

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Класичний фаховий коледж

(повна назва інституту/факультету)

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

(підпис)

(Ім'я та ПРИЗВИЩЕ)

_____ 2024__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 171 Електроніка

(код та назва)

освітньо-професійної програми Електронні інформаційні системи

(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Розробка електронного пристрою придушення спалахів на вибухобезпечних підприємствах

Здобувача групи ЕІск3-01б Василя Фоміна

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Василь Фомін

_____ (підпис)

Керівник, викладач канд. техн. наук, доцент

Микола Матвієнко

_____ (підпис)

Конотоп – 2024

АНОТАЦІЯ

Обґрунтуванням актуальності теми є оволодіння новим принципом проектування електронних схем з використанням алгоритмів і математичних моделей для побудови електронних схем з мінімальною кількістю елементів пам'яті та логічних елементів, що дозволяє виконати електронну схему надзвичайно простою з використанням засобів сучасної мікроелектроніки.

Відповідно до мети в роботі вирішувалися такі задачі:

- зроблений розрахунок і вибір схеми датчика полум'я;
- розроблений контролер пристрою;
- розроблена схема накопичувача;
- розроблений датчик полум'я;
- розроблений взривопригнічуючий пристрій.

Мета роботи полягає у розробці сучасної схеми датчика полум'я, контролера, схеми накопичувача та взривопригнічуючого пристрою. Згідно мети була вирішена задача розробки електронного пристрою придушення спалахів на вибухобезпечних підприємствах.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є розробка і дослідження електронних схем для побудови пристрою придушення спалахів на вибухобезпечних підприємствах.

Робота викладена на 35 сторінках, у тому числі вона включає 11 рисунків, 3 таблиці, список цитованої літератури із 15 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ, ЛОКАЛІЗАЦІЯ ВЗРИВІВ, МЕТАН, СПАЛАХ МЕТАНУ, ФОТОПРІМАЧ, ДАТЧИК, КОПЦЕНТРАТОР, НАКОПИЧУВАЧ, КОНТРОЛЕР, ПІРОПАТРОН, ПІРОТЕХНІЧНИЙ ЗАРЯД, ВЗРИВОПРИДУШУВАЧ.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ПРИДУШЕННЯ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ	6
1.1. Аналіз пристрою «SA Geshem» придушення взривів метану (Бельгія).....	
1.2. Аналіз пристрою взривозахисту «BVS» (Німеччина).....	8
1.3. Аналіз пристрою придушення взривів метану на шахті «Тремонія» (Німеччина).....	6
1.4. Аналіз автоматичного пристрою придушенню взривів метану в шахтах (Україна).....	10
1.5. Порівняння систем по критеріям безпеки, виявлення взриву і відновлення.....	13
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННИХ ЧАСТИН ПРИСТРОЇВ ПРИДУШЕННЯ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ	15
2.1. Розрахунок і вибір електричної схеми датчика полум'я.....	15
2.2. Розробка контролера та електронної схеми накопичувача	24
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДАТЧИКА ТА ВЗРИВОПРИГНІЧУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ	29
3.1. Розробка датчика полум'я.....	29
3.2. Розробка взривопрігнічуючого пристрою.....	29
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	35

ВСТУП

Вибухи метану в шахтах приводять до значних людських жертв і матеріальних втрат, що ставить цю проблему в один ряд з найбільш актуальними народногосподарськими завданнями.

Сучасні засоби придушення вибухів - це комплекс технічних засобів виявлення початкового спалаху метану, засобів контролю і сповіщення про аварію, що здійснюють також управління пуском установок, які придушують вибух.

Роботи зі створення систем автоматичної локалізації вибухів метану інтенсивно ведуться у більшості високорозвинених країн. Завдяки використанню нових принципів реєстрації випромінювання вуглеводневого полум'я і застосуванню мікропроцесорних пристроїв для обробки сигналів з датчиків, досягнуто істотне підвищення ефективності роботи вибухозахисту.

Проте проведений аналіз показує, що сучасне покоління систем мало придатне для повноцінного вирішення цього завдання. Відсутність уніфікації і дрібносерійне виробництво технічних засобів є однією з основних причин застосування на заводах не найдосконалішої, а іноді і просто відсталого технології, представляє серйозну перешкоду розв'язанню цієї задачі. Відомі пристрої не дозволяють, через особливості елементної бази і принципи побудови, ефективно розв'язувати завдання оптимізації, самоконтролю й діагностування. Для розв'язання цього завдання потрібно, щоб технічні засоби, окрім логічних, мали і значні обчислювальні можливості.

Впродовж ряду років розробкою, виробництвом і впровадженням на шахтах пристроїв придушення спалахів метану займалися : Макіївський науково-дослідний інститут та науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут "Автоматвуглерудпром". Відпрацьовані в цих інститутах методи, інструментальні засоби і технології покладені в основу створення уніфікованої автоматичного пристрою придушення спалахів метану для застосування в шахтах.

РОЗДІЛ I

АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ПРИДУЩЕННЯ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ

1.1. Аналіз пристрою «SA Gchem» придушення взривів метану

(Бельгія)

Бельгійський пристрій придушенню взривів метану розроблений в дослідницькому центрі компанії «SA Gechem» [1,2, 3]. У цьому пристрої використовують термомеханічний датчик, який спрацьовує від двох чинників вибуху, таких як полум'я і ударна хвиля. Принцип дії датчика простий. Ударна хвиля вибуху викликає усередині коробки динамічний імпульс тиску, який примушує обернутися рухому заслінку навколо її осі. Цим приводиться у дію ніж, який перерізує нейлонову нитку. При перерізанні нитки звільняється ударник, який під дією двох пружин ударяє по капсулю детонатора. Селективна дія датчика забезпечується спеціальним стопорінням за допомогою калібрувального штифта.

Термічне спрацьовування відбувається під впливом відкритого полум'я. При цьому відбувається обрив нитки від нагріву.

У якості розпилювача, як робоче тіло використовується вода. Кожен розпилювач складається з кожуха з поліхлорвініла, в який поміщений циліндр завдовжки 2 м і діаметром 24-25 см з поліуретанового пінопласту з відкритими осередками відповідної пористості. Вага циліндра 4 кг, він підвішується в люльці з металеві сітки, його ємність рівна 90 літрів.

Джерелом енергії розпилювання є 1,5 метра вибухобезпечного детонуючого шнура, направлено в резервуар. Цей шнур подовжують відрізком енергетично бідного піротехнічного шнура «Нонель», він є вогнищем мікродетонації до 2000 м/с, практично беззвучним і без щонайменшої руйнівної дії [1, 2].

У якості системи передачі використовується цей же шнур «Нонель».

Основна мета пристрою контролю стежити за нерозривністю піротехнічної лінії. Принцип такого контролю полягає у тісному об'єднанні електричної схеми з піротехнічним ланцюгом так, щоб всі переривання останнього неминуче впливали на підключену електричну схему. Пристрій контролю також дозволяє стежити за правильністю з'єднання усіх елементів системи, її цілісністю у ході використання, станом готовності всіх наявних датчиків [1, 3].

Він видає в лінію контролю прямокутні імпульси, які, якщо все нормально, випрямляються діодом у кінці лінії. Прийнятий сигнал модифікується і спалахує

відповідна лампа. Можлива передача сигналу на телевізійний пульт контролю. Виявити місце обриву можна методом послідовних виключень за допомогою перестановки діодної коробки.

1.2. Аналіз пристрою взривозахисту «BVS» (Німеччина)

У 1965 році на експериментальному штреку гірничорудного виробництва «Bergbau Versuchsstrecke» була створена система автоматичної установки гасіння полум'я у магістралях і, зокрема, у трубопроводах дренажу газу на поверхню [2]. Випробування, проведені у той час, привели до вибору як продукта, що гасив, двовуглекислого натрію у порошці під тиском 60 барів у балонах, відкриття яких відбувається протягом декількох мілісекунд за допомогою мінідетонатора, так і оптичних датчиків полум'я. Свій досвід «BVS» вирішив застосувати і для створення заслонів з примусовим спрацьовуванням.

У якості розпилювача використовувався сталевий балон місткістю 12,3 літра, забезпечений з двох сторін клапанами з мінідетонаторами. Балон містить 8 кг порошку на основі фосфату амонія і знаходиться під тиском азоту 120 барів. Виштовхування і розпилювання відбувається приблизно за 800 мс. Швидкість виштовхування порошку така, що виникає ризик травмування персоналу, що знаходиться ближче ніж за три метри. Цей недолік явився головною причиною недопущення до застосування цієї системи для застосування у вугільних шахтах. Необхідна кількість речовини, що гасить, рівна 20 кг/м².

Першим критерієм для вибору типу датчика стала вимога контролювати певну важливу зону в той час, як механічні і термічні датчики володіють чутливістю тільки поблизу датчика. Був вибраний оптичний датчик, що дозволяє виявити випромінювання, що викликаються полум'ям, і що має до того ж дуже малий момент інерції.

Другим критерієм є селективність і «BVS» виключив з розгляду інфрачервоні датчики. Залишаються ультрафіолетові датчики, що забезпечують велику

селективність, оскільки в шахті немає джерел випромінювання у цьому діапазоні хвиль [1, 2].

Так був прийнятий датчик з газонаповненим фотоелементами. У поєднанні з оглядовим віконцем з кварцевого скла ці фотоелементи піддаються дії тільки випромінювання з довжинами хвиль від 190 до 150 нм. Для ще більшої вибірковості датчик складений з двох фотоелементів, поля зору яких не перекриваються, і система спрацьовує тільки при одночасному реагуванні двох фотоелементів в межах інтервалу 40 мс.

Датчик виконаний у закритому виконанні, але не забезпечений системою для постійного контролю його працездатності. Проте існує апаратура для тестування ультрафіолетових датчиків. Датчик встановлюється на відстані 40 м від розпилювачів. У блоку примусового спрацьовування і контролю виконуються функції практично такі ж, як і в апаратурі примусового спрацьовування і контролю DTS-90 системи «Тремонія». До блоку можуть під'єднуватися 4 датчики і він має 8 ланцюгів для підключення розпилювачів, на кожну з яких може бути підключено до 17 мінідетонаторів.

1.3. Аналіз пристрою придушення взривів метану на шахті «Тремонія» (Німеччина)

Цей пристрій був розроблений на шахті «Versuchsgrube (VG) Tremonia» в Західній Німеччині [1, 2]. У якості розпилювача у ньому використовуються лотки з водою ємністю 80 літрів, ідентичні тим, які застосовуються у пасивних заслонах на вугільних шахтах Німеччини. Пристрій складається з вибухобезпечного детонуючого шнура і детонатора миттєвої дії, що є електричним резистором 0,75 Ом. Він герметично закритий у пластмасовій трубі і поміщений у центрі лотка. Піротехнічний пристрій неодноразово перевірявся і показав виключно високу надійність. Максимально апаратура може містити 80 лотків. У якості датчиків, як і в системі «SMRE», виявлення вибуху ґрунтується на виявленні полум'я, а точніше – на підвищенні температури, яким супроводиться прихід полум'я у перетин, де розташований датчик. Шахта «Тремонія» створила послідовно декілька датчиків з термопарами. Сучасна модель це - тип TFK (Thermo Fuhler Kopf) -90 закритого

виконання з двома термопарами Pt/Pt-Rh (платина/платина-радий). Одна установка ЗПС може мати в своєму складі до чотирьох датчиків цього типу. Кожен датчик має попередній підсилювач, який здійснює також функцію передачі даних до пристрою контролю і індикації, таких як «Робота», «Несправність», «Спрацьовування». Також застосовується інфрачервоний датчик ІФК-90, який характеризується великою селективністю і чутливістю, навіть крізь густу хмару пилу.

Апаратура примусового спрацьовування і контролю DTS-90

Цей вузол містить: блок живлення; допоміжну батарею на 24 години; підсилювач спрацьовування; конденсатор, який дає імпульс струму для займання детонаторів запальників; засоби індикації; процесор для передачі кодової інформації на пристрій контролю стану системи. Апаратура контролює і відображає наступні параметри: підключення датчиків, їх справність, ланцюг детонаторів, напругу в мережі, відбулося чи ні спрацьовування. Передбачена можливість тестового спрацьовування, коли детонатор замінюється резистором і на термодатчик ллють гарячу воду [1, 2].

1.4. Аналіз автоматичного пристрою придушенню взривів метану в шахтах (Україна)

Автоматичний пристрій придушенню спалаху метану в шахтах є пристроєм для пригнічення вибухів, встановлених у потенційних вогнищ виникнення спалахів (забій підготовчих копалень, розподільний пункт, та ін.), об'єднаних за допомогою відповідної схеми, інформація від яких про стан пристроїв передається за допомогою двопровідної лінії зв'язку на диспетчерський пункт шахти [3, 4, 5].

Пристрій працює в режимі очікування. При появі в зоні огляду датчика спалаху метану останній формує сигнал, що управляє блоком накопичувача, імпульс струму з якого запалює електрозапальник (піропатрон) газогенеруючого (піротехнічного) заряду [6].

У результаті швидкого згорання газогенеруючого заряду утворюється велика кількість газів, що поступають у контейнер взривопридушувача і викидають

інгібітор у зону вогнища займання [5, 6]. При цьому в об'ємі вироблення створюється взривопридушуюче середовище.

Завдяки застосуванню фотоприймача, чутливого до випромінювання полум'я в інфрачервоній області спектру, датчик практично не чутливий до перешкод - випромінювання копальневих джерел освітлення (головних світильників, фар електровоза та ін.) [7, 8].

Випромінюванне джерело світла потрапляє на віконце фотоприймача (ФП). До його складу входить фотоприймач, що реагує на інфрачервоне випромінювання, фотоприймач, що реагує на видиме світло, а також контрольний інфрачервоний світлодіод для діагностування усієї схеми.

Зареєстрований сигнал з ФП поступає на гібридну мікросхему, що складається з двох регульованих підсилювачів (інфрачервоного каналу УС1 і каналу видимого світла УС2) і елементу порівняння ЕС. Оскільки на входи УС1 і УС2 поступають сигнали різної полярності, на ЕС вони віднімаються. При перевищенні сигналу видимого світла над інфрачервоним ЕС закривається і спрацьовування датчика полум'я не відбувається. При появі спалаху метану, сильний інфрачервоний сигнал відмикає ЕС. Сигнал з ЕС відкриває транзисторний ключ і з датчика видається сигнал на пристрій УПВ [9, 10].

Пристрій формування контрольних імпульсів (УФКІ) формує короткі імпульси на контрольний інфрачервоний світлодіод і служить для контролю працездатності датчика.

Сигнал про спрацьовування датчика поступає на мікроконтролер (МК) пристрою УПВ, обробляється і видається на субблок накопичувача (СН). СН складається з електролітичного конденсатора великої ємності. Накопичувач спрацьовує і видає потужний короткий струмовий імпульс працездатності датчиків, величиною не менше 2А, на електрозапальник.

Мікроконтроллер циклічно проводить контроль працездатності датчиків, напруги живлення, стану ланцюга електрозапальника.

Блок резервного живлення (БРЖ) забезпечує працездатність і виконання пристрієм усіх своїх функцій у разі відключення шахтної електромережі в період не більше 6 годин.

Пристрій формування контрольних імпульсів формує короткі імпульси на контрольний інфрачервоний світлодіод і служить для контролю працездатності датчика.

Сигнал про спрацювання датчика поступає на мікроконтролер пристрою УПВ, обробляється і видається на субблок накопичувача СН. СН складається з електролітичного конденсатора великої ємності. Накопичувач спрацює і видає потужний короткий струмовий імпульс не менше 2А на електрозапальник.

Мікроконтролер циклічно проводить контроль ланцюга електрозапальника.

Блок резервного живлення БРЖ забезпечує працездатність і виконання пристрієм функції виявлення і пригнічення спалаху метану у разі відключення шахтної електромережі в період не менше 6 годин.

У пристрої усі УПВ з датчиками підключені до концентраторів (КУ). Кожен концентратор має два напрями і допускає підключення максимально до шести пристроїв УПВ з датчиками ДПК на один напрям, залежно від відстані між ними.

Концентратори за допомогою двопровідної лінії зв'язку підключені до концентратора КС.

Концентратор КС здійснює безперервний контроль справності електричних ланцюгів концентраторів КУ, пристроїв УПВ .

Концентратор КС має чотири напрями, на кожне з яких може бути підключені до восьми концентраторів КУ. Якщо напрямів недостатньо або є два горизонти - встановлюється два концентратори КС, один з яких, що підключається до ЕОМ, стає ведучим. Другий концентратор КС стає підлеглим і підключається до одного з напрямів провідного концентратора КС.

Довжина ліній зв'язку між концентраторами КС і КУ досягає до 7 км.

Концентратор КС через лінію зв'язку і пристрій УДП підключається до ЕОМ. ЕОМ здійснює безперервний контроль працездатності пристроїв.

Результати контролю відтворюються на моніторі ЕОМ. Вихід з ладу будь-якого вузла або зміни в стані системи супроводжується у диспетчера звуковим сигналом, а на дисплеї і магнітному диску вказується адреса і характер зміни.

Систему вибухозахисту можна умовно розділити на дві частини - наземна і підземна.

Наземна частина системи - УДП з ЕОМ розташована в приміщенні диспетчера шахти і з'єднується з підземною частиною двопровідною лінією зв'язку завдовжки до 2 км.

У якості лінії зв'язку можуть бути використані дві вільні жили будь-якого сигнального кабелю.

Підземна частина системи - УПВ з датчиками , а також в сполучені з ними лініями зв'язку КУ і КС – виконує функцію виявлення і гасіння спалаху полум'я [10]. .

1.5. Порівняння пристроїв по критеріям безпеки, обнаруження взриву, упорядкування після взриву і вартості

Критерій безпеки. Порівняння пристроїв по іскробезпеці електричних схем (пристрій не повинен привести до спалаху копальневого газу). З цієї точки зору у всіх п'яти пристроях усі компоненти є безпечними.

У разі спрацьовування пристрою «BVS» порошок викидається з такою швидкістю, що не представляє безпеку для персоналу. У пристрою «Тремонія» є небезпека викиду осколків лотків. Бельгійській пристрій при розриві в шнурі «Нонель» може викликати підпал копальневого газу, проте всі розриви виявляються пристроєм контролю і вірогідність такої події дуже мала.

Критерій пожежі або взриву. У цих пристроях зустрічається чотири типи датчиків, що реагують на наступні параметри: підвищення температури; хвиля тиску; ультрафіолетове випромінювання; інфрачервоне випромінювання. У кожного з цих принципів є свої переваги і недоліки. Термодатчики вимірюють температуру в одному місці і спрацьовують тільки при безпосередньому контакті з полум'ям, що вимагає їх установки на значній відстані від заслону, проте вони володіють

хорошою селективністю. Датчики тиску реагують тільки на достатньо сильний вибух і не дозволяють виявити пожежу на початковій стадії його розвитку, хоча бельгійський датчик має непогані характеристики. Більший інтерес представляють датчики випромінювання, оскільки дозволяють досить добре виявляти полум'я в межах кута огляду. Ультрафіолетовий датчик працює у вузькому діапазоні хвиль, проте не можна виключати наявність випромінювання перешкоди в цьому діапазоні, до того ж його конструкція достатньо складна і немає вбудованої можливості контролю працездатності. Найбільш простим і надійним для визначення полум'я є інфрачервоний датчик (датчик української системи), проте в цьому діапазоні хвиль випромінюють дуже багато різних джерел, тому досягти гарної захищеності від помилкових спрацювань вельми важко.

Виходячи з цього, не можна з певною упевненістю рекомендувати якийсь тип датчика. Можливо, як найкращий варіант можна отримати поєднанням в системі датчиків різних типів.

Критерій упорядкування після спрацювання. Датчики «SMRE», «Тремонія» і «BVS» можуть спрацювати кілька разів, якщо, звичайно, не будуть пошкоджені вибухом, потрібний тільки контроль цілісності датчиків і з'єднань. Бельгійські термомеханічні датчики вимагають заміни нейлонової нитки і штифта, якщо датчик спрацював на повітряний потік. Ці операції можуть виконуватися на місці.

При спрацюванні розпилювачі бельгійської системи і системи «Тремонія» повністю руйнуються і їх доводиться замінювати на нові. Крім того, доведеться замінити і систему зв'язку бельгійської системи. Розпилювачі систем «SMRE», «BVS» і української системи практично не піддаються пошкодженням, проте вони мають бути відправлені на поверхність шахти для упорядкування і заправки.

Пристрій управління системи «Тремонія» може постраждати тільки від сильних вибухів, тому в більшості випадків буде досить виконати загальну перевірку перед введенням її в дію.

Критерій вартості пристроїв. Вартість пристрою «SMRE» для установки в галереї, що містить 2 датчики і 4 розпилювачі складає приблизно 25 000 фунтів стерлінгів.

Вартість пристрою «Тремонія»: пристрій управління «DTS 90» – 23 000 німецьких марок, датчик «ТФК 90» – 4 300 марок; вартість лотків – 305 марок за кожен плюс вартість допоміжного устаткування.

Бельгійський «ЗПС» : термомеханічний датчик – 700 німецьких марок; розпилювач 1 050 марок; пристрій контролю нерозривності – 5 000 марок.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННИХ ЧАСТИН ПРИСТРОЇВ ПРИДУШЕННЯ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ

2.1. Розрахунок і вибір датчика полум'я

Датчик полум'я необхідний для виявлення спалаху метану і управління взривопридушувачем. Швидкодія датчика повинна бути не гірше 0,002 с. Датчик не повинен спрацьовувати при освітленні його фарою головного світильника з освітленістю 5000 лк. Кут огляду фотоприймача має бути не менше 70 град. Мінімальний діаметр реєстрованого вогнища займання з відстані 5 метрів не більше 0,8 метра [4, 11, 12].

Датчик за умовами електробезпеки відноситься до електроустановок з напругою 1000 В. Мінімальна електрична міцність ізоляції токоведущих частин датчика, з якими можливе зіткнення людини не менше 500 В.

Складові частини пристрою повинні мати елементи для надійного заземлення.

Вхідні ланцюги і ланцюги управління датчика мають бути іскробезпечними по ГОСТ 12.2.020-76.

Оболочки блоків живлення і клемного відсіку мають бути взривобезпечні.

Опір сухої і чистої апаратури, що не була в експлуатації при температурі $(25^0) \pm ^\circ\text{C}$ і вологості від 40 до 80% повинен бути не менше 10 мОм, у нагрітому стані - не менше 3мОм, після випробування на вологостійкість - не менше 0,3 мОм [13, 14].

Визначення технічних характеристик датчика нерозривно пов'язане з вирішенням задачі, що відповідає наступним умовам:

- забезпечення максимально узгодження спектру випромінювання робочого тіла із спектром приймача випромінювання;

- робочий діапазон спектру необхідно вибрати так, щоб дозволити максимально відділитися від спектру випромінювання перешкод.

Якщо «робочим» тілом при горінні або вибуху в шахтах є метан, то в процесі горіння утворюється вода і вуглекислий газ, що є основними джерелами випромінювання. Характерний спектр випромінювання продуктів горіння метану представлений на рис. 2.1.1, який має інфрачервоний спектр полум'я природного газу.

Спектр має дві яскраво виражені області випромінювання, одна з яких, найбільш інтенсивна, має довжину хвилі близько 4,4 мкм, а інша область, ширша, але менш інтенсивніша, має максимум випромінювання з довжиною хвилі близько 2,8 мкм [11, 12].

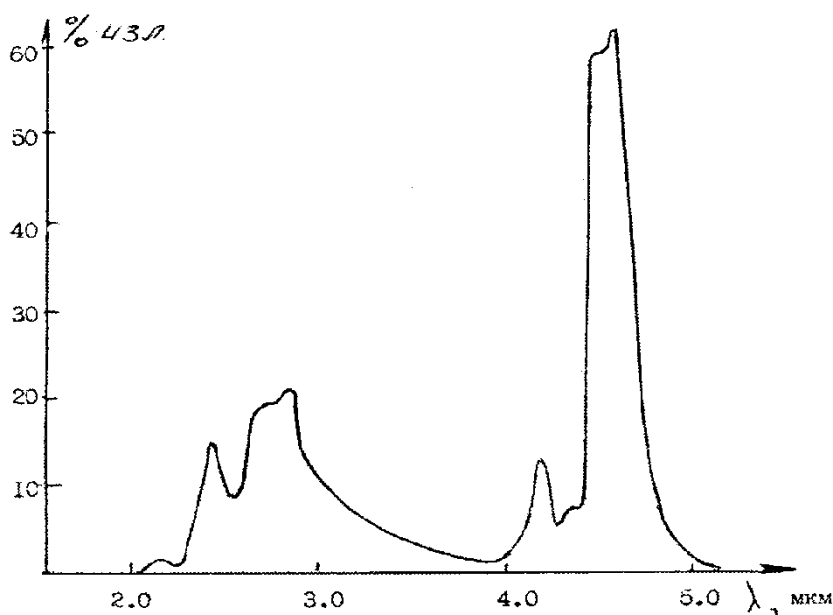


Рис.2.1.1. Спектр випромінювання продуктів горіння метану

Характерно також, що смуга випромінювання в області 4,4 мкм обумовлена в основному присутністю молекул вуглекислого газу, а в області 2,8 мкм -

накладанням смуг випромінювання води і вуглекислого газу. У зв'язку з викладеним представляється найбільш доцільним розгляд питань побудови рецепторної частини датчика полум'я саме в цих спектральних діапазонах.

Напруга на виході фотоприймального пристрою (ФПП) визначається по формулі:

$$U_{\text{вих}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} P(\lambda) \cdot S(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot d\lambda \cdot \frac{S_{\text{цк}} - S_{\text{п}}}{\pi R^2} \cdot \tau_a \cdot \tau_{\text{ос}} \quad (2.1.1)$$

де $P(\lambda)$ - спектральна щільність розподілу випромінювання;

$S(\lambda)$ - спектральна характеристика пропускання приймача;

$S_{\text{изл}}$ - площа, з якої відбувається випромінювання;

$S_{\text{пр}}$ - площа приймача випромінювання;

τ_a - коефіцієнт загасання у просторі між джерелом випромінювання і приймачем;

$\tau_{\text{ос}}$ - коефіцієнт пропускання захисного скла фотоприймального пристрою;

$\varepsilon(\lambda)$ - коефіцієнт чорноти джерела випромінювання;

R - відстань між фронтом джерела випромінювання і приймачем.

Відповідно до формули (2.1.1) були проведені оцінки потужності і напруги на вході ФПП.

Як ФПП розглядалися стандартні вироби на основі PBS (приймач Фр1-3), PbSe (приймач СФ-4), Si (приймач ФД-9К) і комбінований приймач розробки НВО «Позитрон» типу ФМ-611, що працює у діапазоні кремнію і селеніда свинцю. Результати розрахунків зведені в табл.2.1.1. Для остаточного вибору ФПП необхідно оцінити вплив на нього перешкод, тобто порівняти рівні сигналу що викликаються «робочим» тілом і чинниками, що заважають, такими як: прожектор прохідного комбайна, загальне освітлення шахти і індивідуальне освітлення шахтаря (СГГ-3), а також можливе іскріння, що виникають в процесі роботи прохідного комбайна при терті коронки об гірську породу. Розрахунки проводилися по тій же формулі (2.1.1) з урахуванням спектральних характеристик випромінювача, оскільки захисні стекла на прожекторах і індивідуальних світильниках мають свої спектральні характеристики. Для цього були заміряні спектральні характеристики пропускання захисного скла прожектора комбайна, виконаного з триплексу загальною товщиною

14 мм, а також захисного скла індивідуального світильника, виконаного з оргстекла товщиною 8 мм. Спектральна характеристика захисного скла прожектора комбайна представлена на рис. 2.1.2, а спектральна характеристика пропускання захисного скла індивідуального світильника (СГГ-3) наведена на рис. 2.1.3 [15].

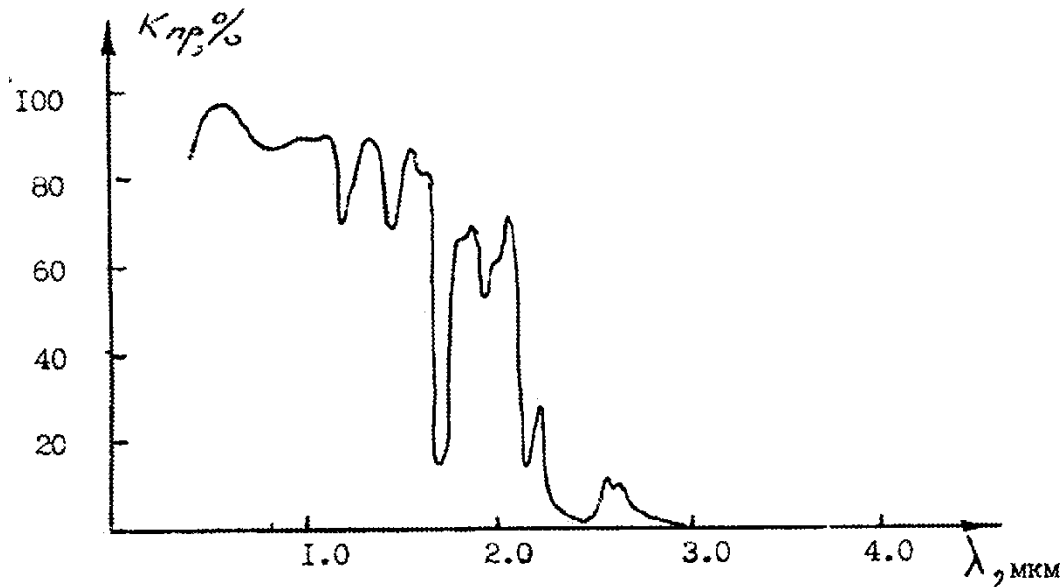


Рис. 2.1.2. Спектральна характеристика захисного скла прожектора комбайна

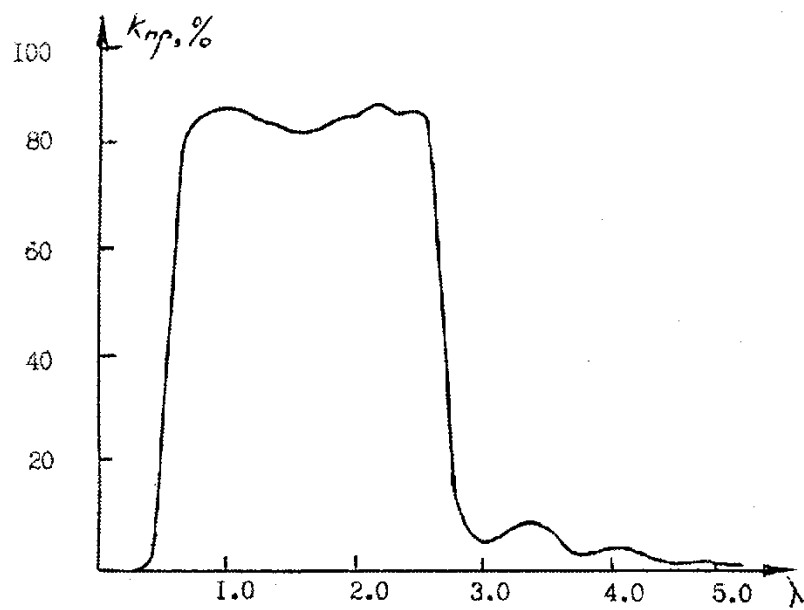


Рис. 2.1.3. Спектральна характеристика захисного скла світильника (СГГ-3)

У зв'язку з тим, що приймач має поле зору в обох площинах, рівну 70° , то у формулі (2.1.1) необхідне значення площі обчислюється за формулою

$$S_{\text{изл}} = \pi r^2 \left[1 - \frac{r^2}{(R')^2} \right], \quad (2.1.2)$$

де r - радіус півсфери джерела випромінювання визначеного як $r=vt$, де v - швидкість розповсюдження фронту полум'я, t - поточний час;

R' - відстань від джерела зародження полум'я до ФПП.

Підставивши значення $S_{\text{изл}}$ у формулу (2.1.1), отримаємо:

$$U_{\text{вих}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S(\lambda) \cdot p(\lambda) \cdot d\lambda \cdot S_{\text{пр}} \cdot \tau_a \cdot \tau_{\text{ос}} \frac{(Vt)^2}{[(R')^2 - (Vt)^2]^2}, \quad (2.1.3)$$

Результати обчислень за формулою (2.1.3) зведені в табл.2.1.1 [4, 6, 10, 15].

Значення характеристик випромінювання Таблиця 2.1.1

Джерело випромінювання	Тип приймача випромінювання			
	ФД-9К	Фр1-3	Сф4-10	ФМ-611
Полум'я \varnothing 0,8 м	$1,01 \cdot 10^{-7}$	$2,48 \cdot 10^{-4}$	$3,21 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
Прожектор комбайна	$1,07 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-2}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$	$4,3 \cdot 10^{-1}$
	$9,9 \cdot 10^{-2}$	$1,19 \cdot 10^{-1}$	$1,87 \cdot 10^{-1}$	1,86
Іскріння при роботі комбайна	$1,09 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$6,7 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$
	$7 \cdot 10^{-3}$	$2,42 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$5,6 \cdot 10^{-2}$
Індивідуальне освітлення СГГ-3	$2,4 \cdot 10^{-4}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$3,17 \cdot 10^{-4}$	$4,41 \cdot 10^{-4}$
	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$2,93 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$

Примітка: В умовах запилення атмосферного каналу, значення характеристик випромінювання зменшується від 10 до 14 разів.

Для розрахунків приймалися наступні початкові дані:

- для індивідуального світильника освітленість, що створюється останнім, варіювалася в діапазоні від 1000 лк до 5000 лк;

- температура нитки розжарення лампи прожектора приймалася рівною 2200 C° , а площа випромінювання 6 см^2 ;

- відстань від джерела перешкод до приймача приймалася рівною 0,1 м;

- температура іскрових утворень від тертя металу коронки об гірську породу приймалася рівною 1500 C° , а площа варіювалася від $0,05 \text{ м}^2$ до $0,3 \text{ м}^2$;

- відстань від місця зародження джерела випромінювання до ФПП приймалася рівною 16 м.

Аналіз табл.2.1.1 дозволяє зробити наступні висновки:

- надійно виділити «корисний» сигнал на тлі перешкод будь-яким односпектральним приймачем не представляється можливим, оскільки «корисний» сигнал маскується ними.

- упевнене виділення «корисного» сигналу на тлі представлених перешкод забезпечує тільки двохспектральна система виявлення. Таким чином, виникає завдання розділення перешкод і сигналів, що підлягають реєстрації датчиком полум'я.

На сьогодні розроблена методика пошуку фільтрів, що забезпечують як найкраще розділення названих сигналів. Як ФПП був вибраний і розроблений НВО «Позитрон» приймач ФМ-611, який має два приймальних канали. Один канал виконаний на основі кремнію, інший - на основі селеніда свинцю.

Можливі два варіанти розробки схеми датчика: як дискретний пристрій, що виробляє логічний сигнал при перевищенні рівня інфрачервоного випромінювання порогового значення, і як аналоговий пристрій, що формує сигнал з рівнем, відповідним рівню випромінювання.

Як елемент, чутливий до інфрачервоного випромінювання, використовується спеціально розроблений напівпровідниковий прилад ФМ-611, що складається з двох фотодіодів, чутливих до інфрачервоного і денного світла, і інфрачервоного світлодіода.

Оскільки розкид параметрів чутливого елемента значний і залежить від температури, то реалізація датчика по першому варіанту складніша, а також вона не допускає підстроювання параметрів у процесі експлуатації.

При розміщенні датчик може бути винесений від пристрою придушення на значну відстань (до 20 м), тому додатково виникає вимога мінімізації числа проводів у з'єднувальному кабелі.

За цієї ж причини неможливе використання датчика, як одного світлочутливого елемента без додаткових буферних або підсилювальних елементів. Схема електрична принципова датчика полум'я, приведена на рис.2.1.4 [4, 5].

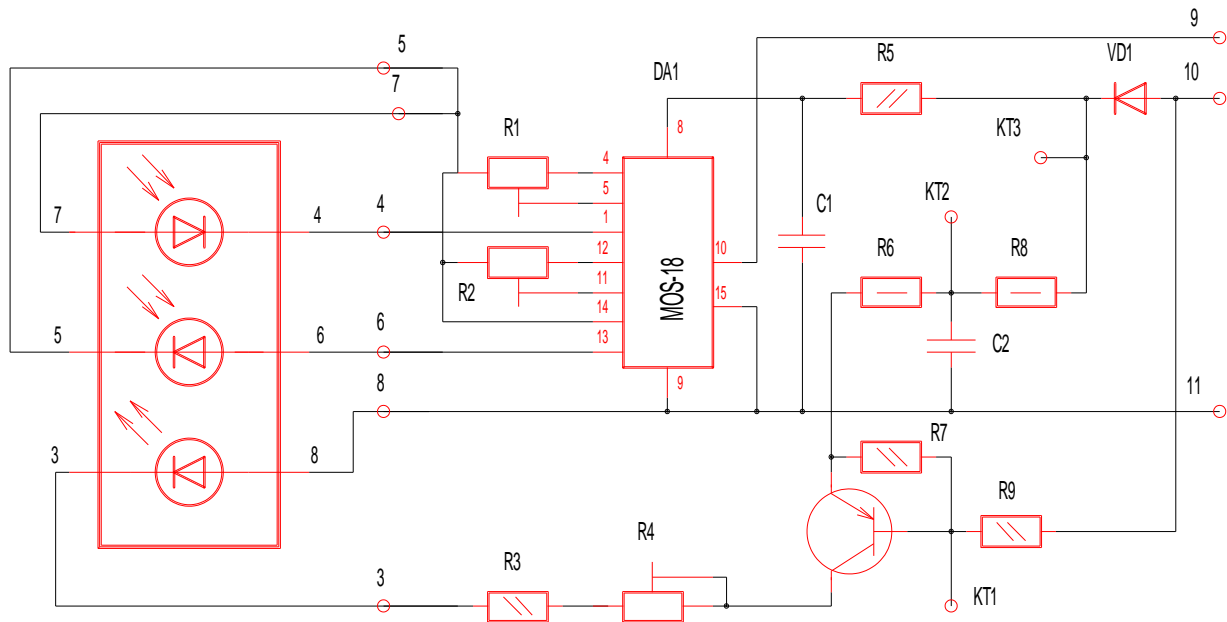


Рис.2.1.4. Схема електрична принципова датчика полум'я

Датчик складається з фоточутливого елемента (фотоперетворювача) ФМ611, спеціалізованої гібридної мікросхеми DA1 MOC18, транзисторного ключа KT1 і живлячих фільтрів на елементах C1, C2, R5, R6, R8.

Підключається датчик до пристрою придушення вибухів ППВ трижильним кабелем. Дроти для підключення датчика на схемі мають наступне позначення:

- 11 - загальний дріт (земля);
- 10 - живлення датчика;
- 9 - вихід датчика.

До складу світлочутливого елемента ФМ611 входить фотоприймач, що реагує на інфрачервоне випромінювання, фотоприймач, що реагує на видиме світло і інфрачервоний світлодіод, випромінювання якого поступає на вбудовані фотоприймачі. Наявність останнього дозволяє забезпечити діагностування усієї схеми, якщо подати на нього короткий імпульс і зафіксувати від нього спрацьовування датчика.

Наявність фотоприймачів, що реагують на інфрачервоне і видиме світло, дозволяє враховувати в деякому наближенні спектральний склад реєстрованого випромінювання для забезпечення захисту від помилкових спрацювань при освітленні датчика сторонніми джерелами світла, наприклад лампами розжарювання та ін.

Ця функція реалізована наступним чином. До складу гібридної мікросхеми DA1 входять два регульовані підсилювачі сигналів і компаратор напруги. На вхід 1 мікросхеми DA1 (вхід першого підсилювача) поступає сигнал від інфрачервоного фотоприймача, на вхід 13 мікросхем DA1 (вхід другого підсилювача) поступає сигнал у зворотній полярності від фотоприймача видимого світла. На вхід компаратора надходить сумарний сигнал з виходів двох підсилювачів, а з урахуванням зворотного включення фотоприймача видимого світла сигнали віднімаються. Виходом компаратора є вивід 10 мікросхем DA1, він же є виходом датчика. Спектральний склад звичайних джерел освітлення містить незначну долю інфрачервоного випромінювання, тому при освітленні ними датчика компаратор закривається і спрацювання датчика не відбувається.

Регулювання посилення кожного підсилювача здійснюється окремо за допомогою зовнішніх резисторів $R1$, $R2$.

При появі спалаху метану рівень спектральної складової інфрачервоного світла перевищує рівень складових з коротшою довжиною хвилі. Якщо рівень сигналу перевищить певне значення, відбувається спрацювання компаратора, сигнал з виходу якого поступає на вихід датчика.

Для контролю працездатності датчика на виведення живлення DA1 подаються періодично короткі негативні імпульси напруги. Ці імпульси через резистор $R9$ відкривають ключ на транзисторі КТ1, при цьому конденсатор $C2$ розряджається через регульовальний резистор $R4$ на світлодіод елементу ФМ611, в результаті засвічується інфрачервоний фотоприймач елементу ФМ611, що при правильно виконаних регулюваннях повинно привести до спрацювання датчика. Спрацювання датчика під час подачі контрольного імпульсу сприймається схемою як перевірочні, при цьому включення взривопридушувача не відбувається.

Конденсатор $C1$, резистор $R5$ призначені для згладжування провалів напруги живлення мікросхеми DA1 по виводу 8 під час подачі контрольних імпульсів або інших перешкод.

Оскільки ланцюги, що містять конденсатори $C1$, $C2$ можуть виявитися іскроопасними, то при використанні резистора $R6$ можливе іскробезпечне конструктивне виконання вузла, що складається з елементів $R5$, $R6$, $R8$, $C1$, $C2$, $VD1$ (нероз'ємне з'єднання або заливка компаундом). При цьому номінал резистора $R6$ вибирається виходячи з вимог іскробезпеки.

Для контролю працездатності датчика в процесі експлуатації на світлодіод елемента $VD1$ подаються короткі контрольні імпульси струму, при цьому освітлюється інфрачервоний фотодіод і на виході датчика, формується відповідний струмовий сигнал. По величині цього сигналу можна скорегувати чутливість датчика.

Приймаємо, що при номінальному, відповідному спрацьовуванню датчика, освітленні, струм на виході датчика складе

$$I_{\text{вих}} = 5\text{мА}, \quad U_{\text{вих}} = 0,1 \cdot 5\text{В} = 0,5\text{В}.$$

Приймаємо рівень напруги на резисторі $R7$ рівним 10% від напруги живлення

$$R7 = \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{вих}}} = \frac{0,5}{0,005} = 100\text{ом}.$$

Тоді

$$\frac{U_{\text{вих}}}{R_6} = -I_{\text{ИНФ}}; \quad R_6 = \left| \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{ИНФ}}} \right|;$$

де ИНФ – струм інфрачервоного фотодіода при номінальному освітленні.

Оскільки резистор зворотного зв'язку $R6$ підключений до $R7$, то з урахуванням розкиду параметрів мінімальне значення струму складає ИНФ = 10 мкА; звідси максимальне значення $R6 = 50$ кОм.

При освітленні датчика денним світлом з інтенсивністю, при якій повинен блокуватися інфрачервоний канал, приймаємо, що напруга на резисторі $R2$ повинна складати половину напруги живлення

$$U_{\text{дн}} = 2,5 \text{ ст}$$

Резистор R_1 розраховуємо з умови

$$\frac{U_{\text{дн.}}}{R_1} = -I_{\text{дн.}},$$

де $I_{\text{дн}}$ – струм фотодіода видимого світла при номінальному освітленні.

$$R_1 = \frac{2,5}{125 \cdot 10^{-6}} = 20 \text{ кОм.}$$

Типове значення $I_{\text{дн}} = 125 \text{ мкА}$, звідси струм через резистор R_3 при освітленні денним світлом повинен блокувати $I_{\text{інф.}}$, тому

$$\frac{U_{\text{дн}}}{R_3} \geq I_{\text{інф.}}; \text{ звідси } R_3 \leq \frac{U_{\text{дн}}}{I_{\text{інф.}}} = \frac{2,5}{10 \cdot 10^{-6}} = 250 \text{ кОм.}$$

Для забезпечення можливості регулювання приймаємо $R_3 = 100 \text{ кОм}$.

2.2. Розробка контролера пристрою та схеми накопичувача

Контролер пристрою складається з мікропроцесорного вузла (субблок контролера), транзисторного ключа для підпалу електродетонатора (субблок накопичувача), стабілізаторів живлення на мікросхемах DA1, DA2 в субблоку контролера, світлодіодів VD1, VD2 і елементів узгодження з датчиками і лінією зв'язку. Схеми принципів електричних субблока контролера і субблока накопичувача

приведені на
рис.2.2.1.

рис.2.2.1. і
відповідно [4,

5].

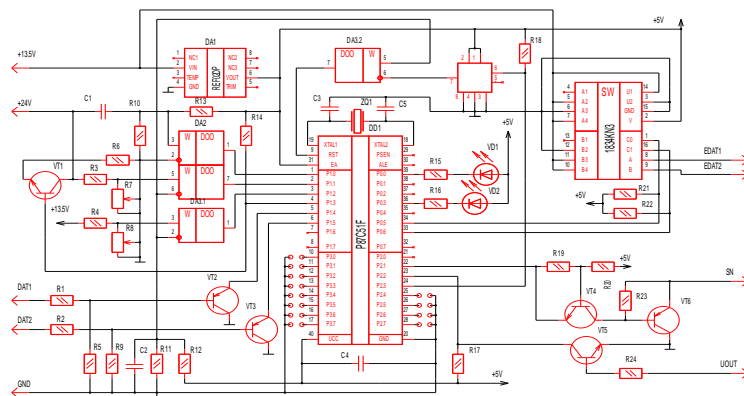


Рис.2.2.1. Схема принципова електрична субблока контролера

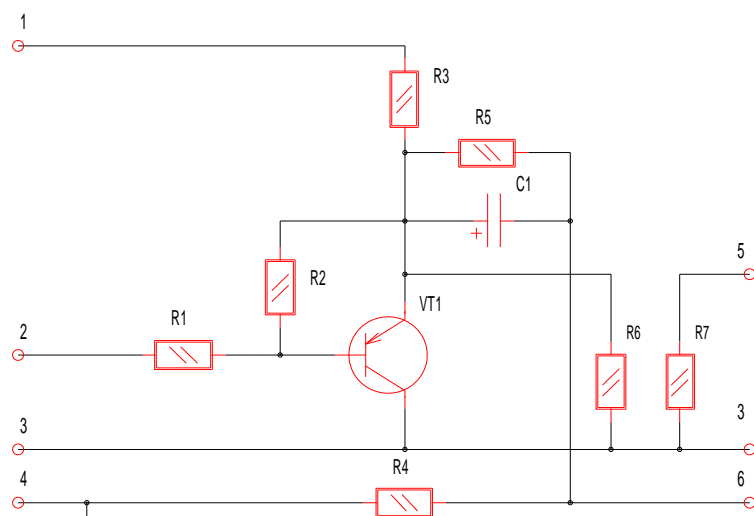


Рис. 2.2.2. Схема принципова електрична субблока накопичувача

Мікропроцесорний вузол, окрім типового підключення кварцевого резонатора ZQ1 з частотою 4 мГц, утримує супервізор на мікросхемі DD2. Останній призначений для скидання мікропроцесора в початковий стан при включенні живлення, а також при «зависаннях» мікропроцесора. Якщо мікропроцесор функціонує нормально, то на порту вивода P2.3 останнє програмно формує періодичні імпульси, які поступають з частотою повторень не більше 1 сек. Імпульси поступають на вхід 6 супервізора DD2. Тривалість імпульсів складає 1 - 2 машинні цикли процесора (1 - 2 мкс). При «зависанні» процесора найбільш вірогідна пропажа імпульсів, при цьому на виводі 7 мікросхем DD2 формується імпульс 1, який по входу RST повертає мікропроцесор у початковий стан.

Можливий варіант виконання схеми пристрою без застосування супервізора DD2, оскільки мікросхема 87C51FA містить вбудований сторожовий таймер, призначений для цієї ж мети. Проте обидва варіанти не дають стовідсоткової гарантії скидання мікропроцесора у разі його зависання, причому надійність спрацьовування захисту великою мірою залежить від програмного коду мікропроцесора і може бути різною для обох варіантів. Для вибору кращого варіанту потрібні порівняльні випробування зразків в умовах перешкод по живленню.

Транзисторний ключ для підпалу електродетонатора повинен забезпечувати на навантаженні 1 - 5 Ом (опір електродетонатора) струм не менше 2 А тривалістю більше 2 мс. Управління ключом здійснюється сигналом з порту виводу P2.1 мікропроцесора DD1. Ключ складається з трьох каскадів. Перший каскад на транзисторі VT5 управляється сигналами з виводів мікропроцесора. Другий каскад на транзисторі VT6 включений за схемою із загальним емітером. Третій каскад зібраний на транзисторі VT1 субблоку накопичувача і підключений до другого через резистор R1.

Для дублювання двох пристроїв на зовнішній роз'єм виводиться зв'язок від входу 2 субблока накопичувача, який з'єднується з аналогічним виводом іншого пристрою. Таким чином, якщо два пристрої сполучені між собою, то відкривання ключа одного пристрою призводить до синхронного відкривання ключа іншого пристрою.

Контроль цілісності ланцюга електродетонатора здійснюється шляхом пропускання через нього струму близько 1 мА, що проходить від джерела +5 В по ланцюгу R7 субблока накопичувача, R24 і VT5 субблока контролера. Падіння напруги на електродетонаторі подається на вхід порту P2.2 мікропроцесора. При замкнутому електродетонаторі напруга на вході складає близько 0.7 В, що сприймається як сигнал 0. Транзистор VT5 запобігає попаданню напруги +5В на вхід порту мікропроцесора при розімкненому ланцюзі електродетонатора.

На мікросхемі DA4 зібраний струмовий ключ для формування керованої напруги живлення зовнішніх датчиків полум'я. У нормальному стані на датчики подається з виходів 8, 9 мікросхем DA4 високий рівень напруги. Для видачі контрольних імпульсів на виводах P0.5, P0.6 формуються сигнали 0. Сигнали з виходів датчиків полум'я, що поступають на входи DAT1, DAT2 пристрою перетворюються у рівні логічних сигналів резистивними дільниками R1 - R5, R2 - R9 і подаються через ключі на транзисторах VT2, VT3 на входи P1.4, P1.5 мікропроцесора.

Для прийому сигналів з лінії зв'язку змінна складова сигналу через конденсатор С1 накладається на напругу зміщення, що задається ділянкою R10, R13, подається на вхід 3 компаратора DA2, з виходу 1 якого знімається логічний сигнал для введення у мікропроцесор. Рівень напруги зміщення визначає чутливість приймача.

Передача сигналів у лінію зв'язку здійснюється імпульсами споживання струму з лінії зв'язку. Як передавач сигналів використовується генератор струму на транзисторі VT1. Сигнал передачі формується мікропроцесором і з порту P1.3 поступає на базу транзистора VT1. Рівень струму через транзистор і відповідно різниця струмів споживання у паузі і під час імпульсу визначається тільки напругою на базі транзистора і номіналом резистора R6, не залежить від напруги в лінії зв'язку і повинен складати 20 мА.

Для контролю рівня напруги в лінії зв'язку і на акумуляторі застосовуються компаратори DA2.2 і DA3.1. Відповідна напруга через регульовані ділянки R3 - R7 і R4 - R8 поступає на входи 5 DA2 і 3 DA3 відповідно і порівнюється з пороговою напругою на входах 6, 2. Резистивні ділянки мають бути налагоджені так, щоб при зниженні напруги в лінії зв'язку менше 15 В і напруги на акумуляторі менше 12 В з виходів компараторів на відповідні входи мікропроцесора поступав би сигнал 0. (Нормальний стан - сигнал 1).

Світлодіоди VD1 і VD2 призначені для місцевої індикації стану пристрою. Номінали резисторів R15 і R16 вибираються такими, щоб забезпечити струм через світлодіоди не більше 5 мА.

Значення параметрів світлодіодів VD1 і VD2 приведені в табл. 2.2.2 і табл.2.2.3.

Значення параметрів світлодіодів

Таблиця 2.2.2

Свідчення	Значення
Мигання поодинокими короткими спалахами	Справний один датчик
Мигання подвійними короткими спалахами	Справний два датчики

Безперервне світіння	Наявність спалаху
Погашений	Датчики несправні

Значення параметрів світлодіодів

Таблиця 2.2.3

Свідчення	Значення
Немає світіння	Стан датчиків і детонатора в нормі
Рідкісне мигання	Відсутність напруги на лінії зв'язку, +13В або обрив пригнічувача.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ДАТЧИКА ТА ВЗРИВОПРИГНІЧУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВЗРИВІВ МЕТАНУ В ШАХТАХ

3.1. Розробка датчика полум'я

Датчик полум'я (ДПК), зовнішній вигляд якого показаний на рис.3.1.1, призначений для виявлення випромінювання займистої метановоздушною сумішшю за допомогою інфрачервоного фотоприймача, формування і видачі інформації про стан датчика, ланцюгів його живлення [1, 5].



Рис.3.1.1 Зовнішній вигляд датчика полум'я

Конструктивно датчик виконаний у литому алюмінієвому корпусі з двома кабельними вводами. У одному з герметичних кабельних входів розташовується фотоприймач. Для зовнішніх підключень використовується інше герметичне введення з внутрішнім діаметром 16 мм. Плата друкарська з радіокомпонентами розташована усередині корпусу. Кришка з корпусом з'єднується гвинтами, які потім розкернюються не менше чим в трьох точках. Рівень вибухозахисту РО датчика

полум'я ДПК забезпечується іскробезпечним електричним ланцюгом, виконаним для рівня Ia по ГОСТ 22782.5-78. Рівень іскробезпеки Ia забезпечується величиною живлячої напруги від іскробезпечного джерела пристрою ВПП.

Друкована плата датчика з радіокомпонентами поміщена в алюмінієвий нероз'ємний корпус.

3.2. Розробка взривопригнічуючого пристрою

Взривопригнічуючий пристрій повинен забезпечувати створення взривопригнічуючого середовища, а також забезпечувати живлення, прийом сигналів і тестування двох датчиків, передачу інформації про свій стан концентратору. Для приведення у стан спрацювання детонатора використовується блок енергонакопичення, який у разі спрацювання дає на детонатор значний імпульс струму. Сигнал на спрацювання блоку енергонакопичення дає блок контролера. Він також приймає сигнали з датчиків, проводить контроль їх справності, перевіряє напругу на блоці енергонакопичення, перевіряє цілісність детонатора, передає інформацію концентратору і на пристрій місцевої індикації. Блок резервного живлення призначений для видачі напруги живлення 5В для живлення блоку контролера, датчиків і блоку енергонакопичення. Він містить батарею резервного живлення і перетворювач напруги з лінії живлення для заряджання батареї і живлення усіх схем [5, 6].

Проблема безвідмовної, надійної і досить ефективної вибухобезпечності вугільних шахт у зв'язку із збільшенням глибини горизонтів вуглевидобування, зростанням обсягу виробництва і впровадженням сучасних технологічних процесів видобутку корисних копалин вимагає постійного вдосконалення існуючих і створення нових технічних засобів і систем вибухобезпечності. Одним з найбільш надійних і ефективних засобів у цьому плані є взривопридушуючі пристрої (ВПП), що здійснюють локалізацію і пригнічення розвитку вибуху метану.

Конструктивно взривопригнічуючий пристрій (ВПП) складається з циліндричного контейнера, що заповнюється плам'ягасящим порошком, рис. 3.2.1 [7, 8, 9]. У середині контейнера розташовується заспокійлива камера з пірозарядом і піропатроном, рис. 3.2.2. До контейнера приєднується вибухозахисний клемник, у

якому розташовується субблок контролера, блок резервного живлення, субблок накопичувача. На корпусі контейнера встановлені кронштейни для кріплення датчиків, а також пристрій для підвіски його до арочної кріп, рис. 3.2.3.



Рис.3.2.2. Конструктивний пристрій ВПП

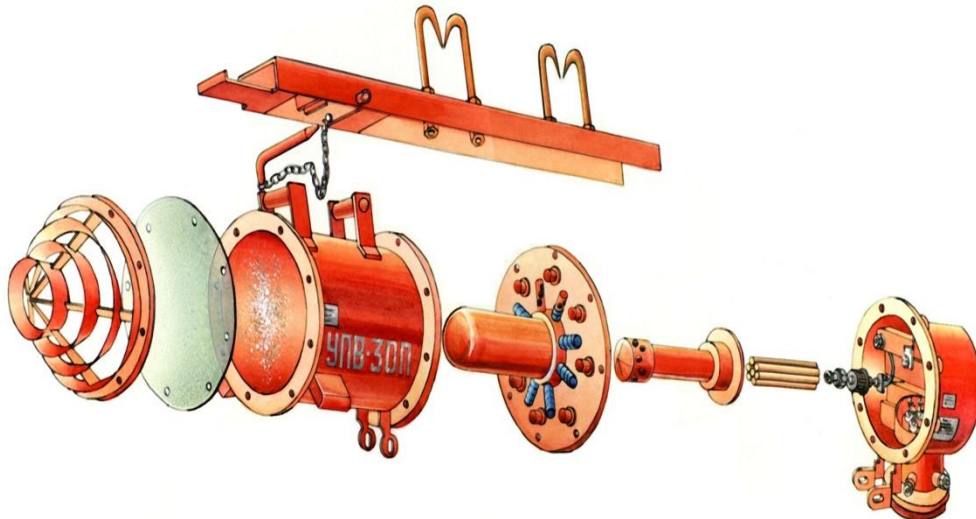


Рис.3.2.3. Заспокійлива камера з пірозарядом і піропатроном

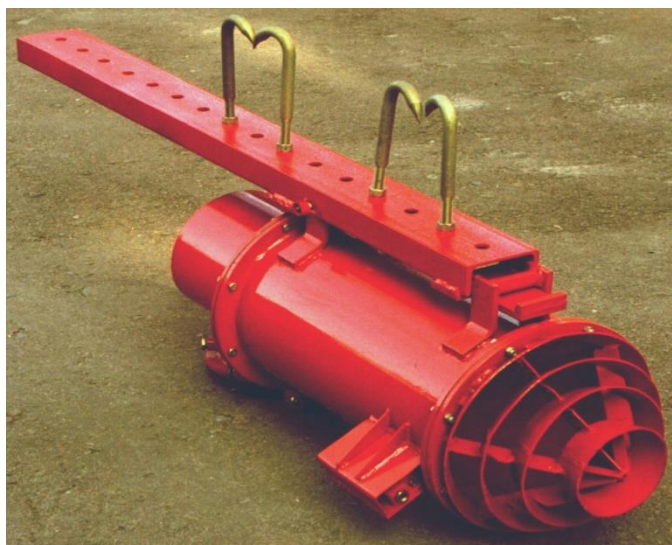


Рис.3.2.4. Конструктивний пристрій ВПП з датчиком і пристроєм для підвіски

Викид плам'ягасящого порошку при гасінні полум'я відбувається при підпалі електродетонатором спеціального піропатрона, що знаходиться в контейнері з порошком [8, 9, 10], (рис. 3.2.5.)



Рис.3.2.5. Фрагмент роботи системи при автоматичному вибухопожежогасінні в шахті при спалаху метану

ВИСНОВКИ

Розроблені електронні схеми автоматичного придушення взривів метану в шахтах відповідають дійсним вимогам і можуть бути прийняті за основу при проектуванні дослідних зразків автоматичної системи, призначеної для придушення вибуху метану по мережі гірських копалень.

Велика надійність пристрою багато у чому визначається безотказністю пристроїв придушення вибухів. Тому однією з основних вимог до пристрою автоматичного придушення вибухів метану в початковій стадії їх виникнення є висока швидкодія. Але висока швидкодія приводить до розпилювання взривогасящої речовини з великими швидкостями, що пов'язане з деякою небезпекою травмування робочих, що опинилися у зоні дії взривопригнічувача.

Пристрій дозволяє локалізувати спалах (вибух) на ранній стадії його розвитку, коли ще аварія не встигла нанести значні руйнування, що суттєво підвищує рівень безпеки при роботі шахтарів у вибухонебезпечній зоні.

Пристрої можуть бути надалі агреговані з іншими пристроями, використовуваними в шахтах, що уніфікує деякі вузли, спрощує їх обслуговування і ремонт.

Розроблені електронні схеми пристрою є перспективним і можуть бути використані в інших галузях промисловості, де існує небезпека виникнення вибухів або швидкоплинних пожеж і потрібне забезпечення безпеки для захисту людей і обладнання, які знаходяться у цій зоні. Це може бути нафтова, газова, хімічна, мукомельна й інші галузі промисловості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технический отчет МакНИИ по теме “Разработать автоматическую защиту против распространения пламени взрыва метана и угольной пыли в шахтах”. Макеевка-Донбасс, 1983.

2. Jean Mayne. Les Arrets-Barrages Declenches Dans. Les Charbonnages de La Communauté. Européenne Annales des Mines de Belgique. №3, 1988. 189- 263с.

3. Нецепляев М.И., Любимова А.И., Петрухин П.М. и др. “Борьба со взрывами угольной пыли в шахтах” М: “Недра”, 1992.- 299с.

4. Разработать техническое задание на систему автоматической взрывозащиты тупиковых выработок при взрывных работах (“Заслон АВЗ-1”). Промежуточный отчет МакНИИ по безопасности работ в горной промышленности Вайнштейн Б.М., Восканян Ю.А., Казачкова Г.Н. и др. Тема 1702502000-037 этап 1702502100 .
Макеевка - 1981 г. - 116 с.

5. Нецепляев М.И., Мягкий Б.И., Плоскоголовый Е.П. Автоматическая система взрывозащиты шахт СЛВА. МакНИИ, Макеевка. Доклад на 24 международной конференции безопасности работ в горной промышленности. Донецк, 23-28.09.1991 г.

6. Методика на проведение исследований макета ВПУ для определения временных параметров процесса создания взрывоподавляющей среды и НИИ по оценке уровня безопасности его с экспериментальными образцами пиротехнических зарядов. Отчет МакНИИ по безопасности работ в горной промышленности Плоскоголовый Е.П., Кашуба О.И., Ковтун Ю.С. и др. Макеевка, 1993 г. - 9.

7. Семешко В.В., Быков В.Н., Закусило В.Р. и др. Разработка пиротехнического заряда взрывоподавляющего устройства системы взрывозащиты шахт. Отчет о НИР (заключительный). Тема 1819318000-93.- 30, шифр “Пироузел”. ШГосНИИХП. Шостка, 1993.-30с.

8. Разработка пиротехнического заряда взрывоподавляющего устройства системы взрывозащиты шахт. Отчет ШГосНИИХП Семешко В.В., Быков В.И., Закусило В.Р. и др., г.Шостка, 1993 г.-30с.

9. Семешко В.В., Быков В.И., Приходько А.Д., Гончаров И.А. Протокол полигонных испытаний опытного образца пиротехнического устройства ВПУ-5К.

10. Система взрывозащиты шахт автоматическая СВША. УХЛ5. Техническое задание / МакНИИ ; ТЗ 1719218000-92. Макеевка, 1992 г -40с.

11. Станюкович, Физика взрыва. М. “Наука”,1975 г. – 500с.

12. Вильямс Ф.А. Теория горения. М., "Наука", 1971.-616с.

13. Купчик М. П., Гандзюк М. П., Степанець І. Ф. та ін. Основи охорони праці. — К.: Основа, 2000. — 416с.

14. Башуров В.В., Вахрамеев Ю.С., Демьяновский С.В. и др. Модель грунта и вычислительный комплекс для расчета подземных взрывов. ПМТФ, 1976 г., 3-9с.

15. Технический отчет МакНИИ по теме 1749060000-086 "Исследовать возможность создания автоматической системы гашения вспышек метана и угольной пыли от фрикционных искр на проходческих комбайнах". Макеевка-Донбасс, 1988.