

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

Другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Розроблення автоматизованої системи пожежної безпеки на промисловому підприємстві
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи КІТПВм21-1

Баранов Максим Дмитрович
(прізвище, ініціали)

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

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Сезонова І. К.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри КІТАМ

_____ (підпис)

Невлюдов І. Ш.

(прізвище, ініціали)

2022 р.

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Факультет _____ Автоматики та комп'ютеризованих технологій _____
Кафедра _____ КІТАМ _____
Рівень вищої освіти _____ Другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Комп'ютерно-інтегровані технологічні (професійна або наукова) процеси та виробництва _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав.кафедри КІТАМ _____
(підпис)
«_» _____ 20_ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Баранову Максиму Дмитровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Розроблення автоматизованої системи пожежної безпеки на виробничому підприємстві _____
Затверджена наказом по університету від № 07.11.2022р. №1463Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____
3. Вихідні дані до роботи _____ Автоматизована система пожежної безпеки виробничого підприємства _____
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
 - 4.1 Аналіз предметної області, систем пожежної безпеки промислових підприємств _____
 - 4.2 Розробка компонентів системи пожежної безпеки _____
 - 4.3 Розробка алгоритму роботи системи пожежної безпеки _____
 - 4.4 Розробка програми _____
 - 4.5 Висновки _____
5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій _____

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Приміт-ка
1	Аналіз технічного завдання	2.11.2022	виконано
2	Опрацювання літератури за темою роботи	12.11.2022	виконано
3	Аналіз технічного завдання	14.11.2022	виконано
4	Аналіз предметної області промислових систем пожежної безпеки	16.11.2022	виконано
5	Проектування автоматичної системи пожежної безпеки підприємства	21.11.2022	виконано
6	Розробка алгоритму та режиму роботи програми системи пожежної безпеки	25.11.2022	виконано
7	Розробка коду програми роботи системи пожежної безпеки	29.11.2022	виконано
8	Оформлення охорона праці	02.12.2022	виконано
9	Оформлення висновків	03.12.2022	виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	05.12.2022	виконано
11	Подання роботи на рецензію	06.12.2022	виконано
13	Подання роботи на підпис зав. кафедри	08.12.2022	виконано
14	Подання кваліфікаційної роботи в ЕК	10.12.2022	

Дата видачі завдання 1.11.2022р.

Студент _____
(підпис)

Баранов М. Д.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. Сезонова І. К.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 80с., 30 рис., 2 дод., 21 джерел.

ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО, ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, ARDUINO, СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ.

Метою цього дослідження є розробка автоматизованої системи пожежної безпеки промислового підприємства, її компонентів та алгоритму роботи.

Об'єкт дослідження – процес автоматизованого контролю пожежної безпеки промислового підприємства.

Предмет дослідження – технічна та програмна складова інтелектуальної системи пожежної безпеки.

У кваліфікаційній роботі пропонується розробка автоматичної системи пожежної безпеки промислового підприємства.

Результат роботи – розроблено інтелектуальну автоматичну систему пожежної безпеки підприємства, алгоритм її роботи.

Практична частина реалізована за допомогою програмного засобу, написаного мовою Arduino на IBM-сумісному персональному комп'ютері (тактова частота процесора $2 \times 1,6$ ГГц, обсяг оперативної пам'яті – 8 Гб, твердотільний накопичувач – 256 Гб).

ABSTRACT

Explanatory note: 80 pages, 30 images, 2 addition, 21 sources.

MANUFACTURING ENTERPRISE, FIRE SAFETY, ARDUINO, FIRE SAFETY SYSTEM.

The purpose of this study is the development of the fire safety system of an industrial enterprise, its components and the algorithm of operation.

The object of research is the process of automated control of fire safety of an industrial enterprise.

The subject of research is an intelligent fire safety system.

In the qualification work, an automatic fire safety system of an industrial enterprise is proposed.

The result of the work – an intelligent automatic fire safety system of the enterprise, an algorithm of its operation was developed.

The practical part is implemented with the help of a software tool written in the Arduino language on an IBM-compatible personal computer (clock frequency of the processor $2 \times 1,6$ GHz, the amount of RAM – 8 GB, solid-state drive – 256 GB).

ЗМІСТ

Перелік скорочень і термінів	7
Вступ	8
1 Системи пожежної безпеки виробничих підприємств	10
1.2 Класифікація виробництв за пожежною та вибухонебезпечністю.....	10
1.3 Типи систем пожежогасіння.....	12
1.4 Постановка завдання та висновки до розділу 1.....	29
2 Порівняльний аналіз автоматичних систем пожежної безпеки.....	33
2.1 Система пожежної безпеки Siemens Cerberus ECO.....	33
2.2 Система пожежної безпеки Siemens Cerberus PRO.....	35
2.3 Система пожежної безпеки Tiras Prime A.....	37
2.4 Система пожежної безпеки «ПАРУС»	40
2.5 Система пожежної безпеки Honeywell HS-81.....	42
2.6 Висновки до розділу 2.....	45
3 Розробка інтелектуальної система пожежної безпеки	48
3.1 Опис системи пожежної безпеки.....	48
3.2 Компоненти системи пожежної безпеки.....	48
3.3 Алгоритм роботи системи пожежної безпеки.....	65
3.4 Висновки до розділу 3.....	68
4 Охорона праці	70
4.1 Виявлення факторів ризику під час роботи із системами пожежної безпеки.....	70
4.2 Навчання працівників правилам пожежної безпеки.....	71
4.3 Проведення об'єктових тренувань та навчань.....	72
4.4 Висновки до розділу 4.....	76
Висновки	77
Перелік джерел посилання.....	78
Додаток А Текст програми.....	81
Додаток Б Демонстраційний матеріал.....	85

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- АВН – автоматичне визначення номера.
АВС – аерозолеутворювальний вогнегасний склад;
АЗС – автозаправна станція;
АКБ – акумуляторна батарея;
ГОВА – генератор вогнегасного аерозолі;
ГПВ – генератор піни високої кратності;
ГР – горюча рідина;
ДСНС – державна служба з надзвичайних ситуацій;
ДСТУ – державний стандарт України;
ІСПБ – інтелектуальна система пожежної безпеки;
КП – контрольний пристрій;
ЛЗР – легкозаймиста рідина;
ПБ – пожежна безпека;
ПММ – пально-мастильний матеріал;
ППКП – прилад приймально-контрольний пожежний;
СП – система пожежогасіння;
СПБ – система пожежної безпеки;
ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;
ЦП – центральний процесор;
EN – European norm;
IP – ingress protection;
NFPA – national fire protection association;
SIL – safety integrity level;
USB – universal serial bus;

ВСТУП

На сьогоднішній день майже на усіх успішних підприємствах присутні системи пожежної безпеки. Основна мета впровадження систем пожежної безпеки – підвищення рівня безпеки співробітників, виробничих пристроїв, приміщення та товару, що виготовляється.

Впровадження система пожежної безпеки виробництва може бути здійснено в декількох варіантах:

- часткова. Захисту піддається лише деякі приміщення, що є найбільш пожежонебезпечними;

- комплексна. Охоплює виробничий ланцюг окремого цеху або вузла, що виконує ряд дій за рішенням певного завдання;

- повна. система пожежної безпеки встановлюються над обладнанням, що охоплює всі етапи виробництва.

Для кращого визначення ступеня пожежної безпеки, слід знати її ефективність для конкретного типу виробництва.

Безумовно, питання пожежної безпеки є, мабуть, найважливішим у будь-якому підприємстві. Саме тому майже всі підприємства встановлюють автоматичні системи пожежної детекції та тушіння. Такі системи можуть виявляти задимлення, пожежу та, навіть, витік газу та автоматично реагувати – тушити пожежу або задимлення та повідомляти про ці ситуації людям.

Для роботи у потрібному режимі на підприємстві, система пожежної безпеки повинна мати модуль управління, який, у свою чергу, має бути запрограмований за розробленим алгоритмом.

Метою цього дослідження є розробка системи пожежної безпеки промислового підприємства, її компонентів та алгоритму роботи.

Таким чином, метою роботи є розробка автоматичної системи пожежної безпеки підприємства.

Об'єкт дослідження – процес автоматизованого контролю пожежної безпеки промислового підприємства.

Предмет дослідження – інтелектуальна система пожежної безпеки.

Для вирішення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- вивчення предметної області підприємства, систем пожежної безпеки;
- проектування моделі системи;
- аналіз найвідповіднішого місця встановлення системи пожежної безпеки;
- вибір елементів та розробка схема їх підключення до мікроконтролера;
- вибір апаратно-програмної платформи, а також мови програмування.
- оформити пояснювальну записку згідно [1-4].

1 СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Системи пожежної безпеки виробничих підприємств

Автоматична системи пожежної безпеки – сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, обробки, передачі у заданому вигляді повідомлення про пожежу, спеціальну інформацію та (або) видачі команд на включення автоматичних установок пожежогашіння та включення виконавчих установок систем протидимного захисту, технологічного та інженерного обладнання та інших пристроїв протипожежного захисту. Система пожежної безпеки (СПБ), оповіщення та управління евакуацією людей під час пожежі повинні забезпечувати автоматичне виявлення пожежі за час, необхідний для включення систем оповіщення про пожежу з метою організації безпечної (з урахуванням допустимого пожежного ризику) евакуації людей за умов конкретного об'єкта [5].

З давніх часів люди зрозуміли, що раннє виявлення пожежі позитивно впливає на боротьбу з пожежею. Найперші зареєстровані приклади протипожежного захисту можна простежити до Римської імперії та катастрофічних пожеж, які почалися в Римі. У результаті імператор Нерон прийняв правила, які вимагали використання вогнетривкого матеріалу для реставрації стін і будівель. Другий зареєстрований випадок прийняття правил протипожежного захисту стався в 1666 році, після Великої пожежі в Лондоні, яка знищила понад 80 відсотків міста. Пожежа в Лондоні підштовхнула інтерес до розробки першого обладнання для гасіння пожежі у вигляді ручних насосів і пожежних гідрантів для водопостачання.

1.2 Класифікація виробництв за пожежною та вибухонебезпечністю

Пожежонебезпечність виробництва визначається технологіями, в яких використовуються або можуть бути утворені речовини, матеріали або суміші з

певними вибухо- та пожежонебезпечними властивостями [6, 7]. Більшу небезпеку становлять технології, що використовують речовини, здатні утворювати з повітрям Пожежонебезпечні суміші (займисті гази, легкозаймисті та горючі рідини, пилоподібні горючі матеріали тощо).

Виробництва поділяються на п'ять категорій та пожежонебезпечності: А, В, В, D, Е.

До категорії А належать пожежонебезпечні виробництва, які використовують легкозаймисті гази і легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище 28 °С у такій кількості, що вони можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, які при займанні розвивають у приміщенні надлишковий тиск вибуху – понад 5 кПа, а також речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним у такій кількості, що надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа. (Виробництва, пов'язані з використанням металевого натрію і калію, ацетону, сірковуглецю, ефірів і спиртів, а також фарбувальні цехи)

До категорії В належать пожежонебезпечні виробництва, які використовують горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28 °С у такій кількості, що вони можуть утворювати пожежонебезпечні суміші пилу та парів, при займанні яких у приміщенні виникає надлишковий тиск вибуху – понад 5 кПа. (виробництво аміаку, рідинні насосні станції).

До категорії С належать пожежонебезпечні виробництва, в яких використовуються легкозаймисті та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали (включаючи пил та волокна), речовини та матеріали, які можуть горіти лише при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, за умови, що приміщення, в яких вони розташовані, не належать до категорії А або Б. (виробництво з обробки деревини, пластмас і гуми, склади паливно-мастильних матеріалів).

До категорії D відносяться виробництва, в яких використовуються негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, обробка яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і

полум'я; горючі гази, рідини та тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо (цехи термічної обробки металів, газогенераторні станції, котельні).

Категорія Е – пожежонебезпечні виробництва, пов'язані з використанням горючих газів без рідкої фази і вибухонебезпечного пилу в такій кількості, що вони можуть утворювати вибухові суміші в об'ємі, що перевищує 5% об'єму приміщення і в яких за умовами технологічний процес можливий тільки вибух (без подальшого горіння); речовини, здатні вибухати (без подальшого горіння) при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним.

Класифікація виробництв за вибухонебезпекою надзвичайно важлива, оскільки значною мірою дозволяє визначити вимоги до будівлі, її конструкції та компонування; організація пожежної охорони та її технічне оснащення, вимоги до режиму та експлуатації [8].

1.3 Типи систем пожежогасіння

СПБ не були б настільки популярними і корисними, якщо б вони не вміли автоматично реагувати та ліквідувати пожежі або задимлення. Виділяють декілька видів систем пожежогасіння (СП):

- водяні;
- порошкові;
- пінні;
- газові;
- аерозольні.

Спосіб гасіння пожеж водою – найбільш популярний. Своє поширення автоматичні водяні СП набули у зв'язку з доступністю та дешевизною води, як вогнегасної речовини. Робота водної СП наведена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Робота водної СП

Вода є найбільш застосовуваним засобом гасіння пожеж, пов'язаних з горінням різних речовин і матеріалів. Достоїнствами води є її дешевизна та доступність, відносно висока питома теплоємність, висока прихована теплота випаровування, хімічна інертність по відношенню до більшості речовин та матеріалів. До недоліків води відносяться висока електропровідність (особливо у разі застосування води з добавками, що підвищують її вогнегасні та експлуатаційні властивості), відносно низька здатність, що змочує, недостатня адгезія до об'єкта гасіння, а так само ймовірність виникнення шкоди об'єкту захисту (протоки, намокання, псування майна). Для підвищення вогнегасної ефективності води, використовуються спеціальні піноутворюючі добавки (на основі поверхнево-активних речовин), які різко збільшують здатність, що змочує, перешкоджають надходженню кисню в зону горіння, знижують потрібну витрату води. Як правило, водопінні розчини використовуються для гасіння пожеж у хімічній, нафтохімічній промисловості для гасіння резервуарів, авіаційних ангарів, виробничих приміщень і технологічних операцій в яких звертаються спирти, розчинники та інші горючі та легкозаймисті рідини.

Водяна СП складається з сукупності стаціонарних технічних засобів гасіння пожежі шляхом випуску вогнегасної речовини – води. СП повинні забезпечувати локалізацію чи ліквідацію пожежі. Автоматична СП – система пожежогасіння, що автоматично спрацьовує при перевищенні контрольованим фактором (факторами) пожежі порогових значень у зоні, що захищається.

Відмінною особливістю автоматичних установок є виконання ними та функцій автоматичної пожежної сигналізації.

При цьому всі автоматичні установки пожежогасіння (крім спринклерних) можуть приводитися в дію ручним та автоматичним способом. Спринклерні установки пожежогасіння наводяться виключно автоматично.

Порошкове пожежогасіння – гасіння пожежі дрібнороздробленими мінеральними солями. Для їх подачі у осередок горіння використовуються технічні засоби пожежогасіння: вогнегасники, автоматичні установки пожежогасіння, пожежні автомобілі порошкового пожежогасіння. У ряді випадків порошки є єдиною вогнегасною речовиною, придатною для гасіння специфічних типів пожеж (наприклад, при горінні лужних металів).

Давно найпоширенішими є водяні пристрої, установки для боротьби з вогнем, що працюють як у ручному, так і в автоматичному режимі. Тому багато причин – доступність, дешевизна, нескладна доставка, швидка поповнюваність запасів вогнегасної речовини. Робота порошкової СП наведена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Робота порошкової СП

Проте, є й мінуси – це сотні метрів, а то й кілометри трубопроводів для транспортування, досить дороге насосне обладнання, вузли керування/пуску для систем із спринклерними дренчерними зрошувачами; численні вимоги норм пожежної безпеки (ПБ) до побудови/пристрою водяних систем; висока вартість кваліфікованих монтажних-налагоджувальних робіт, обслуговування.

Хоча сучасні модульні СП тонкорозпиленою водою позбавлені багатьох недоліків традиційних установок, обходяться замовнику набагато дешевше за всіма показниками, але конструкторами засобів пожежної автоматики давно шукається і частково є розумна технічна альтернатива.

Це насамперед автоматичні системи ефективного придушення вогнища пожежі інертними газами чи тонкомолотими мінеральними речовинами – порошками із спеціальними добавками. Останні десятиліття саме другий вид вогнегасної речовини почав активно використовуватися на Україні.

За способом гасіння всі існуючі/проектовані системи порошкового гасіння поділяються на такі види:

- об'ємне пожежогасіння. Коли весь простір приміщення/пожежного відсіку, що захищається, виділеного огорожувальними будівельними конструкціями, у т.ч. протипожежними перегородками, перекриттями заповнюється щільною хмарою порошку, що генерується або з насадок/головок стаціонарної СП;

- поверхневе пожежогасіння. Коли гасіння ведеться для захисту конкретного обладнання, товароматеріальних цінностей, згрупованих на горизонтальних поверхнях, наприклад, при стелажному зберіганні;

- локального пожежогасіння. Коли один або група модулів гасіння захищає лише частину приміщення – за площею/поверхнею ділянки, цеху, складу або обсягом секції зберігання, розміщення технологічного обладнання, готової продукції, де існує прогнозована можливість виникнення вогнища пожежі або велика сума можливої матеріальної шкоди від неї [9].

Заборонено застосування установок/систем порошкового пожежогасіння для наступних об'єктів, що захищаються:

- із перебуванням працівників, покупців, відвідувачів, чергового персоналу – від 50 осіб;

- у приміщеннях будівель/споруд, які неможливо залишити до запуску обладнання СП;

- із зберіганням горючих матеріалів, здатних самозайматися, тліти всередині обсягу складування, наприклад, деревні відходи, бавовна, трав'яне борошно; а також тих речовин, що можуть горіти без доступу до повітря.

Порошкове гасіння у будь-якому варіанті виконання мало підходить чи зовсім заборонено для громадських, житлових об'єктів у зв'язку з його небезпекою для дихальних шляхів людей, які перебувають у них.

Основна сфера використання – це виробничі, складські приміщення, ділянки цехів, будівель, у тому числі:

- архіви, бібліотеки, сховища/запасники музеїв, де використання води, як вогнегасної речовини, може завдати шкоди, порівнянної з матеріальними збитками від пожежі;

- склади сировини, готової продукції, що ефективно гасять порошком, в т.ч. складські приміщення торгових організацій;

- об'єкти з великою кількістю електричного/електронного обладнання – апаратні теле-, радіостанцій, обчислювальні/комутаційні центри;

- виробничі об'єкти;

- автотранспортні підприємства, приватні гаражі, майстерні.

Хоча незважаючи на думку та спроби багатьох як замовників, так і виробників, проектувальників використовувати порошкові модулі, СП на їх основі скрізь і повсюдно як недорого, швидко і легко монтована заміна традиційного водяного пожежогасіння – цього на сьогодні не трапилося.

Причини прості – небезпека порошкової суспензії в повітрі приміщень для дихання людей, що знаходяться в приміщеннях, що захищаються, отже, неможливість захисту ними об'єктів з великою кількістю людей, що постійно/тимчасово перебувають там.

Однак для невеликих майстерень, виробничих ділянок, цехів, а головне, для неопалюваних складів, де використання води як вогнегасний засіб

виключено, установка/монтаж автономно, СП, що автоматично спрацьовують, стаціонарних порошкових систем пожежогасіння з розведенням трубопроводів – це на практиці панацея, тобто в інший спосіб, видом СП захистити такі приміщення неможливо.

Для власників трохи псує ситуацію необхідність відповідно до норм мати на об'єкті 100% запас СП для заміни у разі використання.

Так само, як і у разі використання порошкових вогнегасників, застосування автономних/автоматичних установок/систем з такою вогнегасною речовиною не завдає шкоди обладнанню, обробці інтер'єру приміщень, меблів, товароматеріальним цінностям, навіть електричному та електронному обладнанню.

Після гасіння пожежі система димовидалення або встановлення загальнообмінної вентиляції з встановленими протипожежними клапанами подвійної дії видаляє леткі продукти горіння, повітряну завесь порошку в повітрі приміщення, що обслуговується; після цього досить очистити всі поверхні, і навіть корпуси устаткування, оргтехніки, куди міг проникнути у процесі роботи СП.

Підсумовуючи, можна сказати, що порошкове пожежогасіння при грамотному проектуванні, правильному монтажі, регулярному сервісі автономних/автоматичних установок/систем підходить для захисту великої кількості об'єктів різного призначення, будучи розумною недорогою альтернативою водяному, пінному, газовому пожежогасіння.

Як показує досвід, згасити водою можна багато, але не всі. Насамперед це відноситься до пожеж на автотранспорті, АЗС, у будинках, на території, у спорудах видаткових складів, баз зберігання нафтопродуктів у товарних кількостях, виробничих об'єктів категорії з вибухопожежної небезпеки А, Б. Тобто ліквідувати горіння, які за щільністю легші за воду, водяні установки пожежогасіння не в змозі.

Для вирішення цієї важливої проблеми були винайдені, сконструйовані повітряно-пінні вогнегасники для усунення початкових вогнищ займання,

автоматичні установки пожежогасіння повітряно-механічною піною – для придушення, ліквідації пожеж, що розвиваються, на цих небезпечних об'єктах.

За технічною суттю, встановлення пожежогасіння на основі піни є дещо ускладненою, доопрацьованою версією водяної СПБ, т.к. у її складі знаходиться практично те саме обладнання – від насосних станцій пожежогасіння до спеціальних спринклерних, дренчерних зрошувачів, здатних виробляти потоки піни від низької до високої кратності; але з додатковими елементами системи – баками/ємностями з піноутворювачем, автоматичними насосами-дозаторами/змішувачами, що забезпечують необхідну подачу піноутворювача до магістральних, розподільчих трубопроводів.

Хоча пінні СПБ негаразд поширені, як його водяні попередники в еволюційної ланцюга технічного розвитку СП, і навіть з'явилися цілком ефективні конкуренти наскільки можна ліквідувати осередки палаючих ЛЗР/ГР – порошкові системи, газові установки пожежогасіння; але перевірене десятиліттями використання пінне обладнання і сьогодні залишається надійним, ефективним засобом боротьби з горінням подібних речовин, обладнання, матеріалів – сировини, технологічних установок, апаратів, резервуарів/ємностей зберігання готової продукції.

Гасіння піною не тільки ефективно, тому що, на перший погляд, неприборкане полум'я, що піднімається над автотехнікою, що загоряється, залізничними цистернами, технологічними ємностями або установками гаситься не величезними обсягами поданої води, а набагато меншою кількістю піни. Робота пінної СП наведена на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Робота пінної СП

Робота пінних установок пожежогасіння всередині замкнутого об'єму приміщення як обмеженого протипожежними перегородками, дверима, вікнами, люками, так і негерметичного, що має відкриті будівельні, технологічні отвори, ще ефективніша; забирає набагато менше часу, не вимагаючи додаткової підготовки, нарощування сил та засобів, участі професійно кваліфікованих фахівців, т.к. увесь процес від виявлення джерела вогню до ліквідації пожежі відбувається у автоматичному режимі.

Пінні установки пожежогасіння класифікують за кратністю піни:

- СПБ піною низької кратності – із кратністю в інтервалі 5–20;
- установки середньої кратності – із цим показником від 20 до 200;
- системи високої кратності – понад 200. Цей показник вказує наскільки обсяг отриманої піни більший від вихідної кількості піноутворювача, витраченого на її генерацію/формування за допомогою різного типу зрошувачів.

Існує наступна класифікація пінних СПБ:

– дренчерні установки пінного пожежогасіння – це найефективніші системи, тому що генерація вогнегасної повітряно-механічної суміші починається відразу з усіх зрошувачів після подачі водного розчину піноутворювача по розподільних трубопроводах в секцію, що захищає те приміщення, де спрацювали датчики диму, сповіщувачі полум'я або інші кінцеві пристрої в шлейфах АПС, що є видобувною системою пожежної автоматики.

Використовуються для пінного пожежогасіння значних як за площею, так і за обсягом виробничих ділянок, цехів, складів готової продукції з великим обсягом наявності/зберігання, переробки, можливого розливу горючих рідин, інших матеріалів, загасити які водою неможливо, а генерований об'єм піни швидко заповнює весь простір приміщення, що захищається, не залишаючи відкритому вогню жодного шансу.

Спринклерна установка пінного пожежогасіння є більш вибіркоким засобом для боротьби з загораннями легких нафтопродуктів, продуктів органічного синтезу в тих приміщеннях, де пожежне навантаження не таке велике, щоб було необхідно використовувати дренчерні генератори піни, що спрацьовують по всій площі, що може пошкодити обладнання, товарну продукцію, упаковці чи інші цінності. А також для захисту ділянок приміщень, важливого технологічного обладнання, встановленого у них. Приклади – дослідні ділянки, цехи підприємств хімічного органічного/неорганічного синтезу, виробництва полімерів, синтетичних смол, пластмас/пластмас; лабораторії аналізу якості нафтопродуктів, видаткові, дрібнооптові склади ПММ.

Автоматичні установки пінного пожежогасіння з генераторами піни високої кратності (ГПВ), що формують її набагато більше за об'ємом і щільнішою, ніж пінні спринклери або дренчери. Такі системи проектуються, монтуються для ліквідації пожеж у особливо важливих виробничих цехах категорії А щодо вибухопожежної небезпеки підприємств з переробки вуглеводневої сировини/органічного синтезу, на великих нафтосховищах для гасіння резервуарів із готовою продукцією, на нафтоналивних суднах.

Як несуча речовина, що генерує піну, в них може використовуватися не тільки вода, а й повітря або інертні гази, що забезпечує швидке спорожнення ємностей з концентрованим піноутворювачем, оперативну подачу вогнегасної суміші під високим робочим тиском – до 1,6 МПа. Існують модульні станції пінного гасіння високої кратності, за своєю компактністю, мінімальним набором обладнання, подібні/співвідносні до СП тонкорозпиленою водою.

Підсумовуючи, можна сказати, що установки зі спринклерними пінними зрошувачами потрібні/придатні для локального поверхневого, а дренчерні, з ГПВ – для загального поверхневого або об'ємного пожежогасіння.

Крім того, іноді виділяють такі класи пінних СПБ – об'ємного гасіння, призначені для заповнення всього простору об'єкта, що захищається (цеху, складського корпусу); локально-об'ємного – для заповнення об'єму корпусу окремого технологічного апарату, встановлення, ємності/резервуару зберігання, складського/виробничого приміщення; комбінованого гасіння, що поєднує перші два види – для подачі піни по поверхні корпусів/всередину пожежонебезпечного технологічного обладнання та на площу приміщення/території навколо нього.

Установки гасіння піною використовуються для захисту наступних об'єктів:

- приміщень, де ведуться роботи зі зливу/наливу, зберігання ПММ у товарних кількостях;
- у приміщеннях насосних, компресорів, генераторних з перекачування нафтопродуктів;
- машинних відділень із двигунами, що працюють на різних видах рідкого палива;
- складів/цехових комор зберігання ЛЗР/ГР;
- нафтоналивні судна.

Переваги пінних СП:

- невелика витрата вогнегасної рідини в порівнянні з водними СПБ;
- відсутність перевитрати води унеможливорює непрямий матеріальний збиток від пошкодження обробки приміщень, товароматеріальних цінностей;

- можливість вибору способу гасіння – локального чи об'ємного;
- придатність для гасіння не повністю герметичних приміщень, що робить пінні СПБ значно придатнішими для застосування на багатьох об'єктах, де використання газових, аерозольних, порошкових систем неможливе;
- піноутворювачі, що виробляються сьогодні, як і піна, що отримується з них, безпечні для шкіри людини, легко забираються з поверхні підлоги, корпусів обладнання, складських стелажів після гасіння пожежі.

Недоліки:

- піна на водній основі, тому такі СПБ не встановлюють у неопалюваних приміщеннях/будівлях;
- з цієї причини ними не можна гасити включені електричні установки, електронну апаратуру управління/контролю.

Вимоги до стаціонарних СП сильно відрізняються. Вони переважно залежать від того, які приміщення, будівлі вони захищають, а також від площі цих будівель/споруд, видів технологічного, інженерного обладнання, пожежного навантаження в них; тобто. всіх горючих матеріалів – від оздоблення інтер'єру до обстановки, майна, товароматеріальних цінностей. Газова СП наведена на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Зображення газової СП

Для одних об'єктів відмінно підходять СПБ з гасінням площі приміщень, що захищаються водою спринклерними, дренчерними зрошувачами, для інших

– порошкові СП або швидке заповнення обсягів вогнегасними газовими сумішами.

Останній спосіб хоч існує вже десятиліття, але до нього як у замовників – власників нерухомості, керівників підприємств/організацій, так і фахівців проектних інститутів/бюро склалося дещо упереджене ставлення. Так, газові установки пожежогасіння вважаються необґрунтовано дорогим обладнанням, а площа, що захищається ними, – вкрай невелика, тому де мовляв проектувати, купувати, монтувати їх доводиться виключно на особливо важливих об'єктах; а також у тих випадках/ситуаціях, коли це обов'язково потрібно державними нормами ПБ або використання інших видів СПБ необґрунтовано/недоцільно технічно/економічно.

Існують два види газових СПБ [10]:

– централізована система автоматичного газового пожежогасіння. У її складі резервуари/ємності під тиском, що містять вогнегасні гази/суміші, що встановлюються в приміщенні станції пожежогасіння і використовуються для їх подачі в два і більше приміщень, що захищаються;

– модульна система газового гасіння має у своєму складі балони/модулі з вогнегасною газовою сумішшю, які встановлюють безпосередньо в приміщенні, що захищається.

Також СПБ розрізняють на вигляд пристрою пуску. Він може бути:

- електричним;
- механічним;
- гідравлічним;
- пневматичним;
- комбінованим, що поєднує кілька видів пуску.

По виду способу захисту відрізняють такі види СПБ:

– об'ємне пожежогасіння. Їх використовують для екстреного заповнення вогнегасними газами всього простору об'єкта, що захищається, з знаходженням високотехнологічної електричної/електронної апаратури, дорогої товароматеріальної продукції, історико-художніх цінностей;

– локального пожежогасіння. Таке автоматичне газове пожежогасіння застосовують для придушення вогнища тління/займання на/в окремому електричному/електронному, інженерному устаткуванні, коли гасіння приміщення в повному обсязі технічно недоцільне/неможливе з економічних/технічних причин. Наприклад, через великий будівельний обсяг, наявність відкритих технологічних отворів у протипожежних перегородках, перекриттях.

Принцип роботи газової СП – це екстрене, конструктивно досить рівномірне заповнення всього об'єму пожежного відсіку, що захищається, приміщення, будівлі одним або сумішшю інертних газів, які не вступають у хімічну реакцію/не взаємодіють з палаючими в осередку пожежі речовинами/матеріалами, швидко знижуючи вміст кисню у повітряному середовищі менше 12%, що унеможлиблює сам процес горіння.

Використання хладонів, що виступають як інгібітори – уповільнювачі реакції горіння, засноване на утворенні вільних радикалів при їх розпаді, гальмують/припиняють пожежу, зв'язуючись з продуктами горіння.

У газових СПБ як вогнегасні речовини використовують:

Зріджені гази – хладони, які також широко застосовуються в промисловості, кліматичному обладнанні як хладагенти; шестифтористу сірку (SF_6), вуглекислоту.

Стислі гази – азот (N_2), аргон (Ar), аргоніт ($1/2 \text{N}_2 + 1/2 \text{Ar}$), інерген (52% $\text{N}_2 + 40\% \text{Ar} + 8\%$ вуглекислоти).

Використовувані при пожежогасінні газові суміші до високих відсотків вмісту в повітряному середовищі приміщень не токсичні для дихання людей, не ліквідують горезвісний багатостраждальний шар озону навколо планети.

Варто пояснити влаштування систем газового пожежогасіння. СПБ вважається технічний комплекс із резервуарів/балонів зберігання, зріджених/стиснутих газоподібних речовин, що використовуються для локалізації/ліквідації вогнища загоряння, що підводить мережі з встановленими на трубопроводах у приміщенні, що захищається, насадками-розпилювачами, сигнально-спонукальних засобів АПС, пускових пристроїв / Управління.

Існує три способи запуску СПБ [11]:

- основним є автоматичний пуск, що здійснюється після спрацювання установки/системи АПС із встановленими в приміщенні, що захищається тепловими, димовими, газовими або комбінованими пожежними сповіщувачами;

- дистанційний, що виконується черговим персоналом підприємства/організації, працівниками служби охорони з диспетчерської приміщення, станції пожежогасіння;

- місцевий пуск проводиться за допомогою ручних пожежних сповіщувачів у складі установки СПБ, встановлених на протипожежних стінах/перегородках в безпосередній близькості від входу в приміщення, що захищається.

Переваги газових установок пожежогасіння очевидні:

- їх можна використовувати для гасіння вогнищ усіх основних класів пожеж – про А до Е, що робить газові системи по-справжньому універсальними;

- немає будь-якої шкоди всьому, що знаходиться в приміщенні, причому без застережень на необхідність ретельного прибирання як після роботи автономних модулів, систем автоматичного порошкового пожежогасіння. Достатньо включити витяжну вентиляцію, щоб за лічені хвилини очистити приміщення;

- висока швидкість, ефективність застосування інертних газів, хладонів у разі ліквідації вогнищ пожежі різних видів обладнання, матеріалів;

- тривалий термін експлуатації установок СПБ.

До недоліків відносять:

- високі вимоги до герметизації приміщень, що завжди можливо забезпечити для виробничих, складських приміщень;

- низька ефективність газового пожежогасіння у приміщеннях із великим будівельним обсягом;

- відповідальність, небезпека під час роботи, зберігання резервуарів під високим тиском;

– висока вартість як придбання модульних, так і проектування, створення, монтажу централізованих установок СПБ, порівняно з іншими СП.

Сьогодні СПБ у модульному варіанті виконання використовуються набагато частіше, ніж у попередні десятиліття, насамперед для захисту приміщень із дорогим електронним, технологічним обладнанням, зберіганням рідкісних архівних документів, художніх цінностей.

Досить висока вартість устаткування цілком компенсується надійністю, ефективністю процесу гасіння пожежі, так як газова суміш легко проникає в кожен точку простору/об'єму приміщення, чим не можуть похвалитися ні традиційні водяні, ні більш сучасні порошкові СПБ.

У багатьох прикладних дисциплінах та сферах діяльності, цілком успішно реалізуються принципи, озвучені в приказці «клин клином вибивають», вірним спостереженням з життя, що подібне усувається, лікується подібним засобом [12]. Не обійшло стороною це явище і пожежну справу, наприклад, коли поширення лісової пожежі зупиняють зустрічною підлогою, яка залишає за собою протипожежний розрив.

Аерозольна СП з цього ж ряду нестандартних методів і способів боротьби з поширенням відкритого вогню, заснована на виділенні найдрібніших твердих частинок аерозолі, що зупиняють реакцію горіння в приміщенні, пожежному відсіку або секції виробничого/складського будинку, технологічної споруди.

Головна «родзинка» даного виду СПБ полягає в тому, що вогнегасна речовина утворюється в результаті процесу горіння всередині корпусу генератора, а суміш, що виходить, не тільки має високу температуру в залежності від типу виробу в діапазоні від 130 °С до 500 °С і вище, але продовжує горіти в об'ємі приміщення, що захищається. Аерозольна СП наведена на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 – Зображення аерозольної СП

Аерозольне пожежогасіння – припинення горіння на пожежі при використанні аерозолеутворювальних вогнегасних складів (АВС), генераторів вогнегасного аерозолу (ГОА) або автоматичних установок аерозольного пожежогасіння.

Але саме такий високотемпературний струмінь продуктів горіння як сильний інгібітор діє на фізико-хімічний процес пожежі, а дрібні частинки, що виходять з ГОА – генераторів вогнегасного аерозолу, щільно покривають усі поверхні, ліквідуючи вогнище займання, перешкоджаючи його поширенню. Говорячи простими словами, відкрите полум'я буквально захлинається, зустрічаючись із потужним потоком дрібнодисперсних частинок, зважених у газовій хмарі інертних продуктів горіння з ГОА, що активно витісняє O_2 із зони горіння, т.к. він утворює область підвищеного тиску. Крім того, такий метод пожежогасіння характеризується швидким зниженням температури повітряного середовища в приміщенні, що захищається.

Цей спосіб ліквідації вогнища полум'я близький до використання порошкових вогнегасників та порошкових СП, що також утворюють хмару найдрібніших твердих частинок – від 5 мкм до 10 мкм; і трохи нагадує, хоч і дещо інший за принципами, вогнегасну речовину, спосіб гасіння водяним туманом, характерним для СП тонкорозпорошеною водою [13].

Автономне аерозольне пожежогасіння дуже ефективно ліквідує загоряння на початковій стадії при монтажі в невеликих відсіках, нішах, корпусах/шафах управління/контролю, електричного/технологічного/електронного обладнання, у приміщеннях електрощитових, рухових/моторних відсіках залізничного та автотранспорту, морських/річкових суден.

Системи аерозольного пожежогасіння можуть бути повним комплексом пристроїв – від генераторі вогнегасного аерозолу, звукових пожежних оповіщувачів до щитів управління/контролю аерозольних СПБ.

Крім того, компанія виробляє генератори аерозолу під маркою «АГС» для захисту приміщень будівель, корпусів високовольтних розподільних установок/пристроїв, електронної апаратури за обсягом – від 2,2 м³ до 134 м³.

Принцип аерозольного пожежогасіння полягає у наступному [14]:

– при загорянні частки горючих речовин, що відокремлюються від основної маси матеріалу при піролізі, сильному нагріванні в початковому осередку пожежі, активно з'єднуються з молекулами O₂, окислюючись з виділенням великої кількості теплової енергії, що призводить до ланцюгового розвитку реакції горіння, поширення відкритого вогню;

– при спрацьовуванні аерозольної установки гасіння дрібні частинки, що утворилися при горінні спеціального твердопаливного заряду, по суті, димової шашки, потрапляючи в приміщення, що захищається, корпус/відсік, технологічну нішу під впливом тиску суміші газів, що також виділяються після займання заряду генератора, швидко розповсюджуються. приміщення, що захищається;

– аерозольні частинки, будучи активнішими, ніж молекули O₂, швидше з'єднуються з молекулами паливної речовини, що призводить спочатку до уповільнення, а потім і до повного припинення всього процесу горіння, зниження виділення теплової енергії, необхідної для його підтримки;

– навіть після закінчення роботи ГОА, що утворилася хмара вогнегасного аерозолу ще кілька десятків хвилин, що в прямій залежності від типу, розміру/маси твердопаливного заряду, об'єму приміщення/відсіку, що

захищається, знаходиться у зваженому вигляді, зберігаючи необхідну концентрацію, що виключає можливість вторинного згоряння.

Переваги:

– можливість використання більшості обладнання аерозольних СПБ при температурі від $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, що виключено для найпоширеніших водяних, пінних установок пожежогасіння;

– аерозольні СПБ заповнюють вогнегасним складом весь об'єм приміщення аналогічно газовим установкам пожежогасіння, при цьому для них не потрібна повна герметизація приміщення, що захищається;

– відсутність корозійних агресивних середовищ – води, розчинів піноутворювача; механічних частин/елементів, що рухаються – запірно-регулюючої арматури, контрольно-пускових клапанів/вузлів; водяного, газового обладнання у балонах, корпусах, трубопроводах під високим тиском, із встановленими на них, наприклад, спринклерними зрошувачами, знижує обсяг регламентних робіт з технічного обслуговування, отже, зменшує постійні витрати на них [15].

Недоліки:

– як і порошкові модулі пожежогасіння, ГОА – це одноразові пристрої, а після пуску зупинити/регулювати вихід струменя аерозолі неможливо;

– в аерозольному струмені на близьких відстанях, крім високої температури, небезпечна наявність розпечених частинок твердопаливного заряду, що не прогорів, здатних при неправильному монтажі запалити горючі матеріали;

– після пуску аерозольної СПБ необхідне ретельне мокре прибирання всіх поверхонь у приміщенні від плівки продуктів горіння, що відклалася, твердопаливних зарядів генераторів.

1.4 Постановка завдання та висновки до розділу 1

У першому розділі була розглянута предметна область автоматичних систем пожежної безпеки.

Було вивчено, що автоматична системи пожежної безпеки – сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, обробки, передачі у заданому вигляді повідомлення про пожежу, спеціальну інформацію та (або) видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння та включення виконавчих установок систем протидимного захисту, технологічного та інженерного обладнання та інших пристроїв протипожежного захисту.

Виявлено, що пожежонебезпечність виробництва визначається технологіями, в яких використовуються або можуть бути утворені речовини, матеріали або суміші з певними вибухо- та пожежонебезпечними властивостями. Більшу небезпеку становлять технології, що використовують речовини, здатні утворювати з повітрям пожежонебезпечні суміші (займисті гази, легкозаймисті та горючі рідини, пилоподібні горючі матеріали тощо).

Виробництва поділяються на п'ять категорій та пожежонебезпечності: А, В, В, D, Е.

До категорії А належать пожежонебезпечні виробництва, які використовують легкозаймисті гази і легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище 28 °С у такій кількості, що вони можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші.

До категорії В належать пожежонебезпечні виробництва, які використовують горючий пи́л або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28 °С у такій кількості, що вони можуть утворювати пожежонебезпечні суміші пилу та парів.

До категорії С належать пожежонебезпечні виробництва, в яких використовуються легкозаймисті та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали (включаючи пи́л та волокна), речовини та матеріали, які можуть горіти лише при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним.

Категорія Е – пожежонебезпечні виробництва, пов'язані з використанням горючих газів без рідкої фази і вибухонебезпечного пилу в такій кількості, що вони можуть утворювати вибухові суміші в об'ємі, що перевищує 5 % об'єму

приміщення і в яких за умовами технологічний процес можливий тільки вибух (без подальшого горіння).

Було з'ясовано, що виділяють декілька видів систем пожежогасіння (СП):

- водяні;
- порошкові;
- пінні;
- газові;
- аерозольні.

Спосіб гасіння пожеж водою – найбільш популярний. Своє поширення автоматичні водяні СП набули у зв'язку з доступністю та дешевизною води, як вогнегасної речовини.

Порошкове пожежогасіння – гасіння пожежі дрібнороздробленими мінеральними солями. Для їх подачі у осередок горіння використовуються технічні засоби пожежогасіння: вогнегасники, автоматичні установки пожежогасіння, пожежні автомобілі порошкового пожежогасіння. У ряді випадків порошки є єдиною вогнегасною речовиною, придатною для гасіння специфічних типів пожеж (наприклад, при горінні лужних металів).

Робота пінних установок пожежогасіння всередині замкнутого об'єму приміщення як обмеженого протипожежними перегородками, дверима, вікнами, люками, так і негерметичного, що має відкриті будівельні, технологічні отвори, ще ефективніша; забирає набагато менше часу, не вимагаючи додаткової підготовки, нарощування сил та засобів, участі професійно кваліфікованих фахівців, т.к. увесь процес від виявлення джерела вогню до ліквідації пожежі відбувається у автоматичному режимі.

Газові СП хоч і існують вже десятиліття, але до них як у замовників – власників нерухомості, керівників підприємств/організацій, так і фахівців проектних інститутів/бюро склалося дещо упереджене ставлення. Так, газові установки пожежогасіння вважаються необґрунтовано дорогим обладнанням, а площа, що захищається ними, – вкрай невелика, тому де мовляв проектувати, купувати, монтувати їх доводиться виключно на особливо важливих об'єктах; а також у тих випадках/ситуаціях, коли це обов'язково потрібно державними

нормами ПБ або використання інших видів СПБ необґрунтовано/недоцільно технічно/економічно.

Аерозольна СП заснована на виділенні найдрібніших твердих частинок аерозолі, що зупиняють реакцію горіння в приміщенні, пожежному відсіку або секції виробничого/складського будинку, технологічної споруди.

2 ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

На зараз ринок СПБ рясніє гарними екземплярами, можна гнучко обрати систему саме під потреби конкретного промислового підприємства. Але наведений нижче порівняльний аналіз покаже перевагу розроблюємої системи над іншими.

2.1 Система пожежної безпеки Siemens Cerberus ECO

Cerberus ECO (див. рис. 2.1) являє собою бюджетний варіант системи виявлення загорянь. Відповідаючи високим стандартам якості бренду Сіменс, в обладнанні сімейства ECO також використано перевірені на практиці технології, що дозволяє гарантувати надійний захист життя, майна і безперервності бізнес-процесів.



Рисунок 2.1 – Система пожежної безпеки Siemens Cerberus ECO

Cerberus ECO реалізує концепцію Сіменс SMART, що передбачає простий монтаж системи і зручність в обслуговуванні, її доступність і

надійність, а також відповідність вимогам ринку. Cerberus ESO є високоефективною системою протипожежного захисту для невеликих комерційних або житлових будівель. Енергоефективна, безпечна і адаптовані прилади сімейства Cerberus ESO можуть бути використані для захисту будівель різного призначення – як офісів і готелів, так і торговельних центрів.

Cerebrus ESO має гнучку топологію підключення, що дозволяє оптимізувати витрати на монтаж і обслуговування завдяки, підтримці гнучкої топології шлейфу і нечутливості до полярності підключення периферійних пристроїв.

Система Cerberus ESO призначена для простого, надійного та економічно-ефективного протипожежного захисту малого та середнього бізнесу. Розроблена з урахуванням потреб монтажників і замовників, Cerberus ESO пропонує просту установку, обслуговування і порядок роботи з системою.

Система використовує просунутий протокол обміну даними, що забезпечує швидке виявлення загорянь і надійну передачу сигналів.

Cerberus ESO включає пожежні сповіщувачі, панелі управління та програмне забезпечення, а також настінні контролери, ручні пожежні сповіщувачі та модулі входів/виходів. Конфігурація контрольної панелі зберігається у вигляді файлу, що спрощує її обслуговування і знижує витрати на експлуатацію. Сповіщувачі безперервно аналізують одержувані від сенсорів дані, що гарантує достовірне визначення джерела загорянь і дозволяє уникнути помилкових спрацьовувань сигналізації. Вся продукція пожежної сигналізації Сіменс супроводжується підтримкою на будь-яких етапах, починаючи з передпродажної підготовки і продовжуючи підтримкою під час експлуатації. Щоб користувачі могли без зусиль встановити і використовувати нашу систему, компанія Сіменс забезпечує технічну підтримку клієнтів, спеціальні навчання, а також швидку і надійну логістику. Спеціально для потреб користувачів, Cerberus ESO має прості концепції встановлення, обслуговування та експлуатації для продуктів і систем, які приймають з урахуванням повного робочого циклу інсталяторів і користувачів [16].

З повною схемою підключення системи Cerberus ECO можна ознайомитись на рисунку 2.2.

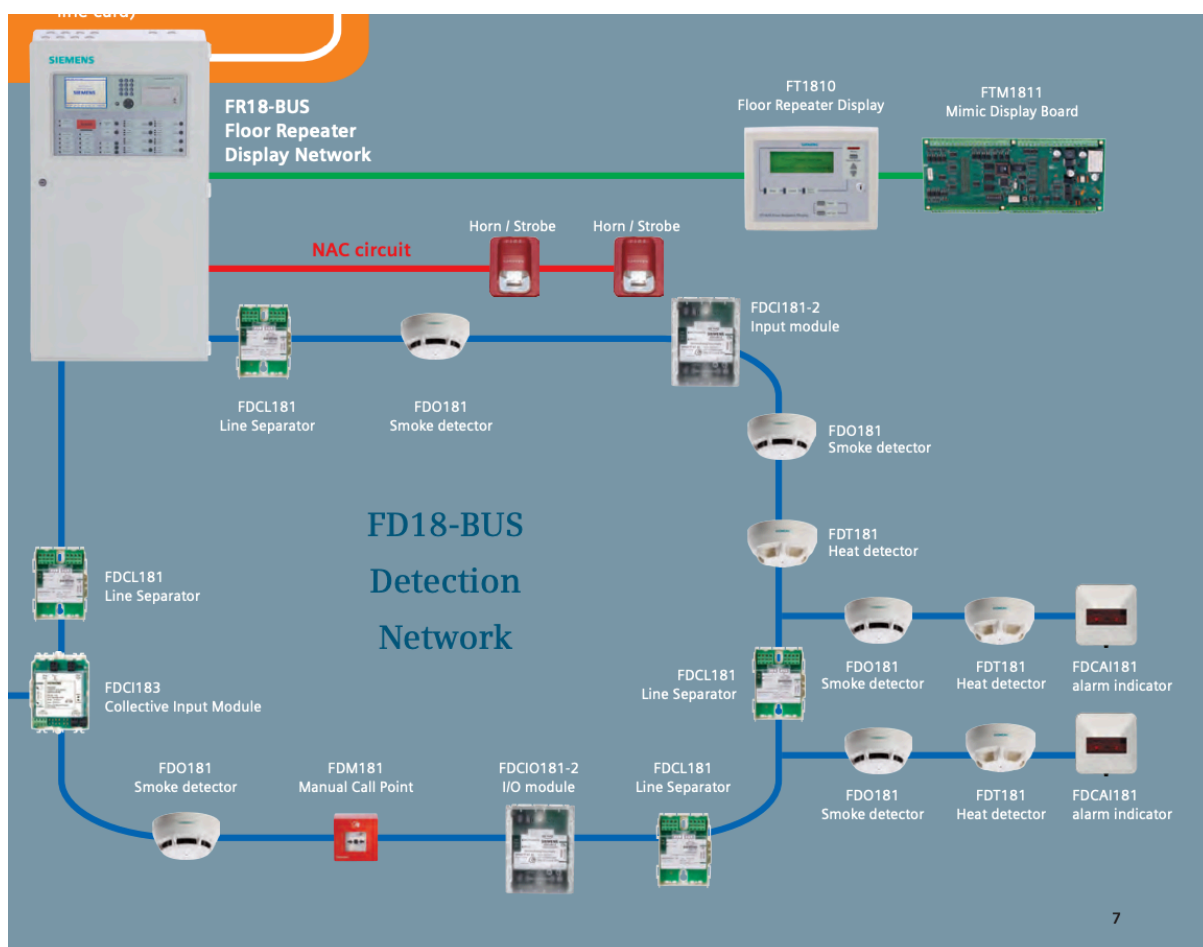


Рисунок 2.2 – Схема підключення системи Cerberus ECO

2.2 Система пожежної безпеки Siemens Cerberus PRO

Компанія Siemens має декілька СПБ у своїй лінійці, з якими можна зрівняти розроблюєму систему. Одна з яких – система Siemens Cerberus PRO, схема якої наведена на рисунку 2.3.

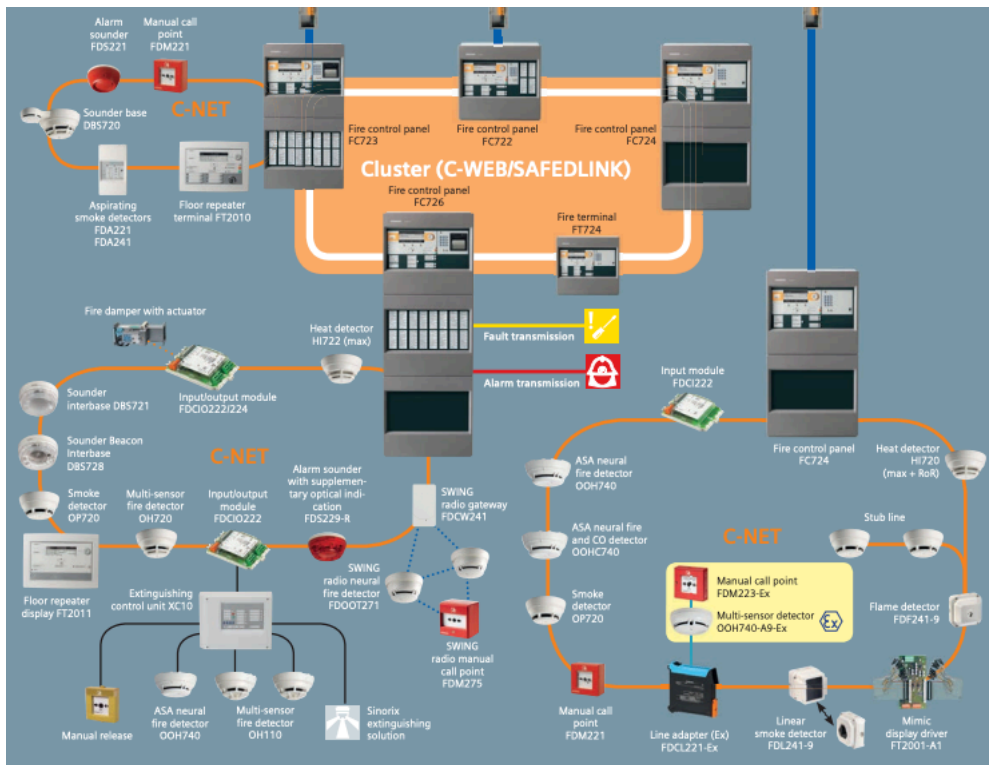


Рисунок 2.3 – Схема підключення системи Cerberus PRO

СПБ Cerberus PRO – це комплексне рішення, яке включає в себе всі елементи пожежного захисту. Інноваційні технології та багаторічний досвід об'єднані в єдиному продукті, що забезпечує оптимальний захист від пожежі.

Система гарантує безпеку працівників і бізнесу, максимальне підвищення ефективності функціонування офісних будівель, відповідність міжнародним нормам і стандартам. СПБ – це не просто захист від пожежі. Надійний захист співробітників і майна забезпечує Вам упевненість. Відчуваючи себе в безпеці, Ви можете зосередитися на виконанні бізнес-завдань, продуктивно працювати та досягати успіху знаючи, що життям співробітників, майну та Вашому бізнесу нічого не загрожує в разі виникнення пожежі.

При перших ознаках загрози пожежі система надійно виявляє її та ініціює подальші дії. Технологія виявлення працює практично в будь-якому середовищі та вміє розрізнити реальні та уявні ознаки. Завдяки системі Cerberus PRO, можна не тільки відповідати вимогам всіх актуальних нормативних стандартів, але також зможете уникнути непередбачених збоїв в роботі об'єктів.

Звукові та світлові сигнали тривоги впливають на два органи чуття, а значить їх помітять всі люди в будівлі. Завдяки нашим рішенням Ви зможете швидко і впорядковано евакуювати людей в безпечне місце по безпечним незадимленим маршрутами.

У разі пожежі рахунок йде на секунди, але важливо не тільки швидко і ефективно відреагувати на пожежу, а й звести до мінімуму будь-які пошкодження дорогого і чутливого обладнання. Для цього важливо мати надійну систему, адаптовану під Ваші вимоги. Наше інноваційне портфоліо засобів пожежогасіння включає системи з природними або хімічними речовинами, а також комбіновані системи газового та водяного пожежогасіння.

Cerebrus PRO надає можливість контролювати та керувати системами пожежного захисту будинку користувачів з однієї точки. Система керування загрозами враховує конкретні потреби користувача. Вона заснована на відкритій платформі для легкої інтеграції та має модульну структуру, яка забезпечує гнучкість і масштабованість.

Підключивши СПБ Cerebrus PRO до хмари, користувач зможете керувати пожежним захистом всіх будівель з будь-якої точки. Система миттєво повідомляє про всі інциденти, забезпечуючи профілактичний захист будівлі. Така оперативна реакція підвищує безпеку та ефективність роботи будівлі.

Надійну роботу СПБ протягом всього життєвого циклу забезпечує цілий ряд різних сервісів. Siemens пропонує індивідуальні рішення для модернізації та розширення системи, які забезпечать її відповідність сьогodнішнім стандартам і стандартам майбутнього.

2.3 Система пожежної безпеки Tiras Prime A

Одна з існуючих систем, що конкурують з розробленою, є СПБ Tiras PRIME A, керуючий пристрій якої зображений на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Зображення Tiras Prime A

Нижче приведені особливості Tiras Prime A:

- 2 базових кільцеві адресні шлейфи із довжиною лінії до 2000 м кожен;
- до 128 кільцевих адресних шлейфів у системі (з використанням розширювачів M-LOOP);
 - 250 адресних пристроїв в одному кільцевому шлейфі (до 4000 пристроїв під час використання розширювачів);
 - 1000 зон пожежної сигналізації;
 - 128 груп;
 - журнал на 10000 подій;
 - виходи "Пожежа", "Несправність";
 - 4 програмованих виходу з можливістю підключення пристроїв оповіщення;
 - 2 контрольовані виходи живлення периферійних пристроїв напругою 24 В;
 - 2 входи контролю живлення (для підключення виходів типу «відкритий колектор» або «сухий контакт» сторонніх пристроїв);
 - інтерфейси: Ethernet (2 шт.), USB;

– інтегрований блок живлення та місце під 2 АКБ ємністю 7 А·год.

Tiras Prime A – це українська система, яка є інноваційною серед адресних протипожежних систем, створених для захисту приміщень. У центрі даної системи стоїть потужний КП (контрольній пристрій) Tiras PRIME A, який керує управлінням та моніторить усі її компоненти. У досить компактний корпус інженери вбудували максимально потужний процесор, який має 2 вбудовані адресні інтерфейси, які підтримують до 250 адресних компонентів кожен, а довжина кожного інтерфейсу може бути до 2 км [17, 18].

ДЕТЕСТО НТ100 – це адресний протипожежний детектор, розрахований для роботи з приладом Tiras PRIME A. Його датчик реагує на перевищення норми температури у приміщенні. Основним його плюсом є мінімальне енергоспоживання.

Електрична схема підключення Tiras PRIME A наведена на рисунку 2.5.

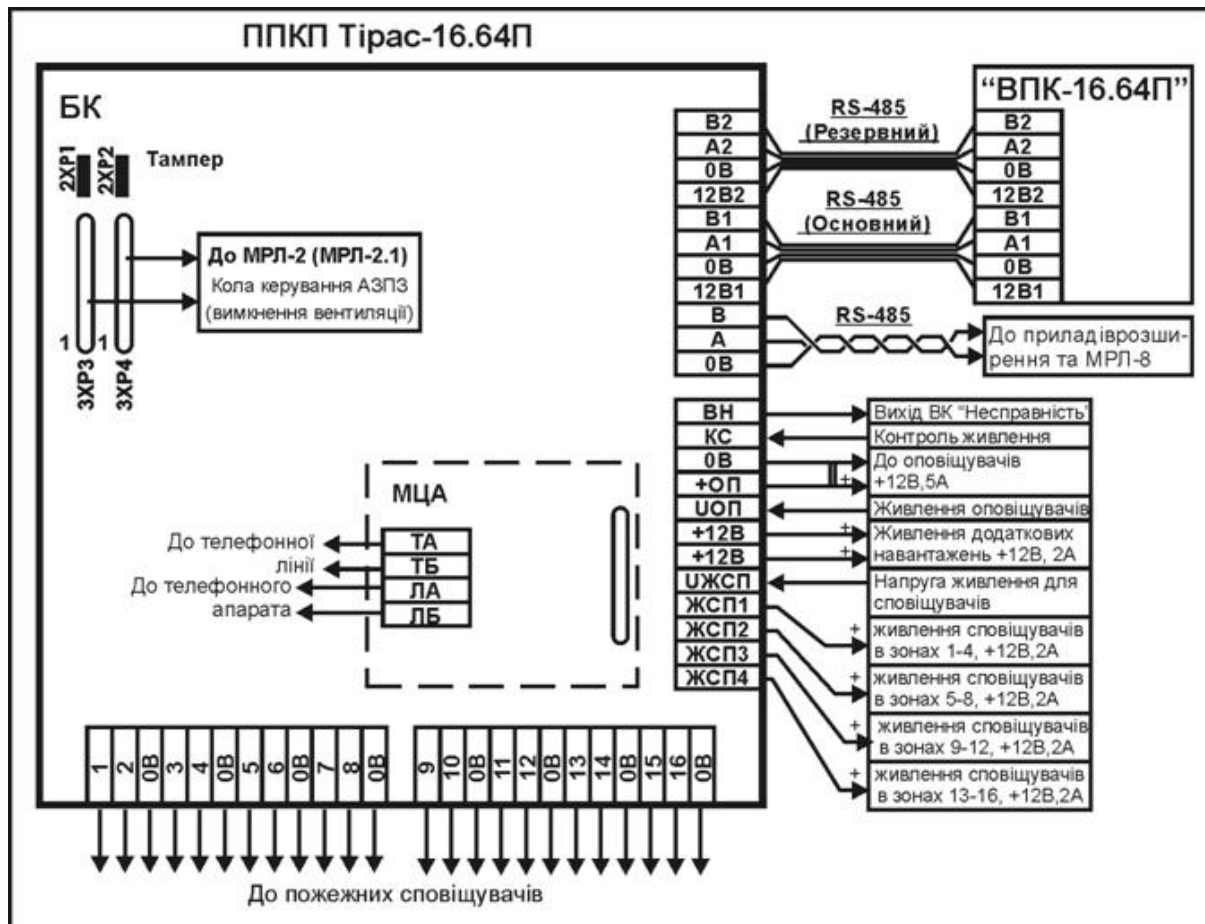


Рисунок 2.5 – Електрична схема підключення Tiras PRIME A

2.4 Система пожежної безпеки «ПАРУС»

Ще один аналог СПБ представлений українськими розробниками. Це система "ПАРУС".

Система адресної пожежної сигналізації "ПАРУС" – комплекс програмно-технічних рішень, спрямованих на виявлення, локалізацію та оповіщення про пожежу [19]. Систему наведено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.5 – Зображення СПБ «ПАРУС»

«ПАРУС» є унікальною розробкою ТОВ «УА-Системи», яка відповідає світовому рівню у сфері забезпечення пожежної безпеки підприємства.

Система «ПАРУС» – точно встановлює місце розташування осередку пожежі (при включенні в систему адресних пожежних сповіщувачів), що дає можливість більш швидко відреагувати на сигнал про виникнення пожежі, з подальшою ліквідацією вогнища загоряння. Модульна побудова системи дає

можливість індивідуального підбору обладнання під кожен конкретний об'єкт. Так само можна відзначити наявність блоків розширення, які дозволяють побудувати розподілену систему великого об'єкта [20].

Промислові підприємства можна класифікувати на потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки. Тому фахівці ТОВ «УА-Системи» розробили елементи системи СПБ «ПАРУС» у вибухозахищеному виконанні, які розміщуються у вибухонебезпечних зонах і з'єднуються з системою за допомогою блоків іскрозахисту.

СПБ «ПАРУС» має можливість передачі тривожних сповіщень на пульт цілодобового централізованого пожежного спостереження, а також передачі повідомлень керівництву об'єкта та інших номерами, занесених в базу.

СПБ «ПАРУС» призначена:

- для автоматичного виявлення пожежі на найбільш ранній стадії її виникнення за факторами: дим, температура у приміщеннях промислових та побутових об'єктів, а також у приміщеннях, де можуть бути вибухонебезпечні суміші з повітрям горючих газів, пари або пилу;

- для оповіщення про пожежу персоналу підприємства та передачі тривожних сповіщень на пульт цілодобового централізованого пожежного спостереження;

- для керування обладнанням пожежогасіння.

Функції СПБ «ПАРУС»:

- прийом сигналів про спалах від пожежних сповіщувачів, включених до системи;

- індикація пожежної тривоги звуковими та візуальними сигналами;

- індикація зони пожежі;

- включення звукових та світлових пожежних сповіщувачів;

- видачу сигналів управління на автоматичні пристрої пожежогасіння;

- моніторинг функціонування системи та видача інформаційних сигналів про несправності в системі звуковими та візуальними сигналами;

- запис інформації про роботу системи.

СПБ «ПАРУС» складається з наступних компонентів:

- блок розширення BR1;
- блок дистанційного управління БДУ-01;
- інтерфейсні модулі;
- адресні пожежні сповіщувачі;
- блок іскрозахисту;
- обмежувач струму ВІД;
- плата фільтрів ПФ-001.

2.5 Система пожежної безпеки Honeywell HS-81

Контролер пожежі та газу (F&G) Honeywell HS-81 (див. рис. 2.6) керує функціями виявлення, сповіщення та гасіння. Він може інтегруватися з СПБ процесу та периферійними пристроями за допомогою кількох протоколів. Це комплексне рішення призначене як для технологічних зон, так і для робочих місць. Він може виконувати виявлення полум'я, диму та газу, а також керувати гасінням/викидом агента. Цей новий F&G контролер має основні рейтинги SIL2 і SIL3 на додаток до вимог NFPA-72 і EN-54. Він має унікальну можливість «гарячої заміни» для заміни та автоматичної конфігурації процесорів і блоків живлення без необхідності виконувати критичне завершення роботи системи [21].

HS-81 має ряд переваг над існуючими СПБ: інтегрована пожежна та газова система промислового рівня, яка включає виявлення полум'я, газу та диму; логічне керування та мережеве обладнання; здатність до гасіння та гасіння; оповіщення, звукові сигнали, маяки та інші компоненти безпеки. Ці елементи, які можна об'єднати для моніторингу стану безпеки станції, забезпечують швидке та узгоджене реагування на надзвичайні ситуації. Високонадійна архітектура системи та передове програмне забезпечення дозволяють швидше та краще приймати рішення, забезпечуючи максимальний час безвідмовної роботи установки. Завдяки чудовій стійкості до електромагнітних перешкод і безперервній працездатності навіть у суворих

- карти з можливістю гарячої заміни з автоматичною реконфігурацією;
- резервна і зациклена шина зв'язку панелі;
- автоматичне тестування входів і виходів карти;
- самодіагностика та сигналізація про несправності карт і ЦП;
- автоматичне безпечне відключення несправних карт;
- підтримує резервні карти для пожежних і газових застосувань;
- багатопрокольні адресні системи виявлення.

Враховуючи усі вищеперелічені СПБ, можна зробити висновки та точно сказати, під який тип системи підходить конкретний тип підприємства. Система Siemens Cerberus ECO найбільш ефективна з невеликими за площею (до 500 м.кв.) приміщеннями промислових підприємств, що пов'язані із застосуванням вогнетривких речовин і матеріалів у холодному стані. У ливарному виробництві – це суміші, стрижневі, формувальні та ряд інших відділень. Надійні детектори задимлення та пожежі вчасно можуть розпізнати проблему та вжити заходи задля врегулювання ситуації, а водна СП швидко впорається з вогнем. Cerberus ECO також активно встановлюється у домах.

Але якщо ж промислове підприємство є середнім за площею – до 2000 м.кв. – тоді системи Cerberus ECO вже не вистачить. Для таких підприємств краще підходить системи Tiras PRIME A та система «ПАРУС». Обидві ці системи завчасно детектують не тільки дим та полум'я, а ще і викид газу. Приміщення, пов'язані із застосуванням негорючих (негорячих) речовин і матеріалів у гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистої теплоти, іскор або полум'я; твердих, рідких або газоподібних речовин, які спалюються або утилізуються як паливо гарно підходять для цих систем. Проте є одна відмінність – у ціні. Система «ПАРУС» є суттєво дешевшою, ніж її аналог – Tiras PRIME A.

Залишилось 2 системи – Siemens Cerberus PRO та Honeywell HS-81.

Ці дві системи є найкращими у сегменті великих підприємств – лише однієї з цих систем вистачить на приміщення, площею до 5000 м.кв! При цьому підприємства можуть бути пов'язані із застосуванням рідин з температурою спалаху парів вище 61 °С; горючих пилів, нижня межа займання яких понад 65

г/м²; речовинами, здатних горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одного з іншим; твердих горючих речовин і матеріалів. До таких виробництв відносяться плавильні відділення для отримання фасонних виливків, злитків; заливальні відділення, ділянки термічної обробки та механічної обробки, склади готової продукції з магнієвих сплавів. Але, як і у попередньому порівнянні, різниця продуктів є у їх ціні. Система Siemens Cerberus PRO є дорожчою, ніж її конкурент.

Усі перелічені системи мають один суттєвий недолік – вона не є універсальними. Споживачам потрібні системи, які можливо пристосувати або масштабувати під маленьке або велике підприємство, що спеціалізується на усьому – від дому або маленького взуттєвого цеху, до великих промислових автомобільних гігантів. Саме це питання намагається вирішити розроблюєма система.

2.6 Висновки до розділу 2

У другому розділі були розглянуті та порівняні інсуючи СПБ.

Першою була система Siemens Cerberus ECO, яка призначена оптимізувати витрати на монтаж і обслуговування завдяки, підтримці гнучкої топології шлейфу і нечутливості до полярності підключення периферійних пристроїв.

Система Cerberus ECO призначена для простого, надійного та економічно-ефективного протипожежного захисту малого та середнього бізнесу. Розроблена з урахуванням потреб монтажників і замовників, Cerberus ECO пропонує просту установку, обслуговування і порядок роботи з системою.

Cerberus ECO включає пожежні сповіщувачі, панелі управління та програмне забезпечення, а також настінні контролери, ручні пожежні сповіщувачі та модулі входів/виходів. Конфігурація контрольної панелі зберігається у вигляді файлу, що спрощує її обслуговування і знижує витрати на експлуатацію. Сповіщувачі безперервно аналізують одержувані від сенсорів дані, що гарантує достовірне визначення джерела загорянь і дозволяє уникнути

помилкових спрацьовувань сигналізації. Вся продукція пожежної сигналізації Сіменс супроводжується підтримкою на будь-яких етапах, починаючи з передпродажної підготовки і продовжуючи підтримкою під час експлуатації.

Другою була система також від компанії Siemens, а саме – Siemens Cerberus PRO. Було з'ясовано, що система гарантує безпеку працівників і бізнесу, максимальне підвищення ефективності функціонування офісних будівель, відповідність міжнародним нормам і стандартам. СПБ – це не просто захист від пожежі. Надійний захист співробітників і майна забезпечує упевненість клієнтам. Відчуваючи себе в безпеці, можна зосередитися на виконанні бізнес-завдань, продуктивно працювати та досягати успіху знаючи, що життям співробітників, майну та бізнесу нічого не загрожує в разі виникнення пожежі.

При перших ознаках загрози пожежі система надійно виявляє її та ініціює подальші дії. Технологія виявлення працює практично в будь-якому середовищі та вміє розрізняти реальні та уявні ознаки. Завдяки системі Cerberus PRO, можна не тільки відповідати вимогам всіх актуальних нормативних стандартів, але також зможете уникнути непередбачених збоїв в роботі об'єктів.

Третьою була система від українських виробників – система Tiras Prime A. Було з'ясовано, що Tiras Prime A – це українська система, яка є інноваційною серед адресних протипожежних систем, створених для захисту приміщень. У центрі даної системи стоїть потужний КП (контрольній пристрій) Tiras PRIME A, який керує управлінням та моніторить усі її компоненти. У досить компактний корпус інженери вбудували максимально потужний процесор, який має 2 вбудовані адресні інтерфейси, які підтримують до 250 адресних компонентів кожен, а довжина кожного інтерфейсу може бути до 2 км.

Четвертою була також українська система – система «ПАРУС». З'ясовано, що «ПАРУС» є унікальною розробкою ТОВ «УА-Системи», яка відповідає світовому рівню у сфері забезпечення пожежної безпеки підприємства.

Система «ПАРУС» – точно встановлює місце розташування осередку пожежі (при включенні в систему адресних пожежних сповіщувачів), що дає

можливість більш швидко відреагувати на сигнал про виникнення пожежі, з подальшою ліквідацією вогнища загоряння. Модульна побудова системи дає можливість індивідуального підбору обладнання під кожен конкретний об'єкт. Так само можна відзначити наявність блоків розширення, які дозволяють побудувати розподілену систему великого об'єкта.

Останньою була система Honeywell HS-81. Встановлено, що HS-81 має ряд переваг над існуючими системами: інтегрована пожежна та газова система промислового рівня, яка включає виявлення полум'я, газу та диму; логічне керування та мережеве обладнання; здатність до гасіння та гасіння; оповіщення, звукові сигнали, маяки та інші компоненти безпеки. Ці елементи, які можна об'єднати для моніторингу стану безпеки станції, забезпечують швидке та узгоджене реагування на надзвичайні ситуації. Високонадійна архітектура системи та передове програмне забезпечення дозволяють швидше та краще приймати рішення, забезпечуючи максимальний час безвідмовної роботи установки. Завдяки чудовій стійкості до електромагнітних перешкод і безперервній працездатності навіть у суворих умовах навколишнього середовища HS-81 може задовольнити навіть найсуворіші вимоги до функціональної надійності та доступності.

3 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЇ СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Опис системи пожежної безпеки

Як вже говорилося у другому розділі, усі існуючі системи пожежної безпеки мають один суттєвий недолік – вони не є універсальними. Тому пропонується система, яка може перевершити усі інші у цьому питанні. Також актуальність розробленої системи полягає в тому, що вона досить недорога і кожен її елемент доступний для придбання, особливо в сучасний час. Також усі датчики та прилади, з яких складається система ІСПБ (інтелектуальна система пожежної безпеки) Ext 1, легко підключити до головного контролера навіть людині, яка не розуміється на електроніці. Вся система не займе багато місця, оскільки компоненти є одними з найкомпактніших на ринку, хоча при цьому їхня продуктивність є виразною. Програмне забезпечення (ПЗ) системи є досить гнучким, що дозволяє легко налаштувати систему для об'єкту, що охороняється.

3.2 Компоненти системи пожежної безпеки

Розроблена система ІСПБ Ext 1 складається з багатьох компонентів.

Мозок цієї системи – панель управління, всередині якої влаштований МК Arduino UNO. Нижче приведені його технічні характеристики:

- мікроконтролер ATmega328;
- 5 В робочої напруги;
- 12 В вхідної напруги;
- 14 цифрових входів/виходів (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ);
- 6 аналогових виходів;
- постійний струм через вхід/вихід 40 мА;
- постійний струм для виведення від 3,3 мА до 50 мА;

- 32 Кб флеш пам'яті (АТmega328) з яких 0,5 Кб використовуються для завантажувача;
- 2 Кб ОЗУ (АТmega328);
- 1 Кб EEPROM (АТmega328);
- 16 МГц тактової частоти.

Він являє собою налагоджувальний комплекс, виконаний на базі мікроконтролера АТМega328. Простіше кажучи – це звичайна плата, яка є «посередником» між користувачем та мікроконтролером, дозволяючи зручно чіплятися до його ніжок та завантажувати у нього прошивку прямо із середовища програмування.

Панель управління дозволяє налаштовувати роботу ІСПБ Ext 1 – вмикати, вимикати, регулювати силу детекції тощо. Також саме мікроконтролер всередині панелі оброблює сигнали, котрі надходять до нього з датчиків і сам надсилає сигнали про пожежу, тушити пожежу тощо. Панель управління живиться від джерела живлення 12 В і живить усю систему цілком. Але, в разі відключення електрики, ІСПБ Ext 1 може пропрацювати автономно до 12 годин, так у неї є вбудована акумуляторна батарея – що дуже актуально у сучасний час.

Традиційно панелі управління діляться на зонність. Зона – це покриті СПБ (датчиками, детекторами, системами тушіння, індикаторами тривоги) окреме приміщення промислового підприємства. Зона може бути одна на все підприємство, а може бути багато. Усі зони підключені до одної панелі управління, що, власне, і керує ними. Недолік інших систем – що треба для 1-зонної системи встановлювати одну панель управління, а для багатозонної – іншу. Розроблена ІСПБ Ext 1 вирішує це питання і може працювати як з 1 зоною, так і з багато зонами. Приклад багатозонної ІСПБ Ext 1 наведено на рисунку 3.1.

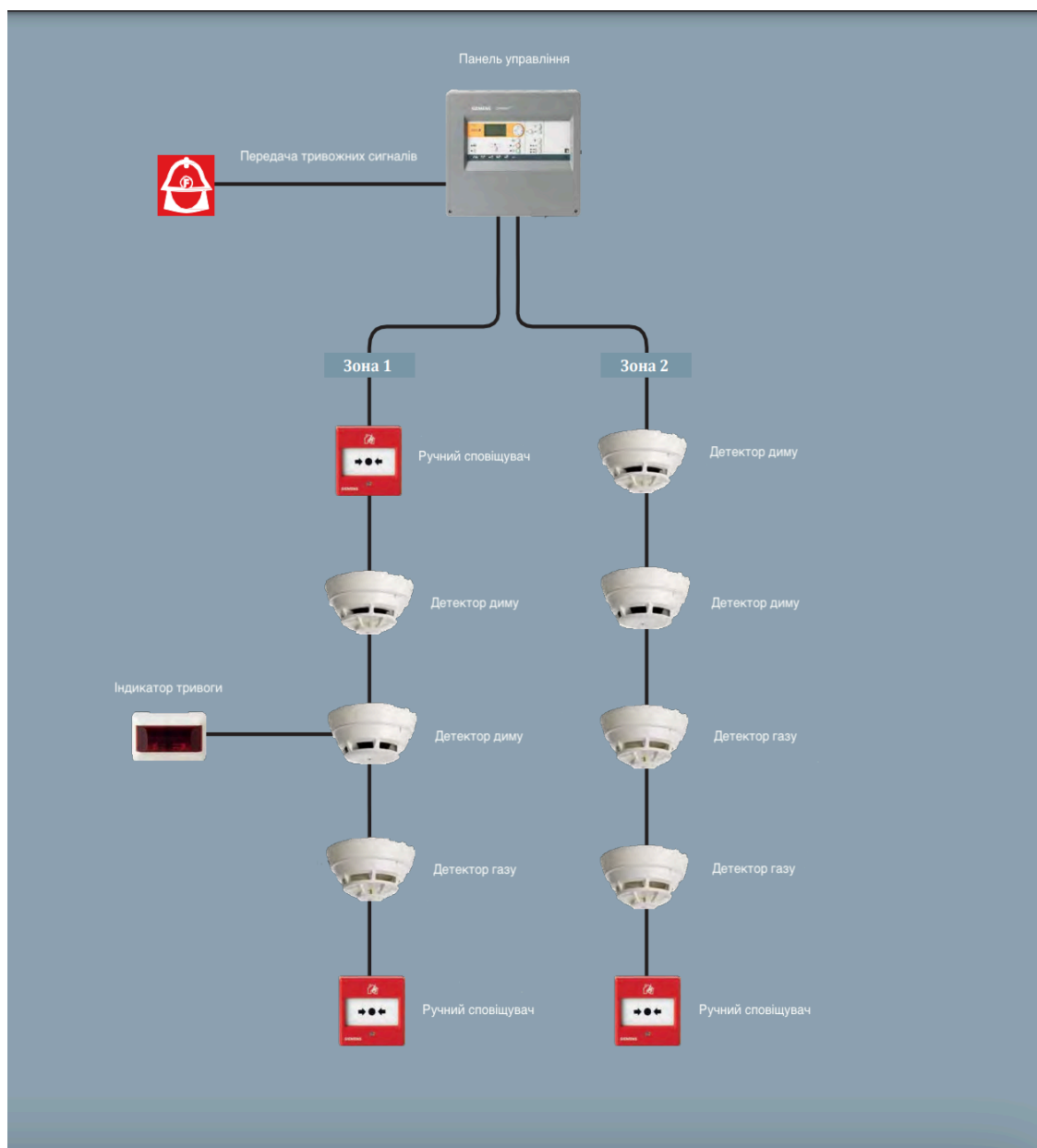


Рисунок 3.1 – Приклад багатозонної ІСПБ Ext 1

Однією із складової універсальності та переваги ІСПБ Ext 1 над іншими є підтримка великої кількості різних автоматичних інтелектуальних сповіщувачів. Вони та їх опис наведено нижче.

Пожежні сповіщувачі є важливою складовою СПБ, їх робота спрямована на виявлення пожежі на її початковій стадії. В сучасних СПБ використовуються різні типи сповіщувачів, які дозволяють оптимізувати систему для конкретного об'єкту чи приміщення і забезпечити надійне і безпомилкове виявлення пожежі.

Згідно ДСТУ EN 54-1:2014, пожежний сповіщувач – це компонент СПБ, який містить принаймні один датчик, який постійно або через невеликі проміжки часу контролює щонайменше одне підхоже фізичне та/або хімічне явище, пов'язане з пожежею, і який подає щонайменше один відповідний сигнал на обладнання управління та індикації. Рішення на подавання тривоги про пожежу або управління протипожежним обладнанням або системами можуть бути прийняті як на сповіщувачі, так і на іншому компоненті системи, наприклад, на приладі приймально-контрольному пожежному (ППКП).

Варіантів сповіщувачів, що можуть використовуватись із ІСПБ Ext 1 є декілька.

Мультисенсорний сповіщувач H111. Зображення наведено на рисунку 3.2.

Сповіщувач служить для виявлення пожеж, спричинених займанням рідких та твердих речовин, а також для виявлення вогню, що тліє. Для швидкого та надійного виявлення займання в середовищах з хибними факторами. Робота пристрою заснована на принципі розсіяного світла з застосуванням двох оптичних сенсорів, прямого та зворотного розсіювання. Оптиелектронна камера контролю відсікає зовнішнє світло, дозволяючи надійно визначати, як темні, так і світлі частинки диму. Наявність двох додаткових теплових сповіщувачів підвищує ступінь захисту сповіщувача від хибних факторів. У колективній/традиційній лінії, можна вибирати між трьома наборами параметрів: Стандарт Плюс, Знижена та Висока чутливість.

Характеристики сповіщувача наведені нижче:

- протокол обміну даними – колективна або традиційна лінія;
- робоча напруга від 12 В до 33 В пост. струму;
- струм спокою від 170 мА до 250 мА;
- зовнішній індикатор тривоги – 2;
- робоча температура від $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура зберігання від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість – 95 %;
- категорія захисту IP40.

H111

Рисунок 3.2 – Зображення мультисенсорного сповіщувача H111

Комбінований (колективний) сповіщувач В112. Зображення наведено на рисунку 3.3.

Для виявлення пожеж, спричинених займанням рідких та твердих речовин, а також для виявлення тліючого вогню та надійного виявлення пожежі у середовищах із хибними чинниками. Два набори параметрів налаштування забезпечують вибір режиму спрацьовування сповіщувача: набір параметрів 1 (Підвищена чутливість) та набір параметрів 2 (Знижена чутливість).

Характеристики сповіщувача наведені нижче:

- протокол обміну даними колективний/традиційний;
- робоча напруга від 16 В до 30 В пост. струму;
- робоча температура від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура зберігання від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість 96 %;
- струм спокою макс. 100 мА.

B112

Рисунок 3.3 – Зображення комбінованого (колективного) сповіщувача
B112

Димовий сповіщувач B112-F. Зображення наведено на рисунку 3.4.

Для виявлення загорянь із виділенням диму, а також тліючого вогню. Два набори параметрів налаштування забезпечують вибір режиму спрацьовування сповіщувача: набір параметрів 1 (Стандартна чутливість) та набір параметрів 2 (Підвищена чутливість). Комплект поставки: сповіщувач та пілозахисна кришка.

Характеристики сповіщувача наведені нижче:

- протокол обміну даними колективний/традиційний;
- робоча напруга від 16 В до 30 В постійного струму;
- робоча температура від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура зберігання від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість 96 %;
- струм спокою макс. 100 мА;
- категорія захисту IP40.

B112-F

Рисунок 3.4 – Зображення димового сповіщувача B112-F

Тепловий сповіщувач (колективний, диференціальний) B133-R. Зображення наведено на рисунку 3.5.

Для використання в зонах, де виявлення диму утруднене через високу запиленість, ступінь забруднення або високий вологості, що може призвести до помилкового спрацьовування димових сповіщувачів. Набір параметрів A1R.

- протокол обміну даними колективний/традиційний;
- робоча напруга від 16 В до 30 В постійного струму;
- робоча температура від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура зберігання від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість 96 %;
- струм спокою макс. 100 мА;
- категорія захисту IP40.

B133-R

Рисунок 3.5 – Зображення тепловий сповіщувач (колективний, диференціальний)

Тепловий сповіщувач (колективний, максимальний) B133-M. Зображення наведено на рисунку 3.6.

Для використання в зонах, де виявлення диму утруднене через високий рівень забруднення або перепадів температури, що може призвести до помилкового спрацьовування димових сповіщувачів. Два набори параметрів налаштування забезпечують вибір режиму спрацьовування сповіщувача: набір параметрів 1 (A2S) та набір параметрів 2 (B).

- протокол обміну даними колективний/традиційний;
- робоча напруга від 16 В до 30 В пост. струму;
- робоча температура від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура зберігання від $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість 96 %;
- струм спокою макс. 100 мА;
- категорія захисту IP40.

B133-M

Рисунок 3.6 – Зображення тепловий сповіщувача (колективний, максимальний) B133-M

Також один до плюсів універсальності ІСПБ Ext 1 можна віднести те, що кожен із сповіщувачів можна розібрати та замінити на ньому приставку або сам сповіщувальний механізм. (див. рис. 3.7). Розбір та заміна компонентів здійснюються досить легко. Це дозволяє у разі потреби заміни сповіщувача не покупати новий та також це дозволяє комбінувати різні сповіщувачі із різними приставками.

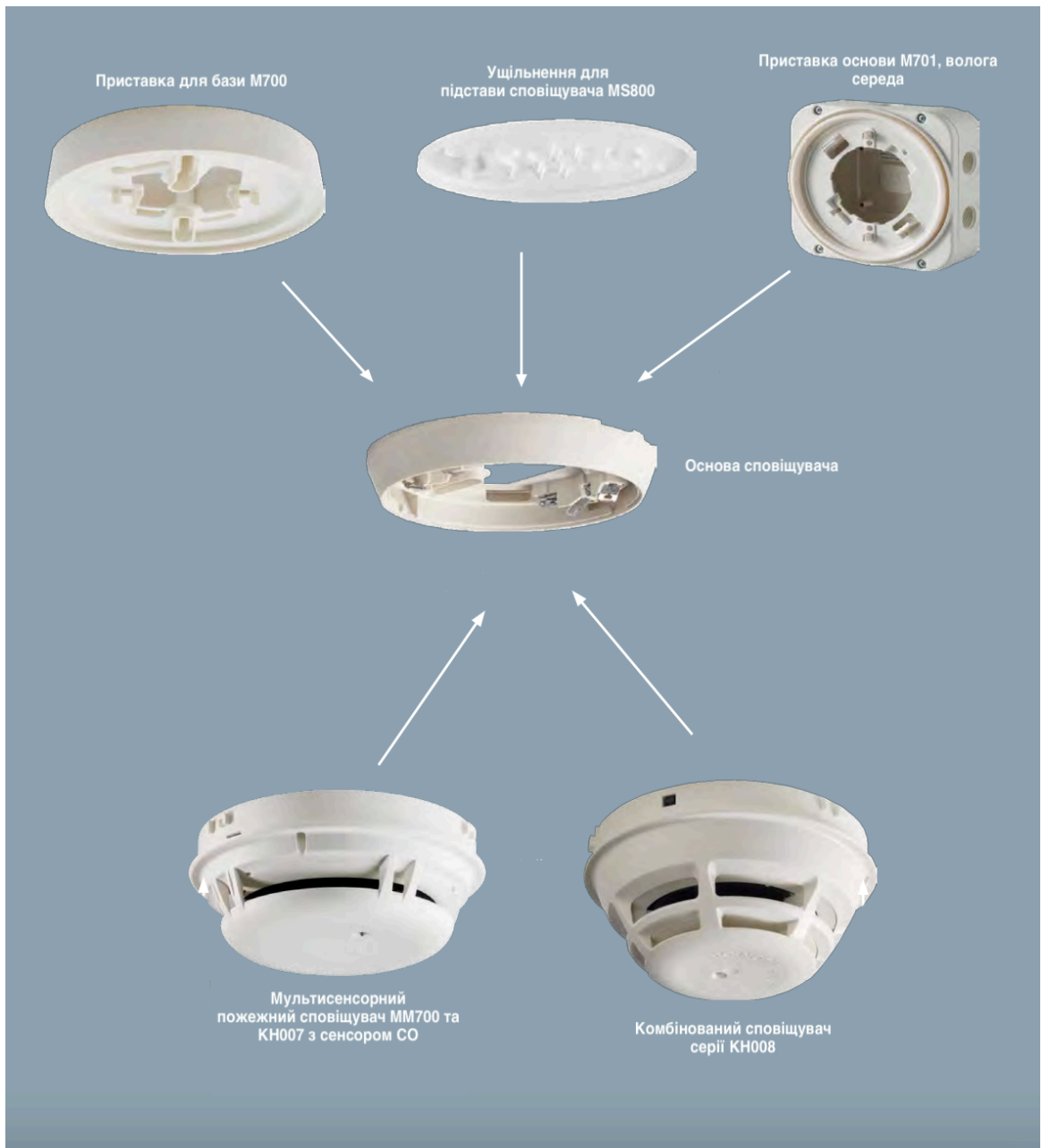


Рисунок 3.7 – Зображення можливостей розбіру та комбінування компонентів пожежного сповіщувача

Кожен сповіщувач може бути розібраний на основу, приставку та сам механізм сповіщення.

Основа – це база сповіщувача. Універсальна база з монтажними гніздами великих розмірів дозволяє використовувати її з різними розподільними коробками та іншим електричним приладдям. З'єднувальні клеми для кабелів діаметром 1,6 мм. Вхід зі зворотного боку для прокладання прихованої

електропроводки. Дві врізки збоку для зовнішньої електропроводки кабелів діаметром до 8 мм. При використанні бази сповіщувача з контактом шлейфу лінія сповіщувача не переривається навіть за відсутності точкового сповіщувача.

Приставок до сповіщувачей може бути 2 – приставка М700 та приставка М701.

Приставка М700 – для входу трубок, що монтуються на поверхні (макс. 20 мм), та шинопроводів (макс. 25 мм х 15 мм). База сповіщувача закріплюється з допомогою пружини. Монтажні гнізда – від 46 мм до 90 мм. Приставка не є захищеною від вологи, пилу або низьких температур. Відрізняється невисокою вартістю. Зображення приставки М700 наведено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Зображення приставки М700

Інший варіант приставки – приставка М701.

Приставка із вбудованим додатковим гумовим ущільнення для застосування в холодних або вологих умовах, або, коли використовується

нагрівальний елемент. Шість роз'ємів для встановлення кабельних сальників М20. Категорія захисту приставки – IP44. Зображення наведено на рисунку 3.9.

M701



Рисунок 3.9 – Зображення приставки M701

Нагрівальний елемент слугує для сповіщувачів пожежної сигналізації критичних середовищах, де існує небезпека появи зледеніння або утворення конденсату, наприклад, на холодних складах, у мансардах, навантажувальних естакадах тощо. Оптимальне функціонування нагрівального елемента гарантовано лише при використанні приставки для бази M700.

Також, звичайно, може бути надлишковим встановлювати саме автоматичну систему сповіщення пожежі, тому ІСПБ Ext 1 підтримує ручні сповіщення пожежі – людина, і рази необхідності, зможе сама надіслати сигнал про екстрену ситуацію.

Можуть бути 2 варіанти ручних сповіщувачей – FDNP400 – ручний сповіщувач зі склом (див. рис. 3.10) та FDNP600 – ручний сповіщувач із

пластиком (див. рис. 3.11). Пластик та скло – це варіанти захисних меж між людиною та кнопкою сповіщення.

FDNP400



Рисунок 3.10 – Зображення ручного сповіщення зі склом FDNP400

Сповіщувач FDNP400 – для негайної ручної активації сигналу тривоги. Для установки всередині приміщення та за його межами. Пряма активація сигналу тривоги шляхом вичавлювання скла. Після заміни скла кнопка повертається у вихідний стан, та пристрій знову готовий до роботи. Для відкритої та прихованої електропроводки у легкодоступних.

Технічні данні:

- протокол обміну даними колективний/SynoLINE600;
- робоча напруга від 16 В до 28 В пост струму;
- робочий струм макс. 100 мА;
- сполучні клеми від 0,28 мм² до 1,5 мм²;
- робоча температура від –25 °С до +70 °С;
- температура зберігання від –30 °С до +75 °С;
- відносна вологість 95 % (без конденсації);
- категорія захисту IP44.

FDNP600

Рисунок 3.11 – Зображення ручного сповіщення із пластиком FDNP600

Сповіщувач FDNP400 – для негайної ручної активації сигналу тривоги. Для установки всередині приміщення та за його межами. Пряма активація сигналу тривоги шляхом видавлювання пластикової вставки. Сповіщувач повертається у вихідне положення з за допомогою ключа, і пристрій знову готовий до роботи. Для відкритої та прихованої електропроводки у легкодоступних місцях. Технічні данні не відрізняються від варіанту вище.

У разі виникнення пожежі, буде спрацьовувати сирени, які гучним звуком «тривога» та світловими сигналами повідомлять працівникам на підприємстві про небезпечну ситуацію. З ІСПБ Ext 1 сумісні декілька сирен: НКЛ300, НКЛ400, НКЛ500, зображення яких наведені на рисунках 3.12-3.14.

НКЛ300

Рисунок 3.12 – Зображення сирени НКЛ300

НKL300 – це гучне звукове сповіщення у разі пожежної тривоги, чітко пізнаване як сигнал небезпеки. Монтаж на стінах чи стелях евакуаційних виходів, коридорів, сходів. Застосовується тільки з базами адресних сповіщувачів. Живлення від панелі управління, додаткового джерела живлення не потрібно. Моніторинг стану пристрою. Для прихованого монтажу проводки. Для відкритого монтажу проводки з максимальним діаметром кабелю 6 мм. В інших випадках застосовується приставка для бази або приставка для бази, призначена для вологого середовища.

НKL400



Рисунок 3.13 – Зображення сирени НKL400

НKL400 – це більше гучне та сильне звукове та світлове сповіщення у разі пожежної тривоги, Монтаж також на стінах або стелях евакуаційних виходів, коридорів, сходів. Застосовується тільки з адресними базами сповіщувачів. Живлення подається від панелі управління, додаткового джерела живлення не потрібно. Моніторинг стану пристрою. Для прихованого монтажу проводки. Для відкритого монтажу проводки з максимальним діаметром кабелю 6 мм; в інших випадках застосовується приставка для бази або приставка для бази, призначений для вологого середовища.

HKL500

Рисунок 3.14 – Зображення сирени HKL500

HKL500 – це найінтелектуальніша сирена. Вона використовується для СПБ та пожежогасіння, призначена для внутрішньої та зовнішньої установки:

- корпус сирени виконаний з ABS пластику червоного кольору;
- 32 різних тони;
- автоматична синхронізація;
- додатковий вхід для двокаскадного сигналу тривоги;
- можливість регулювання рівня звуку.

Автоматизованість та інтелектуальність ІСПБ Ext 1 також полягає в тому, що, при виникненні пожежі, система автоматично буде його гасити. Для цього застосовуються водні розприскувачі M2101, що наведені на рисунку 3.15. Для їх роботи вони повинні бути підключені до резервуару з водою та насосу 12 В.

M2101 – ефективно гасить полум'я та задимлення. Використовується на середніх за пожежонебезпекою підприємствах та працює за високої запиленості, ступеня забруднення, парів та високої вологості.

M2101



Рисунок 3.15 – Зображення водного розприскувача M2101

Є наступні рекомендації щодо встановлення ІСПБ Ext 1 на підприємстві:

- встановлювати сповіщувачі або системи гасіння треба на стелі приміщення;
- якщо на стелі приміщенні є вентиляційні отвори, слід встановлювати сповіщувачі на відстані 1,5 м від них;
- слід встановлювати сповіщувачі на самому високому місці приміщення;
- допустима відстань від будь яких перешкод для роботи сповіщувача повинна бути від 1,5 м;
- при встановленні сповіщувачів, треба враховувати радіус покриття сповіщувача – сповіщувачі жару – до 10 м, сповіщувачі диму – до 15 м;
- встановлювати ручні сповіщувачі на видимому та доступному місці для людини.

Звичайно, у разі хибної тривоги, або помилки людини при натисканні ручного сповіщувача, ІСПБ Ext 1 має кнопку екстреного скасування тривоги та тушіння. Це кнопка у зборі DHS544. Зображення наведено на рисунку 3.16.

DHS544

Рисунок 3.16 – Зображення кнопки екстреного скасування тривоги DHS544

Кнопка екстреного скасування тривоги DM1103-S для припинення функціонування ІСПБ Ext 1. Для встановлення всередині приміщення та за його межами. Для встановлення всередині приміщення та за його межами, в рівній мірі підходить для вологих і підвищено вологих зон, а також зон із підвищеним рівнем пилоутворення. Для підключення відкритої електропроводки до кнопки DHS544 на верхній та нижній стороні корпусу є отвори для кабельних сальників M20 або блокуючої заглушки (передбачено 2 блокують заглушки та 2 отвори). Непряма активація сигналу тривоги шляхом видавлювання скла та натискання кнопки. Як тільки кнопка буде відпущена (самообіг), СП продовжить роботу. Для заміни скла, відкрийте дверцята корпусу ключем:

- категорія захисту IP54, IP65 із захисним ущільненням;
- робоча температура від $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.3 Алгоритм роботи системи пожежної безпеки

Загалом алгоритм роботи програми відрізняється та враховується за кількістю активних зон у системі. Приклад алгоритму роботи програми 1-зонної

ІСПБ Ext 1, враховуючи, що до неї підключені автоматичні та ручні сповіщувачі, сирени, розприскувачі, кнопки скасування та сама панель управління, наведено на рисунку 3.17. Приклад роботи багато-зонної ІСПБ Ext 1 наведено на рисунку 3.18.

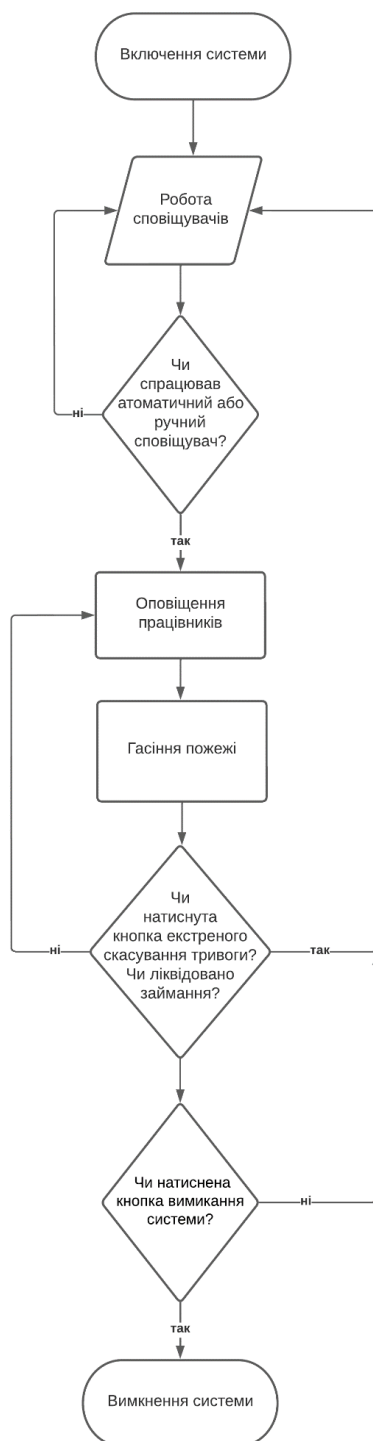


Рисунок 3.17 – Приклад алгоритму роботи 1-зонної ІСПБ Ext 1



Рисунок 3.18 – Приклад алгоритму роботи багато-зонної ІСПБ Ext 1

3.4 Висновки до розділу 3

У третьому розділі була розглянута розроблена система пожежної безпеки, а саме:

а) керуючий пристрій ІСПБ Ext 1 – а саме панель управління MN2000, всередині якої встановлений мікроконтролер Arduino Uno;

б) зонність системи. Було з'ясовано, що ІСПБ Ext 1 може бути 1-зонною та багато-зонною, а зона – це окремий простір на підприємстві, який покривається системою;

в) сповіщувачі системи. Сповіщувачі роблять детекцію приміщення на займання. Вони можуть бути автоматичні або ручні. Автоматичні можуть бути у варіантах:

- 1) мультисенсорний сповіщувач H111;
- 2) комбінований (колективний) сповіщувач B112;
- 3) тепловий сповіщувач (колективний, диференціальний) B133-R;
- 4) тепловий сповіщувач (колективний, максимальний) B133-M;

Ручні можуть бути у варіантах:

- 1) ручний сповіщувач зі склом FDNP400;
- 2) ручний сповіщувач із пластиком FDNP600;

Також було з'ясовано, що автоматичні сповіщувачі можуть легко розбиратись на приставку, основу та сам механізм сповіщення, що дозволяє комбінувати різні частини сповіщувачів між собою або не купляти новий сповіщувач у разі поломки якийсь із частин;

г) системи сповіщення про екстрену ситуацію HKL300, HKL400 та HKL500. Це комбіновані системи сирена-звук, які подають гучний сигнал про тривогу, що супроводжується світлом;

г) прилад для гасіння займання. Для контролю займання використовується водний розприскувач M2101, що ефективно гасить полум'я;

д) прилад на випадок екстреного скасування тривоги. Кнопка DHS544 дозволяє, у разі хибної тривоги або помилки людини при натисканні ручного сповіщувача, вимикнути систему;

е) рекомендації щодо встановлення системи;

є) алгоритми роботи систему в одно та багато-зонному режимах.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Виявлення факторів ризику під час роботи із системами пожежної безпеки

Автоматичні системи пожежної безпеки не тільки корисна річ, а й дуже необхідна на будь якого промислового підприємстві. Але, які б системи безпеки не були корисні, у недосвідчених руках вони можуть привести до катастрофи.

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці, і організаційна робота в цій сфері на об'єктах господарювання включає широкий спектр заходів, а саме:

- створення умов для безпечної праці;
- мінімізації ризику виникнення пожеж;
- своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займанню та усунення самих пожеж та їх наслідків;
- контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства;
- розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації та порятунку з місць пожежі й задимлення людей і майна (матеріальних цінностей);
- внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників.

Забезпечення пожежної безпеки на підприємстві передбачає здійснення таких заходів:

- навчання працівників правилам пожежної безпеки;
- проведення об'єктових тренувань та навчань;
- утримання у справному стані засобів цивільного та протипожежного захисту, недопущення їх використання не за призначенням.

4.2 Навчання працівників правилам пожежної безпеки

Противопожежний інструктаж проводиться з метою доведення до працівників організацій основних вимог пожежної безпеки, вивчення пожежної небезпеки технологічних процесів виробництв та обладнання, засобів протипожежного захисту та їх дій у разі виникнення пожежі.

Протипожежний інструктаж проводиться адміністрацією (власником) організації за спеціальними програмами навчання заходам пожежної безпеки працівників організацій (далі – спеціальні програми) та в порядку, що визначається адміністрацією (власником) організації (далі – керівник організації).

Проведення протипожежного інструктажу включає ознайомлення працівників організацій з:

- правилами утримання території, будівель (споруд) та приміщень, у тому числі евакуаційних шляхів, зовнішнього та внутрішнього водопроводу, систем оповіщення про пожежу та управління процесом евакуації людей;
- вимогами пожежної безпеки, виходячи зі специфіки пожежної небезпеки технологічних процесів, виробництв та об'єктів;
- заходами щодо забезпечення пожежної безпеки під час експлуатації будівель (споруд), обладнання, виробництва пожежонебезпечних робіт;
- правилами застосування відкритого вогню та проведення вогневих робіт;
- обов'язками та діями працівників під час пожежі, правилами виклику пожежної охорони, правилами застосування засобів пожежогасіння та установок пожежної автоматики.

За характером та часом проведення протипожежний інструктаж поділяється на:

- вступний. Проводиться за програмою, розробленою з урахуванням вимог стандартів, правил, норм та інструкцій щодо пожежної безпеки.

Програма проведення вступного інструктажу затверджується наказом (розпорядженням) керівника організації. Вступний протипожежний інструктаж закінчується практичним тренуванням дій у разі виникнення пожежі та перевіркою знань засобів пожежогасіння та систем протипожежного захисту;

– первинний на робочому місці. Проводиться за програмою, розробленою з урахуванням вимог стандартів, правил, норм та інструкцій щодо пожежної безпеки. Програма проведення вступного інструктажу затверджується керівником структурного підрозділу організації або особою, яка відповідає за пожежну безпеку структурного підрозділу. Первинний протипожежний інструктаж проводять з кожним працівником індивідуально, з практичним показом та відпрацюванням умінь користуватися первинними засобами пожежогасіння, дій у разі пожежі, правил евакуації, допомоги постраждалим;

– повторний. У ході повторного протипожежного інструктажу перевіряються знання стандартів, правил, норм та інструкцій з пожежної безпеки, умінь користуватися первинними засобами пожежогасіння, знання шляхів евакуації, систем оповіщення про пожежу та управління процесом евакуації людей;

– позаплановий. Обсяг та зміст позапланового протипожежного інструктажу визначаються у кожному конкретному випадку залежно від причин та обставин, що викликали необхідність його проведення;

– цільовий. Цільовий протипожежний інструктаж із пожежної безпеки завершується перевіркою набутих працівником знань та навичок користуватися первинними засобами пожежогасіння, дій у разі виникнення пожежі, знань правил евакуації, допомоги постраждалим, особою, яка проводила інструктаж.

4.3 Проведення об'єктових тренувань та навчань

Основна мета протипожежних тренувань – навчання співробітників блискавичним діям під час пожежі, які полягають у своєчасній ліквідації

вогнища загоряння та евакуації працівників та працівників. Оперативний та виробничий персонал проходить спеціальні протипожежні тренування. Якщо на підприємстві кількість співробітників за зміну не більше трьох осіб, то на робочому місці проводяться протипожежні тренування із застосуванням первинних засобів пожежогасіння. У разі непроходження, нескладання іспиту більшістю співробітників тренування повторюються через наступний період:

- у разі тренувань у цеху – не пізніше ніж через 10 днів;
- у разі тренування на об'єкті – не пізніше ніж через 14 днів;
- у разі спільних випробувань – через 30 днів і пізніше.

Окремі співробітники планового тренування, оцінені незадовільно, проходять індивідуальні тренування.

При отриманні незадовільних оцінок співробітниками, які проходили планові або повторні індивідуальні тренування, вони проходять позачергову перевірку знань, отриманих у сфері протипожежної безпеки.

Протипожежні тренування – основна форма навчання та підвищення кваліфікації працівників.

До основних завдань таких тренувань відносять:

- перевірка умінь працівників (співробітників) підприємства блискавично гасити пожежу, ліквідувати осередки займання, організувати евакуацію людей та рятувати майно;
- здатність блискавично реагувати на появу надзвичайної ситуації та локалізувати пожежу;
- ретельне та акуратне використання первинних засобів пожежогасіння та засобів індивідуального захисту;
- недопущення аварійних ситуацій; порушення цілісності обладнання;
- координація взаємодії працівників із пожежними частинами, ДСНС;
- перевірка знань працівників Правил техніки безпеки.

На будь-якому підприємстві чи організації призначається відповідальна особа за проведення протипожежних тренувань. Співробітники, які беруть

участь у протипожежних тренуваннях, повинні дотримуватися Правил техніки безпеки та інструкцій.

Процес протипожежного тренування поділяється на такі послідовні етапи:

- планування, затвердження наказу проведення протипожежних тренувань. У наказі зазначаються відповідальні особи за проведення тренувань, керівник тренувань та ін.;

- практичні та теоретичні заняття, що описують дії співробітників під час пожежі. Під час таких занять співробітники знайомляться з первинними засобами пожежогасіння, випробувають роботу вогнегасників, пожежних шаф та ін. Крім того, вони вивчають правила подання допомоги постраждалим під час пожежі;

- створення умовного пожежі (включення у час системи оповіщення);

- гасіння умовної пожежі (виклик пожежної охорони, гасіння пожеж, надання медичної допомоги та ін.);

- підведення підсумків.

Первинні засоби пожежогасіння призначені для гасіння пожеж початкової стадії їх розвитку силами персоналу підприємства до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони, а також – ліквідації невеликих вогнищ пожеж. Вони є у всіх виробничих приміщеннях, цехах, складах, лабораторіях, майстерень та передаються під охоронну відповідальність безпосередньо керівникам цих об'єктів чи іншим посадовим особам із числа інженерно-технічних працівників. Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для етажерок відкритих установок. Якщо в одному приміщенні розміщено кілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відокремлених один від одного протипожежними стінами, всі ці приміщення забезпечують вогнегасниками, пожежним інвентарем та іншими видами засобів пожежогасіння за нормами найнебезпечнішого виробництва. Пожежні щити повинні обладнатися

первинними засобами пожежогасіння, немеханізованим інструментом та пожежним інвентарем:

- у виробничих та складських приміщеннях, не обладнаних внутрішнім або протипожежним водопроводом та автоматичними установками пожежогасіння;

- на території організацій, які не мають зовнішнього протипожежного водопроводу;

- при видаленні будівель на відстані понад 100 м від зовнішніх пожежних вододжерел.

Ящики для піску повинні мати об'єм 0,5 м³; 1,0 м³ чи 3,0 м³ та комплектуватися совковою лопатою.

Ящики з піском, як правило, повинні встановлюватися зі щитами у приміщеннях або відкритих майданчиках, де можливий розлив ЛЗР або ГР. Бочки для зберігання води повинні мати об'єм не менше 0,2 куб. комплектуватись відрами.

Азбестові полотна, грубошерсті тканини та повсть повинні бути розміром не менше 1 м х 1 м і призначені для гасіння вогнищ пожежі речовин та матеріалів (на площі не більше 50 % від площі полотна, що застосовується), горіння яких не може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування та зберігання ЛЗР та ГР розміри полотен можуть бути збільшені до 2 м х 1,5 м або 2 м х 2 м.

Вогнегасники – переносний або пересувний пристрій для гасіння вогнища пожежі рахунок випуску запасеної вогнегасної речовини.

Кількість, тип і ранг вогнегасників, необхідні захисту конкретного об'єкта, встановлюють виходячи з категорії приміщення, що захищається, величини пожежного навантаження, фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей звертаються горючих матеріалів, розмірів об'єкта, що захищається і т.п.

4.4 Висновки до розділу 4

Противопожежний інструктаж проводиться з метою доведення до працівників організацій основних вимог пожежної безпеки, вивчення пожежної небезпеки технологічних процесів виробництв та обладнання, засобів протипожежного захисту та їх дій у разі виникнення пожежі.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто автоматичні системи пожежної безпеки, їх види та призначення. Також було розглянуто та порівняно компоненти систем пожежної безпеки. Також була розроблена автоматична система пожежної безпеки.

У ході розробки були виконані наступні завдання:

- описана інформація про існуючі системи пожежної безпеки та їх види;
- обрані компоненти зі складової розробленої системи пожежної безпеки;
- розроблено алгоритм роботи розробленої системи пожежної безпеки;
- розроблено програмне забезпечення для керування розробленої системи пожежної безпеки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ ГОСТ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення – Вид. офіц. – [Чинний від 2015-06-22]. – Київ : Держспоживстандарт України, 2017. – 29 с.

2. Методичні вказівки до підготовки атестаційної роботи бакалавра для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Системна інженерія» / упоряд.: О. М. Цимбал, О. В. Токарева, А. І. Бронніков; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків: ХНУРЕ, 2017. – 44 с.

3. Положення про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nure.ua/wpcontent/uploads/Main_Docs_NURE/polozhennjaproakademichnu_dobrochesnist.pdf. – 05.06.2021. – Загол. з екрана.

4. Бедрій Я. І. Охорона праці та пожежна безпека: навчальний посібник для студентів ВНЗ та інженерів-практиків / Я. І. Бедрій. – 1-е вид. обнв. та доп – Тернопіль : Тернопіль, 2014р. – 135с. (навчальний посібник вузів). – ISBN 978-966-10-33226-8.

5. Деречин В. В. Система технологій : навч. посібник / В. В. Деречин, Щ. В. Богомолів, Є. І. Хреновськов; М-во освіти та науки України. – Одеса : Центр учбової літератури, 2017 – 368 с. – ISBN 978-966-364-498-1.

6. Fire Detection and Alarm Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ifsta.org/sites/default/files/Chapter14_FICE8.pdf

7. ДСТУ ГОСТ 2272:2006. Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять / Держ. стандарт України. Вид. офіц. – [Чинний від 09.06.2006]. – Київ : Держстандарт України, 2007. – 28 с.

8. Конспект лекцій з дисципліни «Безпека життєдіяльності» для студентів денної та заочнох форм навчання спеціальностей «Пожежна безпека» та «Цивільна безпека» / упоряд. : Р. В. Пархоменко, Б. В. Болібрух, Д. О. Чалий ;

М-во освіта та науки України, Львів, нац. ун-т безпеки життєдіяльності. – Львів, ЛДУ БЖД, 2017. – 368 с.

9. Craig Schroll, Raimond. Industrial Fire Protection Handbook / Raimond Craig Schroll // CRC Press, 2-end edition, 2017, 252p.

10. Structural design for fire safety [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ftp.idu.ac.id/wpcontent/uploads/ebook/ip/BUKU%20MANAJEMEN%20SAFETY/FIRE%20SAFETY/Structural%20Design%20for%20Fire%20Safety%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://ftp.idu.ac.id/wpcontent/uploads/ebook/ip/BUKU%20MANAJEMEN%20SAFETY/FIRE%20SAFETY/Structural%20Design%20for%20Fire%20Safety%20(%20PDFDrive%20).pdf).

11. Introduction to Fire Safety Management safety [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hsseworld.com/wp-content/uploads/2019/06/Fire-safety-managment.pdf>.

12. Burke, Robert. Fire protection. Systems and response / Robert Burke, Fire alarm systems and constructions, 2020, pp.137-216.

13. Fire safety in buildings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.newagepublishers.com/samplechapter/000283.pdf>.

14. Довідник керівника гасіння пожеж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/9477/2/Persha_redakciya_dovidnika_KGP_2.pdf.

15. Fire protection systems [Електронний ресурс]. – <https://fire.nv.gov/uploadedfiles/firenv.gov/content/bureaus/FST/4-ifipp-PSsm.pdf>.

16. Fire protection guide for electrical installations [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.obo.global/fileadmin/DMS/Broschueren/05_BSS/BSS_Brandschutzleitfaden_en.pdf.

17. Охорона праці в галузі та цивільний захист [Електронний ресурс]. – <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8596>.

18. Природні пожежі - загроза для цивілізації [Електронний ресурс]. – <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7038>.

19. Особливості викладання вибухонебезпеки в сучасних умовах [Електронний ресурс]. – <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7010>.

20. Building fire safety – Management tool and advisory notes [Електронний ресурс]. – <https://www.qfes.qld.gov.au/sites/default/files/2021-05/FSMT-AdvisoryNotes.pdf>.