

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 Навчально-науковий інститут електроенергетики
 (інститут)
 Електротехнічний факультет
 (факультет)
 Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

здобувача вищої освіти Вовченко Кристина Владленівна
 (П.І.Б.)

академічної групи 151-17-1

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти

(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	доц. Трипутень М.М.			
Провідний консультант	ст. викл. Надточий В.В.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	доц. Соснін К.В.			
Визначення моделі об'єкта керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро
 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

_____ Ткачов В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

здобувача вищої освіти Вовченко К.В. _____ академічної групи 151-17-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021 № 201 с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	31.03.2021
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	06.05.2021
Визначення моделі об'єкта керування	Розробка методики дослідження об'єкта керування. Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта керування. Перевірка отриманої моделі на адекватність.	25.05.2021
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	02.06.2021
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	10.06.2021

Завдання видано

_____ (підпис п. конс.)

ст. викл. Надточий В.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.03.2021

Дата подання до атестаційної комісії 10.06.2021

Прийнято до виконання

_____ (підпис здобувача)

Вовченко К.В.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: ____ стор., ____ рис., ____ табл., ____ додат., ____ дж.

Об'єкт розробки: система автоматизації процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти.

Мета: удосконалити існуючі системи управління та пожежної безпеки для конвеєрного транспорту з метою запобігання і гасіння пожежі на ранній стадії займання.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи автоматичного контролю пожежної безпеки на конвеєрному транспорті вугільної шахти, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень по електроніці і інформаційним шинним технологіям, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи контролю. На прикладі модуля контролю температури над конвеєрною стрічкою вирішені прикладні завдання: визначені функції, синтезована структура, визначена і вибрана елементна база, розроблена схема електрична принципова, отримана модель об'єкта контролю в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, перевірена робота з імітації розповсюдження температури у звичайному режимі та в умовах передзаймання.

У економічній частині викладено техніко-економічне обґрунтування і зроблені розрахунки по створенню програмного забезпечення. Розроблені рішення можуть бути застосовані при створенні сучасної системи автоматичного контролю місця розташування очисного комбайна в лаві, як для вугільних шахт, так і для калійних копальнь, у тому числі небезпечних по газу і пилу.

ШАХТА, КОНВЕЄР, КОНТРОЛЬ, ПОЖЕЖА, ТЕМПЕРАТУРА, ДИМ, ЛКВІДАЦІЯ ЗАЙМАННЯ, CAN - ШИНА, ДІАГНОСТИКА, ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ, БЕЗПЕКА, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ.

ЗМІСТ

Зміст	4
Перелік скорочень	7
Вступ.....	8
1 Стан питання та постановка завдання.....	9
1.1 Галузь промисловості	9
1.2 Технологічний процес.....	9
1.3 Об'єкт управління	12
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління	12
1.3.2 Структура об'єкта керування.....	15
1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування	23
1.4 Формулювання задачі розробки і дослідження	25
1.5 Висновки по розділу	27
2 Розробка апаратного забезпечення системи управління.....	30
2.1 Розробка структурної схеми системи управління	30
2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків.....	34
2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління.....	35
2.3.1 Вибір датчиків	35
2.4 Розробка схеми електричної принципової	48
2.5 Висновки по розділу	49
3 Визначення моделі об'єкта контролю.....	51
3.1 Загальні відомості	51
3.2 Теоретичні відомості.....	53
3.2.1 Вентиляція у шахті.....	53
3.2.1 Температуру повітря у шахті	54

	5
3.3 Розробка моделей і моделювання процесів для капітальних виробок	57
3.3.1 Вплив на температуру повітря гірничою виробкою.....	58
3.3.2 Проходження повітря гірничою виробкою	59
3.3.3 Проходження повітря конвеєрним квершлагом	60
3.3.3 Нагрів технологічного обладнання	61
3.4.5 Проходження повітря виробками для звичайних умов.....	63
3.4.6 Проходження повітря виробками для умов з предпожежним станом роботи технологічного обладнання.....	65
3.5 Висновки за розділом.....	68
4 Економічна частина	69
4.1 Розрахунок капітальних витрат на виготовлення, придбання і проектного варіанту системи.....	69
4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного продукту.....	69
4.2 Висновки по розділу	74
5 Охорона праці	75
5.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів	75
5.1.1 Загальні відомості	75
5.1.2 Небезпека обвалення гірських порід.....	77
5.1.3 Небезпечні виробничі чинники, пов'язані з експлуатацією машин, механізмів, устаткування.....	77
5.2 Інженерно-технічні заходи по охороні праці	80
5.3. Протипожежна профілактика	82
5.3.1 Протипожежний водопровід.....	82
5.3.2 Протипожежні заходи за системою водопостачання	83
5.3.3 Протипожежні заходи в частині електротехнічних пристроїв.....	84
5.4 План ліквідації аварій	84
5.5 Висновок за розділом.....	85

Висновки	6
Висновки	86
Перелік посилань.....	87
Додаток А	91
Додаток Б.....	92
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	93
Відгук.....	95
Рецензія	97

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ОУ – об'єкт управління;

САУ – система автоматичного управління;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина.

ВСТУП

Збільшення видобутку вугілля в сучасних умовах нерозривно пов'язане з підвищенням навантаження на забій за рахунок застосування високопродуктивних і досить дорогих механізованих комплексів і засобів транспортування, а також високої енергоозброєності підприємств. Зростання навантажень на очисний забій, зумовив широке застосування конвеєрів для транспортування вугілля і сланцю від очисних забоїв.

Концентрація робіт обумовлює високу пожежонебезпеку шахт і вимагає адекватного протипожежного захисту матеріальних цінностей і забезпечення безпечних умов праці шахтарів.

Найбільший травматизм і збиток шахтам наносять пожежі, що пустували із-за несвоєчасного введення в дію засобів пожежного захисту, зокрема через відсутність або слабкого натиску води в підземному пожежна-зрошувальному трубопроводі.

Стрічкові конвеєри служать нині основним засобом безперервного транспорту на шахтах і копальнях, і є найбільшим джерелом пожежної небезпеки в шахті, оскільки конвеєр має значну кількість вузлів (ролики), що труться і обертаються, і значну протяжність. Значні ділянки конвеєра залишаються без спостереження людиною, при цьому засоби пожежної автоматики або відсутні, або не досконалі, що приводить самозайманню і пожежам в шахті.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

«Правилами безпеки у вугільних шахтах» передбачалася вимога: «Вироблення, обладнані стрічковими конвеєрами, мають бути оснащені системами автоматичного виявлення пожеж в початковій стадії». Оскільки цей пункт упродовж десятиліть не виконувався, нині він виключений з правил. Технічна проблема свого часу не могла бути розв'язана провідними інститутами по розробці засобів протипожежної безпеки через відсутність елементної бази засобів контролю температури, обробки інформації, температурного контролю повітряного середовища, а також засобів передачі повної інформації диспетчерові шахти і зворотного зв'язку для вжиття екстрених заходів по ліквідації вогнища прискореного підвищення температури.

1.2 Технологічний процес

Одним з основних об'єктів підвищеної пожежної небезпеки є стрічковий конвеєрний транспорт. На вугільних шахтах щорічно відбувається до трьох займань, у тому числі один з них великий, з великим матеріальним збитком і навіть з людськими жертвами.

Головними причинами загоряння конвеєрної стрічки є:

- застосування на стрічкових конвеєрах стрічок загальнопромислового виконання і важко-займистих типу 2Ш;
- пробуксувала стрічки на приводних барабанах конвеєрів при втраті зчеплення між стрічкою і поверхнею приводного барабана;
- послаблення натягнення стрічки проти необхідного значення, затискання стрічки (завал, заштибовка) і інше;
- несправність роликів, у яких різко зростає опір обертанню і, як результат, їх нагрів до температури в декілька сотень градусів, достатній для підпалу вугільного штибу і стрічки;
- підпал стрічки джерелами високої температури, що не відносяться до конструкції конвеєра, наприклад, олія, що спалахнула, з

несправного вулканізатора з масляним теплоносієм типу ПВШ-120, масляної гідромуфти і так далі.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд стрічкового конвеєра і підтримувальних роликів

По аварійності тертя стрічки при тій, що пробуксувала на стрічкових конвеєрах, а також об конструкції конвеєра або елементи кріплю складає 93 %. Як правило, передвісниками пожежі є локальні вогнища, в яких спостерігається прискорене зростання температури аж до займання. Потенційні джерела його можуть бути як електричного, так і механічного походження. Таким чином, якщо забезпечити безперервний контроль температурного режиму потенційно небезпечних ділянок стрічкових конвеєрів, то можна виявити і попередити небезпечний розвиток подій у поєднанні з тісною взаємодією з ефективною апаратурою пожежогасінні.

Нині не існує спеціальної апаратури діагностування технічного стану магістральної конвеєрної лінії. Технічний стан механізмів гірничо-шахтного устаткування визначається на підставі вимірів температури і інтенсивності нагріву елементів складальних одиниць і робочої рідини, перепаду температури в окремих елементах, мертвого ходу вихідних валів приводів по відношенню до вхідного валу, бічних проміжків і плям контакту в зубчастих передачах, шуму і вібрації.

Застосування діагностичних методів і пристроїв в системі обслуговування і ремонту дозволяє отримати економічний ефект в результаті виключення операцій по розбиранню і складанню устаткування, збільшення міжремонтного напрацювання, зниження простоїв устаткування і витрати запчастин, зникає необхідність створення і змісту складів запчастин, оскільки запчастини отримуються в міру необхідності. Автоматизація конвеєрного транспорту

передбачає оснащення засобами автоматичного контролю і захисту кожного конвеєра і управління, як окремими конвеєрами, так і усією лінією. Автоматичний захист здійснюється відключенням приводу конвеєра при відхиленні контрольованих параметрів за межі допустимих значень. Апаратура автоматизації підземних конвеєрних ліній повинна задовольняти діючим Правилам безпеки у вугільних і сланцевих шахтах і технічним вимогам на апаратуру автоматизації підземних конвеєрних ліній для вугільних і сланцевих шахт. Виконання апаратури автоматизованого управління конвеєрними лініями має бути іскро-безпечним. Конструктивне виконання апаратури повинне відповідати вимогам правил виготовлення вибухозахищеного і рудникового електроустаткування (ПВВРЕ).

На рис 1.2 приведена типова технологічна схема конвеєрного транспорту, обслуговуюча декілька очисних забоїв. Гірничу масу транспортується від забою ОЗ по дільничних конвеєрах КЛЧ з подальшим перевантаженням на магістральну конвеєрну лінію, що містить ряд стрічкових конвеєрів КЛМ₁...КЛМ_м. У свою чергу, з магістральної лінії матеріал, що транспортується, поступає на навантажувальний пункт ПП, в якості якого може бути накопичувальний бункер скіпового підйому або бункер для вантаження у вагонетки рейкового транспорту.

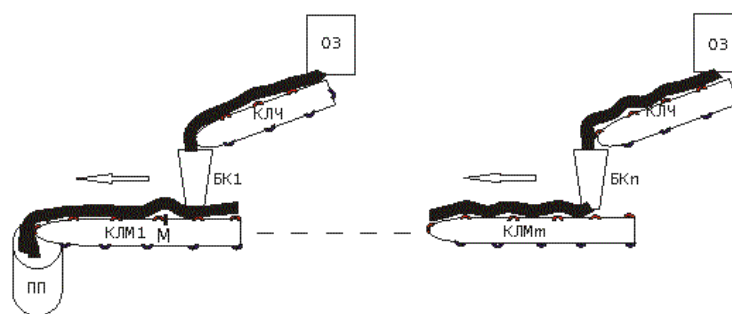


Рисунок 1.2 – Технологічна схема магістральної конвеєрної лінії

Автоматизоване управління конвеєрним транспортом має на увазі централізований пуск-зупинка конвеєрів в певній послідовності, контроль і забезпечення автоматичного захисту від розвитку аварії при виникненні аварійних ситуацій (наприклад, схід стрічки, заштибовка в місцях перевантаження).

1.3 Об'єкт управління

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління

Нині серійно випускаються такі технічні засоби автоматизації конвеєрного транспорту шахт: комплекс автоматизованого управління конвеєрними лініями типу (АУК.1М); обладнання контролю прослизання і швидкості стрічки (типу УКПС); обладнання контролю швидкості (типу УКС); обладнання контролю стану тросової основи конвеєрних стрічок (типу УКТЛ); обладнання контролю і інформації (типу УКИ); пристрій сигналізації і телефонного зв'язку (типу ВУСТ) [1].

Комплекс автоматизованого управління конвеєрними лініями АУК.1М призначений для управління і контролю роботи, стаціонарних і полу – стаціонарних нерозгалужених конвеєрних ліній, які складаються із стрічкових і скребкових конвеєрів, експлуатованих на вугільних шахтах, у тому числі небезпечних по газу і пилу, при кількості конвеєрів в лінії до десяти. Комплекс може використовуватися також для управління розгалуженими конвеєрними лініями з числом відгалужень до трьох, причому кожне з відгалужень управляється як самостійна нерозгалужена конвеєрна лінія. Комплекс виконує 53 функції, забезпечуючи нульовий захист, послідовний автоматичний пуск конвеєрів і зупинку конвеєрної лінії з будь-якої точки по її довжині, а також при сході стрічки; контроль швидкості руху стрічки і запуск конвеєрної лінії за часом; блокування і сигналізація про роботу конвеєрної лінії(подання попереджувального сигналу перед пуском лінії і перед пуском конвеєра для ремонтного і налагоджувального режиму), безперервний самоконтроль справності ланцюгів для відключення пульта управління і екстреного(аварійного) відключення конвеєра. Ця апаратура широко використовується на шахтах, задовольняє усім вимогам, що пред'являються до локальних засобів автоматизації конвеєрних ліній. На рисунку 1.3 приведений загальний вигляд компонентів комплексу АУК.1М.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд компонентів комплексу АУК.1М

АУК.1М складається з одного пульта управління (типу ПУ) і 10 блоків управління (типу БУ). До складу ПУ входять: виносний прилад-показчик ВПУ, телефонна трубка (типу ТТ), звуковий виклик (типу СВ1), блок кінцевого реле (типу БКР), кнопковий пост управління. До складу БУ входять: телефонна трубка ТТ, датчики швидкості типу УПДС і ДМ-2М, звуковий виклик СВ1, датчики контролю сходу стрічки КСЛ-2, кабель–тросові вимикачі КТВ-2, блок реле швидкості БРС, датчик заштибовки ДЗ. Комплекс забезпечує виконання наступних функцій по управлінню:

- послідовний автоматичний пуск конвеєрів, включених в лінію, в порядку, зворотному напрямку руху вантажопотоку;
- автоматизоване управління конвеєрною лінією з кнопок пульта управління, а також з виносного кнопкового поста;
- запуск частини конвеєрної лінії, а також дозапуск без зупинки працюючих конвеєрів;
- припинення запуску конвеєрної лінії з будь-якого блоку управління;
- можливість роботи конвеєрної лінії в режимі енергозбережної технології із застосуванням додаткових апаратів;
- управління будь-яким конвеєром лінії в ремонтно–налагоджувальному режимі з кнопок блоку управління незалежно від пульта управління, а також з виносного кнопкового поста.

Уніфіковане обладнання УКПС призначене для контролю роботи і захисту від перевантажень стрічкових конвеєрів з номінальними швидкостями руху

стрічки від 1 до 5 м/с. Цей пристрій використовується, як правило, для бремсбергових конвеєрів і основною функцією їх являється відключення приводу конвеєра при аварійних режимах роботи, викликаних прослизанням стрічки, рівним 18%, зниженням швидкості стрічки до $0,75 \times V_n$, приводу до $0,88 \times V_n$, перевищенням стрічкою швидкості $1,08 \times V_n$.

Обладнання УКИ призначене для аварійного відключення конвеєра при спрацюванні кабель-тросових вимикачів або датчиків контролю сходу стрічки з автоматичним представленням на блоці індикації наступної інформації: про відключений вимикач і його номер; про наявність КЗ в лінії зв'язку вимикачів і датчиків; про аварійний стан натягнення стрічки; про номер пошкодженої ділянки кабелю. Як правило, пристрій використовується разом з апаратурою АУК.1М на магістральних конвеєрних лініях завдовжки більше 1000 м, обладнаних автоматичною натяжною станцією. Використання обладнання УКИ дозволяє отримати більше інформації про стан облаштувань контролю на конвеєрному транспорті, розширює телемеханічні функції обладнання передачі номера вимикача, який спрацював, або датчика в лінії аварійного відключення, різко скорочує час пошуку пошкоджень і простою конвеєрної лінії.

Обладнання ВУСТ призначене для забезпечення попереджувальній аварійній і кодовій звуковій сигналізації, а також для дуплексного телефонного зв'язку з апаратурою АУК або іншими пристроями, розташованими уздовж шахтних конвеєрів великої протяжності [6].

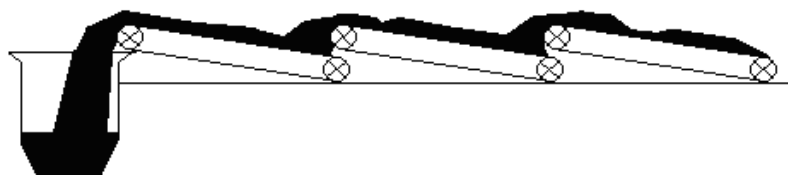


Рисунок 1.4 – Технологічна схема конвеєрної лінії

На рис. 1.4 зображена технологічна схема конвеєрної лінії, на якій показані взаємозв'язки облаштувань автоматизації.

1.3.2 Структура об'єкта керування

Система САУКЛ призначена для автоматизації шахтного і копальневого конвеєрного транспорту. Багаторічний досвід експлуатації підтвердив високу надійність, зручність в експлуатації, функціональну повноту і відповідність усім вимогам безпеки експлуатації горно–шахтного устаткування, у тому числі на шахтах і рудниках небезпечних по газу і пилу. Система САУКЛ забезпечує спільну роботу з установками пожежогасінні УМП-1 і УМП-2 виробництва ТОВ «ПКИ Гормаш».

Концепція САУКЛ була розроблена на початок 90-х років спільно з Національним гірничим університетом (м. Дніпропетровськ, Україна) і проектно–конструкторським інститутом гірського машинобудування ТОВ «ПКИ Гормаш». У САУКЛ використані сучасні комп'ютерні технології. Порівняння з конкуруючими системами показали ряд об'єктивних переваг САУКЛ:

- управління розподіленими і нерозподіленими конвеєрними лініями;
- практично необмежена кількість конвеєрів і конвеєрних ліній, керованих від одного пульта управління;
- розшифрування причин аварійних зупинок з точністю до датчика, розвинена система самодіагностики, що дозволяє значно скоротити час простою;
- документування історії процесу в електронному журналі;
- контроль ланцюгів підключення кінцевих вимикачів і датчиків;
- економія кабельної продукції(до 60 %) за рахунок застосування концепції підключення дискретних датчиків через модулі лінійні;
- можливість швидкого налаштування системи під конкретну конфігурацію конвеєрних ліній гірського підприємства;
- телекерування супутнім устаткуванням(шибером і так далі);
- стійкість до відхилень живлячої напруги від - 40% до +20%.

САУКЛ складається з комплекту апаратури пульта управління, що включає пульт управління(ПУ), адаптер пульта управління(АПУ), адаптер лінії зв'язку(АЛС) і комплекту апаратури управління конвеєром, управління, що

включає блок, конвеєром(БУК), модулі лінійні(МЛ), модуль заштибовки і сирени(МЗС), датчик акустичний(ТАК) і джерело живлення(ИП). Структурна схема розгалуженої конвеєрної лінії, керованою САУКЛ і зовнішній вигляд САУКЛ представлені на рис. 1.5 і 1.6.

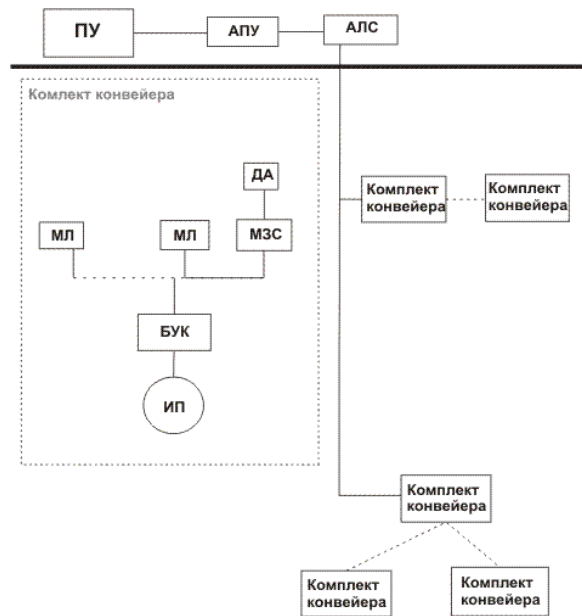


Рисунок 1.5 – Структурна схема розгалуженої конвеєрної лінії, керованою САУКЛ

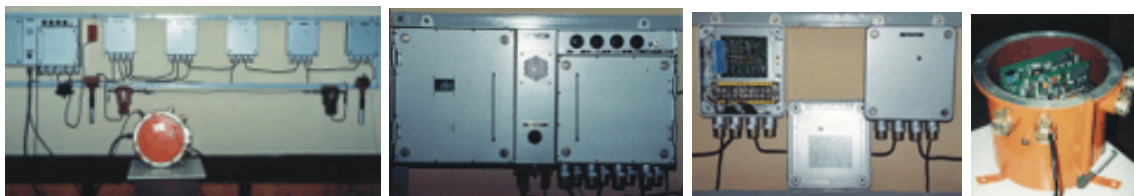


Рисунок 1.6 – Комплект САУКЛ, блок управління, модуль лінійний і джерело живлення

Дискретні датчики і кінцеві вимикачі, типу контакт, що «замикається» або «розмикається», підключаються на входи модулів лінійних (МЛ), які розташовуються уздовж конвеєра і з'єднуються між собою і блоком управління конвеєром двохрановідної лінією зв'язку (ЛС). Кількість МЛ, що підключаються, до одного БУК залежить від числа датчиків, встановлених на конвеєрі, але не більше 16. До одного МЛ може підключатися від 1 до 4 датчиків. Карта підключення датчиків до входів МЛ складається індивідуально для кожного

конвеєра на етапі виконання проекту прив'язки системи і записується в кожен БУК спеціальною програмою з пульта управління. При підключенні датчиків аварійного відключення конвеєра рекомендується використати датчики з контактом, що розмикається.

До ЛС МЛ підключений також модуль заштибовки і сирени спільно з датчиком акустичним і датчиком електродним (ДЭ), призначеними для контролю звучання сирени і перевищення рівня матеріалу в місці перевантаження.

Датчики швидкості приводного барабана, стрічки, датчик контролю обертання скидаючого барабана, магнітні пускачі електродвигунів приводу конвеєра(до 4 штук), звукової сигналізації, гальмівних пристроїв, а також облаштувань телекерування підключаються безпосередньо у БУК.

Живлення складових частин комплекту конвеєра і ДЭ здійснюється від джерела живлення, яке у свою чергу має бути підключене до джерела змінної напруги 36 В. При використанні як джерело 36 В магнітний пускач довжина кабелю до ИП не повинна перевищувати 10 м.

Пульт управління з адаптером пульта управління і адаптером лінії зв'язку, комплектується джерелом безперебійного живлення. АПУ спільно з АЛС забезпечують гальванічну розв'язку, і перетворення сигналів каналу RS - 232 в двохпровідну струмову петлю лінії зв'язку САУКЛ. До АЛС також підключається лінія телефону і телефонна трубка. Живлення системного блоку ПУ, АПУ і АЛС необхідно здійснити через джерело безперебійного живлення. Розширення системи робиться шляхом підключення до пульта управління додаткових АПУ, АЛС, лінії зв'язку і лінії телефону.

Лінія зв'язку САУКЛ виконана за принципом двопровідної струмової петлі з можливістю побудови деревовидної нарощуваної структури. Для цього в кожному БУК є вузол гальванічної розв'язки ЛС і додаткове джерело для живлення відгалужуваної лінії. Це забезпечує можливість адаптації лінії зв'язку до конфігурації конвеєрних ліній конкретного підприємства. Обмін інформацією між ПУ і БУК виконується в послідовному форматі даних. Кожному БУК присвоєний постійна адреса звернення. Пульт управління формує в лінію зв'язку

посилки, що складаються з адреси БУК і необхідній для нього інформації (команди управління, команди запиту інформації про стан конвеєра і так далі). Блок управління конвеєром, прийнявши дані від пульта управління, формує і передає повідомлення у відповідь.

Телефонний зв'язок здійснюється по двохпровідній лінії і забезпечує телефонний симплексний канал між пультом управління і блоками управління конвеєрами.

Дозвіл роботи подаючого конвеєра поступає від БУК приймаючого конвеєра по двопровідній лінії взаємоблокування, яке формується тільки після встановлення робочої швидкості на останньому конвеєрі.

Реалізація функцій САУКЛ здійснюється за допомогою програм, які знаходяться в ПУ і в кожному БУК.

Вибухобезпечність апаратури САУКЛ забезпечується видом вибухозахисту: «іскробезпечний електричний ланцюг» і «вибухонепроникна оболонка». Іскробезпека ланцюгів забезпечується гальванічною розв'язкою електричних ланцюгів пульта управління, лінії зв'язку, лінії телефону, лінії модулів лінійних, лінії взаємоблокування, ланцюга живлення датчика електродного і ланцюгів живлення електронних схем, а також застосуванням схем, що забезпечують обмеження потужності можливої іскри, за рахунок обмеження струму короткого замикання.

Головною перевагою САУКЛ є те, що знижується вірогідність виникнення пожежі від займання стрічки, оскільки система не допускає тієї, що пробуксувала стрічки відносно барабана, і у разі "залипання" контактів контактора пускача відключає силову підстанцію.

Для підземних умов шахт потрібне таке устаткування, яке б автоматично, принаймні, з вірогідністю збереження коефіцієнта працездатності 0,99 включалося в роботу по гасінню вогнища пожежі, створювало протяжні об'ємні ділянки пасивного простору гірського вироблення і нейтралізувало високотемпературний фронт руху продуктів горіння.

Промисловість випускає електронні вимикачі тієї, що пробуксувала конвеєра(ВПК) «ЮРЭК-5» і автоматичні установки водяної пожежогасінні

(АУВП) «ЮРЭК-6». Принцип роботи ВПК заснований на прочитуванні магнітних імпульсів з виносного барабана конвеєра. У торці його обичайки встановлений в оправі постійний магніт, який безконтактно передає магнітні імпульси на електронний приймно–виконавчий блок. При тій, що пробуксувала стрічки виносний барабан зупиняється. Якщо впродовж 5 секунд на приймно–виконавчий блок не поступають імпульси, він безпосередньо через силову електроапаратуру відключає електропривод конвеєра, блокує його повторний запуск і передає інформацію про відключення. Устаткування компактне, з рівнем захисту від зовнішніх дій IP68, перевірити його працездатність можна у будь-який момент роботи конвеєра.

Виконавчі вузли АУВП «ЮРЭК-6» забезпечують коефіцієнт працездатності в автоматичному режимі 0,99 і багатократні перевірки в автоматичному режимі. Продукція пройшла сертифікаційні випробування на вибухобезпечність вузлів, приймальні випробування і має відповідні дозволи.

Система локалізації вибухів метану і вугільного пилу автоматична (СЛВА) призначена для пригнічення вибухів метану і вугільного пилу в початковій стадії їх розвитку в гірничих виробленнях шахт. Система запобігає розповсюдженню пожежі шляхам примусового подання полум'я - гасінні речовини в зону вогнища займання.



Рисунок 1.7 – Система локалізації вибухів метану і вугільного пилу автоматична

Апаратура СЛВА забезпечує:

- виявлення спалахів метану і вугільного пилу в початковій стадії їх розвитку в гірських виробленнях;

- гасіння і локалізацію вибухів шляхам створення вибухоподавляючого середовища, що запобігає їх поширенню за допомогою примусового подання зустрічним вибухом пригнічуючої речовини в зону вогнища займання.

Таблиця 1 – Склад виробу

Найменування складових частин і документації		Кількість
Складові частини	Блок сполучення з пускачем БСП	1
	Датчик полум'я компактний ДПК	2
	Обладнання пригнічення вибуху УПВ –30П	2
Комплект запасних частин	Датчик полум'я компактний ДПК	2
Комплект експлуатаційних документів	Керівництво по експлуатації СЛВА.00.00.000 РЭ	1
Комплект монтажних частин	Ключ спеціальний 1765.00.00.001	1
	Муфта сполучна 1811.00.01.000	2

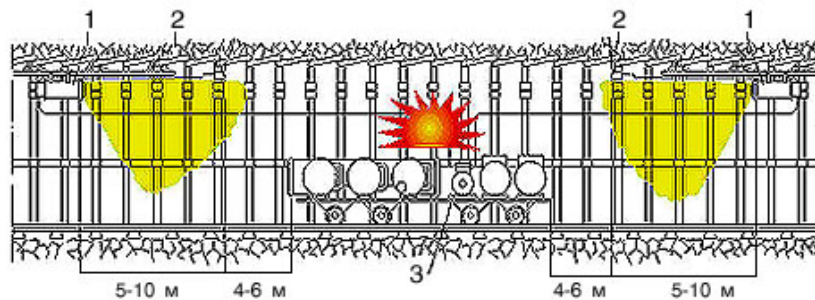


Рисунок 1.8 – Схема розташування системи СЛВА для захисту розподільного пункту:

1 – Обладнання пригнічення вибуху (УПВ-30П); 2 – Датчика полум'я (ДПК); 3 – КУ

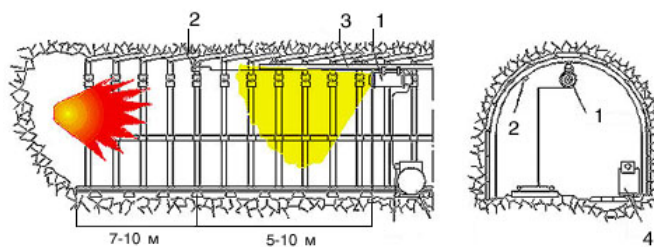


Рисунок 1.9 – Схема розташування системи СЛВА для захисту тупикових вироблень:

1 – обладнання пригнічення вибуху (УПВ-30П); 2 – датчика полум'я (ДПК);
3 – монорейка; 4 – ПВИ-320

Опір ізоляції електричних ланцюгів для зовнішніх під'єднань відносно корпусу має бути:

- за нормальних умов не менше 40 МОм;
- в умовах підвищеної вологості не менше 0,3 МОм.

Показники надійності:

- середнє напрацювання на відмову не менше 5 000 ч;
- середній час відновлення працездатного стану не більше 60 мін;
- середній термін служби не менше 5 років;
- середній термін збереження не менше 3 років.

Таблиця 1.2 – Технічні дані

Мінімальний діаметр реєстрованого вогнища займання з відстані 5 м у напрямі осі візування, м	0,75		
Кут огляду датчика полум'я, град, не менше	70		
Захищеність від неправдивих спрацьовувань при освітленості в місці установки датчика полум'я, лк, не більше	5000		
Довжина зони вибухоподавляючого середовища при перерізі вироблення 10м ² , м, не менше	15		
Номинальна напруга живлення, В змінного струму частотою (50 ± 1) Гц	36		
Споживана потужність, ВА, не більше:	10		
Час роботи від блоку резервного живлення, ч, не менше	6		
Габаритні розміри, мм, не більше	довжина	ширина	висота
Датчика полум'я(ДПК)	160	65	50
Обладнання пригнічення вибуху(УПВ–30П)	1000	490	460
Блоку сполучення з пускачем (БСП)	225	70	120
Маса, кг, не більше:			
Датчика полум'я(ДПК)	0,5		
Обладнання пригнічення вибуху	65 (маса без порошку ПВХ–1, яка складає 30 кг для спорядження одного УПВ–30П)		
Блоку сполучення з пускачем(БСП)	5,0		
Підвіски у зборі	20		

Система СЛВА призначена для роботи в умовах шахт небезпечних по метану (понад-категорійні і небезпечні по раптових викидах) або вибухам вугільного пилу. По стійкості до кліматичних дій складові частини системи СЛВА працездатні в умовах, приведених в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Умови експлуатації системи СЛВА

Температура навколишнього повітря, °С, у діапазоні	от -10 до +50
Відносна вологість, %	до 100 при t = 35°С
Запилена довкілля, мг/м ³ , не більше	1000
Синусоїдальна вібрація в діапазоні частот, Гц	от 0,5 до 35
і максимальній амплітуді прискорення, м/с ² (g)	5
Коливання напруги, %	от +10 до -15

На устаткування СЛВА дозволене до експлуатації Держміськтехнаглядом №РРС 04–7908 от 25.02.2003 г».

Автоматична установка пожежогасіння (рис. 1.10) на основі модулів порошкової пожежогасінні «Ураган-1» (далі по тексту МПП) застосовується для локалізації і гасіння пожеж класу А, В, З і електроустаткування (електроустановок під напругою) і відповідає вимогам ГОСТ 12.3.046-91 і НПБ 88-01 «Установки пожежогасінні і сигналізації. Норми і правила проектування».



Рисунок 1.10 – Автоматична установка пожежогасінні на основі модулів порошкової пожежогасінні «Ураган-1»

Рекомендована сфера застосування охоплює виробничі, складські приміщення, гаражі, торгові зали, склади лаків, фарб, розчинників, приміщення забарвлення, фарбувальні, дизельні, приміщення машинного відділення, а також простір за підвісними стелями, під фальш-полами, кабельні лотки, канали, колектори, комутаційні стійки, електричні шафи і тому подібне

Установка може застосовуватися для гасіння на площі, що захищається, локального гасіння на частини площі або об'єму, гасіння усього об'єму (що

захищається, при дотриманні умов п. 8.14, 8.15, 8.24 НПБ 88-01 «Установки пожежогасінні і сигналізації. Норми і правила проектування»).

Установка не повинна застосовуватися:

- для гасіння горючих матеріалів, схильних до самозаймання і жевріння усередині об'єму речовини (деревна тирса, бавовна, трав'яне борошно та ін.);
- для гасіння хімічних речовин і їх сумішей, пірофорних і полімерних матеріалів, схильних до жевріння і горіння без доступу повітря.

1.3.3 Принцип функціонування об'єкта керування

При виборі способу протипожежного захисту об'єкту необхідно враховувати, що тип автоматичної установки пожежогасінні, спосіб гасіння, вид вогнегасних засобів, устаткування установок пожежної автоматики визначаються організацією–проектувальником залежно від технологічних, конструктивних і об'ємних планувань для особливих будівель, що захищаються, і приміщень з урахуванням вимог чинних нормативно–технічних документів (п.1.3 НПБ 110-03).

На відміну від традиційних засобів гасіння (водяні, пінні, газові системи), система порошкової пожежогасінні на основі модулів «Ураган-1» має ряд переваг, що істотно впливають на вибір типу автоматичної установки пожежогасінні:

- можливість застосування установки в не опалюваних приміщеннях при негативних температурах до - 50°C;
- майже повністю виключається непрямий збиток від пожежі, що заподіюється будівельним конструкціям і устаткуванню при його гасінні, наприклад, водою при спрацьовуванні спринклерній (дренчерній) установки пожежогасінні;
- порошкові системи пожежогасінні, на відміну від газових, невибагливіші до вимог герметичності приміщення (можливість гасіння при відкритих дверних і віконних отворах);

- порошкові модулі «Ураган-1» не вимагають технічного обслуговування впродовж усього гарантійного терміну служби (що дуже істотно при роботі в обмежених умовах);
- в якості спонукальної системи запуску модулів порошкової пожежогасінні може служити будь-яка система пожежної сигналізації, приймально-контрольний прилад якої має адресні виходи управління АСПТ (автоматичні засоби пожежогасінні).

Безперечною гідністю порошкової пожежогасінні є його економічність в порівнянні з іншими типами гасіння.

Модуль порошкової пожежогасінні МПП(р) - 8 "Буран-8" призначені в основному для захисту будівель і приміщень різного призначення великих об'ємів і площ з висотою стелі до 6 м.



Рисунок 1.11 – Автоматичні вогнегасники з функцією дистанційного керування

Дві моделі цього "Бурану", середньовисотний і висотний, кріпляться до стель приміщень або конструкцій перекриття об'єкту, що захищається. Є також варіант модуля настінного кріплення, що забезпечує подання порошкової хмари в горизонтальному напрямі на відстань до 8 м. Для цього модуля висота стелі вже не береться до уваги. У вибухонебезпечних приміщеннях пропонується використати систему автоматичної порошкової пожежогасінні на основі модулів «Буран» у вибухозахищеному виконанні з рівнем і видом вибухозахисту 2 ExdsІІВТ3 Х для модулів «Буран–2,5взр» і 2 ExdsІІВТ4 Х для «Буран-8взр». На

основі модулів «Буран-2,5взр» і «Буран-8взр» можлива побудова ефективної і відносно недорогої системи пожежогасінні для вибухонебезпечних приміщень.

Модулями «Буран» у вибухозахищеному виконанні обладналися склади лаків і фарб, фарбувальних відділень і фарбувальних камер, приміщень насосних станцій по перекачуванню нафтопродуктів, різних цехів і приміщень з вибухонебезпечним виробництвом і так далі.

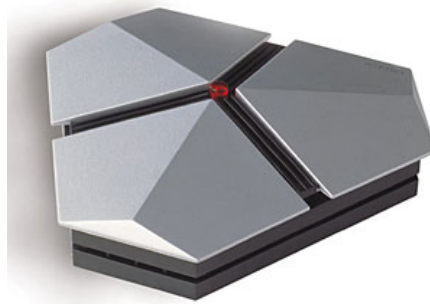


Рисунок 1.11 – Датчик диму

Оптичний датчик пожежі. Температурні датчики пожежі часто дають неправдиву тривогу. Датський інженер – конструктор Якоб Йенсен (Jacob Jensen) знайшов вирішення цієї проблеми. Його інтелектуальний мікропроцесорний датчик диму покладається не лише на теплові сенсори, але і на оптичні. Датчик не реагує просто на підвищення температури повітря, а чекає і візуальних проявів пожежі у вигляді диму. Цей датчик по послідовному інформаційному каналу програмним способом можна налаштовувати на інтенсивність задимленості, щоб він не реагував на мале джерело диму, наприклад, тестувався дим від сигарет.

1.4 Формулювання задачі розробки і дослідження

У зв'язку з інтенсивним розвитком і здешевленням електроніки і автоматики необхідно постійно оновлювати і удосконалити шахтну апаратуру (особливо різні блокування, захисту, створювати діагностичну апаратуру), адже від неї залежать, в першу чергу, життя величезної кількості людей, а також довговічність і працездатність устаткування, об'єми добичі.

Держміськтехнагляд розробив і затвердив «Програму робіт по підвищенню пожежної безпеки конвеєрного транспорту вугільних шахт». Програма торкалася і електронних засобів пожежобезпеки:

- створення і впровадження надійніших облаштувань контролю швидкості і пробуксувала стрічки конвеєра;
- створення і впровадження ефективних засобів пожежогасінні з використанням електронних спонукачів в пожежогасних установках, що дозволяють збільшити число точок контролю температури (+70°C) на конвеєрній установці до 20, а також що встановлюють водяну завісу по усьому перерізу вироблення на її протяжності до 20 м.

Необхідно звернути увагу технічних керівників шахт і служб транспорту, обслуговуючих стрічкові конвеєри, на вживані сьогодні засоби пожежогасінні для конвеєрів типу УВПК і їх різновидів. Діючий галузевий стандарт України ГСТУ 29.2 04675545.004-2001 «Установки попередження і гасіння пожеж водою автоматичні. Загальні технічні вимоги» розроблявся під ці установки. У нім занижені вимоги до інтервалу часу на включення пожежогасних установок в роботу. Є також проблема з їх профілактичними перевірками без руйнування тепло приймального елемента пожежних сигналізаторів. А це означає, що робота цих пожежогасних пристроїв в автоматичному режимі не перевіряється. Замисліться про можливі наслідки. Запуск їх в ручному режимі вимагає безпосередньої участі людини. У керівництві по експлуатації цих установок є вимоги по технічному обслуговуванню, що утрудняють роботу з ними в шахтних умовах. Наприклад, інструкція з експлуатації клапана УВПК "Енергія" вимагає щомісячно проводити мастило зовнішніх поверхонь тертя автоматичного клапана, один раз в чотири місяці видаляти іржу з поверхні тертя автоматичного клапана і покривати мастилом, тепловий датчик може бути використаний тільки один раз і т. д. Низький технологічний рівень цих засобів робить їх введення і забезпечення працездатності досить проблематичним.

Існуючі засоби контролю тієї, що пробуксувала конвеєрної стрічки в апаратурі управління типу АУК і їх модифікацій також низько-технологічні:

вібрація стрічки, прослизання ролик-стрічки, прокатування по стрічці від 100 до 200 км в добу приводить в певний час до неправдивих спрацьовувань і відключення електроприводу. А оскільки ця причина зупинки конвеєра є однією з рядових в переліку 19 можливих зупинок і відключень конвеєра, то, як показують акти розслідування таких аварій, вузол зчеплення ролика датчика швидкості і стрічки дуже ненадійні в експлуатації, технічним персоналом відключаються або «загрубляються». Отже, ті, що пробуксували стрічки і приводного барабана залишаються без теплового і тимчасового контролю.

Контроль пробуксовки приводного барабана і конвеєрної стрічки є одним з визначальних чинників попередження пожеж. Він має бути ви-ділений окремо і безпосередньо пов'язаний з пусковою апаратурою електроприводу.

Таким чином треба розробити програмно апаратні засоби, які оперативно і достовірно зможуть у автоматичному режимі обнатужити передумови возгоряння, та по можливості усунути їх, та за необхідності здійснити гасіння возгоряння.

1.5 Висновки по розділу

Перспективою подальшого розвитку вуглевидобувної промисловості є підвищення ефективності технологічних процесів шляхом застосування комп'ютерних інтегрованих систем автоматизованого управління [7], які дозволяють організувати технологічні процеси на якісно новому рівні, виключаючи непродуктивні витрати часу і енергоресурсів при зміні динамічних параметрів об'єкту.

Роль автоматизації шахтного конвеєрного транспорту полягає в зниженні трудомісткості обслуговування, вивільненні зайнятих на підземному транспорті працівників, а також в підвищенні безпеки і зниженні травматизму. Це досягається введенням необхідних блокувань і захисту, розширенням інформаційних можливостей існуючої апаратури автоматизації. Крім того, сучасні засоби автоматизації повинні сприяти оптимізації процесів пуску і зупинки конвеєрів, зниженню енерго- і матеріаломісткості, скороченню простоїв із-за виходу з ладу електроустаткування.

Одним з перспективних напрямів вдосконалення системи обслуговування і ремонту є метод ремонту по фактичному технічному стану, тобто по потребі з обов'язковим періодичним або постійним діагностичним контролем технічного стану устаткування. Такий контроль здійснюється засобами технічного діагностування, що дозволяють виявити і усунути відхилення від нормального стану і несправності механізму заздалегідь і тим самим підвищити експлуатаційну надійність машини. Основним призначенням діагностування є визначення технічного стану конкретної машини або механізму в даний момент часу без її розбирання. Вживані для діагностування пристрої можуть бути вбудованими, пересувними і переносними. Постійне діагностування вимагає розробки спеціальної апаратури з комплексом датчиків, що здійснюють програму контролю параметрів, що вичерпна характеризують технічний стан устаткування, з виведенням сигналів на показуючі або реєструвальні прилади.

Мета діагностування визначається залежно від призначення: для заводського діагностування - це оцінка якості виробу після виготовлення(капітального ремонту); для експлуатаційного - оцінка основних робочих параметрів, виявлення прихованих несправностей, визначення об'єму робіт по технічному обслуговуванню або ремонту, прогнозування ресурсу. Технічний стан машин не може бути визначений однозначно величиною напрацювання навіть при роботі в однакових умовах. Це пояснюється розкидом властивостей кожної окремої машини, її деталей, складальних одиниць і агрегатів. Індивідуальні відмінності ще більше зростають, коли в експлуатації знаходяться машини різного «віку»: нові капітальні ремонти, що пройшли. Зміна структури і властивостей машини залежить також від режимів і умов роботи, характеру управління, якості обслуговування. На основі аналізу структурно-наслідних зв'язків механізму виявляються діагностичні параметри, обґрунтовуються методи їх контролю. Залежно від прийнятих методів визначаються способи і засоби перевірки, граничні показники параметрів технічного стану механізму, що діагностується, і нормативні значення діагностичних параметрів, встановлюється періодичність діагностування і мінімальний перелік параметрів, по яких робиться прогнозування періоду

безвідмовної роботи елементів машини. Завершальним етапом є діагностичне укладення, в якому наводиться оцінка технічного стану механізму і видаються рекомендації на технічне обслуговування або ремонт [5].

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

2.1 Розробка структурної схеми системи управління

Окрім високоінтелектуальних завдань, пов'язаних з діагностуванням конвеєрного устаткування, для зниження кількості поломок і підвищення пожежної безпеки, необхідно вирішити ряд технічних завдань, покликаних забезпечити збір інформації і організувати ефективне управління на конвеєрному транспорті.

Розглянемо транспортний комплекс шахти, який здійснює доставку корисної копалини від очисних забоїв на поверхню шахти і включає конвеєрний транспорт з акумулюючими місткостями і скіповий під'їм. В процесі роботи конвеєрної лінії повинне забезпечуватися найбільш вигідне (за умовами економії електроенергії) співвідношення параметрів – «рівень завантаження стрічки - величина швидкості стрічки», не обмежуючи при цьому продуктивність забою. За відсутності твердого матеріалу на стрічці конвеєр має бути зупинений. Це дозволить понизити споживання електричної енергії за рахунок зменшення часу роботи конвеєрів вхолосту, а також підвищить термін їх служби, зниження пожежонебезпеки.

Існуючі нині системи управління шахтними конвеєрними установками не дозволяють досить ефективно регулювати швидкість руху стрічки [8, 9]. Тому єдиним варіантом регулювання її швидкості при продуктивній роботі є зупинка конвеєрів на період часу, тривалість якого визначається акумулюючою здатністю конвеєрного ставу. Автоматична підтримка в процесі розвантаження акумулюючого бункера раціонального співвідношення параметрів – «рівень завантаження бункера - рівень завантаження стрічки - швидкість руху стрічки» забезпечить додаткову економію електроенергії. Апаратура повинна складатися з приладів контролю маси вугілля і температури приводного барабана і довкілля над стрічкою; а також засобів перетворення, посилення і передачі сигналів виконавчій апаратурі. Для безконтактного виміру температури нагріву приводного барабана використовується пірометр (П) серії МТ4, який може

кріпитися на станині приводного пристрою. Щоб отримати сигнал, пропорційний температурі нагріву приводного барабана використовується схема перетворення (СП). Для виміру температури довкілля над стрічкою можуть використовуватися цифрові термометри типу DS1820, які встановлюються на відстані 20...100 метрів один від одного по довжині стрічки конвеєра. DS1820 підвішується до крілі на відстані 20 см від покрівлі. Для виміру маси вугілля на стрічці можуть використовуватися електронні гідравлічні конвеєрні ваги ЕГВ. Сигнал з ЕГВ поступає на цифро–аналоговий перетворювач і далі на схему порівняння, після виконання необхідних операцій формується дія, що управляє, поступає або на пульт управління АУК.1М, або САУКЛ, або на двигуни лебідки і конвеєра (блок - система контролю пожежної безпеки конвеєра).

На рис. 2.1 представлена система контролю з первинними засобами відбору інформації і індикації. Система містить ваги електронно-гідравлічні (ЕГВ), датчик переміщення імпульсний (ДПІ), систему контролю пожежної безпеки конвеєра. Система має пірометр серії МТ4, за допомогою якого безконтактним способом вимірюємо температуру нагріву приводного барабана стрічкового конвеєра. Але, оскільки, з пірометра «виходить» дуже слабкий сигнал, то використовується підсилювальний перетворювач, перетворений сигнал поступає в систему пожежної безпеки для шахтного конвеєрного транспорту. Цифрові термометри (ЦТ) типу DS1820 призначені для виміру температури протяжних об'єктів, наприклад, конвеєрної стрічки. DS1820 підвішуються над стрічкою упродовж усієї її довжини на відстані 20 см від покрівлі. Цей сигнал теж подається на схему контролю пожежної безпеки. Аналогічним чином збирають інформацію про абсолютну температуру, швидкості її наростання в інших потенційно небезпечних ділянках конвеєрів, наприклад, температурі олії в редукторі приводної станції, температурі підшипників ротора електродвигуна, статора електродвигуна і т.д.

Маса вугілля вимірюється за допомогою електронних гідравлічних конвеєрних ваг ЕГВ, сигнал з яких після перетворення в цифро–аналоговому перетворювачі поступає на схему контролю пожежної безпеки, де виробляється дія, що управляє, яка поступає в систему управління конвеєром(АУК, САУКЛ, і

так далі). Інформація збирається з транспортного комплексу шахти спочатку в локальних засобах автоматизації. Потім сигнал поступає в мікроконтролер і через канал зв'язку, де отримана інформація обробляється. Формується дія, що управляє, яка в зворотному порядку видається в транспортний комплекс шахти і на пульт управління, який знаходиться у диспетчера, куди по інформаційних каналах стікається інформація про усі датчики, від усіх конвеєрів. Він забезпечує не лише виведення, запам'ятовування і накопичення інформації, а і управляє індикацією тривоги і автоматичним запуском системи пожежогасінні вогнища займання з метою його локалізації.

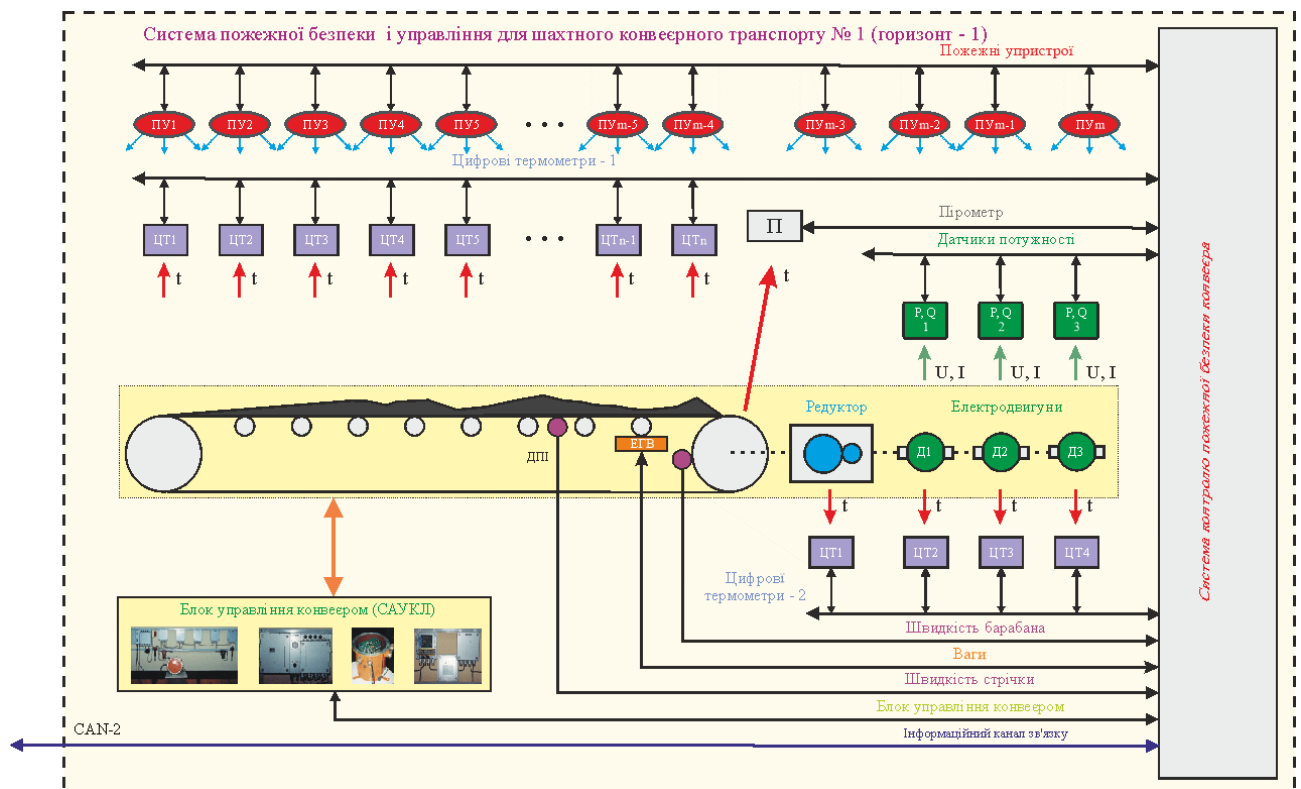


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи контролю

Усі блоки системи пов'язані між собою і система контролю інформаційним телефонним кабелем, який забезпечує передачу інформації, контроль допустимого струму і обмеження його у рамках вимог іскро-безпеки. При проектуванні системи необхідно забезпечити її стійкість до короткого замикання лінії зв'язку: коротко-замкнута частина відключається, тоді як інша продовжує працювати в нормальному режимі - це забезпечить живучість системи в екстремальних умовах. Кожному температурному датчику присвоєний свій

номер, а оскільки спочатку відоме його місцезнаходження, це дозволяє як диспетчерові ПУ, так і операторові приводної станції, негайно ж визначити небезпечне місце і попередити займання. Велика кількість датчиків на одній лінії зв'язку(до 60 одиниць), її довжина(до 3 км), можливість за допомогою однієї схеми контролю пожежної безпеки обслуговувати 4 лінії зв'язку дозволяють забезпечити глибокий температурний контроль пожежонебезпечних ділянок стрічкових конвеєрів, піднятися від рівня боротьби з наслідками пожеж до рівня їх попередження і профілактики.

Передусім, для побудови системи автоматичного контролю пожежної безпеки конвеєрного транспорту вугільної шахти, необхідно остаточно визначити використовувану при розробці елементну базу. Підземна частина системи в основному своєму складі містить модулі контролю стані і управління пожежною безпекою для кожного з магістральних конвеєрів, що попереджують займання і при необхідності тих, що забезпечують гасіння займань. Ці блоки сполучені між собою і пультами управління і сервером бази даних в єдину інформаційну мережу, і в основному розташовану в топологічній відповідності маршрутами русі вугілля по магістральних стрічкових конвеєрах.

Типова структурна схема конвеєрного транспорту, розташована на плані підземних вироблень шахти і сучасної системи управління розгалуженими конвеєрними лініями типу САУКЛ показана на рис. 2.2 (на прикладі одного з характерних фрагментів цієї схеми).

Для побудови системи необхідно, передусім, зробити вибір елементної бази для побудови основних компонентів, яка не були остаточно визначені в розділі 1 кваліфікаційної роботи, тобто необхідно визначитися з вибором за наступними основними пунктами:

- промисловий контролер з польовою CAN- шиною;
- мікроконтролер з польовою CAN- шиною;
- контактні і безконтактні цифрові термометри;
- облаштування іскрозахисту.

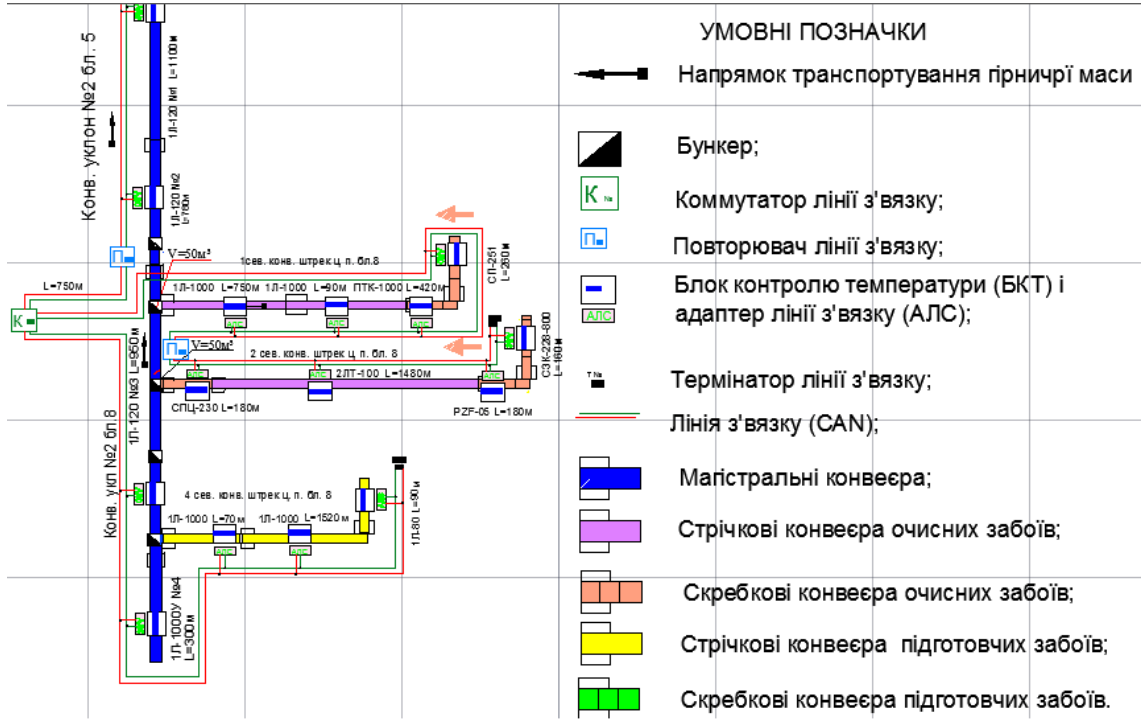


Рисунок 2.2 – Схема конвеєрного транспорту і САУКЛ

2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків

Розроблена структурна схема інформаційних потоків наведена на рис. 2.3.

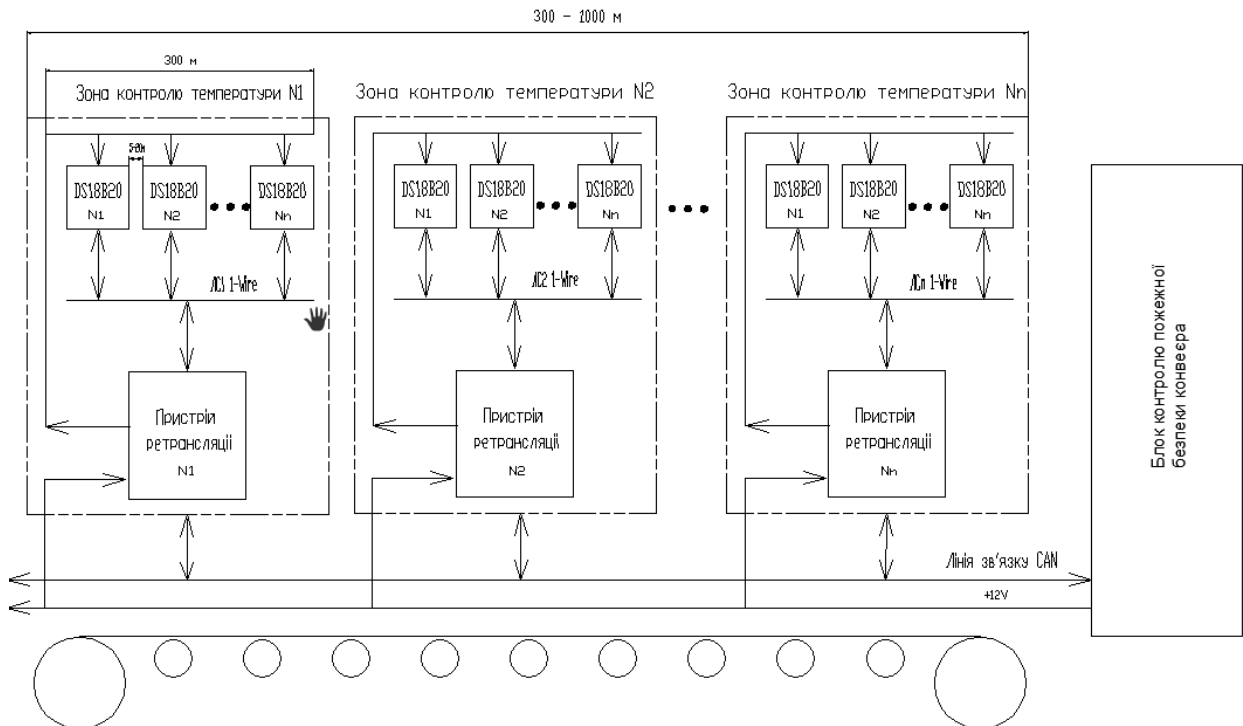


Рисунок 2.3– Структурна схема інформаційних потоків

За допомогою облаштувань ретрансляції мережі 1 - Wire в мережу CAN, можлива організація зон контролю температури з протяжністю до 300 м, і збільшення загальної протяжності мережі до необхідної довжини 1 000 м. Живлення вузлів ретрансляції здійснюється від іскробезпечного джерела живлення (+12 В), вбудованого у систему контролю.

Живлення модулів ретрансляції і лінії для CAN- шини здійснюється за допомогою чотипривідного телефонного шахтного кабелю (ТАШ).

2.3 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління

2.3.1 Вибір датчиків

Контактні і безконтактні термометри повинні мати малі габаритні розміри, щоб забезпечити «легкість» вбудовування в потенційно небезпечні, з точки зору займання, місця на конвеєрі. Враховуючи значну кількість цих місць (до 70 шт.) і значну відстань контролю (до 1 000 м) необхідно, щоб цифрові прилади мали мінімальну кількість дротів для зв'язку і живлення, мале споживання і вартість. На сьогоднішній єдино, можливий вибір, що задовольняють переліченим вище вимогам, це мікросхеми цифрових термометрів, фірми Dallas Semiconductor Corp. (що входить до складу концерну Maxim Integrated Products) наприклад, D18B20.

Прилади D18B20 можуть підключатися безпосередньо на загальну шину без додаткових електронних компонентів і для живлення використати мікромережу 1 – Wire (паразитне живлення). Але для надійної роботи мікро - мережі і усієї системи в цілому, рекомендується для кожного приладу окремо організувати ланцюг захисту і схему зовнішнього живлення. Живлення приладу через окреме зовнішнє виведення робиться напругою від 3,0 В до 5,5 В.

Температурними датчиками DS18B20 є мікросхему в транзисторному корпусі TO92 або в 8-контактному корпусі SOIC для поверхневого монтажу (DS18B20Z). Висновок(GND) підключається до загальної шини, виведення (DQ) - це послідовні інформаційний канал «DATA», а останнє виведення (+5V) використовується для подання зовнішнього живлення +5 В, яке може бути

отримане від окремого джерела, або використовуватися системна напруга для живлення мікроконтролера або персонального комп'ютера.

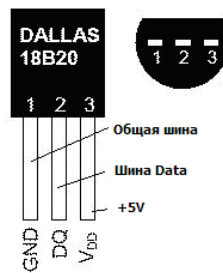


Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд цифрового датчика температури D18B20 в корпусі TO92

DS18B20 - високоточний цифровий термометр з однопровідним інтерфейсом в стандарті 1 – Wire ("MicroLAN"). Діапазон вимірюваних температур від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$. Прочитуваний з приладу цифровий код є прямим безпосереднім кодом вимірюваного значення температури і не потребує додаткових перетворень. Роздільна здатність вбудованого АЦП до 12 розрядів вихідного коду. Абсолютна погрішність перетворення менше $0,5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні контрольованих температур -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Максимальний час повного 12-ти розрядного перетворення ~ 750 мс (при зниженні дозволу на один розряд, час перетворення скорочується удвічі). Внутрішня енергонезалежна пам'ять для зберігання температурних меж забезпечує запис довільних значень верхньої і нижньої межі. Крім того, мікросхема містить вбудований логічний механізм пріоритетної сигналізації в лінію про факт виходу температури за один з вибраних порогів. Вузол 1 - Wire - інтерфейсу приладу організований таким чином, що існує теоретична можливість адресації необмеженої кількості подібних пристроїв на однопровідній лінії. Термометр має індивідуальний 64-розрядний реєстраційний номер (груповий код 028H).

Однопровідною інтерфейс 1 - Wire розроблений у кінці 90-х років фірмою Dallas Semiconductor Corp. Основою архітектури 1 - Wire- мереж, являється топологія загальної шини, коли кожен з пристроїв підключений безпосередньо до єдиної магістралі, без яких-небудь каскадних з'єднань або

відгалужень. При цьому як базова використовується структура мережі з одним ведучим або майстром і численними веденими пристроями.

Конфігурація будь-хто 1 - Wire- мережі може довільно мінятися в процесі її роботи, не створюючи перешкод подальшій експлуатації і працездатності усієї системи в цілому, якщо при цих змінах дотримуються основні принципи організації однопровідної шини. Ця можливість досягається завдяки присутності в протоколі 1 – Wire - інтерфейсу спеціальної команди пошуку ведених пристроїв (пошук ПЗП), яка дозволяє швидко визначити нових учасників інформаційного обміну. Стандартна швидкість відробітку такої команди складає ~75 вузлів мережі в секунду.

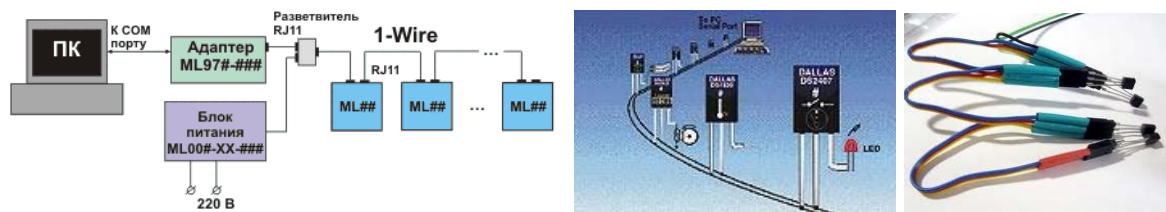


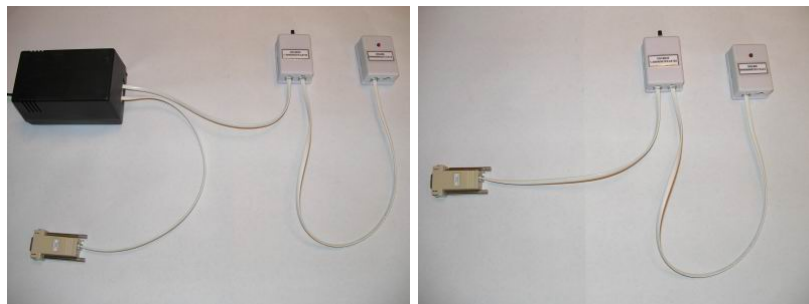
Рисунок 2.5 – Структурна схема 1 – Wire мережі

Завдяки наявності у складі будь-якого пристрою, забезпеченого мережевою версією 1 – Wire - інтерфейсу, унікальної індивідуальної адреси (відсутність збігу адрес для приладів, коли-небудь Dallas Semiconductor Corp, що випускаються., гарантується самій фірмою-виробником), така мережа має практично необмежений адресний простір. При цьому, кожен з однопровідних приладів відразу готовий до використання у складі 1 - Wire- мережі, без яких-небудь додаткових апаратно-програмних модифікацій. Однопровідні компоненти являються саме - тактованими напівпровідниковими пристроями, в основі обміну інформацією між якими, лежить управління зміною тривалості тимчасових інтервалів імпульсних сигналів в однопровідному середовищі і їх вимір. Передача сигналів, для 1 – Wire - інтерфейсу, асинхронна і напівдуплексна, а уся інформація, циркулююча в мережі, сприймається абонентами або як команди, або як дані. Команди мережі генеруються майстром і забезпечують різні варіанти пошуку і адресації ведених пристроїв, визначають

активність на лінії навіть без безпосередньої адресації окремих компонентів, управляють обміном даними в мережі і так далі.

Мабуть, особливо привабливою якістю технології 1 - Wire являється виняткова простота налаштування, відладки і обслуговування мережі практично будь-якої конфігурації, побудованої за цим стандартом.

На рис. 2.6 показана типова структурна схема використання 1 – Wire - мережі, що підключається до персонального комп'ютера.



а)

б)

Рисунок 2.6 – Фізична реалізація мікро-мережі

а) живлення від зовнішнього джерела живлення;

б) живлення від RS - 232 порту

Мікромережа 1 - Wire складається з адаптера, що підключається на COM- порт або USB- порт комп'ютера, необхідна кількість температурних сенсорів і дискретних датчиків. Усі ці елементи з'єднуються між собою послідовно спеціальним кабелем або звичайним телефонним дротом. Таким чином, для реалізації середовища обміну цієї мережі можуть бути застосовані доступні кабелі, що містять неекрановану виту пару тієї або іншої категорії, і навіть звичайний телефонний дріт. Такі кабелі при їх прокладенні не вимагають наявності якого-небудь спеціального устаткування, а обмеження максимальної довжини однопровідної лінії регламентоване розробниками на рівні 300 м.

Залежно від способу прокладення, сполучення з веденими пристроями і використовуваних при прокладенні матеріалів, відповідно до табл. 2.2 розрізняють три основні варіанти якості організації 1 – Wire - мереж, кожен з яких має на увазі використання особливої технології і аксесуарів при реалізації лінії.

Таблиця 2.1 – Допустимі довжини мікро - мережі при використанні різних типів кабелів.

Класифікація лінії	Довга лінії	Кількість ведених пристроїв	Тип використовуваного кабелю	Топологія	Майстер лінії
Короткі лінії	До 30 метрів	До 50 шт.	4-х дротяний телефонний	Вільна	Пасивна підтяжка (резистор)
Середині лінії	До 100 метрів	До 200 шт.	Вита пара 5 категорій	Загальна шина	Активна підтяжка (DS2480, DS2490 або спеціальне схемне рішення)
Довгі лінії	До 300 метрів	До 300 шт.	IEEE 1394 (Firewire)	Загальна шина з єдиним стволом	Активна підтяжка з урахуванням струму в лінії

У таблиці приведені допустимі довжини мікро-мережі при використанні різних типів кабелів.

Як було визначено раніше, застосування цифрових термометрів DS18B20 з шиною 1 - Wire, обмежено максимально - можливою відстанню рівним 300 м, а довжина конвеєра може досягати 1 000 м., отже, необхідно передбачити технічні рішення, мережі, що дозволяють збільшити цю відстань.

2.3.2 Вибір пристроїв управління

При виборі промислового контролера для побудови системи контролю слід керуватися не лише його технічними параметрами, але і мірою програмної підтримки розробників облаштувань автоматики. Середовище створення програмного продукту, набір бібліотечних модулів, технологічних мов програмування, мов програмування високого рівня, повнота технічної документації в основному і визначає, якому з промислових контролерів буде віддано перевагу.

У рамках співпраці НТУ ДП і Ройтленгенського університету (Німеччина) на кафедрі КІВС є зразки промислових контролерів фірми Berghof Automationstechnik, середовище розробки програмного забезпечення CP 1131, документація по побудові «Автоматизованої системи CANtrol». Сімейства цих контролерів має усі необхідні модулі введення і виведення дискретної і аналогової інформації, канали зв'язку CAN, E-CAN, RS-232, Ethernet і цілком

придатні для побудови на їх базі БКПБ конвеєра для САУ ПБШКТ конвеєрного транспорту вугільної шахти. Саме ці контролери і передбачається використати у рамках дипломного проектування.

Приведемо коротке призначення і технічні характеристики програмно - апаратній продукції фірми Berghof Automationstechnik GmbH, продукція якої відповідає міжнародному стандарту DIN EN ISO 9001 і регламентам професійних Німецьких і торгових співтовариств (TÜV, VDE).

Призначення: модульна автоматизована система промислових контролерів, яка ґрунтується на використанні шинної технології розширення CANbus, призначена для управління виробничим процесом при використанні в межах від середнього до вищого робітника рівня складності, забезпечуючи вимоги для безаварійних систем з використанням мікро-програмного управління SPC, дотримуючись стандартів і керівних принципів по безпечних установках. Автоматизована система розроблена для роботи при перенапруженні ланцюгів для категорії 1 (IEC 364-4-443), а також для контролю і регулювання електроустаткування і технологічних процесів в низьковольтних установках, в яких номінальна напруга живлення не перевищує ~1 000 В (50/60 Гц) або 1 500 В постійної напруги.

Система забезпечує планування, проектування і розробку кваліфікованого проекту, установку, використання, а також надійне технічне обслуговування і ремонт.

Технічні характеристики системи розглянемо на прикладі промислового контролера CEDIO 16/16-0.5(CAN / Ethernet Cell Controller V.1.1).

Характеристики модулів узгодження(УСО) для дискретних і аналогових облаштувань об'єкту автоматизації(конвеєра) не розглядатимуться в ДП, з причини обмеженого об'єму пояснювальної записки. Контролер працює в реальному режимі часу, має цифрові введення і виведення, а також шини CAN і мережа Ethernet. Через шину Ethernet, таким чином, CAN- шина може мати доступ до мереж. Для програмування контролера можна використати мережу Ethernet або CAN- шину. Програмне забезпечення для CAN- шини має повний CAL- рівень, а також CANopen, надані програмістам бібліотеки для

програмування як для технологічних мов програмування IEC 61131-3, так і для поширеної загальноприйнятої мови «С». Cell Controller може бути локально розширений за допомогою установки до шести УСО - модулів і Е - шини. Використання усіх 6 розширювальних модулів, наприклад, відповідатиме 224 цифровим входам / виходам. Основні споживчі властивості:

- процесор: Motorola - 68EN360, тактова частота 33 МГц;
- середовище розробки: технологічна мова програмування CP 1131 або мова програмування високого рівня "С", забезпечений системою реального часу;
- 2 Мбайт електрично стираючої (FLASH - технологія), програмованої постійної пам'яті;
- 2 Мбайт статичного ОЗУ;
- канали послідовного зв'язку CAN, Ethernet з роз'ємом RJ45(10 Base - T) або BNC – коннектор (10 Base 2);
- 16 цифрових входів і 16 цифрових входів / виходів;
- виходи можуть бути мати різні рівні комутованої напруги (у залежності модифікації контролера);
- входи / виходи можна розширювати за допомогою Е- шини (до 6 розширювальних модулів цифрових або аналогових);
- малі габарити (124 x 170 x 85,5 мм) і вага (~700 гр.) і простота монтаж (рейки NS 35/7,5 EN 50022);
- завантажувач «Операційної системи»;
- рівень робочої температури від 0 до +50°C (без конденсації) передбачає охолодження конвекцією;
- не вимагає відходу, не має акумуляторної батареї.

Основні електричні параметри для промислового контролера CEDIO 16/16-0.5 приведені в табл. 2.2, зовнішній вигляд промислового контролера представлений на рис. 2.7.

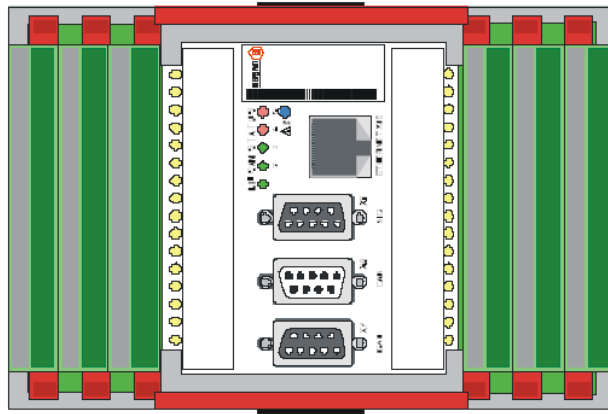


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд промислового контролера CEDIO 16/16-0.5

Нині доступні різні пристрої з CAN- інтерфейсом, які окрім передачі даних з однієї точки в іншу дозволяють реалізувати синхронізацію процесів і обслуговування по пріоритетах. Більше ранні реалізації CAN- контролерів використовують кадри з 11-розрядним ідентифікатором і можливістю адресації до 2 048 повідомлень і відповідають специфікації CAN V. 2.0A. Такі контролери носять назву Basic CAN і характеризуються сильною завантаженістю центрального процесора (ЦПУ), оскільки кожне повідомлення, що входить, запам'ятовується в пам'яті і ЦПУ вирішує, потрібні йому ці повідомлення або ні. Контролери Basic CAN містять один передавальний буфер і один або два приймальні буфери повідомлень. Щоб послати або отримати повідомлення, вимагається задіяти ЦПУ через переривання «повідомлення послане» і «повідомлення отримане».

В результаті перевірки кожного повідомлення, що входить, завантаження ЦПУ дуже велике, що обмежує реальну швидкість обміну по мережі. З цієї причини такі контролери використовуються в мережах CAN з низькою швидкістю обміну і / або малою кількістю повідомлень.

Більшість що випускаються сьогодні CAN- контролерів використовують розширені кадри сполучень з ідентифікатором завдовжки 29 розрядів, що дозволяє адресувати до 536 млн. повідомлень. Такі контролери відповідають специфікації CAN V. 2.0B (active) і називаються контролери Full - CAN. У них передбачений буфер для декількох повідомлень, причому кожне повідомлення

має свою маску, і фільтрація здійснюється по відповідності ідентифікатора масці.

Таблиця 2.2 – Основні електричні параметри контролера

Електромагнітна сумісність, категорія захисту, випробування ізоляції, міра захисту	
Електромагнітна сумісність	EN 500 81-2, EN 500 82-2
Перешкоди і завадостійка	EN 50081-2, виробничий сектор
Категорія захисту	EN 61131-2
Випробування ізоляції	EN 61131-2, 500 VDC (випробувальна напруга)
Міра захисту	IP20
Напруга джерела живлення, витрата енергії	
Джерело живлення	+ 24В, max.0,4 А (EN 61131-2), що підрозділяються на 6 груп
Витрата енергії	Режим холостого ходу max 300 мА; усі входи / виходи активні ~10А
Електрична ізоляція	Є, між CANbus і цифровими входами / виходами і Ethernet
Цифрові входи/виходи	
Кількість входів	16
Кількість входів/виходів	16, індивідуально реконфігурованих входів або виходів
Метод підключення	Вертикальна трьох - дротяна передня частина схеми з натиском на клемниках для кріплення, з пружинним або обтисковим з'єднанням
Захист від короткого замикання / перенапруження	Усі цифрові виходи / при зворотній полярності
Управління, індикація	
Світлодіоди	5 станів світлодіодів; 1 стан світлодіоду по входу / виходу
Кнопка "S"	Є, на передній панелі - скидання модуля
Інтерфейси	
Типи інтерфейсів	CANbus, Ethernet, SIO, E bus
Програмування	Через CANbus, стандарт RS-232 чи Ethernet Interface
Зв'язок з Ethernet	
Протоколи	TCP/IP и VDP/IP
Призначений для користувача інтерфейс	Бібліотека «С», бібліотека «CP 1131»

У разі Full - CAN ЦПУ максимально розвантажене, оскільки не обробляє непотрібні повідомлення. При прийомі сполучення з ідентифікатором, що відповідає масці, воно запам'ятовується в спеціальній зоні двох - портового ОЗУ, і робота ЦПУ уривається. Full - CAN має також спеціальний тип повідомлення, яке означає: «у кого б не знаходилася ця інформація, будь ласка, відсилайте її зараз же». Контролер Full - CAN автоматично прослуховує усі повідомлення і посилає запрошену інформацію.

До недавнього часу в промисловості був широко поширений Basic CAN з 11-розрядним ідентифікатором. Цей протокол допускає простий зв'язок між мікроконтролерами і периферійними пристроями при швидкості обміну аж до 250 кбіт/с. Проте стрімке здешевлення CAN - контролерів використання Full - CAN стало виправданим і для зв'язку з повільними пристроями. Якщо в системах автоматизації потрібно високошвидкісний (до 1 Мбіт/с) обмін даними, то неодмінно слід використати Full - CAN.

На самому нижньому рівні CAN- шини знаходиться власне доповідна лінія з термінальними резисторами. Далі для підвищення завадостійкої розташований диференціальний приймач - трансивер. На наступному рівні - контролер зі вбудованим модулем або автономний модуль CAN, що підключається до головного контролера через паралельний або послідовний порт. Зв'язок з вузлами CAN, що здійснюють обмін інформацією, ведеться через лінії портів мікроконтролерів. CAN- контролери здійснюють процедуру прийому-передачі даних і з'єднуються з шиною двома сигналами RxD - для прийому з шини і TxD - для передачі на шину. Реалізація CAN- шини, наприклад, за допомогою мікроконтролерів Infineon представлена на рис. 2.7.

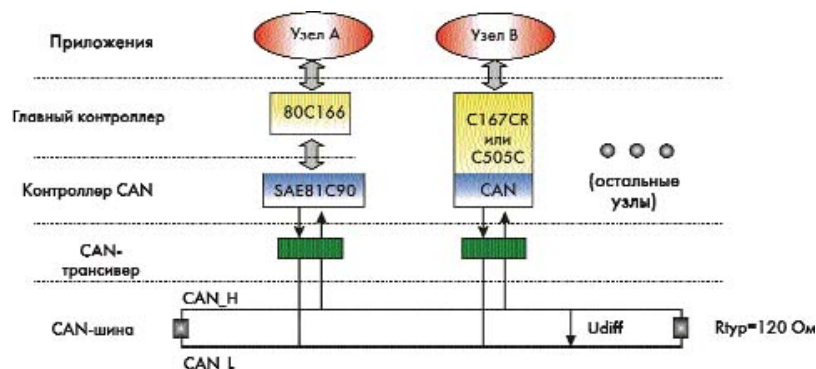


Рисунок 2.7 – Реалізація CAN- шини за допомогою мікроконтролерів Infineon

Одним з чинників, що забезпечили популярність CAN, є багатий вибір і доступна ціна елементної бази різних виробників - Infineon, Motorola, Microchip, Philips, Dallas, Atmel, Temic та ін.

Ці виробники випускають продукти в усіх класах ціна/продуктивність. Нині доступні як 8-розрядні контролери, так і 16-розрядні, є мікроконтролери,

що містять два CAN- модуля, з архітектурою DSP - оптимізованою для вбудованих додатків реального часу, які замінюють собою МК, процесор DSP.

Вбудований модуль відповідає специфікації CAN V2.0, містить пам'ять на 15 повідомлень для прийому / передачі з власними ідентифікаторами, бітами стану і управління. Крім того, він містить регістри маски для фільтрації повідомлень, що входять, і оснащений двома приймальними буферами. Вбудований модуль CAN дозволяє будувати системи з різноманітними завданнями, використовуючи мінімальну кількість мікросхем зовнішнього інтерфейсу. Підключення будь-якого з мікроконтролерів до CAN- шині здійснюється по одних і тих же принципах. Для прикладу показано з'єднання C167CR з CAN- шиною, яке представлено на рис. 2.8.

Крім того, слід сказати також декілька слів про МК фірми Philips - одного з родоначальників елементної бази CAN. На зміну автономному CAN- контролеру Philips PCA82C200 прийшов повністю сумісний з ним контролер SJA1000, працюючий із стандартом CAN V2.0 B. Необхідно відмітити, що PCA82C200 підтримує тільки стандарт CAN V2.0 A і здатний передавати і ухвалити тільки стандартний CAN- протокол, тобто при прийомі розширеного кадру він генерує помилку і може зруйнувати усю мережу. У SJA1000 за рахунок підтримки стандарту PeliCAN (читання і запис лічильників помилок, програмування їх кількісного порогу) значно розширені можливості по управлінню CAN.

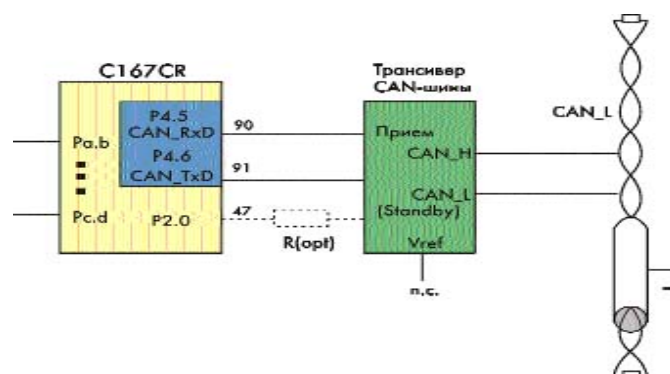


Рисунок 2.8 – Приклад з'єднання МК C167 CR с CAN- шиною

В результаті об'єднання SJA1000 з ядром ХА з'явився 16-розрядний МК ХАС3 інтегрований CAN- інтерфейс, що містить. Сумісний з 8051 режим мікроконтролера Philips ХА дозволяє здійснити простий перехід від 8-розрядної архітектури 8051 до 16-розрядної, що особливо важливо для збереження спадкоємності програмного забезпечення. Серед 8-розрядних МК слід зазначити також Philips P80C592, P8xC591 і 8xCE598.

Motorola теж пропонує широкий спектр МК з інтегрованим CAN- модулем. Від 8-розрядного МК 68HC05X до 32-розрядного Power PC MPC555 з дуальним CAN V2.0 B.

Як видно з приведенного короткого аналізу не так вже важливий виробник при виборі елементної бази - усі надають практично схожий вибір по функціональності, якості і ціні. При виборі виробника слід керуватися сервісом програмного забезпечення для розробників (ціна), доступністю самої продукції (на ринку), термінами і об'ємами поставок (мінімальними).

Останніми роками широке поширення на території країн СНД отримали мікроконтролерів фірми "Microchip" (PIC - контролери). Прийнятна цінова політика на вироби МК (5-50 грн), інтегроване програмне забезпечення для розробників (безкоштовне), технічна (зразки продукції) і інформаційна підтримка розробників, система знижок для учбових ВНЗ, дозволяє ефективно вирішити завдання побудови системи контролю. Справедливості ради слід зазначити і той факт, що мікроконтролери з ядром DSP стоять на порядок дорожче в порівнянні із звичайними мікроконтролерами, та і програмна підтримка розробників значно слабкіша (відбувається процес становлення і завоювання сегменту ринку). Можна зупинити свій вибір елементної бази мікроконтролерів для створення системи контролю на виробнику «Microchip».

Характеристика 28 - вивідного мікроконтролера PIC18F258:

- високошвидкісна RISC – архітектура (усі команди виконуються за один цикл, окрім інструкцій переходів, що виконуються за два цикли);
- тактова частота: до 40 МГц, тактового сигналу (100 нс, один машинний цикл), вибору параметрів тактового генератора;
- 32 кБ FLASH програм, 1 536 Байт даних, 256 Байт EEPROM даних;

- дворівнева система переривань (до 14 джерел), 8 - рівневий апаратний стек, прямий, непрямий і відносний режим адресації;
- скидання по включенню живлення (POR), таймер скидання (PWRT) і таймер очікування запуску генератора (OST) після включення живлення, детектор зниженої напруги (BOD) для скидання по зниженню напруги живлення (BOR), сторожовий таймер WDT з власним RC- генератором;
- програмований захист пам'яті програм і даних;
- режим енергозбереження SLEEP;
- високошвидкісна, енергозбережна CMOS FLASH / EEPROM технологія;
- програмування в готовому пристрої (використовується два виведення мікроконтролера), низьковольтний режим програмування, режим усередині схемної відладки (використовується два виведення мікроконтролера);
- широкий діапазон напруги живлення від 2,0 В до 5,5 В, підвищена здатність навантаження портів введення / виведення (25 мА);
- мале енергоспоживання: < 0,6 мА @ 3,0В - 4,0 МГц; 20 мкА @ 3,0 В - 32 кГц; < 1 мкА в режимі енергозбереження;
- таймер 0: 8 / 16 - розрядний таймер / лічильник з 8 - розрядним програмованим перед-дільником;
- таймер 1: 16 - розрядний таймер / лічильник з можливістю підключення зовнішнього резонатора;
- таймер 2: 8 - розрядний таймер / лічильник з 8 - розрядним програмованим перед-дільником і вихідним дільником;
- два модулі порівняння / захоплення / ШІМ; (16 - розрядне захоплення (максимальна роздільна здатність 6,25 нс; 16 - розрядне порівняння (максимальна роздільна здатність 100 нс), 10 - розрядний ШІМ);
- 5 - каналне 10-розрядне АЦП;

- послідовний порт (провідний / ведений режим SPI, що веде/ведений режим I 2C, послідовний синхронно, - асинхронний приймач USART з підтримкою детектування адреси);
- CAN- модуль: Швидкість передачі 1 Мбіт, CAN 2.0B ACTIVE специфікація (29 бітовий - ідентифікатор, 8 - Байтна довжина повідомлення, 3 пріоритетних передавальних буфера, 2 приймальних буфера, 6 – повно-розрядних (29 - бітових) пріоритетних фільтрів і ін.)

2.4 Розробка схеми електричної принципової

Розроблена електрична принципова схема модуля ретрансляції мережі 1 – Wire в мережу CAN, показана на рис. 2.9.

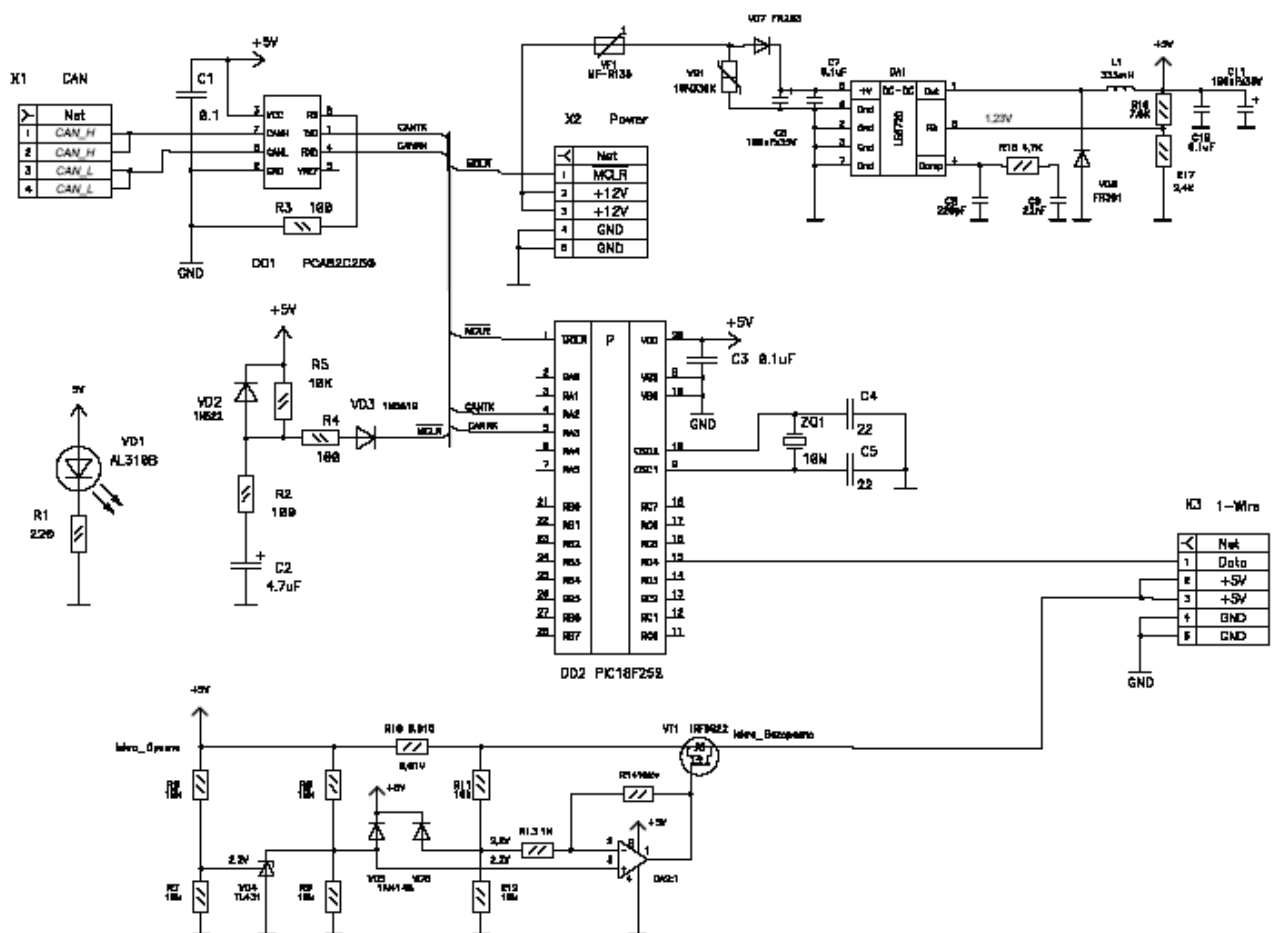


Рисунок 2.9 – Схема електрична принципова

Центральним пристроєм є мікроконтролер DD2, з схемою того, що тактує ZQ1, C4, C5, що визначає продуктивність мікроконтролера, і ланцюжком

скидання при включенні живлення VD2, R5, VD3, R4, R2, C2 (ланцюг R2, C2 - поміщена в спеціальний нерозбірний конструктив, вибухозахист). Фізичний рівень каналу зв'язку CAN забезпечується драйвером DD1 елементами C1, R3. Іскробезпечний блок стабілізованого живлення +5 В зібраний на імпульсному стабілізаторі напруги DA1 з елементами штатного «обв'язування» C8, C9, R15, VD8, L1, R16, R17, C10, C11. Нерозбірний вибухозахисний конструктив VF1, VD7, C6, C7 також виконує захист від перенапруження на вході стабілізатора напруги. Напруга візуально контролюється світлодіодом VD1 з обмежувачем потужності світіння R1.

Для забезпечення іскробезпечних параметрів ланцюгів живлення цифрових термометрів, що підключаються до X3 розроблена схема обмеження потужності іскри на допустимому рівні.

Датчик струму виконаний на резисторі R10 і операційному підсилювачі DA2:1, силовий регулятор - обмежувач на VT1. Датчик перенапруження з боку джерела напруги (у разі виходу стабілізованого джерела напруги), виконаний на стабісторі VD4 і діодах VD5 і VD6. Порогове значення задається дільниками напруги R8:R9, R11:R12 і коефіцієнтом посилення операційного підсилювача, визначуваного співвідношенням резисторів R13, R14.

2.5 Висновки по розділу

На підставі технологічного процесу, структури об'єкта керування, функціонування об'єкта керування та вимог до системи керування розроблено структурну схему системи керування.

Враховуючи вимоги до технологічного процесу, діапазони зміни вимірювальних параметрів та керованих параметрів обрані датчики та виконавчі пристрої які мають стандартні діапазони вхідних та вихідних сигналів.

У якості температурного датчика обрано цифровий датчик температури D18B20 (в корпусі TO92) - високоточний цифровий термометр з однопровідним інтерфейсом в стандарті 1 – Wire ("MicroLAN").

На підставі вимог до технологічного процесу та функціонування системи керування в якості пристрою керування обрано промисловий контролер CEDIO 16/16-0.5.

На підставі структурної схеми системи керування та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації системи керування з урахуванням якої розроблена схема електрична принципова системи керування.

Особливості розробки апаратного забезпечення системи контролю та управління треба враховувати при створенні програмного забезпечення системи керування.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА КОНТРОЛЮ

3.1 Загальні відомості

«Правилами безпеки у вугільних шахтах» передбачалася вимога: «Вироблення, обладнані стрічковими конвеєрами, мають бути оснащені системами автоматичного виявлення пожеж в початковій стадії». Оскільки цей пункт упродовж десятиліть не виконувався, нині він виключений з правил. Технічна проблема свого часу не могла бути розв'язана провідними інститутами по розробці засобів протипожежної безпеки через відсутність елементної бази засобів контролю температури, обробки інформації, температурного контролю повітряного середовища, а також засобів передачі повної інформації диспетчерові шахти і зворотного зв'язку для вжиття екстрених заходів по ліквідації вогнища прискореного підвищення температури.

Темою кваліфікаційної роботи присвячена автоматизації процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти, об'єктом температурного контролю, з огляду пожежобезпеки, обрано стрічковий конвеєр.

Підземні стрічкові конвеєри виготовляють із шириною стрічки 80, 100, 120 см, а при окремому замовленні, 160 та 200 см. Їх довжина по ставу досягає від 450 до 2 500 м, а продуктивність від 500 до 1 500 т/год.

Стрічкові конвеєри застосовують в горизонтальних та похилих капітальних виробках з похилом до 18° для транспортування вантажів, а в деяких випадках і для перевезення людей. Конвеєри для похилих виробок обладнуються гальмами і вловлювачами стрічки.

Стрічкові конвеєри здатні здійснювати безперервне транспортування вантажів на великі відстані, що з технологічних причин обумовлює їх незамінність на шахтах і рудниках. Саме тому, особливого значення набуває питання надійної і безпечної експлуатації конвеєрних ліній.

Контролювати технологічні параметри стрічкових конвеєрів необхідно як для забезпечення безперервної та безаварійної роботи конвеєра, продуктивної роботи конвеєра, а також контролю пожежного стану. Для вирішення цих

завдань необхідно здійснювати оперативний контроль і управління або, як це ще називається – діагностику роботи конвеєрної лінії.

Діагностування – процес оперативного контролю стану об'єкта в режимі реального часу або ж аналіз системи по результату її роботи постфактум. Система діагностики конвеєрної лінії повинна забезпечувати безперервний контроль технологічних параметрів робочого, аварійного режимів і пожежної безпеки.

Стрічковий конвеєр це один з основних об'єктів підвищеної пожежної небезпеки. На вугільних шахтах України щорічно відбувається до трьох займань, у тому числі трапляються і великі, з великим матеріальним збитком і навіть з людськими жертвами.

Головними причинами загоряння конвеєрної стрічки є:

- застосування на стрічкових конвеєрах стрічок загальнопромислового виконання і важко-займистих типу 2Ш;
- пробуксовка стрічки на приводних барабанах конвеєрів при втраті зчеплення між стрічкою і поверхнею приводного барабана;
- послаблення натягнення стрічки проти необхідного значення, затискання стрічки (завал, заштибовка) і інше;
- несправність роликів, у яких різко зростає опір обертанню і, як результат, їх нагрів до температури в декілька сотень градусів, достатній для підпалу вугільного штибу і стрічки;
- підпал стрічки джерелами високої температури, що не відносяться до конструкції конвеєра, наприклад, олія, що спалахнула, з несправного вулканізатора з масляним теплоносієм типу ПВШ-120, масляної гідромуфти і так далі.

По аварійності тертя стрічки на стрічкових конвеєрах при пробуксовці а також об конструкції конвеєра або елементи кріплення складає 93 %. Як правило, передвісниками пожежі є локальні вогнища, в яких спостерігається прискорене зростання температури аж до займання. Потенційні джерела його можуть бути як електричного, так і механічного походження. Таким чином, якщо забезпечити безперервний контроль температурного режиму потенційно небезпечних

ділянок стрічкових конвеєрів, то можна виявити і попередити небезпечний розвиток подій у поєднанні з тісною взаємодією з ефективною апаратурою пожежогасіння.

У кваліфікаційні роботі розроблено апаратне забезпечення контролю температурного стану стрічкового конвеєра. Проблемним місцем з точки зору контролю пожежобезпеки є стрічка конвеєра, протяжність якої може сягати до 2,5 км. Для виміру температури довкілля над стрічкою можуть використовуватися датчики, виконані на бази цифрового термометре типу DS1820, які встановлюються на відстані 20...100 метрів один від одного по довжині стрічки конвеєра. Температурні датчики підвішується до стелі на відстані 20 см від покрівлі.

Таким чином є потреба в моделюванні процесу розповсюдження температури вздовж виробки, в якій розташовано конвеєр, щоб можна було змодельовати процес точкового виникнення возгорання, та дослідити розповсюдження температури з метою можливою достовірного виявлення цього стану системою контролю.

3.2 Теоретичні відомості

3.2.1 Вентиляція у шахті

Рішення задач, які стоять перед вентиляцією шахт, неможлива без надійного контролю за її станом. Для цього необхідний постійний контроль основних параметрів рудничної атмосфери як вмісту метану, так і витрати повітря, що надходить в шахту та у окремі гірничі виробки, що значно зменшить кількість аварій, пов'язаних з вибухами метану. Завдання контролю витрати повітря в гірничих виробках шахт України вирішується шляхом створення та впровадження стаціонарної апаратури: вимірювача ІСНВ і датчика ДНСВ [15].

Надійний автоматичний контроль параметрів атмосфери вмісту метану і витрати повітря в гірничих виробках дозволить значно зменшити кількість аварій у шахтах.

Відповідно до «Правил безпеки у вугільних шахтах » швидкість Повітря в гірничих виробках не повинні перевищувати величини зазначених в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Максимальна швидкість руху повітря в гірничих виробках, привибійних просторах і вентиляційних пристроях

Гірничі виробки, привибійні простори, вентиляційне обладнання	Максимальна швидкість повітря, м/с
Вентиляційні свердловини	Не обмежена
Стволи та вентиляційні свердловини з підйомними установками, призначеними тільки для піднімання працівників в аварійних випадках, вентиляційні канали	15
Стволи для опускання та піднімання тільки вантажів	12
Кросинги трубчасті та типу перекидних мостів	10
Стволи для опускання та піднімання працівників і вантажів, квершлагги, головні відкотні та вентиляційні штреки, капітальні та панельні бремсберги та уклони	8
Усі інші гірничі виробки, проведені по вугіллю і породі	6
Привибійні простори очисних і тупикових виробок	4

Середня швидкість повітря при вибійних просторах очисних виробок всіх шахт, і в тупикових виробках газових шахт повинна бути не менше 0,25 м/с.

3.2.1 Температуру повітря у шахті

На температуру повітря в шахті впливають такі чинники:

- стиснення повітря в повітроподаючому і розширення його в повітровидаючому стовбурах;
- температура гірських порід і теплообмін між повітрям і гірськими породами;
- інтенсивність провітрювання;
- різного роду екзотермічні і ендотермічні процеси, пов'язані з виділенням та поглинанням тепла;
- кліматичні параметри повітря на земної поверхні.

Природне стиснення повітря підвищує його температуру при русі вниз приблизно на 1° на кожні 100 м глибини. При підйомі повітря з шахти він охолоджується приблизно на ту ж величину.

Відомо, що температура гірських порід зі збільшенням глибини зростає. Інтенсивність підвищення температури гірських порід з глибиною характеризується геотермічним щаблем, яка виражається числом метрів по

вертикалі, відповідним підвищення температури гірських порід на 1°. Геотермічний ступінь змінюється від 10 до 200 м/°С. Для Донбасу вона дорівнює 34...39 м/°С.

Розрахунок очікуваної температури на глибині H здійснюється за формулою:

$$t_n = t_{n.з.} + \frac{H - h_{n.з.}}{H_\Gamma}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.1)$$

де $h_{n.з.} \cong 20...30$ м - глибина нейтрального шару (зони з постійною температурою гірських порід);

$t_{n.з.} = 7...9^\circ\text{C}$ - температура порід нейтрального шару, що дорівнює середньорічній температурі повітря для даної місцевості;

H_Γ - геотермічна щабель, м/°С.

На глибині 1 500 м температура гірських порід в Донбасі досягає 54...56°С.

Кількість тепла, що віддається гірськими породами повітрю, залежить від різниці температур порід і повітря, теплофізичних характеристик порід, швидкості руху повітря і інших чинників.

Розрахунок теплообміну представляє найрізноманітніші труднощі внаслідок вироблення всіх параметрів у часі та в просторі.

На невеликій глибині повітря, яке поступає в шахту, нагріває породи влітку і охолоджує їх зимою. На більш значущій глибині охолодження порід має місце протягом усього року. У обох випадках, коли навколо вироблення створюється зона, в межах тієї температури, яка в масиві.

Щабель породи, температура якого змінюється протягом року, називається тепловирівнювальною сорочкою.

Наявність охолоджуючої оболонки порід навколо подаючого повітря стовбура, квершлагу та ін. виробок обумовлює незначне зростання температури повітря в цих виробках. Навпаки, температура повітря різко зростає в очисному забої, де породи оголюються кожен день. Найбільш висока температура повітря спостерігається в тупикових вибоях довгих підготовчих виробок.

При тривалому провітрюванні товщина тепловирівнювальної сорочки може досягати 10...20 м - в пісковиках, 8...10 м - в глинистих сланцях, 3...5 м - у вугіллі.

Приблизно на відстані 1 500 м від подачі повітря стовбура товщина її стає близькою до 0 (рис. 3.1).

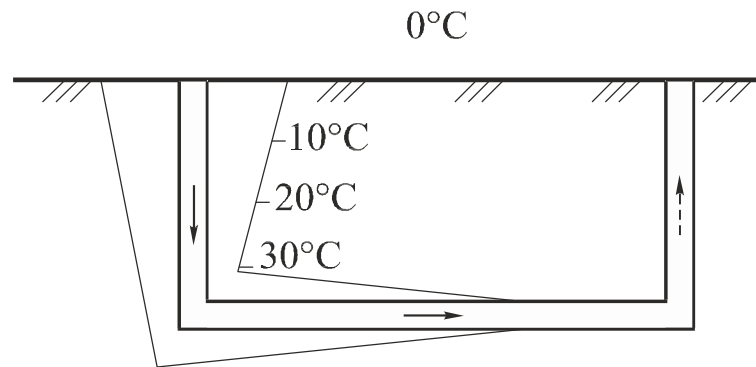


Рисунок 3.1 - Зміна товщини охолоджуючої оболонки

До інших чинників, який сприяє зростанню температури повітря, відноситься:

- окислення гірських порід (вугілля, різних видів руд), гниття кріпильного лісу;
- виділення тепла з транспортується вугілля і порід, особливо при конвеєрному транспорті у виробках зі свіжим струменем;
- тепловиділення при роботі машин і механізмів, особливо помітно підвищення температури в тупикових виробках за рахунок роботи комбайнів (на 10...12°C), вентиляторів (на 2...3°C);
- тепловиділення при русі шахтних вод;
- інші причини (теповиділення людей, вибухові роботи, освітлення, сезонні коливання температури зовнішнього повітря).

Найбільш суттєвою причиною, яка знижує температуру повітря, є випаровування води (1 г води при випаровуванні поглинає 2,46 кДж і знижує температуру 1 м³ повітря на 1,7...1,9°C).

Тепловий баланс - це розподіл виділяється в шахті тепла за різними джерелами. Для шахт Донбасу глибиною 1 000 м він приблизно наступний (у %):

- тепловіддача від гірських порід - 48,5...50;
- окиснення дерева і вугілля - 28,8;
- від охолодження корисних копалин - 8,6;

- від механічної роботи і електроенергії - 8,5;
- інші джерела - 5,6.

Характер зміни температури повітря в гірничих виробках при спільному впливі різних факторів показані на рис. 3.2.

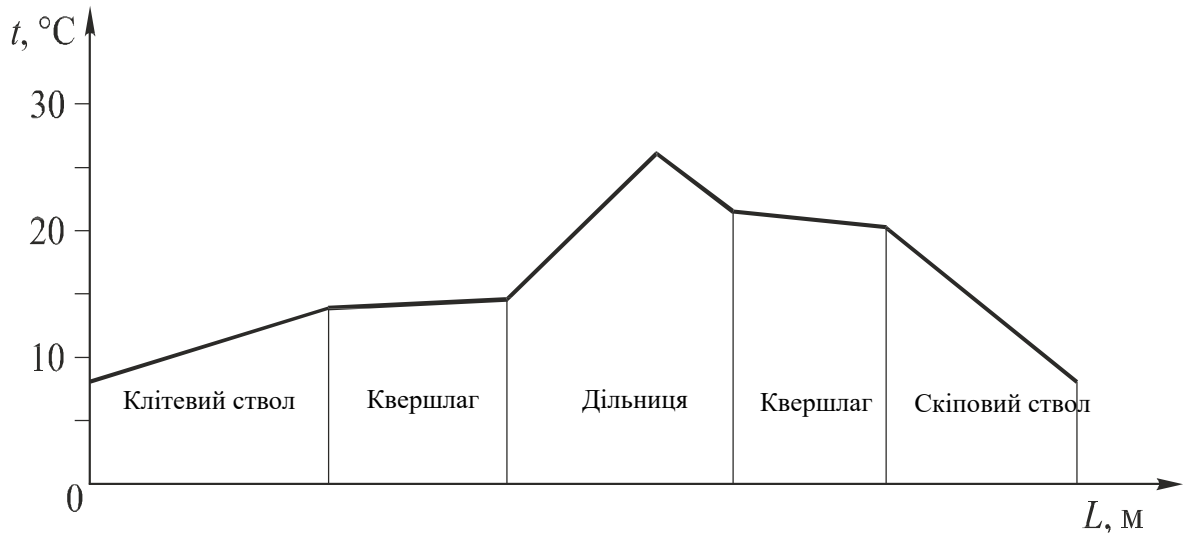


Рисунок 3.2 - Характер зміни температури повітря в шахті

Зниження температури повітря у вихідній частини ділянки обумовлено притоками свіжого повітря за межами очисного забою (підсвіженням струменя).

3.3 Розробка моделей і моделювання процесів для капітальних виробок

Початкові данні для створення моделі наступні:

- шахта «Західно-Донбаська» Павлоградвугілля (м. Тернівка, Дніпропетровська обл.);
- температура повітряної струї на початку 20 °C;;
- глибина капітальної виробки 325 м;
- довжина капітальної виробки, де розташовано конвеєр 2 000 м;
- довжина конвеєрна (стрічки) 1 500 м;
- швидкість руху повітря 0,5 м/с.

В подальшому виробка 2 000 м для потреб моделювання умовно представлена двома окремими виробками довжиною 500 м, в якій нема силового обладнання, та виробкою довжиною 1 500 м, в якій розташовано конвеєр.

Згідно формули 3.2. розрахуємо очікувану температуру порід за початковими параметрами та наступними припущеннями, характерними для даного регіону, де розташована вказана шахта:

- $t_n = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ - температура порід нейтрального слою;
- $h_n = 25 \text{ м}$ = глибина нейтрального слою;
- $\Gamma_g = 55 \text{ м}/^\circ\text{C}$ - геотермічна ступінь;
- $H = 325 \text{ м}$ – глибина.

Таким чином маємо наступну очікувану температуру порід:

$$t_p = t_n + (H - h_n) / \Gamma_g = 8 + (325 - 25) / 55 = 14,45 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Тепловий баланс приймаємо наступний:

- тепловіддача від гірських порід – розраховується моделлю;
- інші залежать від тепловіддачі від гірських порід і складають:
 - окиснення дерева і вугілля - 28,8 %;
 - від охолодження корисних копалин - 8,6 %;
 - від механічної роботи і електроенергії - 8,5 %;
 - інші джерела - 5,6 %.

3.3.1 Вплив на температуру повітря гірничою виробкою

На рис. 3.3 представлена модель впливу на температуру повітря при проходженні його гірничою виробкою.

Глибина масиву порід 325 м (що відповідає, згідно 3.1, температурі порід 14,55 $^\circ\text{C}$), температура повітря 20 $^\circ\text{C}$.

Модель вираховує вплив на температуру повітря в залежності від складових теплового балансу, з урахуванням глибини виробки та їх наявності.

Спочатку розраховується градієнт температури між масивом порід (14,45 $^\circ\text{C}$) і повітрям (20,0 $^\circ\text{C}$). Далі розраховується падіння температури повітря при проходженні повітря виробкою з довжиною 500 м, враховуючи початкові данні, які є такими, що при проходженні повітря через виробку з градієнтом

приблизно у $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ параметри падіння температури складають $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на кожні 1000 м виробки.

Далі в моделі враховуються складові теплового балансу. В моделі показано тільки дві складові теплового балансу - тепловіддача від гірських порід та інші джерела, інші умовно дорівнюють 0 % (вони відсутні у цій виробці).

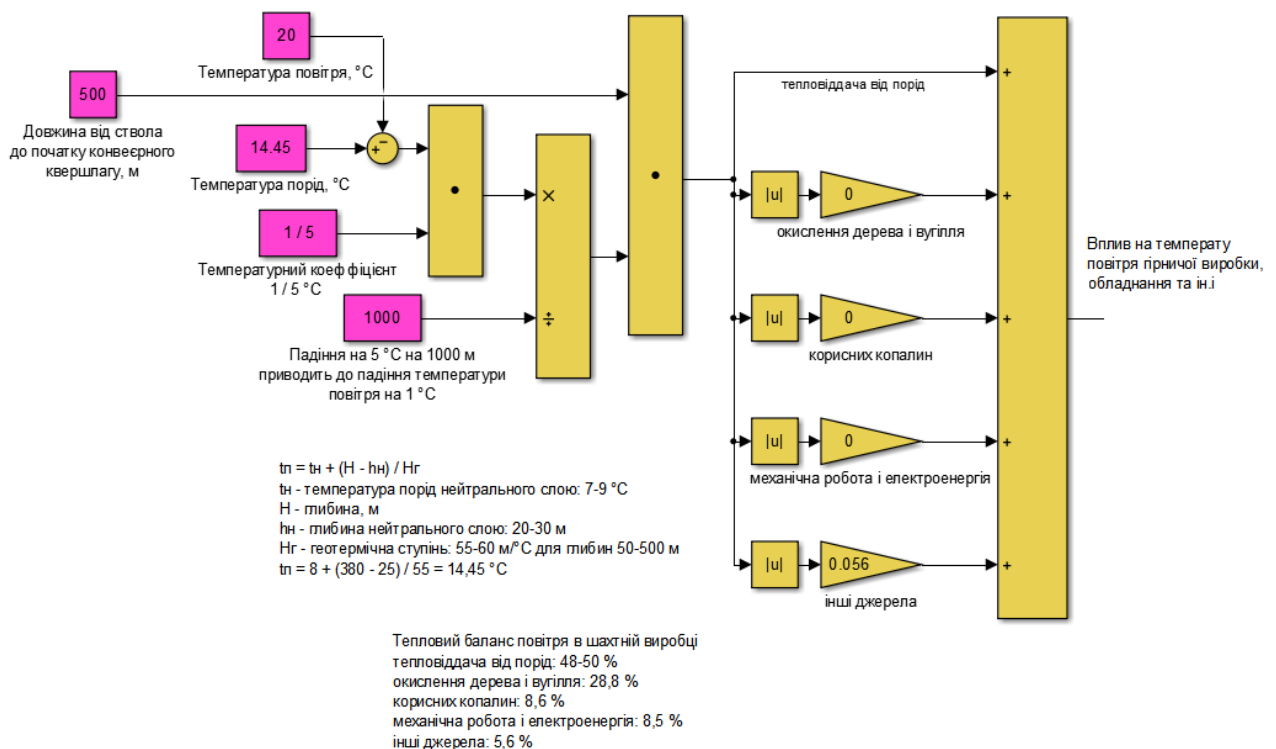


Рисунок 3.3 – Модель впливу на температуру повітря гірничою виробкою

3.3.2 Проходження повітря гірничою виробкою

На рис. 3.4 представлена модель проходження повітря гірничою виробкою в якій відсутнє силовне технологічне обладнання, яке може суттєво впливати на температуру повітря (біляствольний двір).

Глибина виробки 325 м, довжина виробки 500 м, температура повітря початку виробки $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, швидкістю руху повітря $0,5\text{ м/с}$.

В цій моделі використовується попередня модель впливу на температуру повітря при проходженні його гірничою виробкою, де розраховується вплив на температуру повітря складових теплового балансу, з урахуванням глибини виробки та їх наявності.

На даному етапі присутня дві тільки складові теплового балансу - тепловіддача від гірських порід та інші джерела.

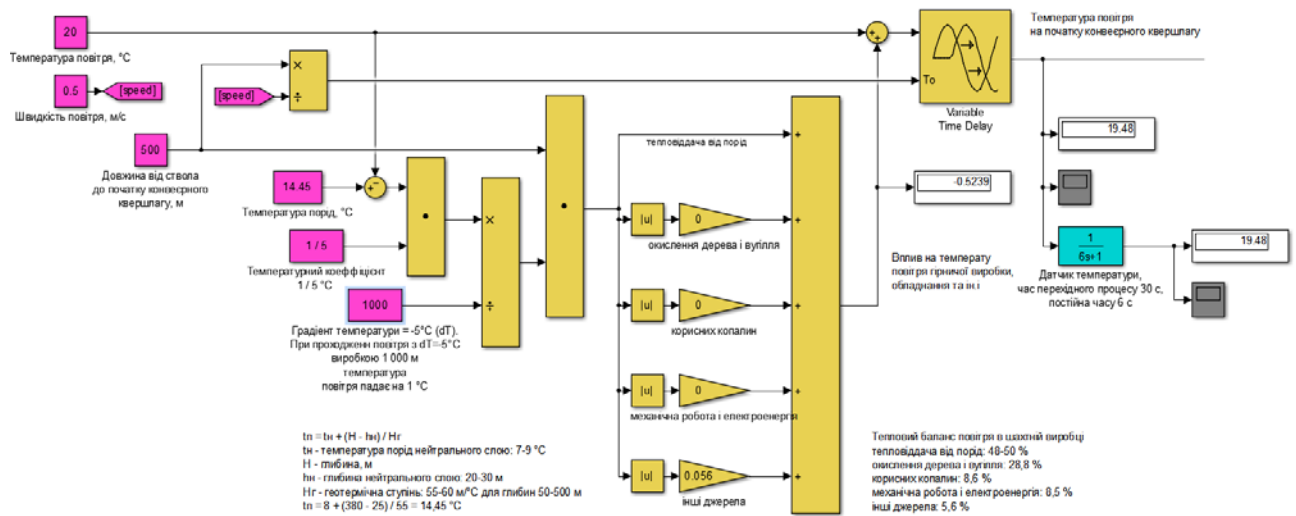


Рисунок 3.4 – Модель проходження повітря гірничою виробкою

В моделі також враховується час затримки на розповсюдження повітря по виробці.

В результаті моделювання встановлено, що температура повітря в кінці виробки впаде приблизно на 0,5 % і становитиме 19,48 °C.

3.3.3 Проходження повітря конвеєрним квершлягом

На рис. 3.5 представлена підмодель проходження повітря конвеєрним квершлягом (виробка для транспортування порід конвеєром) на відстань рівну 100 м.

Усі датчики температури розташовані під стелею квершлягу вздовж конвеєрної стрічки на однаковій відстані – 100 м. Довжина конвеєра складає 1 500 м, тобто у системі контролю температурного стану є 15 датчиків температури. Таким чином повноцінна модель проходження повітря конвеєрним квершлягом має складатися з 15 підмоделей проходження повітря конвеєрним квершлягом (рис. 3.6).

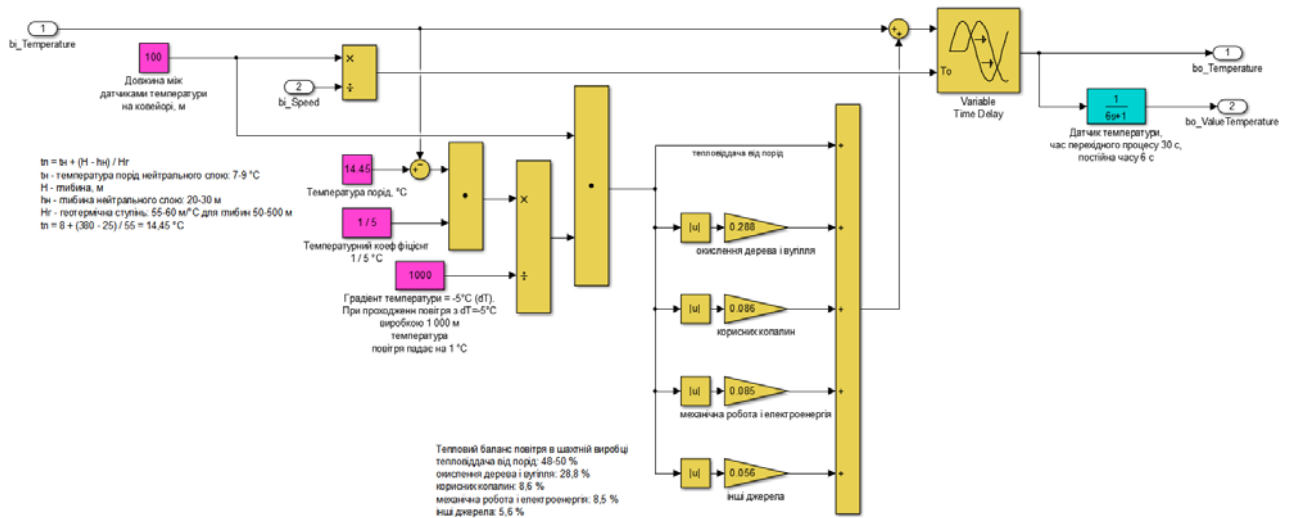


Рисунок 3.5 – Підмодель проходження повітря конвеєрним квершлагом

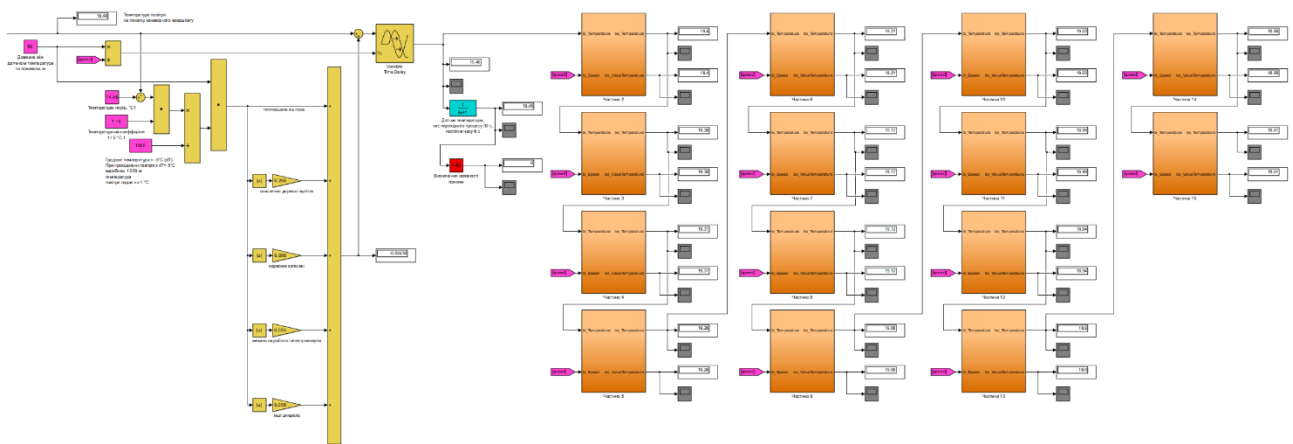


Рисунок 3.6 – Модель проходження повітря конвеєрним квершлагом

В результаті моделювання встановлено, що температура повітря в кінці виробки впаде приблизно на 0,7 % і становитиме 18,81 °C.

3.3.3 Нагрів технологічного обладнання

На рис. 3.7 представлена модель нагріву (передпожежного стану) для технологічного обладнання (найбільш ймовірні - конвеєрна стрічка, та компоненти силового приводу - електродвигун, редуктор, муфта).

Модель передпожежного стану (або внутрішньої пожежі) містить ланку східчастого впливу 150 °C, та часом дії 5 000 с і аперіодичну ланку першого порядку з постійною часу 60 с (час перехідного процесу 300 с).

Також в моделі присутня ланка транспортного запізнення, так як датчик температури умовно розташовано на відстані 50 м, від місця нагріву технологічного обладнання (розгортання пожежі).

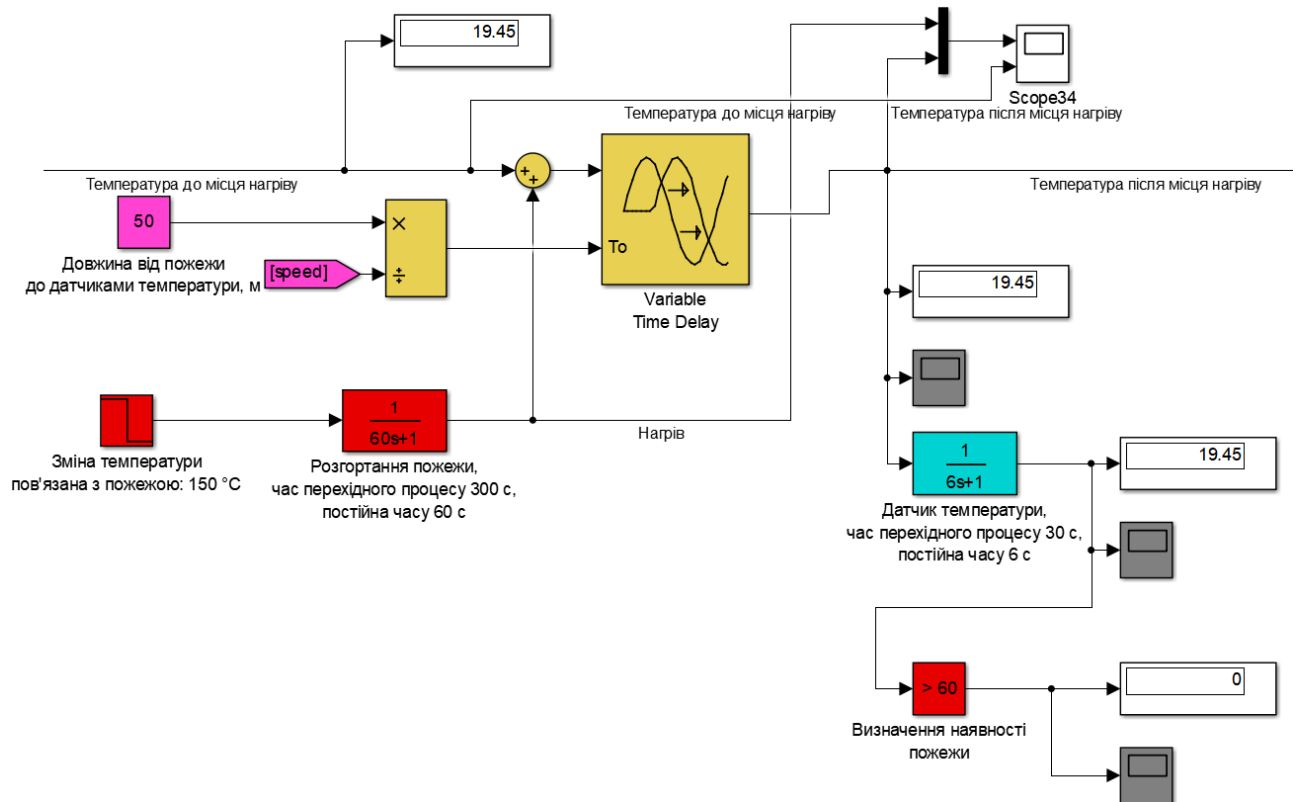


Рисунок 3.7 – Модель нагріву технологічного обладнання

Також в моделі присутній детектор аварійного підвищення температури, який налаштовано на температуру більшу ніж 60 °С.

Результати моделювання нагріву повітря технологічним обладнанням представлена на рис. 3.8.

При початкових умовах – температура порід 14,45 °С (умовно температура порід і повітрі рівні між собою) температура повітря досягає 150 °С, при появі більш теплого повітря (19,48 °С), яке надходить, температура повітря у місці нагріву зростає і досягає значення 169,5 °С.

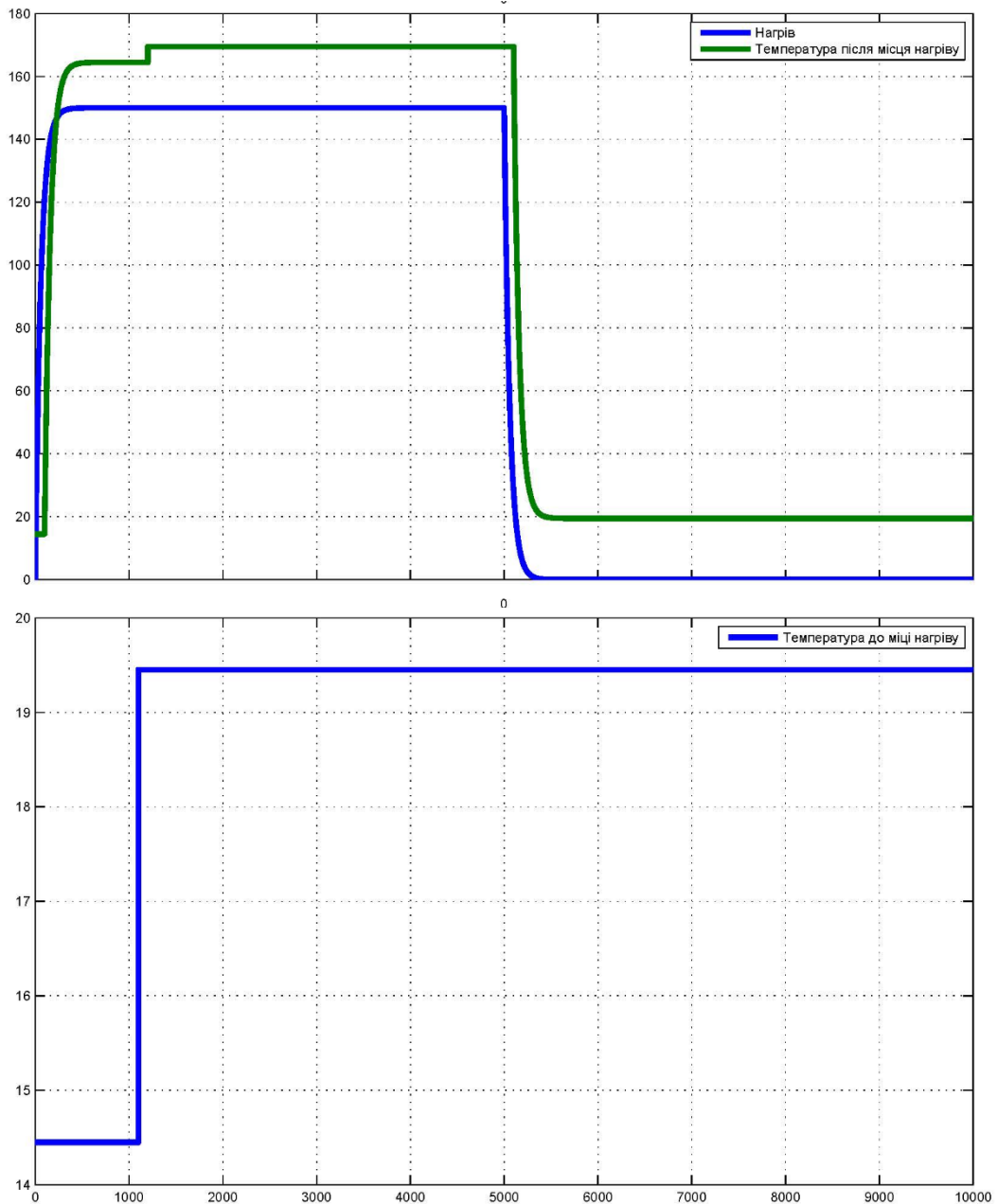


Рисунок 3.8 – Результати моделювання нагріву повітря технологічним обладнанням

3.4.5 Проходження повітря виробками для звичайних умов

На рис. 3.9 показано результат моделювання проходження повітря двома виробками - виробка 1 – 500 м, без обладнання; виробка 2 – 1 500 м, конвеєрний квершлаг в звичайних умовах роботи технологічного обладнання.

Початкові данні для моделювання наступні:

- температура порід 14,45 °С (глибина виробок 325 м);
- температура повітряної струї на початку виробки 1 дорівнює 20 °С;
- швидкість руху повітря 0,5 м/с.

- довжина капітальної виробки 1, без силового обладнання 500 м;
- довжина капітальної виробки 2, де розташовано конвеєр 1 500 м;

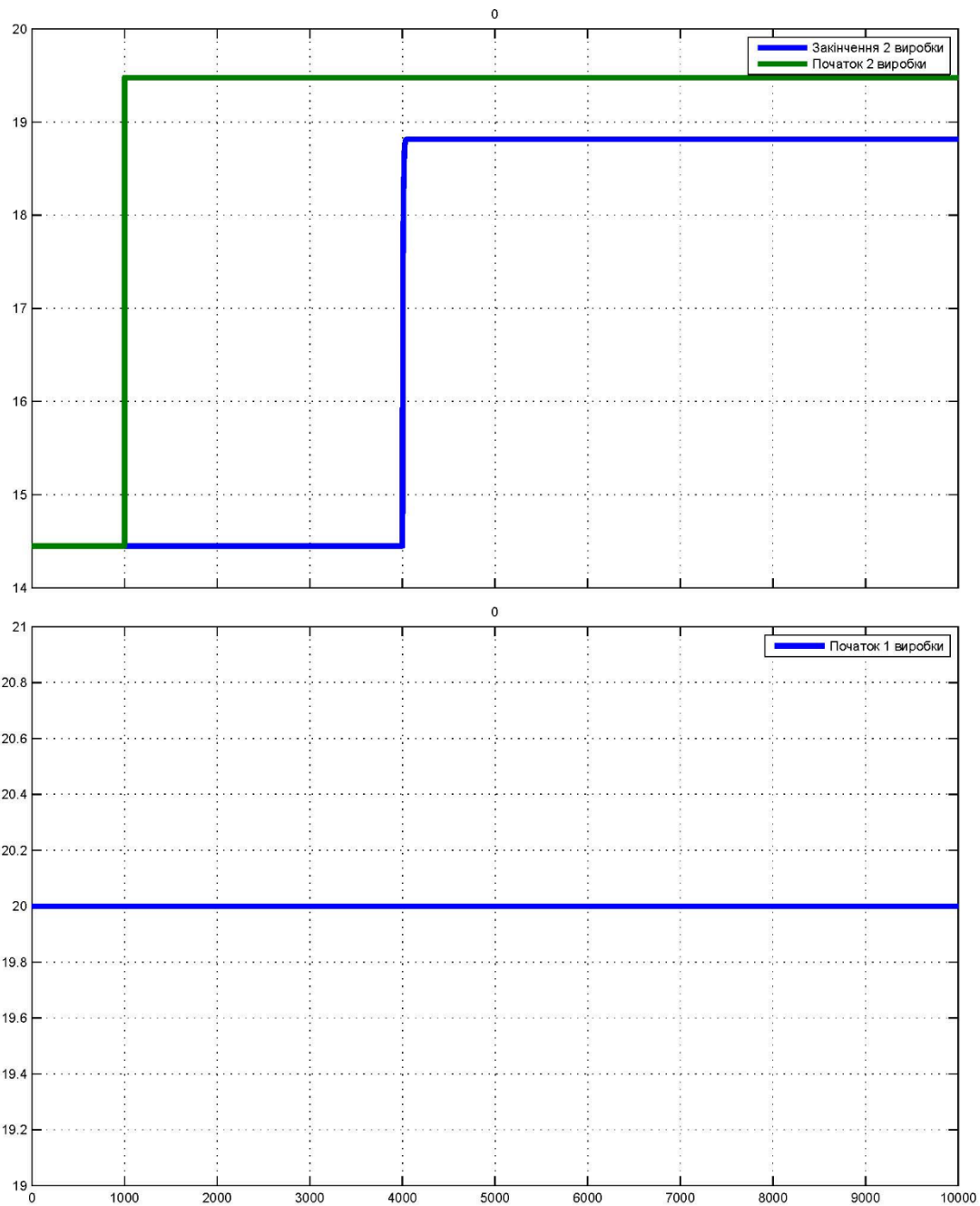


Рисунок 3.9 – Результат моделювання проходження повітря виробками
виробка 1 - 500 м, без обладнання; виробка 2 – 1 500 м, конвеєрний квершлаг

Температура повітря на виході з виробки 1 дорівнюватиме 19,48 °С (зниження температури у виробці на 0,52 °С), на з виході виробки 2 дорівнюватиме 18,81 °С (зниження температури у виробці на 0,67 °С).

Як бачимо охолодження у виробках приблизно однакове. Враховуючи співвідношення довжин цих виробок 1:3 можна стверджувати, що працююче обладнання у виробці 2 підігріває повітря на $0,89\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рис 3.10 показано розподіл температури при проходженні повітря двома виробками (виробка 1 та виробка 2 – як одне ціле) в умовах звичайного стану роботи технологічного обладнання.

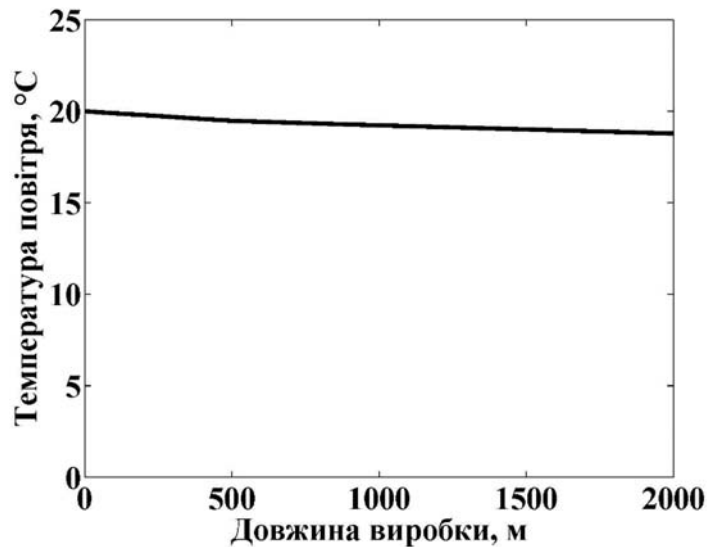


Рисунок 3.10 – Розподіл температури при проходженні повітря двома виробками в умовах звичайного стану роботи технологічного обладнання

3.4.6 Проходження повітря виробками для умов з передпожежним станом роботи технологічного обладнання

На рис. 3.11 показано моделювання проходження повітря двома виробками - виробка 1 – 500 м, без обладнання; виробка 2 – 1 500 м, конвеєрний квершлаг в умовах аварійного нагріву технологічного обладнання.

Початкові данні для моделювання наступні:

- температура порід $14,45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (глибина виробок 325 м);
- температура повітряної струї на початку виробки 1 дорівнює $20\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- швидкість руху повітря $0,5\text{ м/с}$.
- довжина капітальної виробки 1, без силового обладнання 500 м;
- довжина капітальної виробки 2, де розташовано конвеєр 1 500 м;
- параметри нагріву технологічного обладнання:

- місце нагріву технологічного обладнання 50 м від початку 2 виробки (нагрів конвеєрної стрічки – значне тертя у результаті заклинювання роликів опор);
- температура розігріву 150°C
- часом дії 5 000 с.

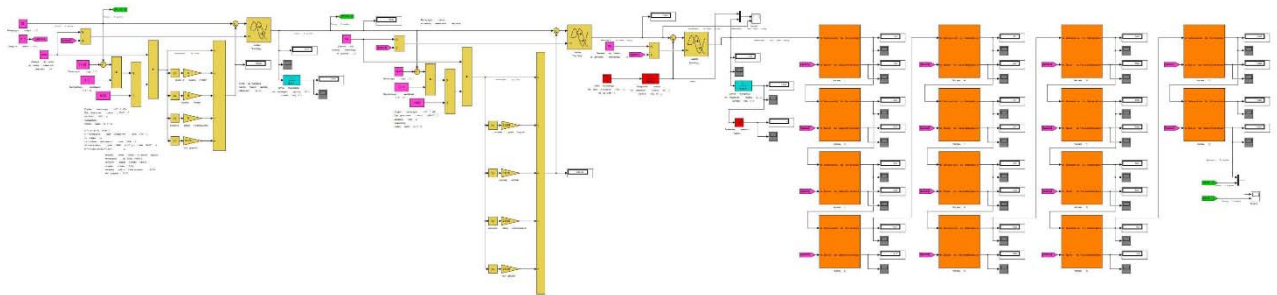


Рисунок 3.11 – Модель проходження повітря виробками в умовах предпожежного стану технологічного обладнання

Це повна модель виробки, яка містить усі раніш описані компоненти:

- модель виробки 1;
- модель виробки 2;
- модель предпожежного стану, яка інтегрована у модель 2 на відстані 50 м від початку виробки.

На рис. 3.12 показано результат моделювання проходження повітря двома виробками в умовах аварійного нагріву технологічного обладнання.

Температура повітря на виході з виробки 1 дорівнюватиме 19,48 °C (зниження температури у виробці на 0,52 °C), на з виході виробки 2 дорівнюватиме 18,81 °C – для звичайного режиму і досягатиме значення 169,5 °C при аварійному режимі обладнання.

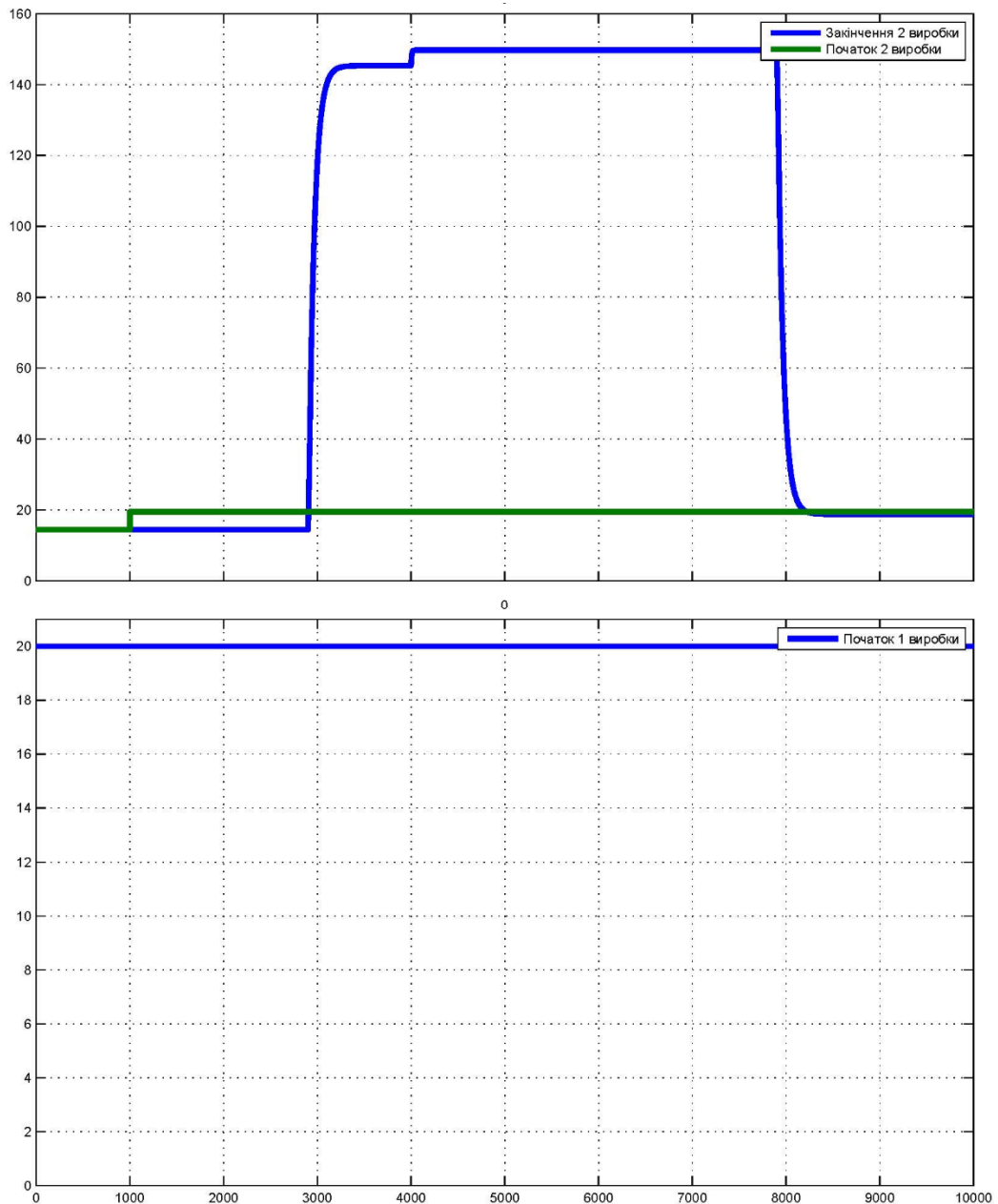


Рисунок 3.12 – Результат моделювання проходження повітря виробками в умовах предпожежного стану технологічного обладнання
виробка 1 - 500 м, без обладнання; виробка 2 – 1 500 м, конвеєрний квершлаг

На рис 3.13 показано розподіл температури при проходженні повітря двома виробками (виробка 1 та виробка 2 – як одне ціле) в умовах предпожежного стану технологічного обладнання.

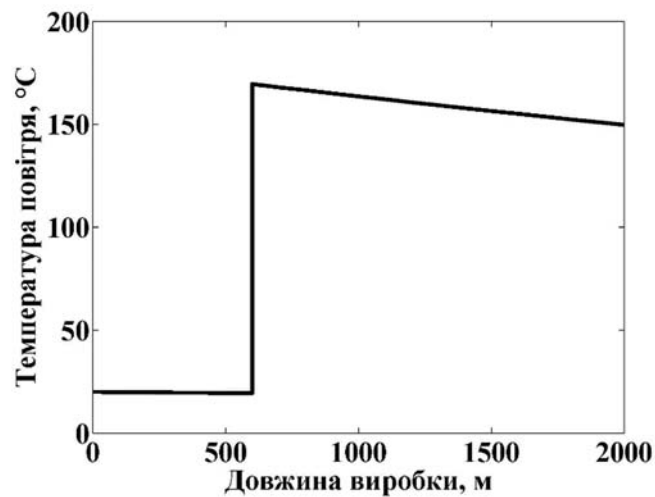


Рисунок 3.13 – Розподіл температури при проходженні повітря двома виробками в умовах передпожежного стану технологічного обладнання

Очевидно, що зареєструвати це підвищення температурі зможе система автоматичного контролю протипожежного стану на конвеєрі.

3.5 Висновки за розділом

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконано розробку віх необхідних моделей, як потрібні для дослідження об'єкта контролю, в якості якого виступає капітальна виробка довжиною 2 000 м, яка розташована на глибині 325 м, та має технологічне обладнання – стрічковий конвеєр довжиною 1 500 м.

Модель виробки містить наступні компоненти:

- модель виробки 1 (500 м – без технологічного обладнання);
- модель виробки 2 (1 500 м – конвеєрний квершлаг);
- модель передпожежного стану технологічного обладнання, яка інтегрована у модель 2 на відстані 50 м від початку виробки.

Досліджена робота усіх моделей.

Модель виробки досліджені для звичайного і аварійного стану роботи технологічного обладнання.

Усі моделі можна вважати адекватними і можуть бути використанні для моделювання поведінки об'єкта контролю при побудові системи контролю протипожежного стану конвеєра.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розробка і впровадження системи контролю пожежної безпеки на конвеєрному транспорті є актуальною, власники шахт останнім часом все більше починають приділяти уваги безпечним умовам праці.

В силу конструктивних особливостей і режимів роботи конвеєр є одним з найбільш небезпечних джерел пожежі. Велика протяжність, розгалуженість конвеєрного транспорту, значна кількість контрольованих параметрів і пожежного устаткування вимагає створення розподіленої в просторі програмно-апаратної системи, сполученої з єдиним інформаційно-обчислювальним каналом з диспетчерським пультом управління. Одним з ключових вузлів в системі є розробка облаштувань пожежної безпеки для конвеєра, з метою інтеграції їх в єдиний інформаційно-обчислювальний канал.

Економічний ефект для проектного варіанту, в порівнянні з базовим, очікується за рахунок:

- скорочення капітальних витрат;
- скорочення експлуатаційних витрат;
- збільшення прибули, що досягається за рахунок підвищення продуктивності комплексу здобичі.

4.1 Розрахунок капітальних витрат на виготовлення, придбання і проектного варіанту системи

4.1.2 Розрахунок витрат на створення програмного продукту

Існує необхідність розробки програмного забезпечення (ПО) для контролера, виконаного на мікросхемі PIC18F258. Це необхідно для забезпечення функцій автоматичного контролю пожежної безпеки на конвеєрному транспорті. Особлива важливість цього виду забезпечення визначається тим, що саме в ПО закладаються і реалізуються функції систем контролю і управління. Ефективність кожного програмного виробу визначається його якістю і ефективністю процесу розробки. Якість програмного виробу визначається наступними складовими:

- з точки зору користувача цього ПО;
- з позицій використання ресурсів і їх оцінки.

Оцінка якості програмного виробу з точки зору функціональності і надійності в основному визначається задоволенням необхідних вимог за об'ємом оперативної пам'яті і продуктивності, пропускнуою спроможністю каналів передачі даних. Оцінка якості програмного виробу на стадії його створення включає визначенні трудомісткості створення ПО, часу розробки і вартості його створення.

Виходячи з цього при створенні ПО для розробки автоматизованих систем різного призначення, техніко-економічні розрахунки повинні містити:

- визначення трудомісткості створення ПО;
- розрахунок витрат на створення програмного виробу;
- оцінку витрат машинного часу, необхідного для відладки і рішення поставленої задачі.

Розрахунок терміну створення програмного виробу, можна зробити по методу, що базується на основі системи моделей з різною точністю оцінки, де за одиницю нормування прийнято число початкових команд(операторів) програмного виробу.

Трудомісткість розробки ПО можна розрахувати по формулі:

$$t = t_o + t_u + t_a + t_n + t^{k}_{отл} + t_{Д}, \quad (4.1)$$

- де t_o - витрати на підготовку і опис поставленого завдання, чол.-г;
 t_u - витрати праці на дослідження алгоритму рішення задачі, чол.-г;
 t_a - витрати праці на розробку блок-схеми алгоритму, чол.-г;
 t_n - витрати праці на програмування по готовій блок-схемі, чол.-г;
 $t_{отл}$ - витрати праці на відладку програми на ЕОМ, чол.-г;
 $t_{Д}$ - витрати праці на підготовку документації по завданню, чол.-г.

Складові витрат праці визначаються через умовне число операторів в ПО, що розробляється, до числа яких входять ті оператори, яких необхідно написати

в процесі роботи над програмою з урахуванням можливих уточнень в постановці завдання і у вдосконаленні алгоритму.

Умовне число операторів в програмі:

$$Q = q \cdot c \cdot (1 + p), \text{ операторів} \quad (4.2)$$

де q - передбачуване число операторів в програмі;

c - коефіцієнт складності програми;

p - коефіцієнт корекції програми.

Передбачуване число операторів в програмі $q = 1\ 300$, приймаємо коефіцієнт складності програми $c = 2,0$, а коефіцієнт корекції програми $p = 0,1$.

Розрахункам умовне число операторів в програмі:

$$Q = 1\ 300 * 2,0 * (1 + 0,1) = 2\ 860 \text{ операторів.}$$

Враховуючи значний об'єм нормативних вимоги для пристроїв і апаратури автоматики, експлуатованої в шахті, необхідно забезпечити високу міру надійності програмного забезпечення, що розробляється, відповідно для цього необхідно ретельно продумати склад програмних модулів і характер їх взаємодії між собою. Для однієї людини витрати праці на підготовку і опис поставленого завдання складуть орієнтовно 1,5 міс. (6 тижнів):

$$t_0 = 254,2 \text{ чол.-г.}$$

Витрати праці на вивчення опису завдання визначаються з урахуванням уточнення опису і кваліфікації програміста по формулі:

$$t_{II} = \frac{Q \cdot B}{(75..85) \cdot K}, \text{ чол.-г} \quad (4.3)$$

де B - коефіцієнт збільшення витрат праці внаслідок недостатності опису завдання, чол.-г ($B = 1,5$);

K - коефіцієнт кваліфікації програміста, визначуваний залежно від стажу роботи по цій спеціальності ($K = 1,0$).

$$t_{II} = \frac{2\ 860 \cdot 1,5}{80 \cdot 1,0} = 53,62 \text{ чол.-г.}$$

Витрати праці на розробку алгоритму рішення задачі :

$$t_a = \frac{Q}{(20...25) \cdot K}, \text{ чол.-г.} \quad (4.4)$$

$$t_a = \frac{2\,860}{20 \cdot 1,0} = 143 \text{ чол.-г.}$$

Витрати праці на складання програми по готовій блок-схемі:

$$t_n = \frac{Q}{(20 \dots 25) \cdot K}, \text{ чол.-г.} \quad (4.5)$$

$$t_n = \frac{2\,860}{20 \cdot 1,0} = 143 \text{ чол.-г.}$$

Витрати праці на відладку програми на ЕОМ:

$$t_{oml} = \frac{Q}{(4 \dots 5) \cdot K}, \text{ чол.-г.} \quad (4.6)$$

$$t_{oml} = \frac{2\,680}{4 \cdot 1,0} = 715 \text{ чол.-г.}$$

Хоча ця апаратура може функціонувати автономна, в ній закладена можливість обміну інформацією з ЕОМ верхнього рівня, сервера, що виконує роль, і пульта диспетчера, по послідовному каналу зв'язку, що дозволяє використати таку апаратуру в системі комплексної автоматизації пожежної безпеки в якості інтегральної підсистеми контролю пожежної безпеки конвеєрів. Тому при розрахунку витрат праці на відладку програми необхідно враховувати той факт, що відладка апаратури відбувається в комплексі з ЕОМ верхнього рівня.

Виходячи з цього положення, розрахунок витрат праці на відладку програми повинен робитися по формулі:

$$t_{котл} = 1,5 * t_{отл} = 1,5 * 715 = 1\,072,5 \text{ чол.-г.}$$

Витрати на підготовку документації по завданню:

$$t_D = t_{ДР} + t_{ДО} \quad (4.7)$$

де $t_{др}$ - трудомісткість підготовки матеріалів до рукопису;

$t_{до}$ - трудомісткість редагування, друку і оформлення.

$$t_{ДР} = \frac{Q}{(15..20) \cdot K} \text{ чол.-ч.} \quad (4.8)$$

$$t_{до} = 0,75 * t_{др} \text{ чол.-г.} \quad (4.9)$$

$$t_{DP} = \frac{2\,680}{15 \cdot 1,0} = 190,67 \text{ чол.-г.}$$

$$t_{DO} = 0,75 \cdot t_{DP} = 0,75 \cdot 190,67 = 143 \text{ чол.-г.}$$

$$t_D = 190,67 + 143 = 333,67 \text{ чол.-г.}$$

Трудовістікність розробки програмного забезпечення визначимо по формулі (4.1), чол.-г.:

$$t = 254,2 + 53,62 + 143 + 143 + 1\,072,5 + 333,67 = 2\,000 \text{ чол.-г.}$$

Витрати на створення програмного виробу Кпо включають витрати на заробітну плату програмістів Ззп і вартість машинного часу, необхідного для відладки програми на ЕОМ Змв:

$$K_{PO} = Z_{ЗП} + Z_{МВ}, \text{ грн.} \quad (4.10)$$

Заробітна плата визначається по формулі:

$$Z_{ЗП} = t \cdot C_{ЗП}, \text{ грн.} \quad (4.11)$$

де t - загальна трудовістікність розробки ПО;

$C_{ЗП}$ - середня годинна заробітна плата програміста (основна і додаткова) з відрахуваннями на соціальне страхування, грн./г (Сзп = 34,09 грн./г, 6 000 грн./міс.).

$$Z_{ЗП} = 2\,000 \cdot 34,09 = 68\,180 \text{ грн.}$$

Вартість машинного часу, необхідного для відладки програми на ЕОМ:

$$Z_{МВ} = t_{OTL} \cdot C_M, \text{ грн.} \quad (4.12)$$

де t_{OTL} - трудовістікність відладки програми на ЕОМ;

C_M - вартість машино-год. ЕОМ, грн/ч ($C_M = 6,30$ грн.).

$$Z_{МВ} = 1\,072,5 \cdot 6,30 = 6\,756,75 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку програмного забезпечення складуть:

$$K_{PO} = 68\,180 + 6\,756,75 = 74\,936,75 \text{ грн.}$$

Очікувана тривалість розробки ПО:

$$t = \frac{T}{B_{II} \cdot F_P}, \text{ міс.} \quad (4.13)$$

де B_{II} - число програмістів;

F_p - місячний фонд робочого часу (при 40 - годинному робочому тижні $F_p = 176$ годин).

$$t = \frac{2\,000}{2 \cdot 176} = 5,68, \text{ міс.}$$

4.2 Висновки по розділу

Трудомісткість розробки програмного забезпечення становить 2 тис. чол.-г., витрати на розробку програмного забезпечення складуть 74,9тис грн., очікувана тривалість розробки ПО становить 5,68 міс.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

5.1.1 Загальні відомості

Нині значна частина підприємств вугільної промисловості, у першу чергу шахти державної форми власності, знаходяться у катастрофічному технічному стані. Нові шахти не будуються, але і у діючих практично не закладаються нові стволи і горизонти. Більша частина гірничошахтного обладнання і устаткування морально застаріла і фізично зношена. Потребують заміни 58% підйомних машин, 53% вентиляторів головного провітрювання, 48% компресорів. Більше 60% шахт є важко провітрюваними.

Близько 40% повітропроводів і трубопроводи головного водовідливу вражені корозією і дають великі витоки. Трубопроводи, крім того, мають занижений перетин через накопичення в них покладів твердих частинок, які містяться у шахтних водах.

Відсутній резерв підйомних пристроїв, головних та врівноважуючих канатів, копрових шківів. В аварійному стані знаходиться значна частина шахтних стволів. Не приділяється належної уваги дегазації шахт та нормалізації теплових умов праці гірників.

Слід відзначити, що для вугільних шахт України вирішальне значення для формування стану умов праці робітників мають зовнішні чинники.

Вугільні шахти є вельми складною виробничою системою з особливо небезпечними умовами праці (вибухонебезпечними, пожежонебезпечними, небезпечними за обвалами, проривам води і газу і тому подібне), де непередбачені або раптові зміни гірничо-геологічних умов або природних сил, недотримання правил безпеки або неправильні дії працівників можуть спричинити тяжкі наслідки, що в деяких випадках призводять до численних людських жертв. Крім того, робота більшої частини працівників основних спеціальностей відноситься до категорії важких, а умови праці шкідливих і небезпечних.

Основними шкідливими виробничими чинниками, характерними для процесу підземної здобичі корисної копалини на шахті відносяться : підвищена запиленість повітря робочої зони, наявність шкідливих газів, підвищені рівні шумів і вібрацій, підвищений фонові дози опромінення, висока відносна вологість і рухливість повітря, обводнює вироблень та ін.

За змістом кремнезему порідний пил є силікозонебезпечним. Вугільний пил при великих концентраціях може стати причиною захворювання трудящих антракнозом.

Основними джерелами утворення пилу в гірських виробленнях є:

- очисні роботи в лавах;
- забої прохідних гірських вироблень;
- перевантажувальні пункти вугілля і породи на конвеєрних виробленнях;
- перекидачі і завантажувальні пристрої в біля-ствольних дворах;
- буропідривні роботи.

У зв'язку з незначною природною вологістю вугілля (близько 8%), а також вміщуючих порід (аргіліти і алевроліти) особливо велике пилоутворення відбувається в лавах при роботі вуглевидобувних комбайнів і при проходці гірських вироблень прохідницькими комбайнами.

Зміст пилу в повітрі гірських вироблень доходило до 300 мг/м³ і більше, при встановленому технічно допустимому рівні залишкової запиленості (170 мг/м³, 65 % трудящих працювали в умовах, коли запиленість повітря була вища за допустиму.

Діючі очисні забої працюють зі зворотною схемою провітрювання. Мала місце аварійна загазованість в 2-х очисних і 3-х підготовчих забоях.

Бортові відкочувальні і вентиляційні штреки проходяться вприсічку до виробленого простору лав із застосуванням вибухових речовин. При вибухах утворюються шкідливі гази, які поступають в шахтну атмосферу. Для запобігання шкідливій їх дії на трудящих вибухові роботи виконуються між змінами, за відсутності гірників. На провітрювання вироблення і видалення продуктів вибуху, відводяться 30...40 хв.

Шкідливі і вибухонебезпечні гази можуть виділятися в зарядних акумуляторних електровозах, в хлораторний по знезараженню відкачуваної шахтної води. У цих місцях передбачено інтенсивне провітрювання приміщень. Камери для зарядки акумуляторних батарей електровозів провітрюються відособленим струменем повітря.

Вживані машини і устаткування на підземних роботах і на поверхні характеризуються в основному шумами низької частоти (до 100 Гц), рівень звуку не перевищує 80 дБа.

Перевищення допустимих рівнів вібрації має місце при роботі акумуляторних електровозів, прохідницьких і здобичі комбайнів.

5.1.2 Небезпека обвалення гірських порід

Породи покрівлі і ґрунту пластів, що розробляються, відносяться до нестійких. У зв'язку з цим зонами підвищеної небезпеки травмування людей вивалами шматків порід є місця сполучень лав з бортовими відкочувальними штреками, де відбувається перевантаження вугілля з конвеєра лави на конвеєр штреку, а також забої підготовчих вироблень при проходженні їх вприсічку до виробленого простору лав і місця ремонту (перекріплення) гірських вироблень.

Значну небезпеку травмування робітників представляють монтажні, демонтажні і такелажні роботи в обмежених умовах підземних вироблень.

5.1.3 Небезпечні виробничі чинники, пов'язані з експлуатацією машин, механізмів, устаткування

Усі відкриті частини працюючих підземних машин і установок, що рухаються, забезпечені обгороджуваннями, що виключають небезпеку травмування людей при дотриманні усіх правил по техніці безпеки. У камерах завантажувальних пристроїв, чищення зумпфа, в сполученнях стволів з біляствольними дворами, на навантажувальних і перевантажувальних пунктах витримані усі монтажні проміжки і вільні проходи для людей відповідно до «Правил безпеки у вугільних шахтах».

На усіх горизонтах шахти в місцях сполучення із стволами встановлені запобіжні двері, що перешкоджають доступу людей до ствола до приходу і повної зупинки кліті.

Для запобігання падінню людей стволіві робітники при чищенні зумпфів, ремонті стволів забезпечені запобіжними поясами.

На технологічному комплексі поверхні устаткування прийому і обробки вугілля і породи має обгороджування, захисні кожухи, захисні сітки, що виключають травмування обслуговуючого персоналу.

Незважаючи на вказані запобіжні заходи при обслуговуванні вуглевидобувних комплексів в лавах, прохідницьких комбайнів і навантажувальних машин продовжують травмуватися люди.

Аналіз небезпеки травматизму при експлуатації електричних мереж і електроустаткування. Освітлення.

Підземна мережа 6 кВ відособлена від мережі поверхні за допомогою розділових трансформаторів. Живлення підземних навантажень робиться по чотирьох введеннях, з яких три забезпечують повне навантаження. Кабелі живлення прокладені в клітьовому стволі до центральної підземної підстанції(ЦПП). Від ЦПП електроенергія подається до дільничних стаціонарних підстанцій 6/0,7 кВ по кабелях 6 кВ.

Розпредпункти 660 В підстанцій, а також очисних і підготовчих забоїв, конвеєрних ліній скомплектовані з автоматів фідерів типу АФВ, магнітних пускачів серії ПВИ і магнітних вибухобезпечних станцій МСВ. У підземній мережі 6 кВ встановлений селективний захист від витоків струму за допомогою апаратури АЗС-6.

У шахті влаштована загальношахтна мережа заземлення, що використовує металеві оболонки, спеціальні жили кабелів і шини заземлення, до яких підключені головні і місцеві заземлювачі.

Для розподільних мереж на поверхні шахти застосовується напруга 6 000 В, а для силової і освітлювальної мереж цехів (напруга 380/220 В.

Для забезпечення безпеки праці при використанні електроустаткування в шахті передбачені наступні заходи:

- усі використовувані в роботі електроапарати в копальневому вибухобезпечному виконанні без відкритих струмоведучих частин, що оберігає обслуговуючий персонал від електричних травм, а також виключає відкрите спалахо-утворення щоб уникнути вибухів газу і вугільного пилу;
- кабелі з негорючим покриттям, що зменшує можливість виникнення і поширення пожеж;
- у мережах змінного струму напругою 127-660 В застосовуються реле витоку струму типу АЗАК, а в мережах постійного струму зарядних облаштувань батарей акумуляторних електровозів - реле типу РКУ-ЗАР, вбудовані в зарядні пристрої. У разі пробою або погіршення стану ізоляції в кабелі або електроапаратурі, реле відключає пошкоджену ділянку, оберігаючи обслуговуючий персонал від поразки електрострумом;
- заземлення електроустаткування, а також металевих частин його і трубопроводів шляхом приєднання їх металевою смугою до місцевих заземлювачів і до загальношахтної заземлюючої мережі, що оберігає персонал від можливих поразок струмом при порушенні ізоляції;
- подання попереджувального звукового і світлового сигналу перед дистанційним пуском механізмів в роботу;
- струмоведучі частини розподільних пристроїв на поверхні захищені суцільним або сітчастим обгороджуванням;
- для попередження неправильних операцій усі роз'єднувачі забезпечені блокуванням з відповідними масляними вимикачами, а заземлюючі ножі - з приводами роз'єднувачів;
- приміщення розподільних пристроїв при довжині 7 м і більше, мають не менш 2-х виходів;
- у кабельних естакадах і тунелях обладнана сигналізація про появу диму;
- будівлі і споруди на поверхні обладнані блискозахистом.

Освітлення вироблень і камер біля-ствольних дворів, магістральних квершлагів освітлюються від освітлювальної мережі напругою 220 В, на ділянках(бортові штреки, навантажувальні пункти у лав та ін.) - від мережі 127 В. Застосовуються вибухобезпечні і пилонепроникні апарати, світильники типу РОВУ-20м, РОВУ-40м, РОВУ-80м.

Окрім стаціонарного освітлення, кожен підземний робітник забезпечується індивідуальними світильниками типу СГГ-1К.

Вироблюване білення вироблень сприяє поліпшенню освітленості у виробленнях.

5.2 Інженерно-технічні заходи по охороні праці

На кожній ділянці повинен здійснюватися комплекс технічних і санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують нормальні умови праці і застережливих професійні захворювання. Організація повинна мати паспорт санітарно-технічного стану умов праці.

У проектних документах і паспортах ділянки, проведення і кріплення підземних вироблень мають бути передбачені міри по запобіганню небезпечним і шкідливим виробничим чинникам, а також засобу колективного і індивідуального захисту від їх дії.

Для усіх технологічних процесів слід передбачати застосування засобів механізації не лише основних, але і допоміжних робіт, що виключають або зводять до мінімуму важку ручну працю.

Рівні шуму і вібрації на робочих місцях і в робочих зонах не повинні перевищувати встановлених в ПБ значень.

Контроль дотримання допустимих рівнів і тривалості дії шуму і вібрації повинен здійснюватися спеціалізованими організаціями при атестації робочих місць відповідно до чинних нормативних документів.

На гірничопрохідницькій ділянці повинні здійснюватися оцінка і контроль радіаційної обстановки, а у разі потреби – комплекс організаційно-технічних заходів відповідно до Керівництва за оцінкою і контролем радіаційної обстановки.

Підземна атмосфера по своєму складу, температурі і вологості повинна забезпечувати нормальну життєдіяльність людини впродовж усього часу знаходження його під землею.

Якщо в повітрі робочої зони зміст пилу перевищує гранично допустиму концентрацію, то повинен застосовуватися додатковий комплекс заходів по знепилюванню повітря і засобу індивідуального захисту органів дихання пилу. При цьому необхідно вести облік пилових навантажень на організм працюючих (відповідно до ДНАОП 1.1.30-5.24-96) з метою визначення безпечного часу роботи у контакті з пилом.

Працівники шахт мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до діючих норм і навчені правилам їх застосування.

На гірничопрохідницькій ділянці мають бути приміщення для зберігання, перевірки, чищення і ремонту захисного обладнання. Відхід за ними повинен здійснюватися відповідно до Інструкції з експлуатації засобів індивідуального захисту (далі ДНАОП 1.1.30 – 5.36 – 96), затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 18.01.96 №7.

Для захисту очей повинні застосовуватися захисні окуляри, екрани або щитки.

Для захисту від опіків електролітом в зарядних камерах мають бути відповідні засоби, нейтралізуючі його дію.

Буріння шпурів перфораторами, управління пневматичними лебідками, обслуговування компресорів без застосування захисту органів слуху забороняється.

На гірничопрохідницькій ділянці відповідно до санітарних норм повинні обладнатися підземні і поверхневі медпункти. Підземний медпункт повинен розташовуватися в тупиковому виробленні на свіжому струмені повітря шляхом дотримання основної маси робітників. При значній протяжності вироблень підземні медпункти можуть бути наближені до місця найбільшої концентрації робочих місць. Усі працівники ділянки мають бути навчені наданню першої допомоги потерпілим. У усіх цехах поверхні ділянки, на підземних ділянках, у виходів з тунелю і в забої вироблення, а також в кабінах машин мають бути

укомплектовані аптечки для надання першої допомоги. У АБК має бути організоване щоденне прання натільної білизни, прання або хімічне чищення спецодягу не рідше двох раз на місяць, своєчасне лагодження спецодягу і спецвзутті, а також санітарна обробка протипилових респіраторів, захисних касок, онучат (шкарпеток) і спецвзуття.

Заходи по охороні праці передбачають, передусім, виконання правил техніки безпеки, а також виробничій санітарії.

У справжньому проекті розроблена низка заходів, як для робіт на поверхні, так і на підземних роботах, серед яких:

- оснащення будівельних майданчиків усіма необхідними будівлями і спорудами, що забезпечують нормальні умови праці;
- забезпечення працюючих під землею вентиляцією з поданням чистого повітря;
- заходи по пилеподавленню (застосування знепилюючої установки, використання механізованих агрегатів для буріння шпурів);
- механізація усіх основних процесів;
- оснащення підземного автотранспорту газоочисниками і облаштування пішохідних доріжок в тунелі і штольнях;

Окрім вище переліченого у відповідних розділах проекту передбачено виконання усіх діючих норм і правил техніки безпеки при виробництві загальнобудівельних, підземних і спеціальних робіт.

5.3. Протипожежна профілактика

5.3.1 Протипожежний водопровід

Витрати води для цілей пожежогасінні прийняті виходячи з вогнестійкості, категорії пожежної небезпеки і кубатури тунельних вироблень. Категорія пожежної небезпеки - «В», об'єм вироблень складає 68 тис. м³.

Джерелом водопостачання передпортальних майданчиків є водозабори з локальних потоків.

Насосною станцією першого підйому на водозаборі вода по двох сталевих водоводах -108 x 3, 5 подається в резервуар запасу води на північному майданчику.

Місткість резервуарів визначалася на недоторканий протипожежний запас води(у тому числі на гасіння тунелю) на 3 години пожежі і складає: $Q = 60 * 3 = 180 \text{ м}^3$. Згідно з «Правилами техніки безпеки при будівництві метрополітенів і підземних споруд» пожежогасіння тунелю при виробництві робіт складає 60 м³/годину (16,6 л/с). До установки прийнятий два сталеві резервуари по 100 м³ кожен.

З резервуарів вода забирається через насосну станцію водопроводом на господарсько-питні і протипожежні потреби і подається в розводящу мережу майданчика.

Водопровідна насосна станція прийнята I категорії надійності. У ній встановлені дві групи насосів :

- на господарсько-питні потреби 2 агрегати К65-50-160 (25 м³/годину, Н = 25 м);
- протипожежні - два агрегати ЦНС 60-60 – 60 м³/годину, Н = 60 м).

Розводяща мережа - тупикова – 108 x 3,5 укладається підземним способом. На мережі встановлені гідранти - 125 з кроком установки на мережі 100 м.

5.3.2 Протипожежні заходи за системою водопостачання

Протипожежне водопостачання при проходці тунелю здійснюється від мережі північного будмайданчика.

Насосна станція протипожежного водопостачання знаходиться на північному будмайданчику поблизу порталу тунелю.

Згідно «Єдиних правил безпеки при розробці рудних і нерудних родовищ підземним способом» пожежні крани Ø 65 мм встановлюються через 100 м. Натиск води у пожежних кранів не менше 4 і не більше 10 атм. Кожен пожежний пост обладнався комплектом пожежних рукавів і сполучних голівок до них.

Будівельні майданчики забезпечені протипожежним зовнішнім водопроводом, а також системами внутрішньої пожежогасінні у будівлях.

Мережа зовнішнього протипожежного водопроводу обладнана пожежними гідрантами.

Запас води на протипожежні потреби забезпечений протипожежними резервуарами.

5.3.3 Протипожежні заходи в частині електротехнічних пристроїв

У системі протипожежного водопроводу в тунелі з кроком 200 м встановлені кнопки управління, що забезпечують подання води пожежним краном до місця займання.

Живлення насосної станції пожежогасінні, як споживача 1-ої категорії здійснюється від двох незалежних джерел електроенергії.

Робочим проектом передбачається система захисного заземлення при виробництві гірничо-будівельних робіт, що забезпечує захист персоналу при порушеннях ізоляції в електричних мережах і відключення відповідних ліній при коротких замиканнях і замиканнях фаз на землю.

5.4 План ліквідації аварій

План ліквідації аварій (ПЛА) розробляється на кожні 6 місяців головним інженером підприємства і командиром обслуговуючого підприємство взводу рятувальника, узгоджується з командиром воєнізованого загону (окремого взводу) рятувальника ГВГСС і затверджується технічним директором підприємства, за 15 днів до введення в дію.

У оперативній частині ПЛА містяться позиції для наступних видів аварій :

- позиція №1 (обвалення або завал в тупиковому гірському виробленні;
- позиція №2 (пожежа на поверхні північного припортального майданчика;
- позиція №3 (пожежа в тунелі від північного до південного порталів;
- позиція №4 (пожежа від північного порталу штольні до перемички;
- позиція №5 (пожежа від південного порталу штольні до перемички;
- позиція №6 (пожежа на поверхні південного припортального майданчика;

- позиція №7 (перекидання вантажного крану, розрив посудини працюючого під тиском, поразка електрострумом і інші нещасні випадки (за місцем виробництва робіт)).

5.5 Висновок за розділом

У цьому розділі було досліджено вплив шкідливих і небезпечних чинників на організм людини, розроблені інженерно-технічні заходи по охороні праці.

Розглянуті питання протипожежної профілактики, розроблено план ліквідації при аварії.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розглянуті питання створення системи автоматизації процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи управління, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи автоматичного контролю пожежної безпеки на конвеєрному транспорті вугільної шахти, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень по електроніці і інформаційним шинним технологіям, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи контролю. На прикладі модуля контролю температури над конвеєрною стрічкою вирішені прикладні завдання: визначені функції, синтезована структура, визначена і вибрана елементна база, розроблена схема електрична принципова, отримана модель об'єкта контролю в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, перевірена робота з імітації розповсюдження температури у звичайному режимі та в умовах передзаймання.

У економічній частині викладено техніко-економічне обґрунтування і зроблені розрахунки по створенню програмного забезпечення. Розроблені рішення можуть бути застосовані при створенні сучасної системи автоматичного контролю місця розташування очисного комбайна в лаві, як для вугільних шахт, так і для калійних копальнь, у тому числі небезпечних по газу і пилу.

Кваліфікаційну роботу виконано повністю відповідно до теми і завдання, оформлено відповідно до нормативних документів і методичних рекомендацій.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації для студентів бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Ткачов В.В., Бубліков А.В., Цвіркун Л.І., Проценко С.М., Бойко О.О., Славинський Д.В., – Д.: «НГУ», 2016. – 27 с.
2. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з проектування систем автоматизації для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 109 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/Ev6J4Z>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Бойко О.О., Проценко С.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з програмування систем реального часу для студентів напрямків підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна інженерія» / О.О. Бойко, С.М. Проценко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 168 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/rVf8Zm>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теорії автоматичного управління для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 107 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/nUMtFE>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
5. Диагностирование забойного оборудования/ А.А. Бойцов, И.А. Левитес, Л.Л. Лейко, С.В. Шумейко. □К.: Техніка, 1984, □с. 3□5.
6. Справочник по автоматизации шахтного конвейерного транспорта/ Н.И. Стадник и др. К.: Техника, 1992, □438 с.
7. Автоматизация производства на угольных шахтах/ Г.И. Бедняк, В.А. Ульшин, В.П. Довженко и др. □К.: Техника, 1989, □272 с.
8. Автоматизация конвейерного транспорта на угольных шахтах/ Н.Я. Лазукин, Е.К. Травкин, В.М. Ротенберг и др. –М.: ЦНИЭИ-уголь, 1975, – 55 с.

9. Системы и устройства автоматики для горных предприятий на основе микроэлектроники и микропроцессорной техники / под ред. Ю.Н. Камышина и Л.Г. Мелькумова. –М.: Недра, 1992, –363 с.
10. Автоматизация подземных горных работ /Под ред. Проф. А.А. Иванова – К.: Вища школа, 1987, –328 с.
11. Реферат за темою випускної роботи, ДонНТУ, Горячев Микита Віталійович,
12. Розробка і дослідження системи автоматичної діагностики конвеєрного транспорту шахти
13. <http://masters.donntu.org/2019/fkita/goriachev/diss/indexu.htm#p31>
14. Електроний ресурс: <https://studfile.net/preview/5580729/page:47/>
15. Охорона праці в галузі. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Дослідження стаціонарної автоматичної апаратури вимірювання швидкості та напрямку руху повітря в гірничих виробках шахт». Студентам гірничих спеціальностей/ В.І. Голинько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2015. – 13 с.
16. Реферат за темою випускної роботи, ДонНТУ, Горячев Микита Віталійович, Розробка і дослідження системи автоматичної діагностики конвеєрного транспорту шахти, електроний ресурс: <http://masters.donntu.org/2019/fkita/goriachev/diss/indexu.htm#p31>
17. Електроний ресурс: <https://studfile.net/preview/5580729/page:47/>
18. Аэрология горных предприятий: учеб. пособие / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, А.А. Литвиненко, О.А. Муха; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 206 с.
19. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
20. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” - К.: МОЗ України, 2000.
21. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

22. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги
23. ДНАОП 0.03-33.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.
24. Правила улаштування електроустановок Мінпаливвугілля України. – 2017 – 617с.
25. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.
26. Голінько В.І., Фрундін В.Ю. Охорона праці в галузі електротехніки та електромеханіки – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 235с
27. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207.
28. Охорона праці в галузі. Конспект лекцій для студентів Інституту електроенергетики. / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2013. – 86 с.
29. Методичні рекомендації з виконання заходів стосовно охорони праці при роботі з ПЕОМ та розрахунку освітлення у дипломних проектах студентів усіх спеціальностей/ Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2013.- 12 с.
30. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
31. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки
32. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.

33. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги
34. ДСТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Загальні вимоги безпеки.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка	
1			<u>Документація</u>				
2							
3	A4	KIBС.KBP.151.17.02.ПЗ	Пояснювальна записка		ПЗ		
4							
5			<u>Графічна частина</u>				
6							
7	A2	KIBС.KBP.151.17.02.E1	Структурна схема системи	1	E1		
8							
9							
10	A2	KIBС.KBP.151.17.02.E3	Схема електрична				
11			принципова	1	E3		
12							
13	A4	KIBС.KBP.151.17.02.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ		
14							
15	A4	KIBС.KBP.151.17.02.Д	Презентація		Д		
16							
17		KIBС.KBP.151.17.02.ВДЕ	Носій інформації	1	ВДЕ		
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
			Підп.	Дата	KIBС.KBP.151.17.02.ТП		
Зм.	Арк.	№ докум.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Вовченко		25.05.21		1	1
П. конс.					Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-17-1		
Н. контр.							
					Відомість проекту		

ДОДАТОК Б

Перелік компонентів для схеми електричної принципової

Позиційне позначення	Найменування	Кількість	Примітка
DD1	Мікросхема PCA82C250	1	
DD2	Мікросхема PIC258	1	
DA1	Мікросхема L5972B	1	
DA2	Мікросхема LM376	1	
VD1	АЛ310Б	1	
VD2	1N552	1	
VD3	1N5819	1	
VD4	TL431	1	
VD5, VD6	1N4148	2	
VD7	1N5819	1	
VD8	FR203	1	
VD3	FR301	1	
VR1	10N330K	1	
C1, C3, C6, C11	0,1 мкф	4	
C2	4,7 мкФ, 10 В	1	
C7, C10	100 мкФ, 10 В	2	
C4, C5	22 нФ	2	
VT11	IRF9622	1	
R1	220 Ом	1	
R2, R3, R5	100 Ом	3	
R6...R9, R11, R12	10 кОм	1	
R10	0,01 Ом	1	
R13	1 кОм	1	
R14*	10 кОм	1	
R15	4,7 кОм	1	
R16	7,6 кОм	1	
R16	2,4 кОм	1	
L1	333 мГн	1	
VF1	MR-135	1	

		Підп.		Дата		КІВС.КВР.151.17.02.ПЕЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.							
Розробив	Вовченко			25.05.21		Автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти.	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив								1	1
Н. контроль						Перелік елементів	НТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-17-1		
Перевірив									

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти», студента гр. 151-17-1 Вовченко Кристина Владленівна

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою об'ємом ___ стор. формату А4 і графічною частиною ___ стор. формату А4.

Об'єкт розробки: система автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти.

Мета: удосконалювати існуючі системи управління і пожежної безпеки для конвеєрного транспорту з метою запобігання і гасіння пожежі на ранній стадії займання.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи управління, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи управління.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції системи автоматичного контролю пожежної безпеки на конвеєрному транспорті вугільної шахти, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень по електроніці і інформаційним шинним технологіям, зроблений вибір елементної бази, визначена структура системи контролю. На прикладі модуля контролю температури над конвеєрною стрічкою вирішені прикладні завдання: визначені функції, синтезована структура, визначена і вибрана елементна база, розроблена схема електрична принципова, отримана модель об'єкта контролю в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, перевірена робота з імітації розповсюдження температури у звичайному режимі та в умовах передзаймання.

У економічній частині викладено техніко-економічне обґрунтування і зроблені розрахунки по створенню програмного забезпечення. Розроблені рішення можуть бути застосовані при створенні сучасної системи автоматичного контролю місця розташування очисного комбайна в лаві, як для вугільних шахт, так і для калійних копальнь, у тому числі небезпечних по газу і пилу.

Кваліфікаційну роботу виконано повністю відповідно до теми і завдання, оформлено відповідно до нормативних документів і методичних рекомендацій.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з професійною діяльністю фахівця спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані. ПЗ і графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно до вимог ГОСТ і ЕСКД, зауважень до проекту немає.

При виконанні кваліфікаційної роботи і ухваленні рішень проявлена висока міра самостійності, технічної грамотності.

Оцінки по розділах кваліфікаційної роботи - «_____».

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінку «_____», а студент привласнення освітнього рівня «бакалавр» в галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____ ст.викл. Надточий В.В.

____.06.2021

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу контролю температури повітряного середовища вугільної шахти», студента гр. 151-17-1 Вовченко Кристина Владленівна

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно повністю до вимог стандартів та методичних рекомендацій.

Викладена актуальність питання, визначені склад і функції підсистеми управління промисловою пральною машиною, запропоновані технічні рішення з використанням сучасних рішень, зроблено вибір елементної бази, визначена структура підсистеми управління.

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконано розробку віх необхідних моделей, як потрібні для дослідження об’єкта контролю, в якості якого виступає капітальна виробка довжиною 2 000 м, яка розташована на глибині 325 м, та має технологічне обладнання – стрічковий конвеєр довжиною 1 500 м.

Модель виробки містить наступні компоненти:

- модель виробки 1 (500 м – без технологічного обладнання);
- модель виробки 2 (1 500 м – конвеєрний квершлаг);
- модель передпожежного стану технологічного обладнання, яка інтегрована у модель 2 на відстані 50 м від початку виробки.

Досліджена робота усіх моделей. Модель виробки досліджені для звичайного і аварійного стану роботи технологічного обладнання.

Усі моделі можна вважати адекватними і можуть бути використані для моделювання поведінки об’єкта контролю при побудові системи контролю протипожежного стану конвеєра.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “_____” балів при відповідному захисті, а здобувач Вовченко К.В. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Рецензент, _____

____.06.2021