конвеєр, 0 – режим накопичення);

$H_6^{\min}$  - мінімальний рівень гірничої маси в НБ;

$H_6^{\text{on}}$  - рівень, при якому НБ, переводиться з режиму накопичення в режим подачі на конвеєр;

Для реалізації запропонованого алгоритму керування необхідно контролювати наступні сигнали і стани елементів конвеєрної лінії:

- працездатність магістрального конвеєра (аварійні ситуації);
- поточний рівень гірничої маси в накопичувальному бункері;

Структурна схема, що відбиває логічні зв'язки математичної моделі

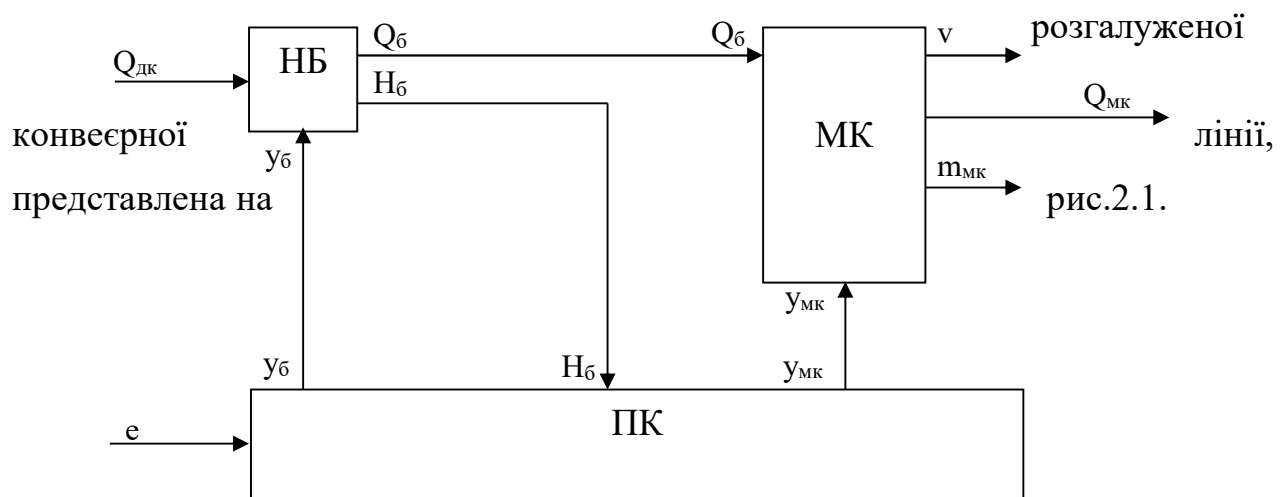


Рисунок 2.1 – Структурна схема моделі транспортної системи

Результати моделювання процесів в транспортній системі наведені на рис.2.2. Аналіз отриманих результатів підтверджує ефективність обраної стратегії керування транспортною системою. Зокрема, забезпечується виконання комплексного критерію, що був сформульований раніше: стабільний вантажопотік на виході з бункера, а отже, і конвеєра, а також усунення інтервалів роботи системи без навантаження або з неповним навантаженням.

Для реалізації обраної стратегії керування розглянутою транспортною системою пропонується реалізувати комплекс наступних заходів (рис.2.3):

1) Застосувати бункер (НБ) з можливістю регульованої видачі гірничої маси за рахунок керування вихідним шибером (Ш). Керування шибером здійснюватиметься за рахунок включення-відключення реверсивного електромагнітного пускача (ПВІ-Р), що надаватиме напругу живлення на двигун шибера (ШД). При цьому стан шибера контролюється двома кінцевими вимикачами KB1 і KB2.

2) Керування магістральним конвеєром здійснюватиметься за рахунок включення-відключення відповідного електромагнітного пускача (ПВІ), що надаватиме напругу живлення на двигун конвеєра (КД).

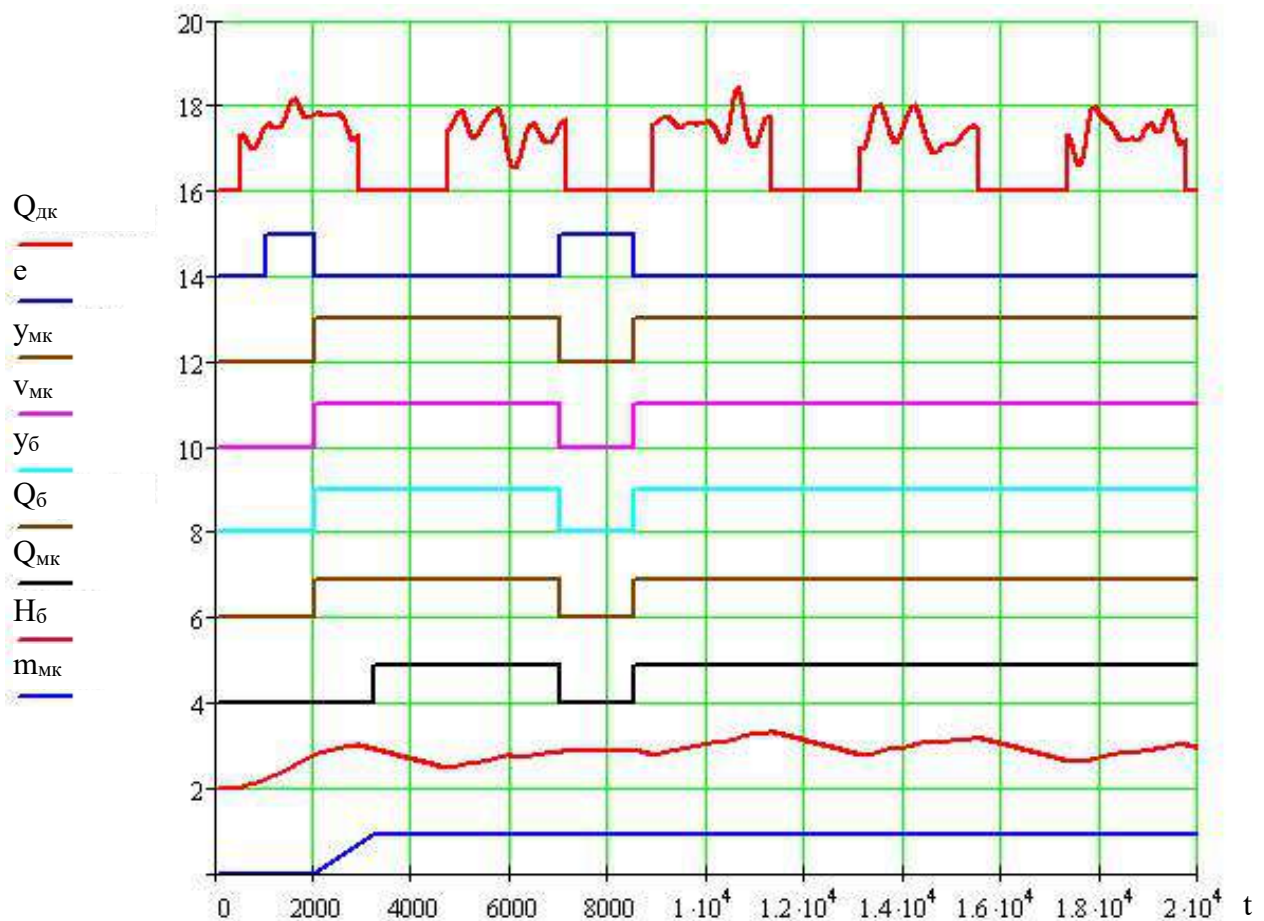


Рисунок 2.2 - Результати моделювання процесів в транспортній системі ( $Q_{ДК}$ ,  $Q_{б}$ ,  $Q_{МК}$  – продуктивності на виході дільничного конвеєра, накопичувального бункера та магістрального конвеєра,  $y_{МК}$ ,  $y_{б}$  – сигнали керування магістральним конвеєром і накопичувальним бункером,  $e$  – сигнал аварійного стану магістрального конвеєра,  $v_{МК}$  – швидкість руху стрічки магістрального конвеєра,  $H_{б}$  – рівень гірничої маси в бункері,  $m_{МК}$  – сумарна маса вантажу на стрічці конвеєра)

3) Контроль працездатності магістрального конвеєра пропонується здійснювати за рахунок вимірювання швидкості стрічки (датчик ДШС) і швидкості приводного барабану (датчик ДШБ).

4) Контроль рівня гірничої маси в бункері здійснюватиметься за рахунок двох дискретних датчиків, один з яких (ДРН) контролює нижній рівень, а другий (ДРП) – проміжний рівень, при досягненні якого дозволяється розпочинати навантаження гірничої маси на стрічку магістрального конвеєра.

5) Збір інформації від вказаних датчиків і створення сигналів керування

виконавчими елементами здійснюватиметься блоком стабілізації режиму роботи магістрального конвеєра.

Структурна схема запропонованої системи автоматизації магістральної конвеєрної лінії наведена на рис. 2.3.

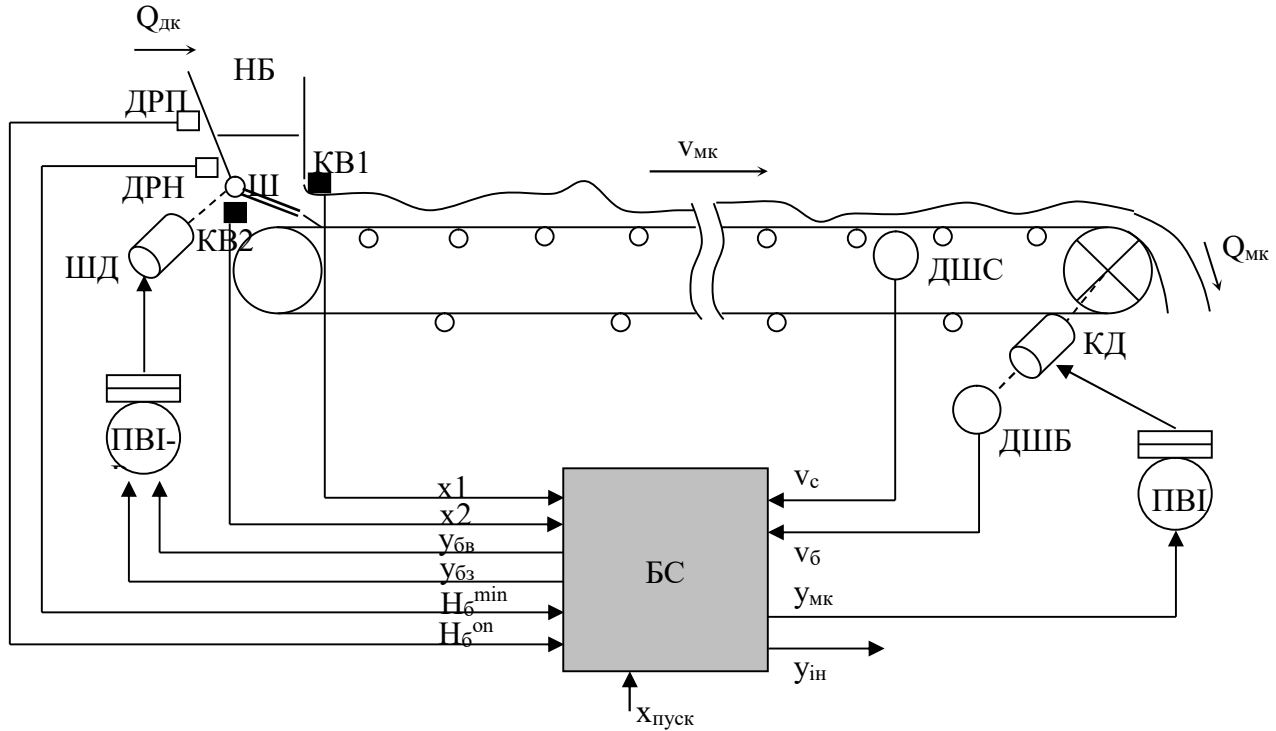


Рисунок 2.3 - Структурна схема пристрою автоматичної стабілізації режимів роботи стрічкового конвеєра

### 2.3 Розробка алгоритму пристрою керування

Пристрій стабілізації, структурна схема якого наведена на рис. 2.3, функціонує, використовуючи сигнали керування і сигнали зворотнього зв'язку. Керування здійснюється за рахунок подачі пускового сигналу ( $x_{\text{пуск}}$ ). Зворотній зв'язок здійснюється за сигналами, що відповідають стану шибера бункера ( $x_1$ ,  $x_2$ ), швидкості руху стрічки і барабану конвеєра ( $v_c$ ,  $v_б$ ), рівня гірничої маси в бункері ( $H_б^{\min}$ ,  $H_б^{\text{on}}$ ). Вихідними сигналами є сигнал керування приводом конвеєра ( $y_{\text{мк}}$ ), сигнали керування приводом шибера ( $y_{\text{бв}}$ ,  $y_{\text{бз}}$ ). Характеристика зовнішніх сигналів пристрою стабілізації навантаження наведена в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика зовнішніх сигналів пристрою стабілізації

| №  | Найменування сигналу                       | Умовн. познач.    | Тип сигналу | Напрям. | Діап. варіюв. |
|----|--------------------------------------------|-------------------|-------------|---------|---------------|
| 1  | Сигнал “пуск-стоп”                         | $X_{\text{пуск}}$ | дискретн.   | вхід.   | 0...10 VDC    |
| 2  | Стан кінц. вимикача KB1                    | x1                | дискретн.   | вхід.   | 0...10 VDC    |
| 3  | Стан кінц. вимикача KB2                    | x2                | дискретн.   | вхід.   | 0...10 VDC    |
| 4  | Швидкість руху барабану                    | $v_b$             | аналогов.   | вхід.   | 0...10 VAC    |
| 5  | Швидкість руху стрічки                     | $v_c$             | аналогов.   | вхід.   | 0...10 VAC    |
| 6  | Мінімальний рівень гірничої маси в бункері | $H_b^{\min}$      | дискретн.   | вхід.   | 0...10 VDC    |
| 7  | Проміжний рівень гірничої маси в бункері   | $H_b^{\text{оп}}$ | дискретн.   | вхід.   | 0...10 VDC    |
| 8  | Керування приводом конвеєра                | $U_{\text{мк}}$   | дискретн.   | вихід.  | 0...10 VDC    |
| 9  | Керування приводом шиберу (відкриття)      | $U_{\text{бв}}$   | дискретн.   | вихід.  | 0...10 VDC    |
| 10 | Керування приводом шиберу (закриття)       | $U_{\text{бз}}$   | дискретн.   | вихід.  | 0...10 VDC    |
| 11 | Інформ. сигнал                             | $U_{\text{інф}}$  | дискретн.   | вихід.  | -7...+12VDC   |

Алгоритм функціонування пристрою стабілізації навантаження електропривода стрічкового конвеєра наведений на рис. 2.4. В його основу покладена раніше створена модель керуючого пристрою (2.7).

Робота пристрою розпочинається після отримання пускового сигналу.

На основі фактичних значень швидкості стрічки і барабану  $v_c$ ,  $v_b$  визначається працездатність конвеєра. В разі відсутності значного відхилення між результатами вимірювання швидкостей стрічки і барабану конвеєр вважається працездатним. В протилежному випадку констатується аварія, і пристрій переходить до виконання послідовності команд, пов'язаних із зупинкою транспортної системи.

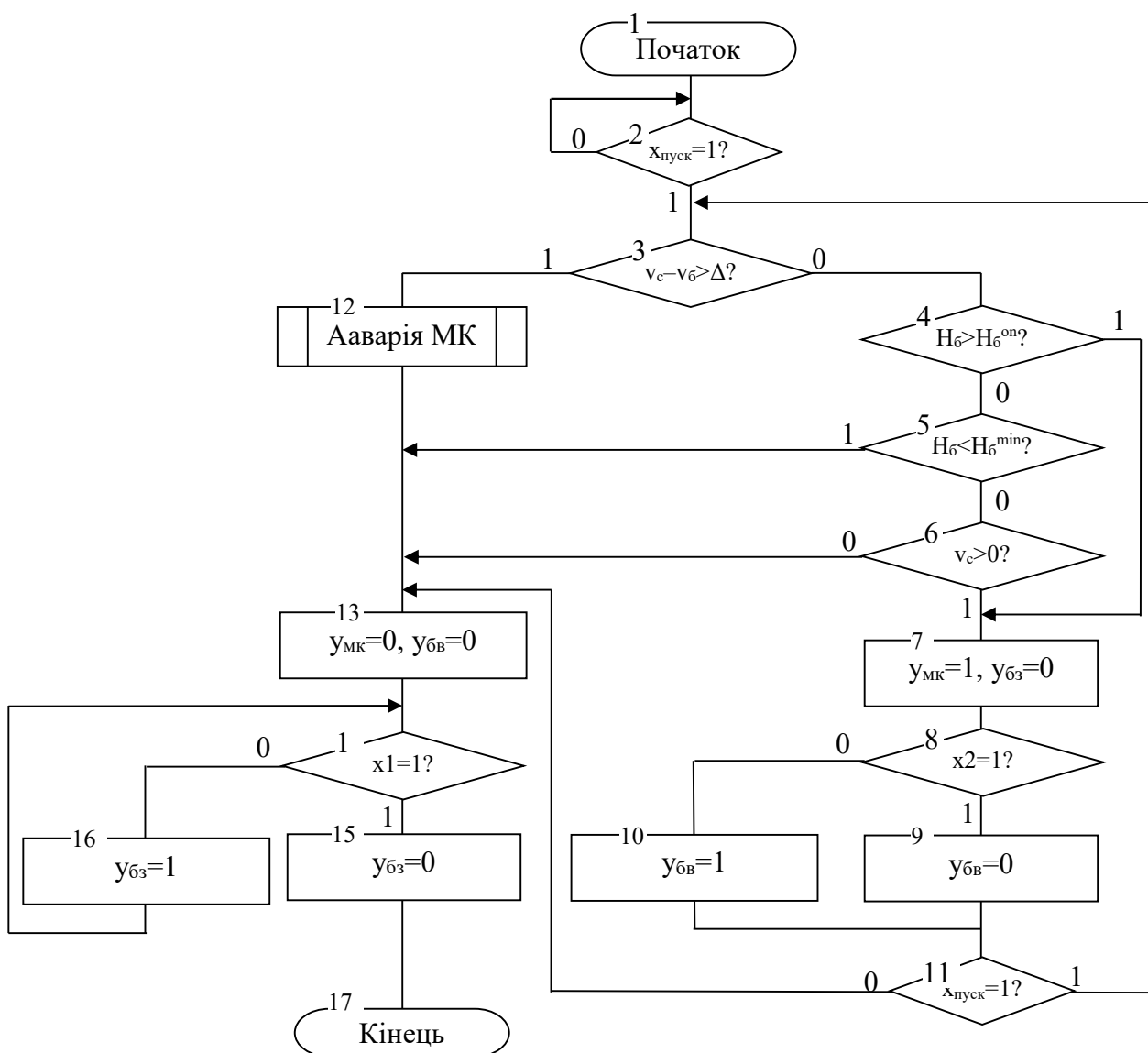


Рисунок 2.4 - Алгоритм функціонування пристрою автоматичної стабілізації навантаження

В разі працездатності транспортної системи пристрій стабілізації здійснює контроль рівня заповнення бункера. Перехід бункера в режим завантаження гірничої маси на конвеєр, і, відповідно пуск привода конвеєра здійснюється, якщо рівень гірничої маси перевищує  $H_б^{on}$ . Зупинка конвеєра і закриття шиберу бункера відбувається в разі зменшення рівня гірничої маси в бункері до рівня  $H_б^{min}$ . Привод шиберу бункера залишається у ввімкнутому стані до спрацювання кінцевого вимикача KB1 (закриття) або KB2 (відкриття)

(сигнали  $x_1$  та  $x_2$ ).

Робота системи автоматичної стабілізації навантаження закінчується в разі аварії або надходження сигналу “Стоп” від системи керування вищого рівня. У випадку відсутності сигналу зупинки продовжується виконання процедур, що входять до основної ланки алгоритму.

Таким чином, розглянутий алгоритм роботи пристрою в сукупності з апаратною частиною забезпечуватиме досягнення мети, що була сформульована раніше. Подальші дії пов'язані з розробкою схемотехнічних рішень системи управління пристроєм автоматичної стабілізації навантаження, яка б дозволила реалізувати всі особливості представленого алгоритма.

## 2.4 Висновки

1. Обґрунтовано функціонування пристрою автоматичного керування конвеєрною лінією та розроблена його структурна схема.

2. Розроблено математичну модель стрічкового конвеєра з накопичувальним бункером для завантаження стрічки. Моделювання показало стабільний вантажопотік на виході з бункера, а отже, і конвеєра, а також усунення інтервалів роботи системи без навантаження або з неповним навантаженням.

3. Розроблено алгоритм функціонування пристрою автоматичної стабілізації навантаження.

### 3 РОЗРОБКА БЛОКУ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ

#### 3.1 Розробка структурної схеми блоку стабілізації

На підставі вищевикладених положень розробляється структурна схема блоку стабілізації режимів роботи магістральної конвеєрної лінії. Пропонована структура блоку БС подана на рис. 3.1.

Блок стабілізації БС здійснює формування дискретних сигналів керування електроприводами шибера бункера-накопичувача  $y_{бв}$ ,  $y_{бз}$  (відкрити-закрити) і магістрального конвеєра  $y_{мк}$ . Вказані сигнали визначаються обґрунтованим в п.2.4 алгоритмом функціонування транспортної системи.

Основою блоку є програмований контролер К, який виконує всі функції з обробки вхідної інформації та формування сигналів керування з необхідними параметрами на відповідних виходах блоку.

Вихідними даними для роботи контролера є дискретні та аналогові сигнали, що надходять від органів керування (дискретний сигнал  $x_{пуск}$ ), датчиків рівня (дискретні сигнали  $H_6^{min}$ ,  $H_6^{on}$ ), швидкості стрічки і барабану (аналогові сигнали  $v_c$ ,  $v_6$ ) і кінцевих вимикачів (дискретні сигнали  $x_1$ ,  $x_2$ ). Аналогові сигнали вимагають застосування аналогово-цифрового перетворювача АЦП. Мультиплексор М забезпечує підключення двох аналогових входів до одного каналу АЦП. З метою нормування вказаних сигналів за рівнем напруги в схемі передбачені пристрої узгодження аналогового сигналу ПУ1 – ПУ2 з фільтрами низьких частот ФНЧ.

Узгодження дискретних вхідних сигналів і усунення електричного зв'язку з зовнішніми ланцюгами забезпечується пристроями гальванічного розв'язання ПГР1 – ПГР5.

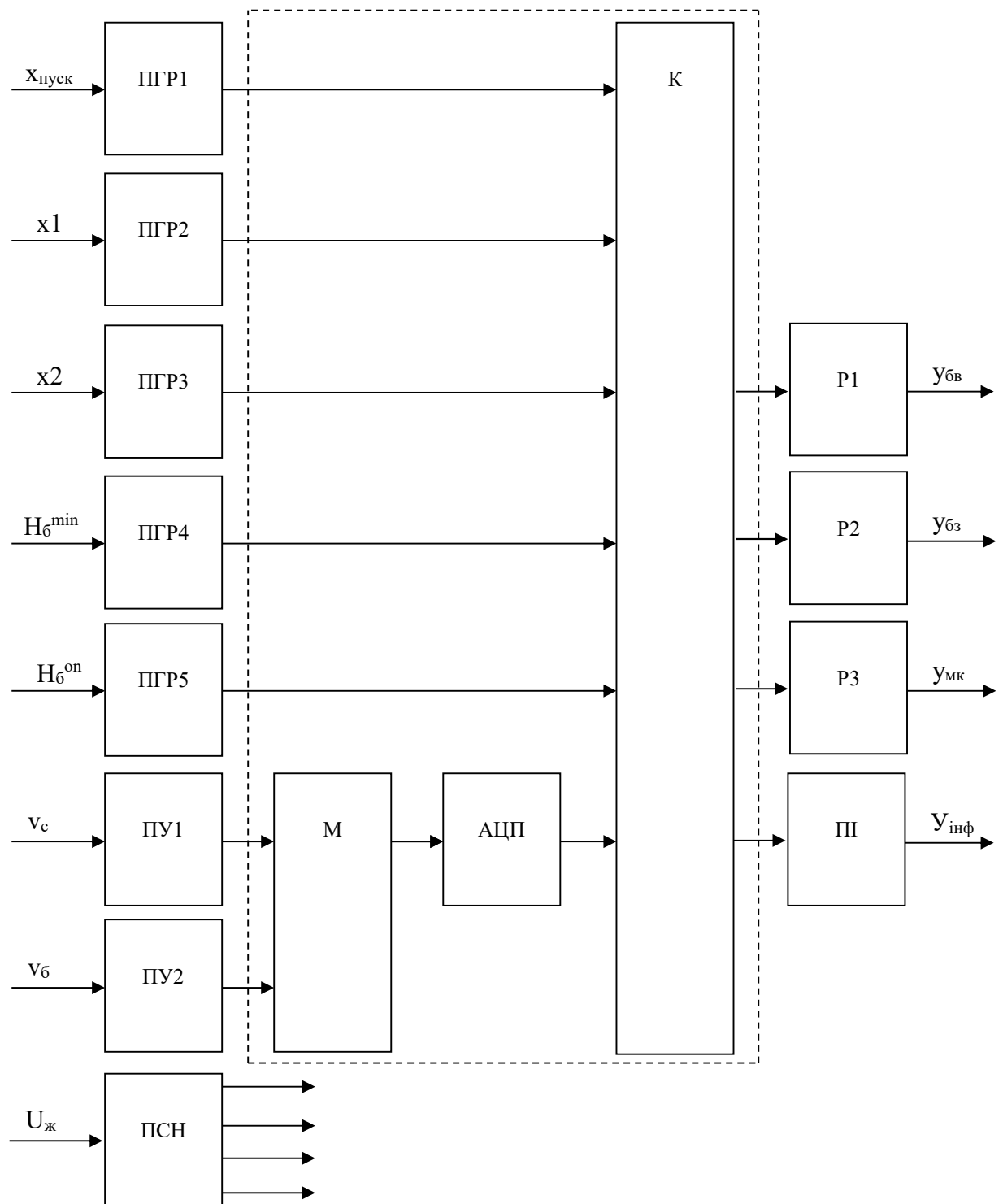


Рисунок 3.1 – Структурна схема блоку стабілізації

Підсилення вихідних дискретних сигналів керування шиббером ( $y_{0в}$ ,  $y_{0з}$ ) і конвеєром ( $y_{мк}$ ) здійснюється за допомогою релейних блоків P1 – P3.

Для забезпечення можливості обміну даними між пристроєм стабілізації і системою диспетчерського контролю і керування застосовується інтерфейс RS-485. Для його реалізації в блоці БС передбачений перетворювач інтерфейсу ПІ на основі мікросхеми ST485.

Живлення схеми блоку стабілізації відбувається від пристрою стабілізації напруги ПСН.

### 3.2 Розробка принципової схеми блоку

Відповідно до розробленої структурної схеми (рис.3.1) проектується принципова електрична схема блоку управління.

#### *Вибір мікроконтролера*

Головним елементом, що дозволяє реалізувати алгоритм роботи блоку, є однокристальний мікроконтролер МК. В розроблюваній схемі застосовано мікроконтролер Atmega8 фірми Atmel – економічний 8-бітовий мікроконтролер, побудований з використанням розширеної RISC архітектури AVR.

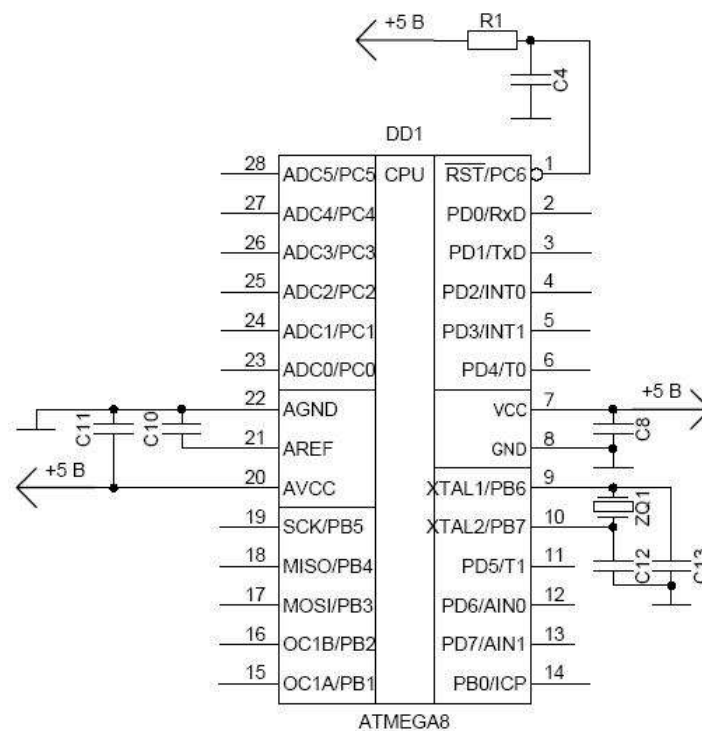


Рисунок 3.2 - Схема підключення мікроконтролера Atmega8

Схема підключення мікроконтролера зображена на рис.3.2.

#### *Розрахунок схеми пристрою гальванічного розв'язання*

Принципова схема пристрою гальванічного розв'язання представлена на рис. 3.3. Наведена схема здійснює обмеження вхідного дискретного сигналу за амплітудою, а також гальванічне розділення зовнішніх та внутрішніх ланцюгів. Подальший розрахунок здійснений відповідно до цієї схеми.

Сигнал надходить у вигляді прямокутних імпульсів амплітудою  $U_{\text{вх}}=10\text{В}$ .

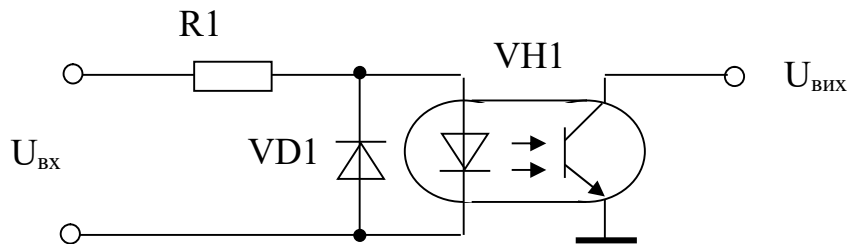


Рисунок 3.3 - Принципова схема пристрою гальванічного розв'язання

Для потенційної розв'язки обрана діодно-транзисторна оптопара типу PC817.

Вхідна напруга і струм для даного оптрона:  $U_{\text{ак}}=1.8\text{В}$ ,  $I_{\text{а}}=10\text{мА}$ .

Опір обмежувачого резистора R1:

$$R1 = \frac{U_{\text{вх}} - U_{\text{ак}}}{I_{\text{а}}} = \frac{10 - 1.8}{10 \cdot 10^{-3}} = 820 \text{ Ом}.$$

За шкалою номінальних опорів резисторів:  $R1=820\text{Ом}$ .

Потужність, що розсіюється на резисторі R1:

$$P_{R1} = I_{\text{вх}}^2 \cdot R1 = 0.01^2 \cdot 820 = 0.082 \text{ Вт}.$$

Приймається резистор R1 типу МЛТ-0.125 -  $820 \pm 5\%$ .

Діод VD1 – захисний – виконує функції обмеження негативної напруги в разі її появи в ланцюгу блокування. Основні вимоги: робочий струм, не менший за струм світлодіода оптопари (10мА), яку він захищає; швидкодія. Даним вимогам відповідає діод КД522Б (швидкодія - 100нс).

#### *Розрахунок перетворювача інтерфейсу*

Основою схеми перетворювача інтерфейсу, який формує на виході

інформаційний сигнал стандарту RS-485, є спеціалізована мікросхема ST485 виробництва фірми STMicroelectronics.

Схема підключення (рис.3.6) виконана згідно з рекомендаціями фірми-виробника і містить в собі крім основної мікросхеми захисні діоди VD5, VD6, VD9, VD10 типу КД522Б, що призначені для обмеження перенапруг в лінії дистанційного зв'язку, резистори захисного зміщення R2, R9 опором 1кОм для фіксації певного рівня напруги на виході лінії зв'язку, а також резистор

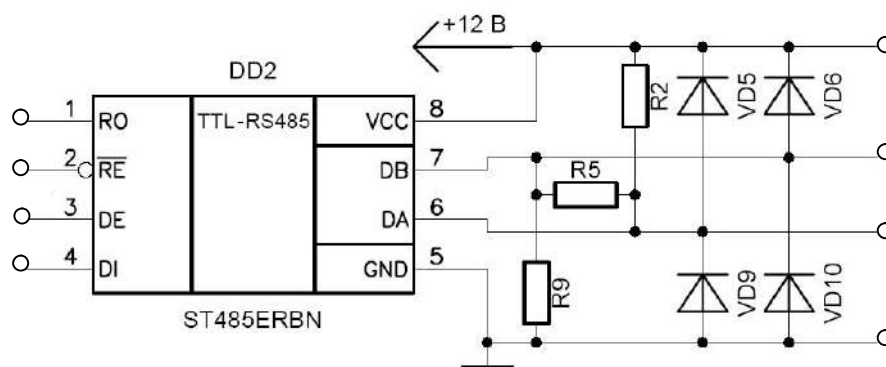


Рисунок 3.6 - Принципова схема перетворювача інтерфейсу RS-485

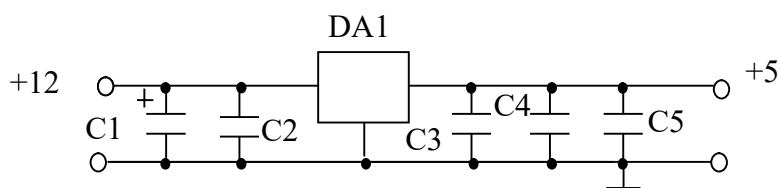


Рисунок 3.5 – Принципова схема стабілізатора.

узгодження з опором лінії R5 опором 120Ом.

Виходом перетворювача є дві лінії DA і DB, різниця потенціалів між которыми, власне, і є необхідним інформаційним сигналом.

#### *Вибір стабілізатора напруги*

Стабілізатор напруги (рис.3.5) для живлення схеми блоку БС виконаний на основі інтегральних мікросхем. У якості DA1 прийнято мікросхему L7805. Конденсатор C1 типу К50-6 ємністю 1000мкФ, а конденсатори C2-C4 типу К73-11 ємністю 0.1 мкФ.

### Розрахунок схеми релейного блоку

Релейний блок призначений для управління комутаційним пристроєм, що здійснює керування відповідним приводом. Він представляє собою транзисторний ключ (рис.3.7), що керує електроmechanічним реле типу JRC-23 з наступними параметрами:

$$U_{обм..ном}=12В, R_{обм..}=960Ом, I_{обм..ном}=12.5мА, U_{обм..вкл}=9.6В$$

Для керування обраним реле приймається транзистор типу КТ3102Б.

Опір резистора R1 визначається на основі вхідної напруги ( $U_{вх}=5В$ ), напруги на базі транзистора  $U_B$  (приймається рівною  $U_{БЕнас}$ ) і вхідного струму

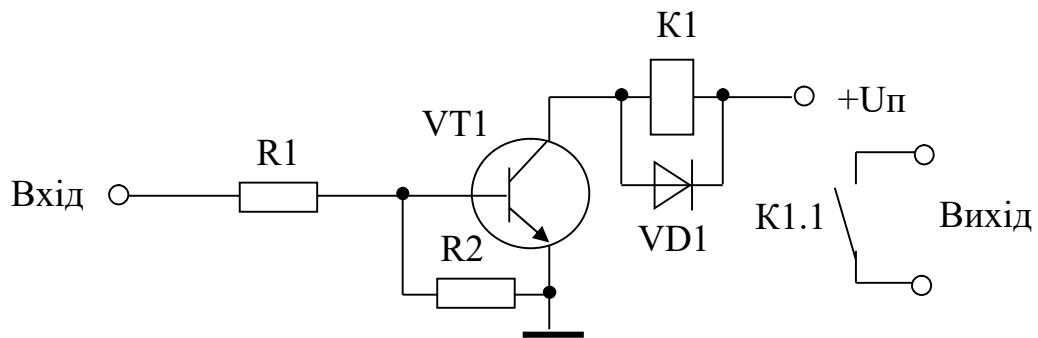


Рисунок 3.7 - Принципова схема релейного блоку

$I_{вх}$  (приймається на рівні 1мА):

$$R1 = \frac{U_{вх} - U_{б}}{I_{вх}} = \frac{5 - 0.6}{1 \cdot 10^{-3}} = 4.4кОм$$

За шкалою номінальних опорів резисторів приймається:  $R1=4.7кОм$ .

Розсіювана потужність резистора R1 становить:

$$P_{R1} = I_{вх}^2 \cdot R1 = 0.001^2 \cdot 4700 = 0.005Вт$$

Резистор R1 приймається типу МЛТ-0.125 – 4.7к  $\pm$  5%.

Фактичне значення вхідного струму дорівнює:

$$I_{\text{BX}} = \frac{U_{\text{BX}} - U_{\text{б}}}{R1} = \frac{5 - 0.6}{4.7} = 0.94\text{мА}$$

Фактичне значення струму бази транзистора VT1 визначається на основі співвідношення, що відповідає лінійному, ненасиченому режиму роботи транзистора:

$$I_{\text{б}} = \frac{I_{\text{к}}}{h_{21\text{E}}} = \frac{12.5}{100} = 0.13\text{мА}$$

Струм резистора R2 визначається на основі вхідного струму і фактичного струму бази транзистора:

$$I_{\text{R2}} = I_{\text{BX}} - I_{\text{б}} = 0.94 - 0.13 = 0.81\text{мА}$$

Опір резистора R2 визначається на основі струму через нього і напруги на базі транзистора  $U_{\text{б}}$ :

$$R2 = \frac{U_{\text{б}}}{I_{\text{R2}}} = \frac{0.6}{0.81 \cdot 10^{-3}} = 740\text{Ом}$$

За шкалою номінальних опорів резисторів приймається:  $R2=750\text{Ом}$ .

Розсіювана потужність резистора R2 становить:

$$P_{\text{R2}} = I_{\text{R2}}^2 \cdot R2 = 0.00081^2 \cdot 750 = 0.0005\text{Вт}$$

Резистор R1 приймається типу МЛТ-0.125 –  $750 \pm 5\%$ .

Повна принципова електрична схема блоку стабілізації наведена в додатку.

### 3.3 Висновки

1. Розроблено структурну схему блоку стабілізації навантаження стрічкового конвеєра.

2. Розроблено та розраховано складові частини та повна принципова електрична схема блоку стабілізації навантаження стрічкового конвеєра.

3. Економічна ефективність від впровадження розробленого блоку стабілізації навантаження стрічкового конвеєра ґрунтується на наступних джерелах:

- 1) збільшення продуктивності конвеєра у зв'язку зі зменшенням простоїв;
- 2) зниження витрат на технічне і ремонтне обслуговування і запасні матеріали у зв'язку з підвищенням надійності електропривода стрічкового конвеєра.

## СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Огляд факторів небезпеки, існуючих в конвеєрних виробітках

Умови роботи в конвеєрних виробках шахти характеризуються наявністю наступних факторів, які несуть в собі потенційну небезпеку для працівників:

- наявність вибухонебезпечного вугільного пилу;
- наявність займистих речовин, які можуть стати причиною виникнення пожежі, зокрема, в результаті тертя конвеєрної стрічки при її прослизанні внаслідок підвищеного навантаження або недостатнього натягу;
- наявність високої напруги (660В);
- обмеженість робочого простору;
- обмеженість освітлення робочого простору;
- наявність рухомих частин обладнання, які становлять потенційну небезпеку для обслуговуючого персоналу.

### 4.2 Протипожежний захист у конвеєрних виробітках

Кількість і види технічних засобів протипожежного захисту, використовувані вогнегасні засоби, джерела і засоби подавання води для пожежогасіння, запас спеціальних вогнегасильних речовин (порошкових, пінних та ін.) визначаються «Інструкцією з протипожежного захисту вугільних шахт» (далі - ДНАОП 1.1.30-5.34-96), затвердженою наказом Держнаглядохоронпраці від 18.01.96 №7, ДНАОП 11.1.30-5.18-96, КД 12.01.401-96.

У конвеєрному штреку використовуються технологічні процеси і устаткування, які забезпечують пожежну безпеку, зокрема:

- автоматична установки для гасіння пожеж на приводах стрічкових

конвеєрів УАК-2м;

- автоматична установки для створення водяних завіс УВЗ-3;
- датчики тиску води в пожежному трубопроводі;
- встановлення сланцевих заслонів і т. ін.

Забороняється у підземних виробках застосовувати та зберігати легкозаймисті матеріали. Мастильні й обтиральні матеріали зберігаються в закритих ємкостях, у кількостях, що не перевищують добову потребу. Запаси мастил і мастильних матеріалів понад добову потребу зберігаються в герметично закритих посудинах у спеціальних камерах (приміщеннях), що закріпленні негорючими матеріалами і мають металеві пожежні двері.

У разі виникнення аварійних витікань горючих рідин або їх проливань вживаються заходи щодо прибирання і надання місцю проливання пожежобезпечного стану. Використані мастильні та обтиральні матеріали щодоби видаються на поверхню.

Конвеєрні стрічки виготовляються з негорючих, важкогорючих та важкозаймистих матеріалів, що не поширюють полум'я на поверхні.

Ступінь займистості та вміст шкідливих речовин, що виділяються під час горіння, відповідають вимогам ДСТУ 12.11.402-97.

Величина поверхневого електричного опору матеріалів конвеєрних стрічок не перевищує  $3 \cdot 10^8$  Ом.

Забороняється застосовувати деревину та інші горючі матеріали для футеровки барабанів та роликів конвеєрів, закріплення провідних та натяжних станцій стрічкових конвеєрів, улаштування пристосувань, що запобігають сходу стрічки в бік, підкладок під конвеєрні стрічки, перехідних місточків через конвеєри.

Дозволяється застосування деревинних матеріалів, просочених вогнезахисною сумішшю, для виготовлення встановувальних брусів і підкладок під стрічкові конвеєри, для упорядкування майданчиків у місцях посадки та сходження людей з конвеєрів і тимчасових настилів під обладнання.

При експлуатації стрічкових конвеєрів не дозволяється:

- робота конвеєра під час зменшення тиску води нижче за нормативну в пожежному трубопроводі, прокладеному в конвеєрному штреку;
- робота конвеєра за відсутності чи несправності засобів протипожежного захисту;
- робота конвеєра в разі несправного захисту від пробуксовування, заштибування, сходу стрічки в бік і зменшення швидкості;
- одночасне керування автоматизованою конвеєрною лінією з двох чи більше місць (пультів), а також стопоріння рухомих елементів апаратури способами і засобами, непередбаченими інструкцією заводу-виробника;
- підсипка вугільного штибу, піску між стрічкою та приводними барабанами;
- робота конвеєра без захисту від пробуксовування стрічки на приводних барабанах через послаблення її натягу і тертя об конструкції конвеєра чи елементи кріплення;
- робота конвеєра з несправними роликами або за їх відсутності;
- використання гумовотросових стрічок зі спрацюванням обкладок робочих поверхонь на 50% і більше.

Конвеєрні вироби оснащені системами автоматичного виявлення пожеж на початковій стадії.

Припускається експлуатація конвеєрних виробок без таких систем у разі виконання додаткових заходів захисту, погоджених з органом Держнаглядохоронпраці.

Система управління стрічковими конвеєрами обладнана датчиками тиску води, які не дозволяють вмикання і забезпечують вимикання приводу конвеєра при зниженні тиску в пожежному трубопроводі нижче від нормативної величини.

Стрічкові конвеєри обладнані стаціонарними автоматичними установками пожежогасіння, що захищають їх на всьому протязі, враховуючи пункти перевантаження та натяжні станції.

На поверхні шахти облаштовані два пожежних резервуари ємністю 500м<sup>3</sup> кожен, постійно заповнені водою. Вода з резервуарів за допомогою трубопроводів і системи засувки самопливом подається до протипожежних трубопроводів шахти.

Всі гірничі виробки шахти мають протипожежні трубопроводи діаметром 6” і 4”, обладнані пожежними кранами з рукавами і пожежними стволами відповідно до вимог ПБ. Крім того вся мережа водовідливних трубопроводів закріплена із протипожежним ставом шахти. Для забезпечення подачі води на пожежну ділянку мережа протипожежних трубопроводів обладнана системою засувки.

Протипожежно-зрошувальний трубопровід прокладається з боку проходів людей. Він підвішується на ланцюгах до кріплення або укладається на ґрунт на спеціальні підставки.

Кожна труба в трубопроводі має по дві опори або підвішується з двох сторін на кінцях ланцюгами СП.

Протипожежно-зрошувальний трубопровід обладнується пожежними кранами, які розташовуються:

- біля навантажувального пункту лави,
- біля перетинів і відгалужень гірничих виробок,
- на вентиляційному штреку – через кожні 200м і біля виходу з лави,
- на конвеєрному штреку – вздовж ставу стрічкового конвеєра через 50м, при цьому додатково на відстані 10м з обох боків приводної станції конвеєра.

Поряд з пожежними кранами встановлюються спеціальні ящики, в яких зберігається ствол діаметром 119мм і рукав діаметром 66мм довжиною 20м, оснащений з обох боків з’єднувальними голівками.

Протипожежно-зрошувальний трубопровід фарбується в розпізнавальний червоний колір.

В місцях розташування пожежних кранів і спеціальних ящиків зі скатками рукавів зроблені ніші.

Для відключення окремих ділянок протипожежно-зрошувального трубопроводу або подання всієї води до однієї пожежної ділянки на трубопроводі розташовані засувки в наступних місцях:

- на всіх відгалуженнях водонапорної лінії;
- на водопровідних лініях, які не мають відгалужень через кожні 400м.

Дільничні і магістральні конвеєрні виробки захищені по всій довжині сланцевими заслонами, які встановлені з інтервалом не більше 300 м.

Для забезпечення безпеки робіт і попередження пожежі конвеєрні виробки закріплюються вогнестійким кріпленням на всьому протязі або не менш 7.5м в обидва боки від місць встановлення приводних голівок. Дерев'яне кріплення біля натяжного барабана обробляється вогнезахистним складом на протязі 15м в обидва боки. Біля приводної станції встановлюються стаціонарні водяні завіси. Біля кожного приводу знаходяться вогнегасники, шухляди з піском, пожежні крани з рукавами і пожежними стволами. Усі елементи конструкції конвеєра, що контактують зі стрічкою, виготовляються з неелектростатичного і вогнестійкого матеріалу.

Відповідно до “Інструкції з протипожежного захисту вугільних шахт” приводні станції стрічкових конвеєрів обладнані стаціонарними автоматичними установками пожежогасіння, а кожна конвеєрна виробка оснащена стаціонарними автоматичними установками локалізації пожеж водою, що розпиляється. Автоматичні установки гасіння і локалізації пожеж відповідають ДСТУ 29.2.04675545.004-2001 «Установки попередження і гасіння пожеж водою автоматичні. Загальні технічні вимоги.» Місця розміщення, відстань між установками і схема розводки їхньої трубопровідної частини, у кожному конкретному випадку визначена проектом протипожежного захисту шахти згідно КД 12.07.403-96.

Для автоматичного гасіння водою пожеж на приводних станціях стрічкових конвеєрів використовується дренчерна установка УАК-2М.

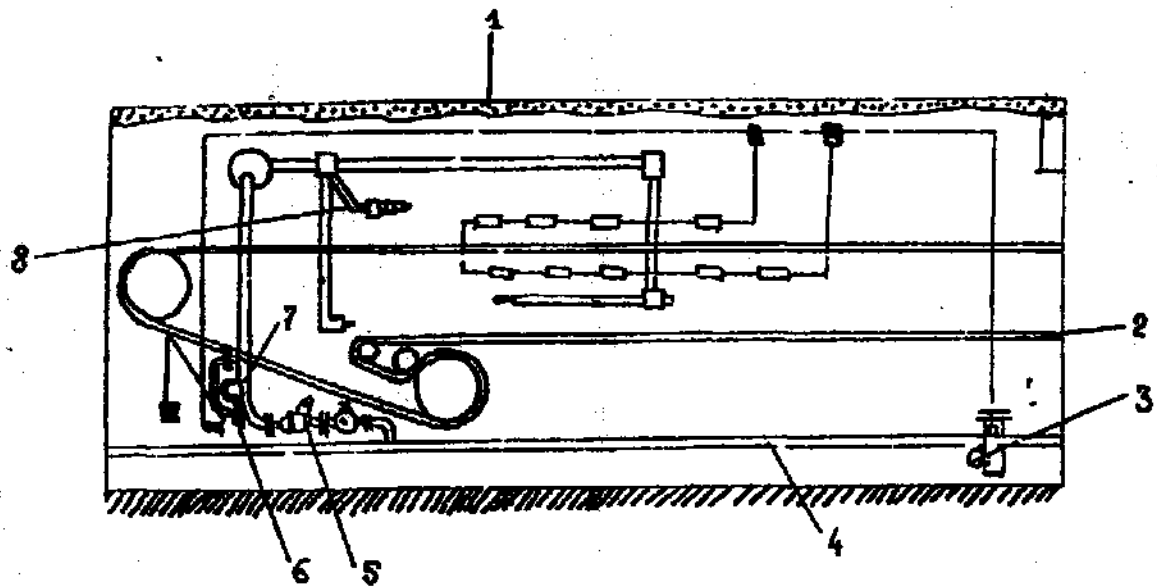


Рисунок 4.1 – Автоматична установка для гасіння пожеж на приводах стрічкових конвеєрів УАК – 2М (1 – тепловий замок; 2 – конвеєрна стрічка; 3 – кінцевий вимикач електроенергії; 4 – протипожежний трубопровід; 5 – фільтр очищення води; 6 – спонукальний клапан; 7 – автоматичний клапан; 8 – водорозбризкувач)

В установці УАК–2М над головою і робочою ланкою стрічки, а також у підході до головки порожньої ланки стрічки розташовуються теплові замки, сполучені послідовно тросом. При підвищенні під час пожежі температури більш як до  $47^{\circ}\text{C}$  один з теплових замків руйнується, трос розмикається і відкривається клапан для подачі води в розташовані над голівкою і стрічками гвинтові водорозбризкувачі. Одночасно вимикається електродвигун конвеєра.

Для локалізації підземної пожежі в межах виїмкової ділянки на вентиляційних штреках застосовується автоматична установка для створення водяних завіс УВЗ-3.

Біля приводної станції встановлені стаціонарні водяні завіси. Біля кожного приводу знаходяться вогнегасники, шухляди з піском, пожежні крани з рукавами і пожежними стволами. Усі контактуючі зі стрічкою елементи конструкції конвеєра виготовлені з неелектростатичного і вогнестійкого матеріалу.

Первинні засоби пожежогасіння – вогнегасники і ящик з піском або інертним пилом встановлені у конвеєрних виробках в наступних місцях:

- біля розподільчого пункту лави – 4 вогнегасники порошкових і 0.4м<sup>3</sup> піску;
- біля передвижних підстанцій – 2 вогнегасники порошкових і 0.2м<sup>3</sup> піску;
- не далі ніж за 20м від навантажувального пункту лави - 2 вогнегасники (1 порошковий, 1 пінний) і 0.2м<sup>3</sup> піску;
- біля всіх електромеханізмів, що знаходяться поза камерами - 2 вогнегасники порошкових і 0.2м<sup>3</sup> піску;
- біля електромеханізмів з турбомуфтами - 3 вогнегасники (2 порошкових, 1 пінний) і 0.3м<sup>3</sup> піску;
- на відстані 3–5м від приводних і натяжних голівок конвеєрів з боку струменю повітря, що надходить, біля розподільчих пристроїв і через кожні 100м вздовж конвеєра - 2 вогнегасники (1 порошковий, 1 пінний) і 0.2м<sup>3</sup> піску.

В усіх місцях зберігання засобів пожежогасіння вивішуються таблички “Вогнегасники”, “Пісок”.

#### 4.3 Заходи безпеки під час експлуатації конвеєрів

Для забезпечення безпеки при обслуговуванні та експлуатації стрічкових конвеєрів дотримані наступні вимоги:

- прямолінійність виробітка, призначеного для стрічкових конвеєрів;
- огороження натяжної і приводної голівок конвеєра;
- постійний натяг стрічки для виключення ковзання на барабані.

Стрічкові конвеєра обладнані:

- попереджувальною сигналізацією, що сповіщає про пуск і зупинення конвеєра;
- пристроями, що центрують і запобігають сходу стрічки убік;
- перевантажувальними пристроями, що забезпечують завантаження матеріалів і плавний його перепуск у місцях перевантажень;

- пристроями для очищення стрічок і барабанів;
- гальмівними пристроями при кутах нахилу вироблень більше 6°;
- засобами пилепридушення в місцях перевантажень;
- пристроями для відключення приводу конвеєра з будь-якого місця по всій його довжині;
- засобами захисту, що забезпечують відключення конвеєра при перевищенні припустимого рівня матеріалу, що транспортується, у місцях перевантаження, зниження швидкості стрічки до 92%, перевищення номінальної швидкості стрічки бремсбергового конвеєра на 8%;
- пристроями, що уловлюють стрічку при її розриві або пристроями контролю цілісності тросів по всій довжині у виробленні з кутом нахилу більш 10°.

Категорично заборонено:

- оглядати і міняти ролики, очищати барабани від штибу під час руху стрічки, а також змащувати частини конвеєра, що рухаються, під час його роботи;
- ремонтувати електроустаткування, виправляти електричні з'єднання і заземлення особам, що не мають на це право;
- працювати зі знятим огородженням приводних і натяжних голівок;
- пускати конвеєр без попереджувальної сигналізації.

#### 4.4 Заходи щодо забезпечення безпеки на випадок виникнення підземних пожеж

1. При виявленні ознак пожежі в дію вводиться ПЛА, відповідно до якого має бути встановлений режим вентиляції шахти.

Якщо аварія не ліквідована після виконання заходів оперативної частини ПЛА, відповідальний керівник робіт з ліквідації аварії разом з командиром ДАРС (ДВГРС), який прибув за викликом на аварію, розробляють оперативний

план ліквідації аварії.

У тих випадках, коли пожежу не вдається ліквідувати відповідно до оперативних планів і вона набуває затяжного характеру (більше 3-х діб), головним інженером шахти із залученням ДАРС (ДВГРС), спеціалізованих галузевих інститутів та інших організацій розробляється та затверджується директором шахти (уповноваженою особою) спеціальний проект локалізації та гасіння пожежі.

2. З моменту виникнення і до закінчення гасіння пожежі мають здійснюватися перевірка складу шахтної атмосфери і контроль температури в районі діючих осередків пожежі та в місцях ведення робіт рятувальниками. У випадках, коли під час гасіння пожежі створюється небезпека скупчення метану і поширення його до осередку пожежі, необхідно вжити заходів щодо запобігання утворенню вибухонебезпечного вмісту метану. Якщо після вжитих заходів вміст метану продовжує наростати і досягне 2 %, всі працівники, у тому числі і працівники ДАРС (ДВГРС), з небезпечної зони мають бути виведені і повинен бути застосований спосіб гасіння пожежі, що гарантує безпеку робіт.

Місця та періодичність перевірки складу повітря та контролю температури в гірничих виробках під час гасіння пожежі визначаються відповідальним керівником робіт з ліквідації аварії. Результати перевірок складу повітря зберігаються до списання пожежі.

3. Кожен випадок підземної пожежі повинен розслідуватися спеціальною комісією згідно з вимогами постанови КМУ від 25.08.2004 N 1112 та НАПБ Б.02.019-2004. Матеріали розслідування направляються до вказаних у цій постанові організацій, а також до спеціалізованих галузевих інститутів.

Осередки пожежі та межі пожежної ділянки мають бути нанесені на план гірничих виробок шахти. Кожна пожежа повинна мати номер, наданий у порядку черговості виявлення її в шахті (об'єднанні).

Пожежі, що не ліквідовані активним способом, повинні бути ізольовані перемичками з негорючих матеріалів, а на газових шахтах - вибухостійкими перемичками.

4. На кожну ізольовану пожежу головним інженером шахти спільно з командиром підрозділу ДАРС (ДВГРС) повинен бути складений проект гасіння, з урахуванням рекомендацій спеціалізованого галузевого інституту відповідно до проведених НДР, який повинен передбачати заходи щодо скорочення об'єму ізольованих виробок, гасіння пожежі, розконсервації запасів вугілля.

#### 4.5 Висновки

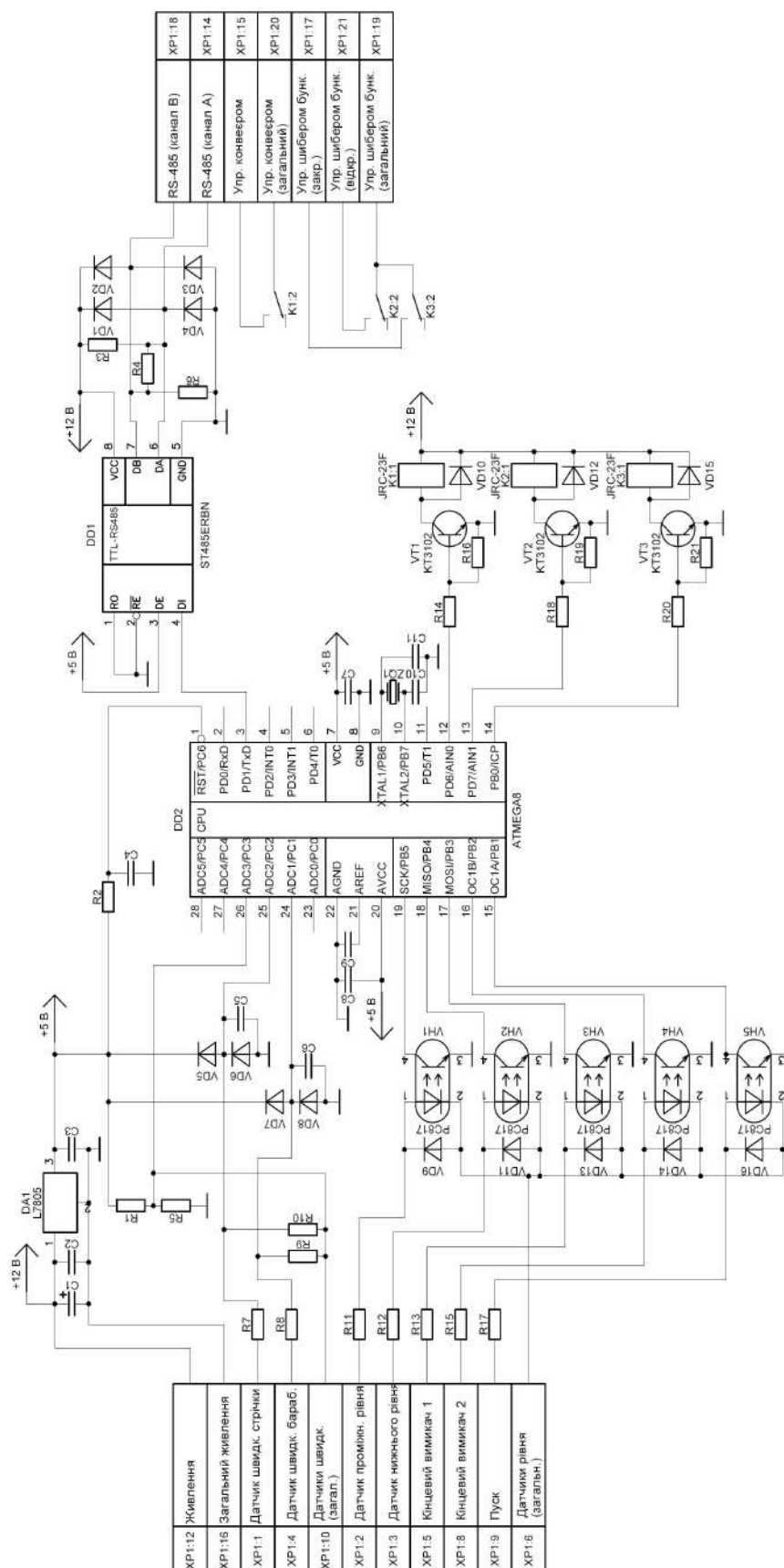
Розглянуто заходи з охорони праці та безпеки при експлуатації обладнання стрічкових конвеєрів.

## ВИСНОВКИ

1. В існуючих комплексних системах автоматизації стрічкових конвейорів функції рівномірного розподілу вантажу на стрічці відсутні.
2. Запропоновано й обгрунтовано спосіб стабілізації навантаження привода стрічкового конвеєра на основі застосування пристрою автоматичного керування системою “накопичувальний бункер – стрічковий конвеєр”.
3. Розроблено математичну модель стрічкового конвеєра з накопичувальним бункером для завантаження стрічки. Моделювання показало стабільний вантажопотік на виході з бункера, а отже, і конвеєра, а також усунення інтервалів роботи системи без навантаження або з неповним навантаженням.
4. Розроблено алгоритм функціонування пристрою автоматичної стабілізації навантаження.
5. Розроблена принципова електрична схема блоку стабілізації навантаження стрічкового конвеєра.
6. Економічна ефективність від впровадження розробленого блоку стабілізації навантаження стрічкового конвеєра ґрунтується на збільшенні продуктивності конвеєра у зв'язку зі зменшенням простоїв та зниженні витрат на технічне і ремонтне обслуговування.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бедняк Г. И. Автоматизация производства на угольных шахтах.-К.: Техника, 1989.-272с.
2. Батицкий В.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности.-М.: Недра, 1991.-301с.
3. Справочник по автоматизации конвейерного транспорта. / Н. И. Стадник и др. – Київ: Техніка, 1996. – 438 с.
4. Яцких В.Г., Спектор Л.А., Кучерявый А.Г. Горные машины и комплексы.-М.:Недра,1984.-400с.
5. Электрослесарю добычного и проходческого оборудования. – Справочник - Донецк: Донбасс, 1989 – 159с.
6. Поспелов Л.П. Основы автоматизации производства. - М.: Недра, 1988. – 232 с.
7. Толпежников Л.И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для вузов - М.: Недра, 1985.– 352 с.
8. Правила безопасности в угольных шахтах.-К.: Основа, 1996.-421с.
9. Малиновский А.К. Автоматизированный электропривод машин и установок шахт и рудников: Учебник для вузов. – Надра, 1987. – 277 с.
10. Гаврілов П.Д., Гімельшейн Л.Я., Медведєв А.Є. Автоматизація виробничих процесів. Підручник для вузів. М.: Надра, 1985 - 215с.
11. Ткачук К.Н. Основы охраны труда: Підручник.- К.: Основа, 2006 - 448с.
12. Костюченко М.П. Основы охраны труда, Охрана труда в галузі. Ч.1. Загальні питання та менеджмент охраны труда: Навч.-методичний посібник. – Донецьк: Вид-во ДУІ і ШІ, 2010. – 158с.



## Специфікація електронних компонентів до принципової схеми блоку

| Поз.<br>познач.     | Найменування              | Кіл<br>ьк. | Примітка |
|---------------------|---------------------------|------------|----------|
|                     | <u>Мікросхеми</u>         |            |          |
| DD2                 | ATMEGA8-16PI              | 1          |          |
| DD1                 | ST485ERBN                 | 1          |          |
| DA1                 | L7805                     | 1          |          |
|                     | <u>Конденсатори</u>       |            |          |
| C1                  | K50-12-1000.0*25B         | 1          |          |
| C2-C4,C7-<br>C9     | K73-11-0.1*25B            | 6          |          |
| C5,C6               | K73-11-1.0*25B            | 2          |          |
| C10,C11             | K73-11-22*25B             | 2          |          |
|                     | <u>Резистори</u>          |            |          |
| R3,R6,R7,<br>R8     | МЛТ-0.125 – 1к ± 5%       | 4          |          |
| R2                  | МЛТ-0.125 – 2к ± 5%       | 1          |          |
| R14, R18,<br>R20    | МЛТ-0.125 – 4к7 ± 5%      | 3          |          |
| R1, R5              | МЛТ-0.125 – 100 ± 5%      | 2          |          |
| R4                  | МЛТ-0.125 – 120 ± 5%      | 1          |          |
| R9, R10             | МЛТ-0.125 – 560 ± 5%      | 2          |          |
| R16,R19,<br>R21     | МЛТ-0.125 – 750 ± 5%      | 3          |          |
| R11-R13,<br>R15,R17 | МЛТ-0.125 – 820 ± 5%      | 5          |          |
|                     | <u>Різне</u>              |            |          |
| VD1-VD16            | КД522Б                    | 16         |          |
| VH1- VH5            | PC817                     | 5          |          |
| VT1-VT3             | КТ3102                    | 3          |          |
| K1-K3               | JRC-23F                   | 3          |          |
| XP1                 | РШ2Н-2-16                 | 1          |          |
| ZQ1                 | Кварцовий резонатор 16МГц | 1          |          |
|                     |                           |            |          |
|                     |                           |            |          |
|                     |                           |            |          |

