

УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

О.А. Дерев'янка, С.М. Бондаренко,  
В.В. Христич, О.А. Антошкін

# **СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ ТА ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

*Текст лекцій*

**Харків 2008**

**УДК 614.8**  
**ББК 38.96 + 32.965.7**  
**П 75**

Друкується за рішенням  
методичної ради УЦЗУ  
Протокол від \_\_. \_\_. \_\_ р. № \_\_

**Рецензенти:**

**Дерев'яно О.А., Антошкін О.А., Бондаренко С.М., Христич В.В.**  
**Системи пожежної та охоронної сигналізації: Текст лекцій.** – Х.:  
УЦЗУ, 2008. – 144 с.

**75**

УДК 614.8  
ББК 38.96 + 32.965.7

© О.А. Дерев'яно, О.А. Антошкін,  
С.М. Бондаренко, В.В. Христич  
© УЦЗУ, 2008

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ВСТУП   | 6  |
| 1. Загальні відомості про системи пожежної сигналізації                         | 13 |
| 1.1. Основні терміни і визначення пожежної сигналізації                         | 13 |
| 1.2. Класифікація технічних засобів пожежної сигналізації                       | 14 |
| 1.3. Загальна структура системи пожежної сигналізації                           | 15 |
| 1.4. Показники якості систем пожежної сигналізації                              | 16 |
| 2. Загальні відомості про пожежні сповіщувачі                                   | 19 |
| 2.1. Класифікація пожежних сповіщувачів   | 19 |
| 2.2. Узагальнена структурна схема пожежних сповіщувачів                         | 22 |
| 2.3. Технічні характеристики пожежних сповіщувачів                              | 23 |
| 2.4. Маркування технічних засобів пожежної сигналізації                         | 26 |
| 3. Теплові пожежні сповіщувачі  | 29 |
| 3.1. Загальні відомості про теплові пожежні сповіщувачі                         | 29 |
| 3.2. Принципи роботи диференційних пожежних сповіщувачів                        | 30 |
| 3.3. Фізичні основи роботи теплових пожежних сповіщувачів                       | 32 |
| 3.3.1. Залежність опору напівпровідникового елемента від температури            | 32 |
| 3.3.2. Залежність термоелектрорушівної сили від температури                     | 34 |
| 3.3.3. Залежність лінійних розмірів чутливого елемента від температури          | 37 |
| 3.3.4. Використання легкоплавких сплавів  | 38 |
| 3.3.5. Залежність магнітної проникності матеріалу від температури.              | 38 |
| 3.3.6. Залежність об'ємного розширення від температури.                         | 39 |
| 3.4. Приклади технічної реалізації сучасних теплових пожежних сповіщувачів      | 41 |
| 3.4.1. Сповіщувач ИПК-7 (ИПК-9)   | 41 |
| 3.4.2. Теплові лінійні пожежні сповіщувачі                                      | 42 |
| 4. Димові оптико-електронні пожежні сповіщувачі                                 | 51 |
| 4.1. Принципи побудови оптико-електронних сповіщувачів і оцінка міри задимлення | 51 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.2. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю розсіяного світла    | 57  |
| 4.3. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю світла, що проходить | 59  |
| 4.4. Приклади технічної реалізації сучасних димових оптико-електронних сповіщувачів           | 60  |
| 4.4.1. Пожежні сповіщувачі серії "Прем'єр" (ЗАТ "СКБ "Електронмаш")                           | 60  |
| 4.4.2. Аспіраційні димові пожежні сповіщувачі   | 63  |
| 5. Димові радіоізотопні пожежні сповіщувачі   | 66  |
| 5.1. Принципи побудови і робота радіоізотопних димових ПС                                     | 66  |
| 5.2. Загальні вимоги до радіоізотопних пожежних сповіщувачів                                  | 72  |
| 6. Пожежні сповіщувачі полум'я  | 74  |
| 6.1. Інфрачервоні сповіщувачі полум'я   | 76  |
| 6.2. Ультрафіолетові сповіщувачі полум'я  | 77  |
| 7. Методи випробувань пожежних сповіщувачів   | 81  |
| 7.1. Класифікація методів випробувань пожежних сповіщувачів                                   | 81  |
| 7.2. Оперативні випробування пожежних сповіщувачів  | 81  |
| 7.3. Стационарні випробування пожежних сповіщувачів   | 84  |
| 7.4. Тенденції розвитку методів випробувань пожежних сповіщувачів                             | 90  |
| 8. Приймально-контрольні прилади пожежної сигналізації  | 91  |
| 8.1. Етапи розвитку ППКП  | 91  |
| 8.2. Класифікація приймально-контрольних приладів   | 93  |
| 8.3. Обмін інформацією  | 94  |
| 8.3.1. Безадресні системи пожежної сигналізації   | 94  |
| 8.4. Загальні відомості про приймально-контрольні прилади                                     | 100 |
| 8.5. Розрахунок максимально допустимої кількості сповіщувачів в одному шлейфі                 | 104 |
| 8.6. Резервне джерело живлення установки пожежної   |     |

|   |     |
|---|-----|
| сигналізації  | 105 |
| 9. Системи охоронної сигналізації   | 118 |
| 9.1. Поняття і класифікація технічних засобів охоронної сигналізації                | 118 |
| 9.2. Автономні і централізовані системи ОС  | 119 |
| 9.3. Застосування технічних засобів ОС  | 122 |
| 9.4. Периметральні технічні засоби ОС   | 123 |
| 9.5. Допоміжні технічні засоби ОС   | 124 |
| 9.6. Категорії об'єктів   | 125 |
| 10. Технічні засоби охоронної сигналізації  | 127 |
| 10.1. Класифікація технічних засобів виявлення і контролю охоронної сигналізації    | 127 |
| 10.2. Маркування технічних засобів охоронної і охоронно-пожежної сигналізації       | 128 |
| 10.3. Технічні засоби виявлення. Призначення, будова, принцип роботи і застосування | 129 |
| 10.4. Технічні засоби контролю  | 132 |
| 11. Загальні положення проектування пожежної сигналізації                           | 136 |
| 12. Критерії вибору та принципи розміщення пожежних сповіщувачів                    | 139 |
| 12.1. Планування і побудова системи пожежної сигналізації                           | 139 |
| 12.2. Вибір пожежних сповіщувачів   | 140 |
| 12.3. Розміщення пожежних сповіщувачів  | 142 |
| 12.4. Загальні вимоги до розміщення сповіщувачів у приміщеннях                      | 144 |
| 12.5. Організація сигналу тривоги   | 145 |
| ЛІТЕРАТУРА  | 147 |

## ВСТУП

Застосування на об'єктах господарства автоматичних засобів пожежної сигналізації обумовлено необхідністю забезпечення пожежної безпеки будівель, споруд та приміщень з масовим перебуванням людей, а також тих, які не контролюються обслуговуючим персоналом (безлюдні виробництва) та мають потенційні джерела запалювання або вибухонебезпечну середу, постійно присутні за умовами технології виробництва.

Історія свідчить, що перші пожежні сповіщувачі з'явилися десь двісті років тому, але були тоді здатні реагувати тільки на високу температуру – це були натягнуті під стелею шнури, з'єднані із дзвоном пожежної тривоги. При пожежі шнур перегоріла й дзвонив дзвін.

Значно пізніше, з винаходом електрики з'явилися теплові контактні датчики, які у випадку пожежі включали електричні дзвінки.

Перші пожежні датчики ґрунтувалися на визначенні температури й працювали на основі зміни під дією температури форми або обсягу матеріалу (пружини або рідини). Використовувався ефект розширення при нагріванні твердих, рідких і газоподібних речовин – зміна положення біметалічної пластини, контакти спаяні легкоплавким сплавом тощо.

Фірма „Siemens & Halske” в 1851 р., заснована в 1847 році артилерійським офіцером Вернером Сіменсом і інженером-механіком Йоганном Гальске, уперше застосувала телеграфний апарат Морзе у якості електричної сигналізації про пожежу. У берлінській системі пожежної сигналізації вперше у світі були використані дроти, що проходять під землею.

У вітчизняній історії пожежної справи можна виділити декілька етапів, які характеризуються рівнем розвитку технічних засобів сигналізації.

До першого етапу варто віднести період з початку появи пристроїв електричної пожежної сигналізації в Росії до середини двадцятих років ХХ століття.

Перша установка пожежної сигналізації з'явилася в С.-Петербурзі в 1858 р., де на Калашниківській набережній був встанов-

лений ручний пожежний сповіщувачі компанії "Сіменс і Гальске". Для цілей сигналізації був використаний винайдений в 1837 р. Самуелем Морзе пишучий телеграфний апарат. Сигнали про пожежу передавалися по телеграфних лініях за допомогою коліс, що обертаються гирьовим механізмом (фото).

До 1871 р. пожежною сигналізацією була обладнана значна частина території С.-Петербурга. До 1896 р. було встановлено вже 430 сповіщувачів, з'єднаних з 17 пожежними частинами. Система передачі повідомлень використовувала електричні сигнали, формовані за допомогою ручних сповіщувачів різних типів з годинниковим механізмом у дерев'яних і металевих корпусах.



**Рис. 1 – Прилад електричної пожежної сигналізації виробництва компанії „Siemens & Halske” (фото 1851 р.)**

До 1907 р., крім С.-Петербурга, системами електричної пожежної сигналізації були обладнані Москва (Міська й Таганська частини) і Царське село.

До 1917 р. пожежна сигналізація була поширена тільки на декі-

лькох промислових підприємств.

Для першого етапу розвитку пожежної сигналізації було характерне застосування іноземної техніки при практичній відсутності її вітчизняного виробництва. У системах електричної сигналізації застосовувалися ручні сповіщувачі.

Після жовтневої революції пожежні сповіщувачі почали застосовувати у інших містах Російської держави – Москві, Ростові-на Дону, Нижньому-Новгороді, Пензі, Архангельську, Харкові, Іркутську. У 1940 р. пожежною сигналізацією були обладнані об'єкти в 17-ти містах, які мали 3128 сповіщувачів і 74 приймально-контрольні прилади.

Перше дрібносерійне вітчизняне виробництво технічних засобів пожежної сигналізації було почато в 1924 р. Перша система сигналізації була розроблена в 1925-1926 р.

З метою створення виробництва й впровадження радянських засобів протипожежної автоматики 29 жовтня 1926 р. у Москві було утворено акціонерне товариство "Спринклер" – родоначальник вітчизняних засобів протипожежної автоматики, засновниками якого стали Наркомат внутрішніх справ РСФСР, АТ "Всесоюзне заготівельне об'єднання комунхоза" і "Гострест ленінградських заводів масового виробництва". Перед акціонерним товариством було поставлене завдання розробки вітчизняної системи пожежної сигналізації і її широкого впровадження. У результаті були створені дві системи: одна з кільцевою, а інша із променевою розподільною мережею. З 1931 р. середньо- і багатосерійне виробництво апаратури електричної пожежної сигналізації було почато на заводі ім. Кулакова.

Згодом у результаті реорганізацій на базі акціонерного товариства "Спринклер" в 1938 р. була створена Проектно-монтажна й експлуатаційно-технічна контора протипожежної автоматики (ППА), що внесла суттєвий вклад у розвиток пожежної сигналізації.

До 1940 р. 74 станції шлейфного (кільцевого) типу із загальною кількістю 3128 підключених ручних кодових пожежних сповіщувачів були змонтовані в 18 великих містах СРСР.

Система пожежної сигналізації із променевою побудовою розподільної мережі застосовувалася для охорони будівель підприємств і організацій. Система включала станцію ПОЛЮ-20/30 (пожежна охо-



ронна променева оптична), ручні (кнопкові) пожежні сповіщувачі ПКС (пожежний кнопковий сповіщувач) і ОКС (охоронний кнопковий сповіщувач).

Таким чином, для другого етапу характерні поява й поширення систем, що виготовляються серійно, пожежної сигналізації, а також перших вітчизняних систем охоронно-пожежної сигналізації обладнаних ручними сповіщувачами.

Третій етап розвитку вітчизняної пожежної сигналізації варто віднести до періоду із середини 50-х років до початку 90-х років. Він характеризується бурхливим розвитком електроніки й пов'язаною із цим переходом від електротехнічних систем сигналізації першого покоління до систем другого, третього, а потім і четвертого поколінь, що широко використовує аналогові й цифрові мікросхеми.

У цей період істотний розвиток одержали автоматичні пожежні сповіщувачі й приймально-контрольні прилади (приймальні станції).

До кінця 50-х років львівським заводом "Термоприлад" серійно випускалися безконтактні сповіщувачі ДПС-038, що використовують ефект термо-едс і ДПС-2, засновані на зміні електричного опору платинового дроту зі збільшенням температури. У перших же автоматичних системах сигналізації використовувалися теплові сповіщувачі, у яких як термоелемент застосовувалися легкоплавкі вставки або біметалеві пластини.

Істотне значення в становленні чергового етапу мало появу в 1966 р. централізованої позавідомчої охорони, із самого початку орієнтованої на забезпечення безпеки об'єктів від пожеж і крадіжок за допомогою технічних засобів систем сигналізації.

У середині 60-х років з появою приладу типу "Сигнал" почався інтенсивний розвиток приймально-контрольних охоронно-пожежних приладів. Одночасно із приладами серії "Сигнал" були розроблені прилади "Десна", "АРС-24-АМ", "ТСБН-57-1" і інші, які не одержали широкого поширення.

До початку 70-х років в країні сформувалося кілька напрямків розвитку приладів: пожежні й охоронно-пожежні для об'єктів народного господарства, об'єктів спеціального призначення й особистого майна громадян. З'явилися перші ультразвукові сповіщувачі серії ДУЗ,

а потім – сповіщувачі серії "Фікус", що широко застосовувалися в системах сигналізації позавідомчої охорони.

В 80-х роках основним напрямком удосконалювання технічних засобів і систем було підвищення їхньої надійності й перешкодозахищеності. Істотно розширилася номенклатура приладів і сповіщувачів. З'явилися охоронно-пожежні оптико-електронні сповіщувачі серії "Фотон", ультразвукові сповіщувачі серії "Ехо", а також приймально-контрольні охоронно-пожежні прилади серії "УОТС", які використовували нові методи контролю шлейфа сигналізації.

У цей період у СРСР випускалося близько 120 марок приймально-контрольних приладів сигналізації.

Виробництвом технічних засобів пожежної сигналізації в СРСР займалися такі підприємства, як завод "Телефонної апаратури" (м. Клинці), завод "Телефонної апаратури" і "Півкавелектроприлад" (м. Нальчик), завод "Електродвигун" (сел. Красногорський), завод "Спецавтоматика" (м. Мінськ), заводи "Електроточприбор" і "Сигнал" (м. Кишинів), завод "Сигнал" (м. Обнінск), завод "Спецавтоматика" (м. Душанбе), завод "Спецавтоматика" (м. Калязін), завод "Спецавтоматика" і Бійський хімкомбінат (м. Бійськ), завод "Теплоприлад" (м. Челябінськ), "Радіомеханічний завод" (м. Грозний), НПМП "Норма" (м. Вишгород), ПО "Актюбрентген" (м. Актюбінськ), ПО "Мікроприлад" (г. Львів), завод "Радіоустаткування" (м. Калуга), радіозавод "Форманта" (м. Качканар), завод "Електроавтоматика" (м. Йошкар-Ола), завод "Тензометричних приладів" (м. Краснодар), НПО "Веда" (м. Київ), Халсинський радіозавод (Челябінська обл.), завод ім. Калініна (м. Ленінград), ПО "Електромаш" (г. Київ), завод "Промавтоматика" (м. Житомир), ПО "Курганприлад" (м. Курган), завод "Термінал" (м. Вінниця), ПО "Електроприлад" (м. Чебоксари), завод "Електровимірювальних приладів" і ПО "Геофізприлад" (м. Москва), завод "Спецавтоматика" (м. Одеса), завод "Спецавтоматика" (м. Ростову-на-Дону), завод "Електротехнічного устаткування" (м. Харків), завод "Контакт" (м. Саратов) і інші.

Четвертий етап, який розпочався на рубежі 90-х років, характеризується широким впровадженням засобів обчислювальної техніки, застосування мікропроцесорів, безвивідних радіоелементів тощо.

З'явилися перші вітчизняні адресно-аналогові системи пожежної сигналізації «Радуга» і «Тріумф», розроблені в Санкт-Петербурзі.

Цей період характеризується суттєвим розвитком старих і становленням нових виробників, зокрема: ТОВ "Проект-ВО", ЧП "Резерв-1", ВАТ СКБ "Електронмаш", МНВФ "Гама", НВП "АДТ", ЗАТ "АЛАЙ", НП "Артон", КП "Сігма", НП "Датчик", ЗАТ "Веда", ДНВП "Меридіан" та інші.

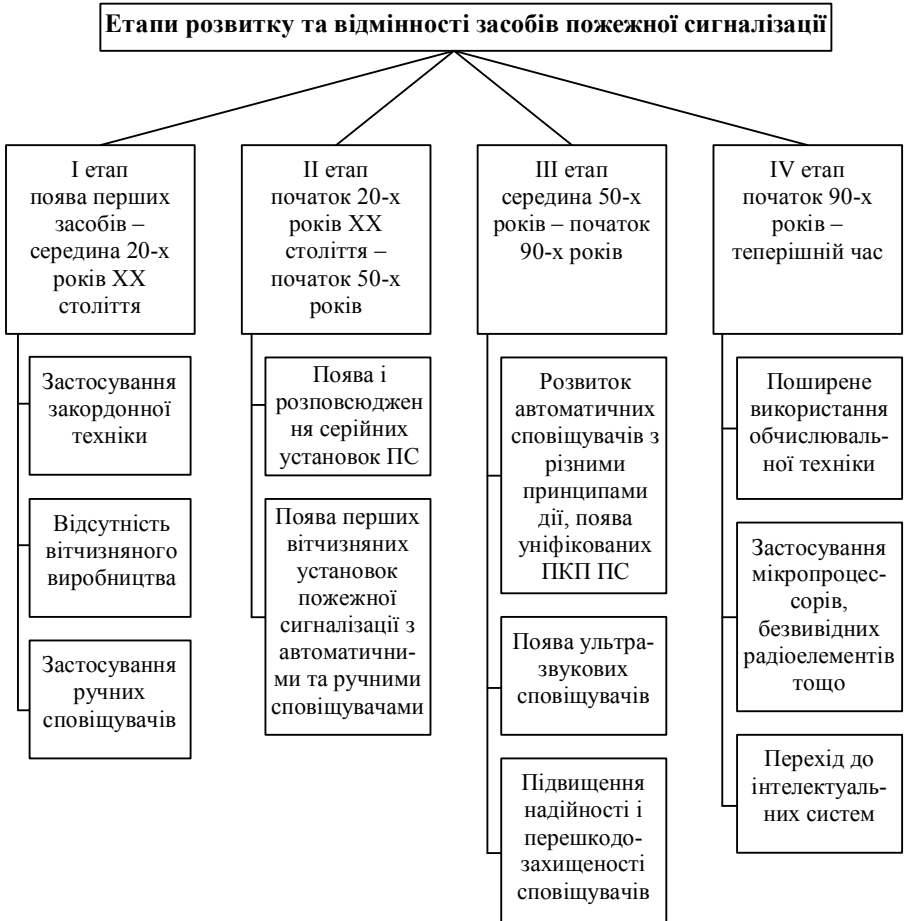
Опис етапів розвитку електричної пожежної сигналізації систематизовані на схемі.

Про ефективність і доцільність використання і впровадження систем пожежної сигналізації можна судити за даними, які були тримані ще наприкінці ХХ століття фахівцями Європейської корпорації з пожежної сигналізації "Eurotam". Дані були взяті на основі аналізу статистичного матеріалу з охопленням близько 12 тисяч систем пожежної сигналізації, 1 млн. автоматичних ПС і 8 тисяч пожеж, які були зареєстровані за 15 років. Аналіз визначив, що використання пожежної сигналізації сприяє зниженню збитків від пожеж на 63 %. При використанні систем автоматичного дистанційного виклику пожежних розмір збитків додатково знижується на 9 %. У випадку реєстрації пожежі автоматичними ПС і ліквідації пожежі персоналом до прибуття пожежних зниження збитків досягає 86 %.

На цей час можна зазначити, що основними тенденціями в розвитку засобів пожежної сигналізації є:

- застосування мікропроцесорів, засобів відображення і реєстрації у сучасних системах пожежної сигналізації;
- та поширення адресних систем;
- з метою виключення помилкових спрацьовувань і фонових перешкод використовується підстройка чутливості ПС під параметри середовища, що контролюється;
- застосування систем графічного відображення інформації на базі ПЕОМ про стан системи сигналізації на об'єкті, що дозволяє швидше оцінювати оперативну обстановку;
- при створенні засобів пожежної сигналізації у якості каналів зв'язку широко використовуються телефонні мережі, радіоканали, побутові електричні лінії, мережі стільникового зв'язку,

- що дозволяє економити кабельну продукцію і скорочувати експлуатаційні витрати;
- цілодобове спостереження за роботою та технічним станом об'єктових засобів пожежної сигналізації з застосуванням систем централізованого спостереження.



# 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Найбільшого розповсюдження в автоматичних системах пожежної сигналізації набули засоби, які реагують на найхарактерніші первинні ознаки пожежі, а саме:

- засоби виявлення аерозольних продуктів згоряння, тобто термічного розкладання матеріалів та речовин;
- засоби виявлення конвективних потоків тепла, що розповсюджуються від осередку пожежі;
- засоби виявлення оптичного випромінювання полум'я осередку пожежі.

## 1.1. Основні терміни і визначення пожежної сигналізації

Інтеграція України до Європейської спільноти змушує впроваджувати відповідні нормативні документи в галузі систем пожежної автоматики. Прийнятий нещодавно ДСТУ EN 54-1-2003 встановлює такі терміни в галузі систем пожежної сигналізації.

**Система пожежної сигналізації** – група компонентів, змонтованих у системі визначеної конфігурації, здатних до виявлення, відображення інформації про пожежі та видавання сигналів для вживання відповідних заходів

**Пожежний сповіщувач** – компонент системи виявлення пожежі, що містить, принаймні, один чутливий елемент, який постійно або періодично з малими заданими інтервалами часу контролює, принаймні, одне фізичне і (або) хімічне явище, яке асоціюється з пожежею, та видає, принаймні, один відповідний сигнал на пожежний приймально-контрольний прилад.

**Пожежний приймально-контрольний прилад** – компонент системи пожежної сигналізації, який можна використовувати для подавання живлення на інші компоненти системи та який:

- 1) використовують:
  - для приймання сигналів від підключених у систему сповіщувачів;

- для визначання відповідності одержуваних сигналів режиму пожежної тривоги;
- для індикації будь-якого стану пожежної тривоги звуковими та візуальними засобами;
- для індикації місця небезпеки;
- для записування будь-якої інформації;

2) використовують для моніторингу правильного функціонування системи та видавання попередження звуковими та візуальними сигналами про будь-які несправності (наприклад, про коротке замикання, обрив у лінії або несправність джерела живлення);

3) за необхідності може бути здатний до передавання сигналу про пожежну тривогу, наприклад:

- на звукові чи світлові пожежні оповіщувачі;
- через пристрій передавання сигналу про пожежу до підрозділів МНС України;
- через пожежний пристрій керування автоматичними засобами протипожежного захисту до автоматичних засобів пожежога-сіння.

**Пожежний оповіщувач** – компонент системи пожежної сигналізації, що не входить до складу пожежного приймально-контрольного приладу, призначений, щоб повідомляти про пожежу, наприклад, звуковий чи світловий пристрій оповіщення.

**Пульт централізованого пожежного спостереження** – пункт, з якого у будь-який момент можуть бути активізовані необхідні засоби захисту чи протипожежні заходи.

**З'єднувальні елементи** – усі елементи, що формують зв'язок між різними компонентами системи пожежної сигналізації.

## 1.2. Класифікація технічних засобів пожежної сигналізації

Різноманіття технічних засобів пожежної сигналізації, яке існує на цей час, можна класифікувати за декількома основними ознаками:

- за призначенням (засоби пожежної сигналізації, засоби охоронної сигналізації, прилади управління автоматичних устано-

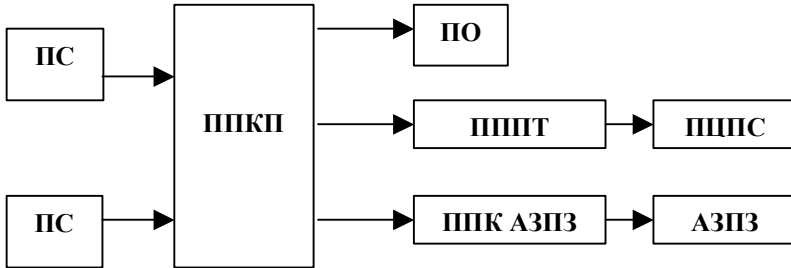
- вок пожежогасіння);
- за видом технічних засобів (установки пожежної сигналізації, системи передачі сповіщень про пожежу, об'єднані пульти централізованого спостереження, прилади (технічні засоби) пожежної сигналізації спеціального призначення, зокрема для водного, повітряного, залізничного і автомобільного транспорту і об'єктів спеціального призначення);
  - за конструктивним виконанням (звичайне виконання, вибухозахищене, пилезахищене і водозахищене виконання), згідно з вимогами ПУЕ до класу захисту обладнання, залежно від умов його експлуатації;
  - за видом ліній зв'язку, що використовуються (спеціальні провідні і оптичноволоконні, лінії електричної мережі, радіоканал, лінії міської телефонної мережі, мережа стільникового зв'язку);
  - за видом сповіщувачів, що підключаються (уніфіковані, що реагують на певну первинну ознаку пожежі; спеціальні, призначені для роботи в певних умовах; комбіновані, що реагують на декілька первинних ознак пожежі);
  - за елементною базою функціональних вузлів (електромеханічні, на дискретних напівпровідниках і інтегральних мікросхемах, з використанням ВІС, мікропроцесорів і мікроконтролерів).

Така класифікація не виключає можливості її розширення за рахунок цілої низки інших ознак, що впливають на найважливіші характеристики систем пожежної сигналізації.

### **1.3. Загальна структура системи пожежної сигналізації**

Під системою пожежної сигналізації будемо розуміти сукупність технічних засобів, призначених для виявлення пожежі, обробки і надання у заданому вигляді повідомлення про пожежу на об'єкті, що захищається, спеціальної інформації, а також для видачі команд на включення автоматичних установок пожежогасіння та управління іншими технічними засобами.

До складу будь-якої системи пожежної сигналізації (рис. 1.1) входять пожежні сповіщувачі, приймально-контрольні прилади, світлові та звукові оповіщувачі, технічні засоби передачі інформації до пультів централізованого спостереження, пультів зв'язку пожежних частин та інше.



**Рис. 1.1 – Структура системи пожежної сигналізації з централізацією:**  
ПС – пожежний сповіщувач; ППКП – пожежний приймально-контрольний прилад; ПО– пожежний оповіщувач; ПППТ – пристрій передачі пожежної тривоги; ПЦПС – пульт централізованого пожежного спостереження; ППК АЗПЗ – пожежний пристрій керування автоматичними засобами протипожежного захисту

Згідно вимог ряду документів [\* , \*\*] за наявності технічної можливості сигнали від приймально-контрольних приладів систем пожежної сигналізації виводяться на пульти централізованого пожежного спостереження. Як показує досвід, впровадження таких систем дозволило підвищити ефективність систем пожежної сигналізації та оперативність дій пожежно-рятувальних підрозділів у випадках виникнення пожежі.

#### 1.4. Показники якості систем пожежної сигналізації

До систем пожежної сигналізації пред'являються наступні основні вимоги:

- безпечність роботи;
- достовірність повідомлень, які формуються засобами виявлен-



ня пожежі, а також приймаються та формуються засобами обробки інформації повідомлень та засобами управління;

- простота конструктивного виконання;
- підвищена надійність роботи;
- зручність обслуговування;
- економічність і ефективність;
- автоматичне самотестування елементів системи.

Системи пожежної сигналізації та їхні елементи характеризуються рядом параметрів, за якими здійснюється порівняння технічних засобів для вибору оптимального варіанту при рішенні задачі з захисту конкретного об'єкта.

До показників якості технічних засобів, зокрема, елементів СПС, якими повинен характеризуватися будь-який пристрій пожежної сигналізації, згідно з вимогами ГОСТ 4.188-85, відносяться:

1. Показники призначення (інерційність спрацьовування, поріг спрацьовування, час спрацьовування, діапазон живильних напруг, контрольована площа або максимальна дальність дії, вихідний електричний опір, чутливість, перешкодозахищеність, вихідний сигнал спрацьовування, робочі умови за кліматичними та механічними впливами, габаритні розміри).

2. Показники надійності (середнє напрацювання на відмову, встановлене безвідмовне напрацювання, встановлений строк служби, ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність виникнення відмови, середній строк служби, встановлений строк зберігання, середній час поновлення працездатного стану).

3. Показники економічного використання матеріалів, енергії (споживана потужність у черговому режимі та режимі "Тривога", питома споживана потужність, маса).

4. Ергономічні й естетичні показники (показник відповідності технічного засобу можливостям органів зору людини, показник чистоти виконання контурів та сполуки, показник ретельності покриття та оброблень, показник чіткості виконання фірмових знаків, покажчиків, упаковки).

5. Показники технологічності (питома матеріалоемність, питома енергоемність).

6. Показники транспортабельності (стійкість до транспортної тряски, стійкість до впливу навколишнього середовища під час транспортування).

7. Показники стандартизації та уніфікації (коефіцієнт використання за типорозмірами, коефіцієнт повторюваності).

8. Патентно-правові показники (показник патентної чистоти, показник патентного захисту).

9. Показники безпеки (електричний опір ізоляції струмоведучих частин з якими можливо зіткнення людини, електрична міцність ізоляції струмоведучих частин, пожежонебезпечне виконання продукції).

10. Економічні показники (собівартість продукції).

11. Якісні характеристики (наявність контролю працездатності, багаторазовість дії, можливість живлення від резервного джерела з автоматичним переходом від основного на резервне живлення й назад без видачі тривожного сповіщення, можливість підключення виносного індикатора).

## 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

### 2.1. Класифікація пожежних сповіщувачів

Взагалі, пожежний сповіщувач – це елемент системи пожежної сигналізації, призначений для виявлення пожежі за її первинними ознаками і надання про неї інформації, придатної для подальшої передачі.

Пожежний сповіщувач перетворює зміну контрольованої первинної ознаки пожежі, в корисний сигнал (яку правило електричний), здійснює його первинну обробку і передає сповіщення про пожежу або несправність по лінії зв'язку на пожежний приймально-контрольний прилад.

Існуючі модифікації пожежних сповіщувачів можна класифікувати за наступними ознаками.

1) За способом приведення в дію:

– ручні пожежні сповіщувачі – це сповіщувачі, які приводяться в дію за допомогою людини;

– автоматичні пожежні сповіщувачі, це сповіщувачі, які реагують на чинники, що супроводжують пожежі (первинні ознаки пожежі – температура, дим, полум'я).

2) За видом ознаки пожежі, що контролюється:

– теплові – автоматичні пожежні сповіщувачі, які реагують на певне значення температури і (або) швидкість її зростання;

– димові – автоматичні пожежні сповіщувачі, які реагують на появу аерозольних продуктів горіння;

– полум'я – автоматичні пожежні сповіщувачі, що реагують на електромагнітне випромінювання полум'я;

– газові – автоматичні пожежні сповіщувачі, які чутливі до газоподібних продуктів згоряння та/або теплового розпаду.

– комбіновані – автоматичні сповіщувачі, що реагують на декілька ознак пожежі, наприклад, на температуру і аерозольні продукти горіння, на температуру і електромагнітне випромінювання полум'я.

3) За видом порога спрацьовування:

– максимальні – автоматичні сповіщувачі, що спрацьовують при досягненні та перевищенні параметром, що контролюється, певного (порогового) значення:

- диференціальні – автоматичні сповіщувачі, що реагують на швидкість зміни параметра, що контролюється; спрацьовують при досягненні та перевищенні певного (порогового) значення швидкості зміни параметра, що контролюється (наприклад, швидкість зміни температури);

- максимально-диференціальні – автоматичні сповіщувачі, що реагують як на досягнення контрольованим параметром певного значення, так і на швидкість зміни параметра, що контролюється (температури).

4) За способом формування сигналу:

- пасивні – сповіщувачі, які при спрацюванні формують сигнал у вигляді розмикання або замикання електричних контактів;

- активні – сповіщувачі, на виході яких з'являється сигнал у вигляді зміни величини струму або напруги, що генерується сповіщувачем.

5) За видом зони, що контролюється:

- точковий – сповіщувач, що спрацьовує за наявності явища, що контролюється, у визначеній точці.

- лінійний – сповіщувач, що спрацьовує за наявності явища, що контролюється поблизу визначеної лінії.

- багатоточковий – сповіщувач, що спрацьовує за наявності явища, що контролюється, яка виявлена поблизу декількох визначених точок.

6) За видом опиту пожежним приймально-контрольним приладом:

- неадресовані – сповіщувачі, за інформацією від яких в системі неможливо судити, від якого конкретно сповіщувача вона надійшла (неможлива ідентифікація місця виникнення пожежі);

- адресовані – сповіщувачі, в яких передбачена можливість установки для кожного з них індивідуального коду (адреси), що передається на ПКП та дозволяє судити про стан середовища в приміщенні та власну працездатність сповіщувача.

Однак, така класифікація елементів і систем пожежної сигналізації не дає достатнього уявлення про існуючу різноманітність ПС. За принципом дії класифікацію узагальнено на рис. 2.1.



**Рис. 2.1 – Класифікація пожежних сповіщувачів за принципом дії**

## 2.2. Узагальнена структурна схема пожежних сповіщувачів

Незважаючи на велику різноманітність модифікацій пожежних сповіщувачів структуру їх побудови можна узагальнити в наступній схемі.

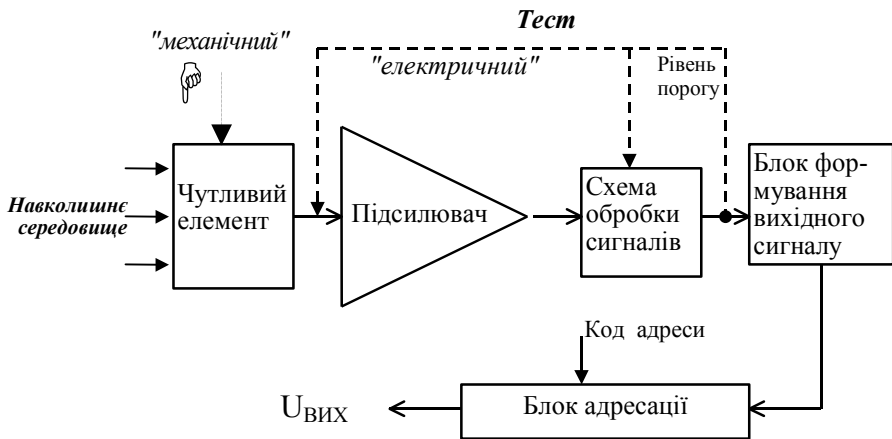


Рис. 2.2 – Узагальнена структурна схема пожежного сповіщувача

Чутливий елемент є аналоговим перетворювачем параметра, що контролюється, в електричний або механічний сигнал, який після підсилення потрапляє на схему обробки сигналу. Яка забезпечує фільтрацію сигналів характерних при пожежі, від сигналів перешкод та дає дозвіл на формування сигналу "Пожежа". Блок формування вихідного сигналу в залежності від типу сповіщувача формує вихідний сигнал у вигляді зміни електричного струму (для активних сповіщувачів), або шляхом розмикання (замикання) ланцюга шлейфу у випадку пасивного сповіщувача. При наявності блоку адресації, до сформованого сигналу додається код адреси сповіщувача.

### 2.3. Технічні характеристики пожежних сповіщувачів

Пожежні сповіщувачі, як елементи системи пожежної сигналізації, характеризуються різними технічними показниками, які дозволяють їх оцінити і вірно експлуатувати в різноманітних умовах.

У практиці проектування та експлуатації систем пожежної сигналізації найважливішими є наступні технічні характеристики автоматичних пожежних сповіщувачів:

- поріг спрацьовування;
- величина контрольованої області (максимальна дальність дії);
- інерційність спрацювання.

**Поріг спрацьовування** — мінімальна величина контрольованого параметра (або швидкість його зміни), при якій спрацьовує сповіщувач.

Для теплових максимальних пожежних сповіщувачів це температура спрацьовування в градусах по Цельсію ( $^{\circ}\text{C}$ ). При досягненні небезпечної температури ПС формує сигнал тривоги. Значення порога спрацьовування для теплових ПС перебуває в межах 60..80  $^{\circ}\text{C}$  (для ПС класів А1, А2, В за ДСТУ EN-54-5-2003), або має більше високе значення для ПС інших класів (до 150  $^{\circ}\text{C}$ ). Для теплових диференціальних ИП це швидкість зміни температури, ( $^{\circ}\text{C}/\text{хвил}$ ).

Для оптичних ПС чутливість визначається граничним значенням оптичної щільності контрольованого середовища. При проходженні променя світла через задимлену область світловий потік послабляється (внаслідок відбиття й поглинання світла частками диму).

**Величина контрольованої області** — це простір поблизу сповіщувача, у межах якого гарантується його спрацьовування при виникненні пожежі. Для точкових сповіщувачів цей параметр виражається площею приміщення, контрольованою сповіщувачем з необхідною надійністю. Площа, що захищається, істотно залежить від висоти установки сповіщувача й характеристик приміщення. Для приміщень з рівною стелею величина площі, що захищається одним точковим сповіщувачем, розташованим за квадратною схемою, наведена в табл.2.1.

**Таблиця 2.1**

| Тип сповіщувача | Висота установки, м | Максимальна контролюєма площа, м <sup>2</sup> |
|-----------------|---------------------|---|
| Тепловий        | До 3,5              | 25  |
|                 | Від 3,5 до 6,0      | 20  |
|                 | Від 6,0 до 9,0      | 15  |
| Димовий         | До 3,5              | 85  |
|                 | Від 3,5 до 6,0      | 70  |
|                 | Від 6,0 до 10,0     | 65  |
|                 | Від 10,0 до 12,0    | 55  |

Для сповіщувачів полум'я область, що захищається, визначається максимальною дальністю виявлення відкритого тестового вогнища пожежі й кутом огляду, що залежить від типу й конструкції сповіщувача полум'я. Як правило, сповіщувачі полум'я мають три рівні чутливості 1 – високий, 2 – середній і 3 – низький. У табл.2.2 наведені значення максимальної дальності ( $L_{max}$ ) для тестових вогнищ пожежі з різною площею горіння n-гептану й різних рівнів чутливості сповіщувача.

**Таблиця 2.2**

| Площа осередку пожежі, м <sup>2</sup> | Максимальна дальність викриття полум'я при різних рівнях чутливості, м |       |       |
|---------------------------------------|--|-------|-------|
|                                       | 3  | 2     | 1     |
| 0,1                                   | 10-12  | 12-14 | 14-16 |
| 0,4                                   | 16-18  | 20-22 | 24-26 |
| 1,0                                   | 26-28  | 29-31 | 32-34 |

**Інерційність спрацювання** — проміжок часу між двома подіями – від досягнення в контрольованій точці величини порога спрацювання, до моменту, коли сповіщувач спрацює. Варто розрізнити апаратурну й фактичну інерційність. Апаратурна інерційність обумовлена особливостями принципу дії, конструкції й застосованими схемотехнічними рішеннями. Фактична інерційність характеризує здатність виявлення пожежі конкретним сповіщувачем у конкретних умовах. Вона



залежить від параметрів приміщення й параметрів осередку пожежі. Наприклад при збільшенні швидкості зростання температури фактична інерційність теплових сповіщувачів зменшується.

Апаратурна інерційність є нормованою величиною і є основним критерієм для оцінки придатності сповіщувача для виявлення пожежі певного класу.

Таким чином, інерційність спрацювання може трактуватися наступним чином:

апаратурна інерційність — проміжок часу від моменту досягнення контрольованим параметром пожежі величини порога спрацювання чутливого елемента пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа";

фактична інерційність — час від початку впливу контрольованого параметра пожежі на чутливий елемент пожежного сповіщувача до моменту видачі ним сигналу "Пожежа".

Для порівняння значення апаратурної інерційності найбільш розповсюджених на об'єктах України сповіщувачів наведені в табл. 2.3.

**Таблиця 2.3**

| Тип сповіщувача         | Інерційність, с |
|-------------------------|-----------------|
| 1. ИП-101-2             | 60-120          |
| 2. ИП-104-1             | 125             |
| 3. ИП-105, СПТМ, СПТ-70 | 120             |
| 4. ИП-211 (РИД-6М)      | 5-10            |
| 5. ИП-212-5             | 3-30            |
| 6. ИП-329 "Аметист"     | 0,05-5          |

Також важливими є наступні технічні характеристики ПС:

- діапазон напруг живлення, В;
- споживана потужність у черговому режимі і режимі "Тривога", Вт;
- габаритні розміри, мм;
- маса, кг;
- робочі умови застосування за кліматичними впливами;
- клас захисту сповіщувача.

Технічні характеристики сповіщувачів визначають їх якість.

Врахування технічних характеристик дозволяє вибрати і порівняти різні зразки обладнання, якісно виконати проектні роботи та провести експертизу проекту системи пожежної сигналізації.

#### **2.4. Маркування технічних засобів пожежної сигналізації**

У найменуванні десятків моделей пожежних сповіщувачів, які застосовуються на об'єктах України і які введені в експлуатацію за часів Радянського Союзу, присутня аббревіатура повної назви сповіщувача, наприклад:

**ТРВ** – термореле вибухозахищене;

**МДПИ** – максимально-диференціальний пожежний сповіщувач;

**ДПС** – датчик пожежної сигналізації;

**ИДФ** – сповіщувач димовий фотоелектричний;

**РИД** – радіоізотопний сповіщувач диму;

**ИДПЛ** – сповіщувач димовий пожежний лінійний;

**ДИП** – димовий сповіщувач пожежний і т.д.

Цей же підхід використовується в найменуванні деяких модифікацій ПС, які виготовляються сучасними вітчизняними підприємствами:

**СПД** – сповіщувач пожежний димовий (виробництва КП "Сігма" м. Чернівці);

**ИПК** – сповіщувач пожежний комбінований (виробництва ВАТ СКБ "Електронмаш" м. Чернівці);

**ИТ** – сповіщувач тепловий (виробництва ДНВП "Меридіан" м. Харків);

**ИПДОТА** – сповіщувач пожежний димовий оптичний точковий адресний (виробництва ТОВ "Проект ВО" м. Харків);

**ИППА** – сповіщувач пожежний полум'я адресний (виробництва ТОВ "Проект ВО" м. Харків).

Разом з тим деякі сповіщувачі мають ще й власну назву, наприклад, "Аметист", "Фотон", "Прем'єр" та інші.

Але, згідно з галузевим стандартом [\*\*], маркування пожежних сповіщувачів визначається та присвоюється за формулою:

$$\text{ИП} - X_1 X_2 X_3 - X_4 X_5$$

для комбінованих сповіщувачів:

$$\text{ИП} - \frac{X_1 X_2 X_3}{X_1 X_2 X_3} - X_4 \frac{X_5}{X_5}$$

де ИП – призначення сповіщувача (извещатель пожарный);

$X_1$  – ознака пожежі, що контролює сповіщувач;

$X_2, X_3$  – принцип дії сповіщувача;

$X_4$  – номер технічної розробки (модернізації) сповіщувача;

$X_5$  – клас пожежного сповіщувача.

Марка сповіщувача складається з трьох знакових груп:

I) аббревіатура від слів “сповіщувач пожежний” – ИП (рос. “извещатель пожарный”);

II) тризначне число.

Для пожежних сповіщувачів перша цифра в маркуванні означає вид пожежного сповіщувача, тобто характеризує функціональне призначення технічних засобів по відношенню до потоку інформації й об'єктів застосування технічних засобів:

1 – тепловий пожежний сповіщувач;

2 – димовий пожежний сповіщувач;

3 – сповіщувач полум'я;

4 – датчик виявлення газоподібних продуктів горіння;

5 – ручний.

Друга і третя цифри позначають принцип роботи ПС.

III) однозначне число або буква – модифікація ПС.

Наприклад, СП-103-1: СП – сповіщувач пожежний, 1 – тепловий сповіщувач, 03 – робота заснована на лінійному розширенні матеріалу (використовується деформація біметалевого чутливого елемента), 1 – номер розробки (модифікації) даного технічного засобу. Або деякі інші приклади:

– димові: ИП 212-58, ИП 212-73;

– теплові максимально-диференціальні: ИП-101-23-A1R, ИП-

101-31-A1R;

- комбіновані: ИП-212/101-2-A1R, ИП 212/101-4-A1R;
- тепловий максимальний: ИП 101-32-B.

Позначення у маркуванні пожежних сповіщувачів:

01 – з використанням залежності електричного опору елементів від температури;

02 – з використанням термо-ЕРС;

03 – з використанням лінійного розширення елементів;

04 – з використанням плавких і вставок, що згоряють;

05 – з використанням залежності магнітної індукції від температури;

06 – з використанням ефекту Холу;

07 – з використанням об'ємного розширення (рідини, газу);

08 – з використанням сегнетоелектриків;

09 – з використанням залежності модуля пружності від температури;

10 – з використанням резонансно-акустичних методів контролю температури;

11 – радіоізотопний;

12 – оптико-електронний;

13-28 – резерв;

29 – ультрафіолетовий;

30 – інфрачервоний;

31 – термобарометричний;

32 – з використанням матеріалів, які змінюють оптичну провідність від температури;

33 – аероіонний;

34 – термошумовий.

Третій елемент (цифра або цифра і буква) означає модель або модифікацію сповіщувача. Перша модернізація (модифікація) сповіщувача позначається буквою А.

## **3. ТЕПЛОВІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ**

### **3.1. Загальні відомості про теплові пожежні сповіщувачі**

Дуже часто в якості первинної ознаки на початковій стадії розвитку пожежі домінує випромінювання теплової енергії, що розповсюджується за допомогою повітряних потоків, теплопровідності середовища та випромінювання над її осередком.

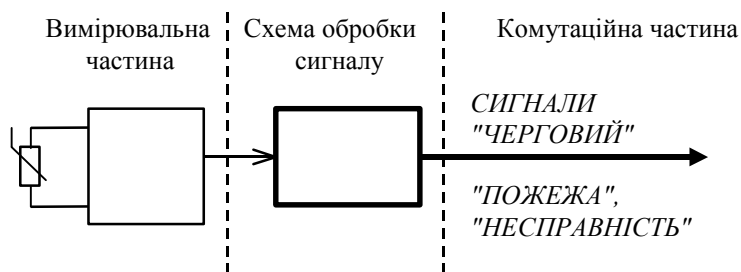
Як правило, теплові сповіщувачі спрацьовують при перевищенні певного максимального значення температури, або певного значення швидкості зростання температури середовища, що контролюється. Як уже згадувалось вище, за порогом спрацьовування теплові сповіщувачі можна поділити на максимальні та диференційні.

Загальний алгоритм роботи максимальних теплових пожежних сповіщувачів, які спрацьовують при перевищенні порогового значення температури навколишнього середовища, можна описати за схемою, що наведено на рис. 3.1.

Вимірювальна частина може бути реалізована з використанням різноманітних фізичних принципів перетворення теплової енергії в механічний або електричний сигнал. Найбільш поширеними є наступні принципи:

- використання залежності опору напівпровідника від температури;
- використання залежності величини термоелектрорушійної сили від температури;
- використання залежності лінійних розмірів металів від температури;
- використання легкоплавких сплавів;
- використання залежності магнітних властивостей феритів від температури.

Особливості технічної реалізації пожежних сповіщувачів, що використовують згадані принципи, розглянемо нижче.



**Рис. 3.1 – Принцип функціонування максимального теплового пожежного сповіщувача**

### **3.2. Принципи роботи диференційних пожежних сповіщувачів**

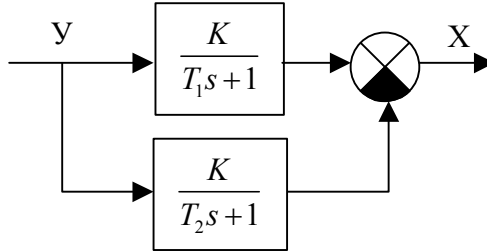
Перевагою диференційних теплових пожежних сповіщувачів є те, що вони здатні сформувати сигнал про пожежу за менший проміжок часу. Але, як недолік, їх використання практично не можливо в умовах зі значними коливаннями температури навколишнього середовища. Максимальні теплові пожежні сповіщувачі, навпаки, в таких умовах мають більшу стійкість до помилкових спрацьовувань. Диференційні теплові пожежні сповіщувачі набули значного поширення завдяки функціональній здатності реагувати на швидкість зміни температури. Це надто важливо у тих ситуаціях, коли за нормальних умов температура у приміщенні може змінюватися в широкому діапазоні, що може мати місце в наступних випадках:

- приміщення не опалюються та експлуатуються в кліматичних умовах зі значними сезонними коливаннями температур;
- виробництва, в яких є технологічні процеси, які передбачають зміну температури в широких межах;
- виробничі площі, в яких передбачається можливість швидкого перепрофілювання існуючого виробництва.

Одним із способів побудови диференційних сповіщувачів є використання двох чутливих елементів (рис. 3.2), що мають різні постій-

ні часу. При цьому інші параметри чутливих елементів ідентичні.

Структурно-динамічну схему такого сповіщувача можна представити за допомогою двох позиційних елементів з різною сталою часу ( $T_1$  та  $T_2$ ), включених узгоджено-паралельно один до одного (рис. 3.2)



**Рис. 3.2 – Структурно-динамічна схема диференціального теплового пожежного сповіщувача:**

X – зображення вихідного сигналу, сформованого диференціальним ПС;  
 Y – зображення вхідного сигналу (температури).

Еквівалентне диференціальне рівняння даної структурно-динамічної схеми має вигляд:

$$T_1 \cdot T_2 \cdot \frac{d^2}{d\tau^2} \bar{x} + (T_1 + T_2) \cdot \frac{d}{d\tau} \bar{x} + \bar{x} = K \cdot (T_2 - T_1) \cdot \frac{d}{d\tau} \bar{y}, \quad (3.1)$$

де  $\bar{x}$  – відносне значення сигналу на виході ПС;

$\bar{y}$  – відносне значення сигналу на вході ПС.

Видно, що сигнал на виході пропорційний швидкості сигналу на вході:

$$\bar{x} \sim \frac{\partial \bar{y}}{\partial \tau}.$$

Технічна реалізація таких диференціальних сповіщувачів зводиться до часткової термоізоляції одного з двох або половини з усіх чутливих елементів сповіщувача.

Будова сучасних пожежних сповіщувачів, що використовують

мікропроцесори, заснована на чисельному диференціюванні сигналу чутливого елементу. У пожежних сповіщувачів із цифровою обробкою сигналів час опитування чутливого елемента дискретний й становить величину  $\Delta\tau$ . Якщо в момент часу  $i$  чутливий елемент сповіщувача формує сигнал  $y_i$ , то в наступний момент часу  $i+1$  значення сигналу чутливого елемента буде  $y_{i+1}$ . Швидкість зміни вхідного сигналу можна обчислити по формулі:

$$\frac{dy}{d\tau} \approx \frac{y_{i+1} - y_i}{\Delta\tau}.$$

Пожежні сповіщувачі, що реалізують чисельне диференціювання вхідного сигналу іноді називають динамічними сповіщувачами.

### 3.3. Фізичні основи роботи теплових пожежних сповіщувачів

На сьогоднішній день в конструкціях теплових пожежних сповіщувачів використовуються наступні фізичні явища.

#### 3.3.1. Залежність опору напівпровідникового елемента від температури

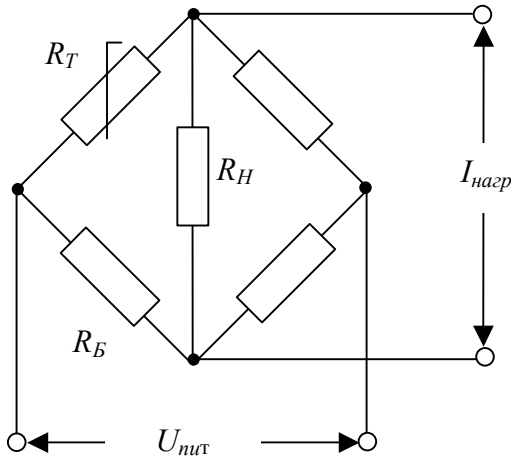
В основу таких ПС покладена залежність опору терморезистора (термістора) від температури. Терморезистор включають у мостову схему (рис 3.3).

Якщо міст збалансований:

$$U_T = U_B,$$

то в діагоналі моста відсутня різниця потенціалів і струм через навантажувальний опір дорівнює нулю. При зміні температури змінюється опір терморезистора й міст розбалансується й у діагоналі моста з'являється струм пропорційний зміні опору терморезистора тобто пропорційно температурі. При досягненні деякого граничного рівня формується сигнал тривоги. За такою схемою будуються сповіщувачі максимального типу. В 60-х роках двадцятого сторіччя радянською промисловістю випускався сповіщувач ПОСТ-1 (ДМ).





**Рис. 3.3 – Мостова схема підключення терморезистора**

Для одержання інформації про швидкість зміни температури замість балансного опору  $R_E$  підключають ще один терморезистор  $R_{T2}$  з таким же опором, як і в робочого резистора, але більшою інерційністю по температурі. Для зменшення інерційності робочого терморезистора по температурі його обладнували спеціальним радіатором. При повільній зміні температури опір обох терморезисторів змінюється однаково й електронний міст залишається збалансованим — струм у вимірювальній діагоналі відсутній. При швидкій зміні температури робочий терморезистор прогрівається швидше і його опір змінюється на більшу величину, чим балансного у вимірювальній діагоналі моста з'являється струм пропорційний швидкості зміни температури. При небезпечній швидкості зміни температури — формується сигнал тривоги. Схема побудови такого диференціального сповіщувача була реалізована в сповіщувачі ИП-101-2, за радянських часів він виготовлявся на Московському заводі електровимірювальних приладів.

### 3.3.2. Залежність термо-ЕРС від температури

Робота значної кількості теплових пожежних сповіщувачів базується на ефекті Зеебека. Який полягає в появі термоелектрорушійної сили (термо-ЕРС) в ланцюзі, складеному з двох різнорідних провідників за нерівності температур у місцях з'єднання цих провідників (рис. 3.4). Сукупність таких провідників називається термопарою. Сучасна фізика пояснює термоелектричні явища в таким чином. З одного боку, унаслідок розходження рівнів Фермі в різних металах при їх стиканні виникає контактна різниця потенціалів. З іншого боку, концентрація вільних електронів у металі залежить від температури. За наявності різниці температур у провіднику виникає дифузія електронів, що приводить до утворення електричного поля. Таким чином, термо-ЕРС складається із суми стрибків потенціалу в контактах (спаях) термопари і суми змін потенціалу, викликаних дифузією електронів, і залежить від роду провідників та їх температури.

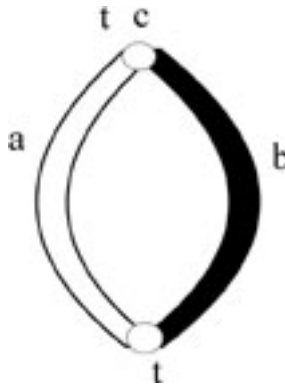


Рис. 3.4 – Термоелектричний ланцюг

Якщо в ланцюзі (рис. 3.4) температури місць з'єднання провідників а і b будуть однакові й рівні  $t$ , то й різниці потенціалів будуть рівні за значенням, але мати різні знаки:

$$e_{ab}(t) = -e_{ba}(t),$$

а сумарна термо-ЕРС і струм у ланцюзі будуть дорівнювати нулю:

$$E_{ab}(t, t) = e_{ab}(t) - e_{ba}(t) = 0.$$

Якщо  $t \neq t_0$ , то сумарна термо-ЕРС не дорівнює нулю:

$$E_{ab}(t, t_0) = e_{ab}(t) - e_{ab}(t_0) \neq 0,$$

тому що різниці потенціалів для тих самих провідників за різних температур не рівні:  $e_{ab}(t) \neq e_{ba}(t_0)$ . Результуюча термо-ЕРС залежить для даних провідників  $a$  і  $b$  від температур  $t$  і  $t_0$ . Щоб одержати однозначну залежність термо-ЕРС від температури  $t$ , необхідно створити умови при яких температура  $t_0$  буде залишатися постійною.

В пожежних сповіщувачах реалізовані різні способи з'єднання термопар. Найбільш розповсюджені з них – термобатарея (рис. 3.5) і диференційна термопара (рис. 3.6). Для збільшення коефіцієнта перетворення термопари застосовують послідовне включення декількох термопар (термобатарею). При цьому термо-ЕРС, що розвивається термопарами, додається, тобто термо-ЕРС термобатареї, що складається з  $n$  термопар, у  $n$  раз більше термо-ЕРС окремої термопари. Таке включення застосовують для визначення малих різниць температур робочого  $t$  і вільного  $t_0$  кінців. Для збільшення різниці температур між кінцями, а як наслідок величини термо-ЕРС, робочі кінці споряджають радіаторами з металу з високою теплопровідністю.

Дуже часто виникає необхідність виміру швидкості зміни температури. Для цього робочий спай термопари розташовують в одній із точок, а вільні кінці – в іншій точці. У цьому випадку термо-ЕРС, що розвивається на контактах схеми, буде визначатися температурами робочого спаю  $t_1$  і вільних кінців  $t_2$ :

$$E(t_1, t_2) = e(t_1) - e(t_2). \quad (3.2)$$

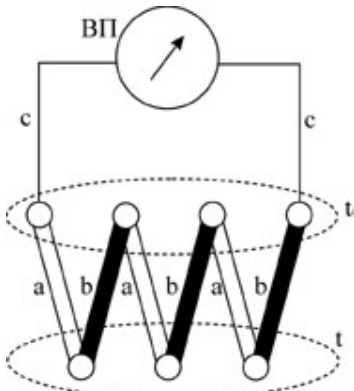


Рис. 3.5 – Термобатарея

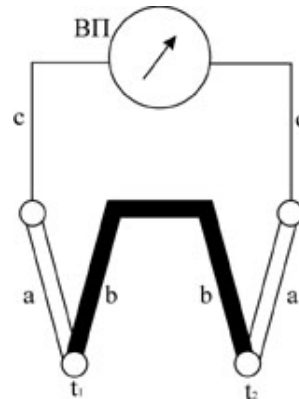


Рис. 3.6 – Диференціальна схема включення термопар

В разі розташування всієї термопари в середовищі з однаковою температурою робочий спай споряджають теплоприймачем, а вільні кінці залишаються без змін. За рахунок того, що робочий спай прогріється швидше ніж вільні кінці, вихідний сигнал також буде складати різницю термо-ЕРС між спаями.

Якщо в інтервалі температур  $t_1 \div t_2$  залежність термо-ЕРС від температури (3.2) може бути апроксимована лінійною залежністю, то рівняння прийме вид:

$$E(t_1, t_2) = k (t_1 - t_2).$$

Така лінійна апроксимація звичайно справедлива для будь-якої термопари за різниці температур, що не перевищує 20–25 °С.

При технічній реалізації диференційних пожежних сповіщувачів термопари включені за диференційною схемою поєднують в батарею для збільшення величини термо-ЕРС на виході сповіщувача. Наприклад, в сповіщувачах ДПС-038 (виробництва завод "Мікроприлад" м. Львів) вихідна термо-ЕРС складає 17 мВ, для підключення сповіщувача до приймально-контрольного приладу пожежного застосовується проміжний виконавчий орган ПІО-017, який за допомогою високо поляризованих реле перетворював термо-ЕРС в розмикання ланцюга

шлейфу.

### 3.3.3. Залежність лінійних розмірів чутливого елемента від температури.

В основу принципу дії цих сповіщувачів покладена властивість матеріалів розширюватися при збільшенні температури. При цьому коефіцієнт лінійного розширення залежить від природи матеріалу. Наприклад, якщо взяти два стрижні однакової довжини в нормальних умовах, то при зміні температури довжина стрижнів уже буде різнитися. Знаючи коефіцієнт лінійного розширення використовуваних матеріалів і різницю в довжині стрижнів можна обчислити вимірювану температуру.

Датчики температури, побудовані на такому принципі, називаються ділатометричними. Чим більше різниця в коефіцієнтах лінійного розширення й чим довжина стрижня більша, тим меншу зміну температури можна зафіксувати. Звичайно ділатометричну систему виконують у вигляді трубки з латуні й інварового стрижня (рис. 3.7).

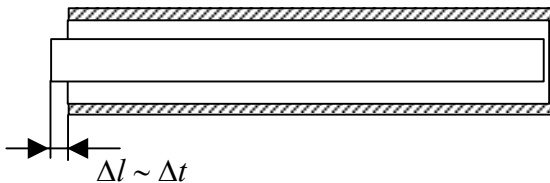


Рис. 3.7 – Ділатометричний датчик температури

Якщо дві пластини з різними коефіцієнтами лінійного розширення з'єднати між собою, то при збільшенні температури система буде деформуватися у бік пластини з меншим коефіцієнтом лінійного розширення.

Биметалеві пластини застосовуються в різного роду термореле, для замикання (розмикання) контактів і вимірниках температури.

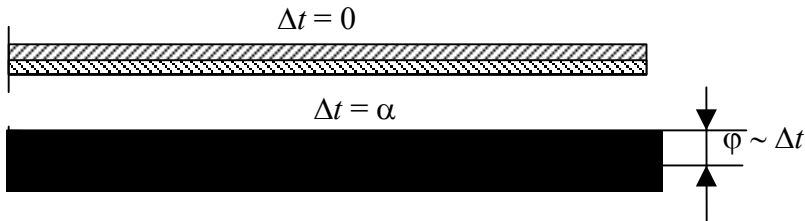


Рис.3.8 – Біметалеві пластини

### 3.3.4. Використання легкоплавких сплавів

В основу принципу дії таких сповіщувачів покладена властивість сплавів металів плавитися при температурах істотно більш низьких, чим температури плавлення чистих металів, що входять до складу сплаву. Пожежні сповіщувачі працюючі на даному принципі мають підпружинені контакти, запаяні легкоплавким сплавом Вуда. При досягненні небезпечної температури сплав розплавляється й контакти розмикаються.

*Сплав ВУДА – легкоплавкий ( $t_{пл}$  68 °С) сплав Bi (50%), Pb (25%), Sn (12,5%) і Cd (12,5%). Застосовується в деяких протипожежних пристроях і сигнальних апаратах, для виготовлення ливарних моделей, заливання металографічних шліфів і т.д. Запропонований в 1860 англійським інженером Б. Вудом.*

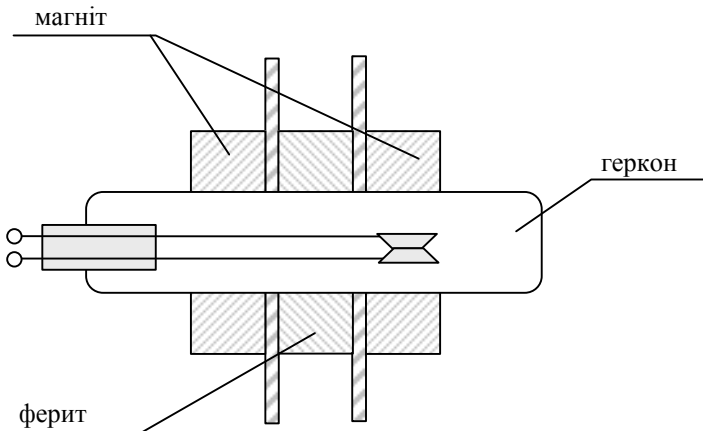
На сьогоднішній день розглянутий принцип в побудові пожежних сповіщувачів не використовується, тому що такі сповіщувачі є не відновлювальними, то б то одноразової дії.

### 3.3.5. Залежність магнітної проникності матеріалу від температури.

В основу принципу дії таких сповіщувачів покладена залежність магнітних властивостей феритів від температури. Температура при якій ферити втрачають свої магнітні властивості називається точкою Кюрі. Для різних феритів точка Кюрі має різне значення, що дозволяє

розробляти сповіщувачі з таким принципом для різних граничних рівнів.

До складу такого сповіщувача входить геркон — скляна трубка, наповнена інертним газом, з магнітокерованими контактами. На герконові закріплені два кільцевих магніти, між якими розташований ферит з низькою точкою Кюрі, разом вони утворюють магнітну систему. Під дією магнітного поля цієї системи контакти геркона замкнуті. Якщо температура навколишнього середовища досягає точки Кюрі застосованого фериту, його магнітна проникність різко зменшується, зменшуючи магнітне поле магнітної системи. Контакти геркона розмикаються, і формується сигнал тривоги.



**Рис. 3.9 – Схема теплового магнітного сповіщувача**

Для зменшення інерційності сповіщувача між магнітами й феритом встановлюються тепло радіатори.

### 3.3.6. Залежність об'ємного розширення від температури.

В основу принципу дії таких сповіщувачів покладене рівняння Менделєєва – Клапейрона для ідеальних газів.

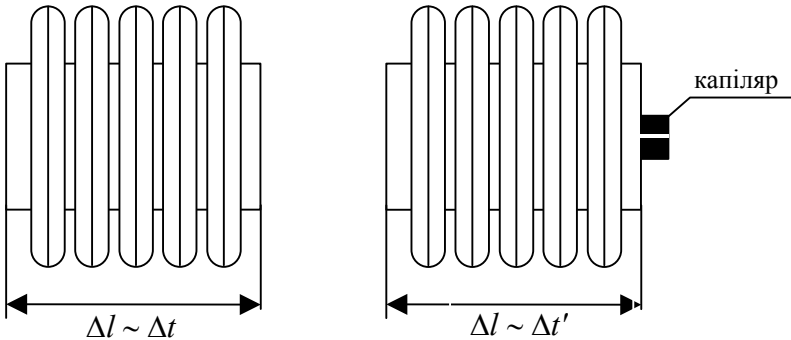
$$PV = RT$$

Тоді для замкнутого об'єму, тиск газу буде змінюватись пропорційно температурі.

$$P = \frac{R}{V}T$$

Конструктивно такий датчик температури являє собою герметичний сильфон. При зміні температури тиск повітря усередині сильфона змінюється й сильфон розширюється пропорційно зміні температури.

Диференційний сповіщувач, що працює на цьому принципі, містить у конструкції сильфона капілярний отвір. Завдяки отвору, при повільній зміні температури тиск усередині й зовні сильфона залишається однаковим. При швидкій зміні температури повітря не встигає вийти через капіляр і усередині сильфона з'являється надлишковий тиск пропорційне швидкості зміні температури.



**Рис. 3.10 – Максимальний і диференціальний манометричний датчик температури**

Розглянутий принцип реалізований в точкових сповіщувачах



закордонного виробництва. Сповіщувачі AHR-871 ("Horing Lih Industrial Co., Ltd", Тайвань) та HL 873-20 ("HL Electronics, Ltd") є тепловими диференційними сповіщувачами. Також даний принцип застосовується в сповіщувачах теплових лінійних швейцарської фірми Securiton SecuriSense® ADW 511, мова про які піде нижче.

### **3.4. Приклади технічної реалізації сучасних теплових пожежних сповіщувачів**

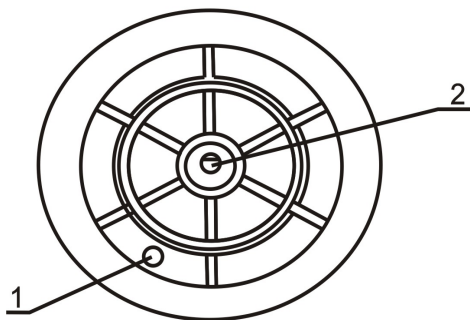
#### **3.4.1. Сповіщувач ИПК-7 (ИПК-9)**

Сповіщувач являє собою точковий, автоматичний пристрій, що здійснює електричну й оптичну сигналізацію про перевищення температури навколишнього повітря вище граничного значення (максимальний – ИПК-9), або про перевищення швидкості наростання температури в місці його розташування (максимально-диференційний – ИПК-7).

Конструктивно сповіщувач складається з датчика температури, розташованого в корпусі. Він являє собою термоперетворювач, вихідним сигналом якого є зміна напруги, в діапазоні температур від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+150^{\circ}\text{C}$  вихідна напруга змінюється за лінійним законом. Всередині корпусу розташована електронна плата основним елементом якої є мікропроцесор, який здійснює обробку аналогового сигналу від термоперетворювача. Зовнішній вигляд сповіщувачів всіх виконань зображений на рис. 3.11.

На корпусі сповіщувача розташовані чотири контакти, за допомогою яких сповіщувач з'єднується з розеткою, установлюваної на стелі або стіні охоронюваного приміщення.

Для сповіщувачів без реле (двохпровідних виконань) можливе підключення "ВУОС". Як навантаження виходу "ВУОС" можуть служити світлодіод типу АЛ307КМ або аналогічний, або входи керування твердотельного реле КП5Б, КП1Б або аналогічного. Приклади підключення "ВУОС" наведені в розділі 9.



**Рис. 3.11 – Зовнішній вигляд сповіщувачів ИПК-7, ИПК-9:**

1 – індикатор оптичного пристрою сигналізації червоного кольору; 2 – чутливий елемент (датчик температури чорного кольору).

### 3.4.2. Теплові лінійні пожежні сповіщувачі

Лінійні теплові сповіщувачі формують сигнал тривоги при підвищенні температури до певного рівня в будь-якій точці своєї довжини з визначенням місця цього перегріву.

Серед представлених на ринку України пожежних сповіщувачів можна виділити три види теплових лінійних сповіщувачі, що реалізують, різні принципи роботи.

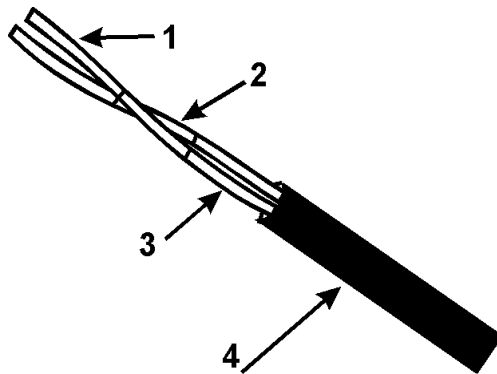
#### *Тепловий лінійний сповіщувач PHSC фірми Protectowire Inc.*

Сповіщувач PHSC має два сталевих, звитих із зусиллям провідника, ізольованих друг від друга чутливим до високої температури полімером (рис. 3.12).

При досягненні навколишньої температури граничного значення полімер розм'якшується, у результаті чого звиті в спіраль провідники торкаються один одного в точці підвищення температури.

Температурний поріг розм'якшення полімеру залежить від моделі кабелю. Замкнення провідників ініціює сигнал пожежної тривоги. Через кабель постійно проходить контрольний струм. За допомогою

визначника точки спрацьовування, що входить до складу приймально-контрольного приладу пожежної сигналізації, визначається відстань від ПКП до місця контакту провідників.



**Рис. 3.12 – Лінійний тепловий сповіщувач RHSC:**

1 – сталеві провідники; 2 – термочутливий полімер; 3 – захисна плівка; 4 – зовнішня оболонка.

У кабелі ізольовані друг від друга скручені провідники обертаються спеціальною стрічкою й покриваються зовнішньою оболонкою для захисту від впливу зовнішнього середовища, у якій лінійний детектор застосовується.

Особливістю термокабеля є те, що він може бути прокладений у безпосередній близькості від устаткування, що захищається, а також у всіх частинах об'єкта, включаючи ліфтові шахти, сміттєпроводи, сходові прольоти, тунелі й інші важкодоступні місця.

Сповіщувач розроблений і випускається в різних модифікаціях по рівнях температури видачі сигналу тривоги й умовам застосування. Це досягається вибором чутливого до температури полімеру, матеріалом і конструкцією зовнішньої оболонки, характеристики якої пристосовані до певних умов зовнішнього середовища. Класифікація вироблених компанією Protectowire Inc одногранничних лінійних теплових сповіщувачів наведена в табл 3.1.

Унікальним тепловим детектором є термокабель типу TPI, що може генерувати сигнал попереднього спрацьовування ("Увага") з по-

рогом 68 °С и сигнал пожежної тривоги з верхнім порогом 93 °С (максимальна навколишня температура 38 °С). Термокабель має три провідників, ізольованих полімерами з різним рівнем чутливості до нагрівання. Ці рівні підібрані так, що замкнення однієї пари провідників видає сигнал "Увага", а всіх трьох – тривогу.

**Таблиця 3.1.**

|  |  |                  |                  |                                      |
|--|--|------------------|------------------|--------------------------------------|
| Область застосування сповіщувача       | Для внутрішньої установки                    | PHSC – 155       | PHSC – 190       | PHSC – 280                           |
|  | Багатоцільовий, індустріального застосування | PHSC – 156 – EPC | PHSC – 190 – EPC | PHSC – 280 – EPC                     |
|  | Для тяжких умов, хімічно стійкий             | PHSC – 155 – EPR | PHSC – 155 – EPR | PHSC – 190 – EPR<br>PHSC – 190 – EPN |
| Температура видачі сигналу тривоги, °С |  | 68,3             | 87,8             | 137,6                                |
| Стаціонарна температура, °С            |  | до 37,8          | до 65,6          | до 93,3                              |

Технічні характеристики універсального лінійного теплового сповіщувача PHSC – 190 – EPC наведені в табл. 3.2.

Лінійні теплові детектори підключаються до входів безадресних ПКП або до адресних модулів адресних ПКП через інтерфейсний модуль. Цей модуль контролює параметри сенсорного кабелю фіксує пожежну тривогу або несправність і, за допомогою відповідних релейних виходів, взаємодіє із ПКП. Для визначення точного місця виникнення пожежі Protectowire робить спеціальні прилади, які визначають на якій відстані від ПКП є коротке замикання. Далі місце виникнення пожежі визначається виходячи із прив'язки маршруту прокладання лінійного сповіщувача до плану об'єкта, що захищається.

Узагальнюючи дані про сповіщувачі фірми Protectowire відзначимо наступні їхні характеристики й переваги:

- детектори визначають загоряння в будь-якій точці довжини при

- постійному рівні чутливості, що не залежить від навколишньої температури;
- місце виникнення пожежної тривоги визначається цифровим вимірником контрольної панелі й відображається як на табло панелі, так і на спеціальному графічному сигналізаторі;з
  - сталеві внутрішні провідники й спеціальна зовнішня оболонка лінійних детекторів забезпечують ним високу механічну міцність;
  - сповіщувачі легко встановлюються, тестуються й зрошуються, що забезпечує швидкий пошук несправності.

**Таблиця 3.2.**

**Основні технічні характеристики сповіщувача PHSC – 190 – EPC**

| Назва характеристики                               | Значення  |
|--|-----------|
| Максимальна довжина зони захисту, м                | 1067      |
| Довжина прольоту при кріпленні на тросі, м         | 75        |
| Номінальна робоча напруга, В                       | 30 ÷ 42   |
| Питомий опір кабелю, Ом/м                          | 0,66      |
| Діапазон робочих температур, °С                    | – 44 ÷ 67 |
| Температура видачі сигналу тривоги, °С             | 87,8      |
| Максимальна стаціонарна температура середовища, °С | 67,6      |
| Максимальна відстань між двома сповіщувачами, м    | 7,6       |
| Стійкість до випромінювань, радій/година           | 360000    |

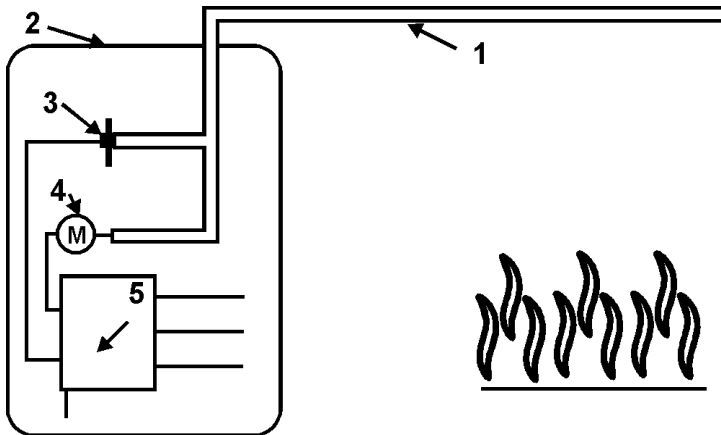
**Тепловий лінійний сповіщувач SecuriSense® ADW 511**

Принцип дії даного сповіщувача засновано на об'ємному розширенні газу в пневматичній замкненій системі, що нагрівається під час пожежі (цей принцип докладно розглянуто в п.3.3). Якщо величина швидкості зростання тиску або величина абсолютного тиску досягають певних значень, сповіщувач формує сигнал тривоги. Пневматична за-

мкнута система являє собою лінійний чутливий елемент у вигляді мідної трубки (внутрішній діаметр 4 мм, зовнішній – 5мм), яка встановлена в певному місті об'єкту, що контролюється. Довжина чутливого елемента може сягати 130 метрів. Один кінець трубки глухо закритий кінцевою муфтою. Інший кінець трубки приєднується до блоку оцінювання 2 (рис. 3.13), де внутрішня пневматична система поєднується з електронним датчиком тиску 3 та механічним пристроєм контролю 4. В системі підтримується нормальний атмосферний тиск. Датчик тиску постійно вимірює абсолютний тиск в чутливому елементі. Сигнали датчика 3 обробляються за допомогою мікроконтролера і результати використовуються для визначення швидкості зміни тиску в чутливому елементі 1. Якщо дана величина перевищить задане внутрішньою програмою значення, сповіщувач формує сигнал "диференційна тривога". Зовнішні фактори перешкод (сезонні флуктуація температури) фільтруються за часовими ознаками і не викликають сигналу тривоги. Оцінка максимальної температури виконується сповіщувачем за фактом досягнення певного значення тиску, при досягненні якого формується сигнал "максимальна тривога" за допомогою внутрішнього датчика температури блоку оцінювання постійно здійснюється вимір фактичної температури оточуючого повітря, на підставі якої розраховується опорне значення для оцінки максимальної температури спрацьовування.

Пристрій контролю 4 автоматично вмикається через кожні 8 годин з метою створення точно заданого надлишкового тиску в чутливому елементі 1. При відхиленні тиску, що створюється від опорної величини, сповіщувач формує сигнал несправності ("витік" або "стиснення").

Поточний стан сповіщувача відображується за допомогою трьох світловипромінюючих діодів ("Максимальна тривога", "Диференційна тривога" та "Несправність").



**Рис. 3.13 – Схема теплового лінійного сповіщувача SecuriSense® ADW 511:**

1 – мідна сенсорна трубка SENTUBE; 2 – блок оцінювання ADW 511; 3 – датчик тиску; 4 – тестовий пневматичний насос; 5 – блок обробки

Основні технічні характеристики сповіщувача *ADW 511* наведені в табл. 3.3.

**Таблиця 3.3.**

**Технічні характеристики сповіщувача ADW 511**

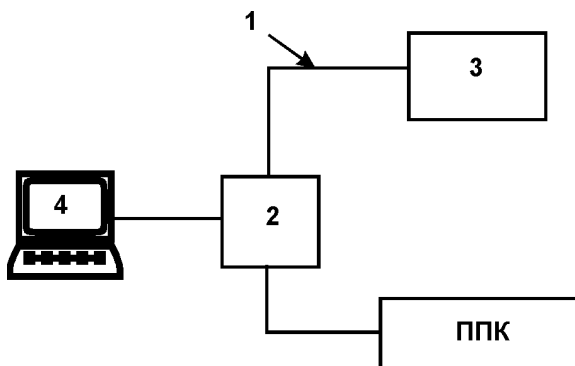
| Назва характеристики                           | Значення   |
|--|------------|
| Робоча напруга, В                              | 10 ÷ 30    |
| Максимальний споживаний струм, мА:             |            |
| в режимі "норма"                               | 65         |
| в режимі "тривога"                             | 78         |
| в режимі "несправність"                        | 58         |
| в режимі "тест"                                | 90         |
| Температура навколишнього середовища, °С:      |            |
| для блока оцінювання                           | - 20 ÷ 50  |
| для чутливого елемента                         | - 40 ÷ 160 |
| Відносна вологість навколишнього середовища, % | 95         |
| Маса, гр                                       | 1700       |

## Тепловий сенсорний кабель SecuriSense® TSC 511

Робота сповіщувача *SecuriSense® TSC 511* засновано на використанні залежності електричних параметрів напівпровідникового чутливого елемента від температури оточуючого середовища (див. п. 3.3.1).

Лінійний тепловий пожежний сповіщувач *TSC 511* являє собою пристрій, в якому функцію чутливого елемента виконує спеціальний сенсорний кабель, максимальна довжина якого може сягати 2 км. Технічні характеристики теплових сенсорів наведені в табл. 3.4.

До складу базової комплектації сповіщувача входять (рис. 3.14): блок оцінювання СТР; тепловий сенсорний кабель; кінцевий модуль СТМ.



**Рис. 3.14 – Схема базової конфігурації сповіщувача *SecuriSense® TSC 511*:**

1 – тепловий сенсорний кабель; 2 – блок оцінювання СТР; 3 – кінцевий модуль СТМ; 4 – ПЕОМ з програмним забезпеченням SecuriWin TSC

В сенсорному кабелі звичайного виконання через проміжки довжиною 7,2 метра встановлені мікроелектронні термочутливі датчики, які перетворюють зміну температури в електричний сигнал. Крім того кожен датчик за допомогою вбудованої мікросхеми формує унікальний адресний код, що передається до блоку оцінювання 2. До одного



блоку СТР можна підключити до трьох сенсорних кабелів. Інформація про стан сповіщувача відображується на персональному комп'ютері, на якому встановлено спеціальне програмне забезпечення SecurWin TSC. За допомогою ПЗ можна організувати управління в 32 програмних групах термочутливих датчиків. Блок оцінювання за допомогою релейного виходу може бути підключений до будь-якого ПКП.

**Таблиця 3.4.**

**Технічні характеристики сенсорного кабелю**

| <b>Назва характеристики</b>              | <b>Значення</b> |
|--|-----------------|
| Максимальна довжина, м                   | 2000            |
| Дискретність встановлення датчиків, м:   |                 |
| звичайного виконання                     | 7,2             |
| промислового виконання                   | 4,0             |
| Чутливість датчика, °С                   | 0.1             |
| Точність сенсора, °С                     | ± 2             |
| Температура навколишнього середовища, °С | - 40 ÷ 85       |
| Максимально допустима температура, °С    | +120            |

**Таблиця 3.5.**

**Технічні характеристики блоку оцінювання СТР**

| <b>Назва характеристики</b>              | <b>Значення</b> |
|--|-----------------|
| Робоча напруга, В                        | 10 ÷ 30         |
| Максимальна споживана потужність, Вт     | 10              |
| Температура навколишнього середовища, °С | - 20 ÷ 70       |

Серед переваг даного сповіщувача слід відзначити:

- наявність двох видів порогу спрацьовування – максимального та диференціального;
- висока точність місця виникнення загоряння;
- цифрова обробка тривожних сигналів та захист від хибних спрацьовувань;
- простота монтажу та легкість в застосуванні;
- налаштування сповіщувача здійснюється за допомогою ПЕОМ.

Зазначені характеристики розглянутих лінійних теплових сповіщувачів обумовили й області їхнього застосування, до яких відносяться: кабельні жолоби, конвеєри, полки складів, шахти, трубопроводи, мости, опори, сховища, резервуари, морські ємності, літакові ангари, комп'ютерні кімнати.

## **4. ДИМОВІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ**

### **4.1. Принципи побудови оптико-електронних сповіщувачів і оцінка міри задимлення**

Дуже часто на початковій стадії розвитку пожежі має місце процес повільного горіння з виділенням великої кількості диму. При розвитку пожежі у закритих приміщеннях з нестачею кисню процес піролізу деяких речовин може тривати декілька годин, заповнюючи приміщення димом задовго до помітного підвищення температури та виникнення полум'я.

Дим – це сукупність твердих часток, зважених в повітрі або іншому газоподібному середовищу. На початковій стадії пожежі частки малі (до  $0,1 \div 1,0$  мкм). Рухаючись, вони стикаються одна з одною та злипаються. При цьому середній розмір їх збільшується. Видимий дим – це частки розміром від  $0,4$  мкм і більше. Подальше зростання кількості часток при слабких теплових потоках від невеликих осередків пожежі звичайно припиняється.

Димові пожежні сповіщувачі, що застосовуються для виявлення сукупності твердих часток, використовують два методи: оптико-електронний і радіоізотопний.

Перевагою радіоізотопних димових пожежних сповіщувачів є здатність реагувати на частки диму розмірами від  $0,1$  до  $1,0$  мкм – проти  $0,5 \div 10$  мкм для оптико-електронних димових пожежних сповіщувачів. Це значно збільшує межі можливого використання радіоізотопних сповіщувачів – від виявлення тліючих пожеж піролізу до пожеж з відкритим полум'ям.

На цей час оптико-електронний метод є основою роботи переважної більшості існуючих модифікацій димових пожежних сповіщувачів (ДПС). Метод полягає в аналізі стану середовища в місці встановлення ДПС шляхом зондування локального об'єму робочої камери ДПС за допомогою оптичного променя. В алгоритм роботи ДПС закладається один з двох критеріїв "прийняття рішення" про пожежу в приміщенні, що захищається:

- світловий потік, що пройшов через контрольну ділянку менше

допустимої величини;

– світловий потік на контрольній ділянці перевищує допустиму величину.

При побудові сповіщувачів, що реалізують перший критерій, вимірюванню підлягає світловий потік, що пройшов через ділянку, яка контролюється, а при реалізації другого алгоритму – величина розсіяного потоку.

Якщо джерело і приймач зондувального променя розташовані на малій відстані один від одного, то ДПС контролює стан середовища в точці і відноситься до точкових.

Якщо джерело і приймач світла рознесені на значну відстань, то контролюється стан зони вздовж деякої лінії і ДПС, які реалізують такий принцип відносяться до лінійних.

У першому випадку ослаблення світлового потоку можна визначити як:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot e^{-kcl}, \quad (4.1)$$

де  $\Phi_0$  – світловий потік, що виходить з джерела;

$\Phi$  – світловий потік, що вимірюється;

$c$  – концентрація диму;

$\ell$  – товщина шару диму;

$k$  – коефіцієнт пропорційності (поглинання), що залежить від довжини хвилі випромінювання та діаметра часток диму.

Згідно з виразом (4.1), ослаблення потоку світла димом залежить від властивостей часток диму і від довжини хвилі джерела світла, що застосовується.

У другому випадку співвідношення між першим і другим потоками світла дорівнює:

$$\Phi = \Phi_0 \cdot k \cdot \frac{N \cdot V}{\lambda^4} \cdot (1 - \cos\theta), \quad (4.2)$$

де  $\Phi_0$  – первинний потік світла;

$\Phi$  – відбитий потік світла;  
 $N$  – число часток диму в об'ємі, що контролюється;  
 $V$  – об'єм часток диму;  
 $k$  – коефіцієнт пропорційності;  
 $\theta$  – кут, що визначає напрям розсіяного світла;  
 $\lambda$  – довжина хвилі падаючого світла.

Розсіяння, відбиття і поглинання світла аерозолями (до яких відноситься і дим) залежить від розміру, форми і природи часток аерозоллю, а також від довжини хвилі падаючого світла. Якщо світловий промінь, який проходить через аерозоль спостерігати під деяким кутом на темному фоні, то наявність часток легко виявити по розсіяному світлу. При цьому відомо, що світловий потік, розсіяний дрібними частками має переважно блакитне забарвлення, а той, що пройшов через це середовище – переважно червоне. З розсіянням світла малими частками пов'язаний і інший ефект – поляризація світла.

Розсіяння світла відбувається при взаємодії електромагнітних хвиль з електронами розсіюючої речовини. Падаючі хвилі викликають періодичні коливання в системі електронів, що випускають повторні хвилі, які і складають розсіяне випромінювання. До нього також входять дифрагована, заломлена і відображена складові, що мають велике значення при розсіянні світла макроскопічними частками.

Існує два погляди на явища що, відбуваються при зондуванні простору оптичним променем: представлення електронів в розсіюючій речовині як елемента, що є джерелом світлового потоку, і застосування теорії електромагнітного поля. Перший шлях описується теорією Релея і справедливий для частини інфрачервоної ділянки спектра (коли  $\alpha \ll 1$ ). Другий шлях є більш загальним і описується теорією Мі, яка була розроблена у 1908 році.

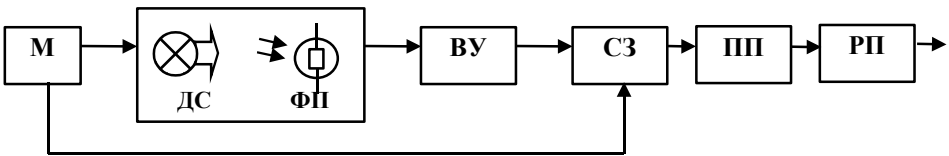
З теорії Мі витікає, що кутовий розподіл інтенсивності розсіяного світла (індикатриса розсіювання) описується надзвичайно складною функцією, і зі збільшенням розміру часток ця складність зростає. Розподіл залежить також від довжини хвилі, але при  $r/\lambda = \text{const}$  ( $r$  – радіус частки) індикатриса розсіяння також постійна.

З метою забезпечення захисту сповіщувачів від перешкод, які викликають помилкові спрацьовування, для просвічування середовища

частіш за все використовують інфрачервоні модульовані коливання.

Цей же принцип використовують і лінійні димові ПС. В них джерело і приймач світла знаходяться в різних блоках, встановлених один навпроти одного на відстані до 100-200 м (типу ИДПЛ-1, СПИН, ФЭУП), або в одному корпусі, але промінь, що виходить з джерела світла, відбивається від перешкоди, яка розташована на відстані до 30 метрів, і повертається до фотоприймача (КВАНТ-1, ДОП-2).

Робота оптико-електронного сповіщувача, заснована на виявленні зміни інтенсивності відбитого (розсіяного) світлового потоку частками диму. Такий сповіщувач має структурну схему, що наведено на рис. 4.1.



**Рис. 4.1 – Узагальнена структурна схема оптично-електронного сповіщувача:**

М – модулятор; ДС – джерело світлового променя; ФП – фотоприймач; ВУ – вибірковий підсилювач; СЗ – схема збігу; ПП – підсилювач потужності; РП – релейний пристрій

При аналізі параметрів димових ПС для їх оцінки використовуються така характеристика диму, як щільність, оскільки вона характеризує концентрацію диму.

Результати вимірювання щільності диму виражають в одиницях ослаблення світла або оптичної щільності.

**Ослаблення світла** являє собою ступінь ослаблення світлового променя при його проходженні через задимлене середовище. Якщо інтенсивність паралельно падаючих променів світла позначити  $I_0$ , а інтенсивність променів після проходження через шар диму товщиною  $x$ , виміряну за допомогою оптичних приладів –  $I_x$ , то ослаблення світла  $S_x$ , виражене в процентах, буде:

$$S_x = 100 \cdot \left( 1 - \frac{I_x}{I_0} \right), [\%] \quad (5.3)$$



**Рис. 4.2 – Устрій точкового димового оптично-електронного пожежного сповіщувача:**

1 – кришка корпусу; 2 – кришка димової камери з захисною сіткою; 3 – оптичний лабіринт димової камери з оптичною системою; 4 – плата з електронною схемою; 5 – цоколь з розеткою

**Оптична щільність.** Ослаблення світла при проходженні через дим підкоряється логарифмічному закону (5.1). Якщо при проходженні через перший шар диму товщиною 1 м інтенсивність паралельних променів знижується на 50 %, то при проходженні через другий шар такої ж товщини зниження інтенсивності буде становити 50 % від зниження інтенсивності в першому шарі, тобто 25 %, а при проходженні через третій шар – 50 % від інтенсивності у другому шарі. Ця залежність відома з робіт Ламберта по оптиці як "закон поглинання". Він може бути виражений математично і застосований для визначення оптичної щільності диму як десятковий логарифм відношення інтен-

сивності променів світла в повітрі  $I_0$  до їх інтенсивності після проходження шару диму товщиною  $x - I_x$ :

$$M_x = \ell g \left( \frac{I_0}{I_x} \right), [\text{Бел}] \quad (4.4)$$

Один Бел відповідає 10 кратному зменшенню інтенсивності світлового променя. Бел велика величина й на практиці застосовують значення в 10 разів менше, що називається децибелом (дБ).

На практиці застосовують питому оптичну щільність, що приходить на одиницю шляху, пройденого променем:

$$m_x = \frac{10}{x} \cdot \ell g \left( \frac{I_0}{I_x} \right), [\text{дБ/м}] \quad (4.5)$$

Оптична щільність та послаблення світла пов'язані між собою співвідношенням:

$$M_x = 2 - \ell g(100 - S_x). \quad (4.6)$$

Оптично-електронні сповіщувачі відрізняються підвищеною вологостійкістю, вібраційною стійкістю, стійкістю до значних електромагнітних перешкод, що знижує імовірність помилкових спрацьовувань, мають високу чутливість і малу інерційність, тому їх використовують на об'єктах з великою вартістю обладнання і матеріалів. Разом з тим вони чутливі до швидкості потоків повітря у місцях їх встановлення, що регламентується в вимогах до технічних характеристик сповіщувачів.



## **4.2. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю розсіяного світла**

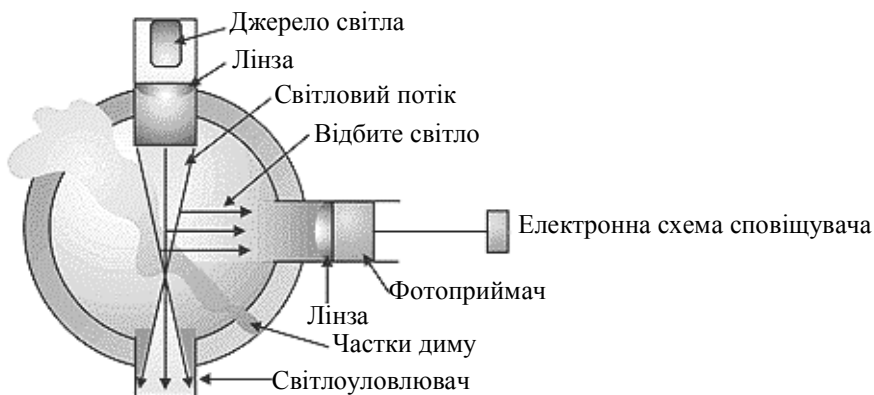
Оптико-електронний сповіщувач містить темну вимірювальну камеру (рис. 4.3), яка сполучається із зовнішнім середовищем (рис. 4.4). У ній встановлене інфрачервоне джерело світла (інфрачервоний світлодіод) і відокремлений від нього екраном або простором фотодіод.

Світло від інфрачервоного світлодіода прямує у вимірювальну камеру. В черговому стані промінь світла практично повністю поглинається стінками камери і майже не вловлюється приймальною оптикою. До схеми обробки подається лише невеликий фоновий сигнал.

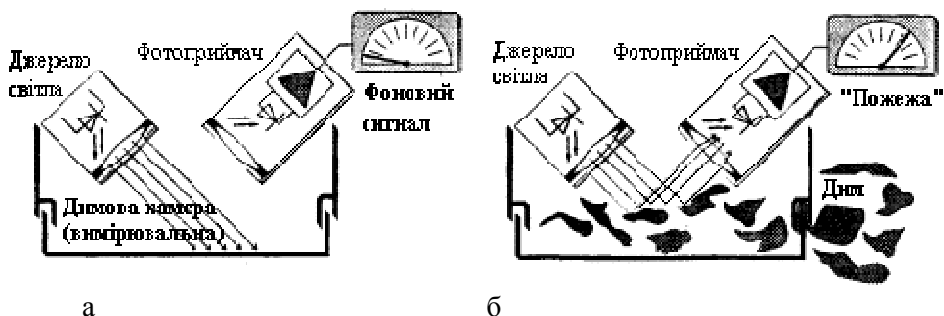
При попаданні часток диму у вимірювальну камеру ними розсіюється промінь світла (ефект Тіндола), яке вловлюється приймальною оптикою.

Сигнал, що поступає від фотоелемента, підсилюється і аналізується. Якщо концентрація диму перевищує порогову величину, то сповіщувач формує сигнал "Пожежа".

Застосування: оптико-електронний димовий сповіщувач, який діє за принципом контролю розсіяного світла, застосовується в системах раннього виявлення пожеж. Він реагує на наявність пожежі ще на ранній стадії її виникнення (тліючі пожежі). Не виявляє горіння газу або спирту.



**Рис. 4.3 – Приклад димової камери точкового оптично-електронного димового пожежного сповіщувача**



**Рис. 4.4 – Схема, що пояснює роботу димової камери оптично-електронного димового пожежного сповіщувача:**  
а – черговий режим; б – режим тривоги

Помилкові ознаки: причиною помилкового спрацювання даного оптичного сповіщувача можуть послужити частки пилу або водяної пари.

Різні модифікації сповіщувача дозволяють формувати вихідний сигнал безконтактним або контактним способом, що значно розширює перелік прийнятно-контрольних приладів, з якими вони спроможні

працювати.

Усереднені характеристики сучасних точкових димових оптично-електронних сповіщувачів наступні:

- чутливість до диму – 0,05-0,2 дБ/м;
- інерційність спрацьовування – до 5 сек;
- діапазон живильних напруг – від 10,5 до 27 В.

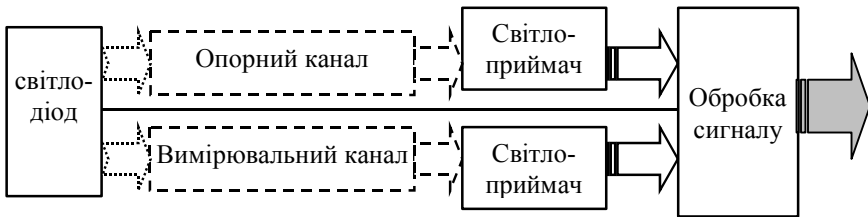
### **4.3. Оптичні димові пожежні сповіщувачі, які діють за принципом контролю світла, що проходить**

Принцип функціонування: промінь світла від світлодіода розділяється на два промені, один з яких прямує в герметично закритий опорний канал, а другий – у вимірювальний канал, в якому здійснюється постійний контроль повітря, що надходить ззовні, на наявність часток диму. Обидва промені світла вимірюються за допомогою світлоприймачів, посилюються і зазнають цифрової обробки. Значення, отримані від опорного вимірювального каналу, служать для компенсації впливу коливань температури, процесів старіння, забруднення і самоконтролю функціонування сповіщувача. При цьому визначаються наступні параметри:

- середнє значення сигналу, що вимірюється;
- швидкість наростання сигналу;
- швидкість зміни сигналу;
- корекція дрейфу.

Отримані параметри оцінюються за допомогою обчислювальної системи з використанням принципів розмитої логіки.

Промінь світла від інфрачервоного світлодіода прямує в обидва канали. У звичайному стані обидва промені світла повністю попадають на приймальну оптику:



**Рис. 4.5 – Принципова схема оптико-електронного лінійного сповіщувача**

Частки диму при попаданні у вимірювальний канал перешкоджають проходженню променя світла, в той час як в опорному каналі сила світла залишається незмінною. Схеми світлоприймачів вимірюють кількість світла, що на них потрапляє. Система обробки оцінює отриману різницю, і якщо концентрація диму перевищує порогову величину, то сповіщувач формує сигнал пожежі.

Сповіщувач з принципом контролю світла, що проходить, однаково швидко реагує на всі типи часток диму (дрібні, великі, світлі або темні). Завдяки цьому має високу стійкість до різного роду перешкод, що разом з використанням принципів розмитої логіки дозволяє звести до мінімуму кількість помилкових спрацьовувань.

Помилкові ознаки: причиною помилкового спрацьовування оптичного сповіщувача можуть послужити частки пилу або водяної пари.

#### **4.4. Приклади технічної реалізації сучасних димових оптико-електронних сповіщувачів**

##### **4.4.1. Пожежні сповіщувачі серії "Прем'єр" (ЗАТ "СКБ "Електронмаш")**

Серія інтелектуальних мікропроцесорних сповіщувачів "Прем'єр" складається з димових оптичних (ИПК-2, ИПК-4, ИПК-6) і комбінованих (ИПК-1, ИПК-3, ИПК-5) – димових і теплових максимального-диференціальних сповіщувачів.

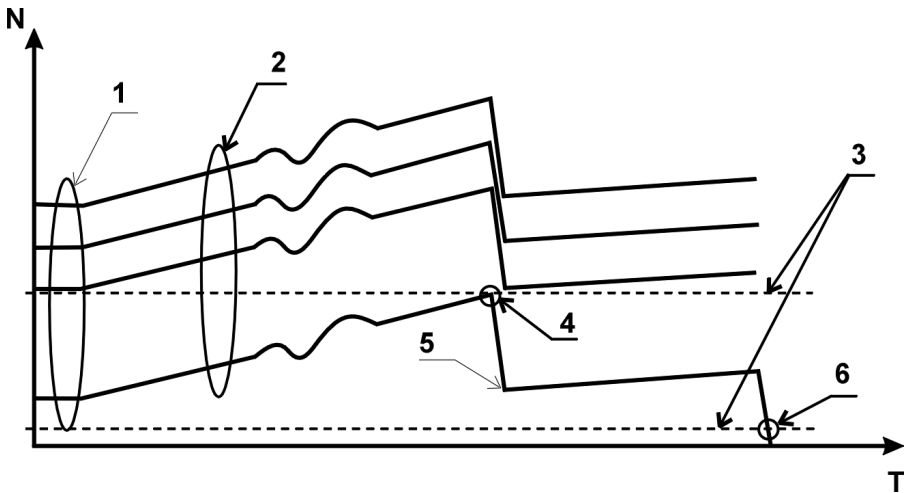
Функціонування димових сповіщувачів засновано на принципі

контролю розсіяного світла. Особливістю функціонування сповіщувачів цієї серії є те, що вперше в вітчизняних сповіщувачах реалізовано алгоритм компенсації запиленості чутливого елемента. Протягом експлуатації сповіщувача сигнал від чутливого елемента змінюється. У першу чергу це викликано поступовим запиленням вимірювальної камери або впливом короткочасних або тривалих перешкод. Запилення чутливого елемента можна й не помітити, а запилення стінок камери призведе до збільшення рівня відбитого сигналу й, відповідно, збільшенню фоновому сигналу. При незмінному порозі рівня тривоги це, зрештою, призведе до помилкового спрацьовування сповіщувача.

При компенсації запиленості (зростанні абсолютного значення фоновому сигналу) поступово (кожну годину), ступінчастим методом збільшується й абсолютне значення порога спрацьовування (рис.4.6). При досягненні граничної запиленості сповіщувач сигналізує про необхідність технічного обслуговування, а після очищення протягом години запам'ятовує новий низький рівень фоновому сигналу. При зниженні фоновому сигналу нижче припустимої норми формується сигнал про несправність. Ця несправність може виникнути в результаті відмови одного з компонентів оптичного тракту – випромінювач, приймач, підсилювач.

За допомогою спеціальних алгоритмів цифрової фільтрації виключаються сигнали випадкових і постійно діючих імпульсних і синусоїдальних перешкод; подальшій обробці підлягають тільки інформативні сигнали.

Робота теплових каналів комбінованих сповіщувачів заснована на щосекундному вимірі температури навколишнього повітря. Обмірювані значення накопичуються протягом певного відрізка часу й обробляються з метою визначення швидкості зміни температури або досягнення певного граничного значення. Безпосередні виміри дозволяють фіксувати характерну при загорянні зміну температури у всьому робочому діапазоні починаючи з мінус 20°C. При повільному зростанні (до 1°C/хв) сповіщувач спрацює при досягненні температурою верхнього заданого граничного значення.



**Рис. 4.6 – Зміна рівня сигналу в камері сповіщувача "Прем'єр":**

N – відносне значення фонового сигналу й порогів тривоги; t – час експлуатації сповіщувача; 1 – інтегроване значення фонового сигналу й трьох порогів тривоги у вихідному стані; 2 – зміни сигналів у процесі тривалої роботи при поступовому запиленні й можливому впливі зовнішніх факторів (наприклад, перешкоди, температура); 3 – верхні й нижні припустимі значення фонового сигналу; 4 – формування сигналу "Несправність" при досягненні верхнього припустимого значення фонового сигналу (максимально припустима запиленість); 5 – значення фонового сигналу після чищення вимірювальної камери; 6 – формування сигналу "Несправність" при досягненні нижнього припустимого значення фонового сигналу (наприклад, при несправності оптичного каналу)

Крім того серед переваг сповіщувачів "Прем'єр" слід відзначити:

- візуальний контроль справності димового каналу;
- візуальний контроль працездатності в черговому режимі;
- індикація необхідності проведення регламентних робіт;
- наявність пульта дистанційного керування дає можливість дистанційно, не знімаючи сповіщувач, з відстані до 10 м без ретельного "прицілювання" змінювати характеристики сповіщувача;
- сповіщувач має можливість установки одного з трьох рівнів чутливості димового каналу (високий, середній і низький) шляхом дистанційного перезапису рівня чутливості в енергонезалежній пам'яті;

– самотестування полягає в дистанційному запуску вбудованих тестів для перевірки працездатності всіх вузлів сповіщувача;  
– світлова індикація сигналу ТРИВОГА.

Основні технічні характеристики сповіщувачів серії "Прем'єр" представлені в табл. 4.1.

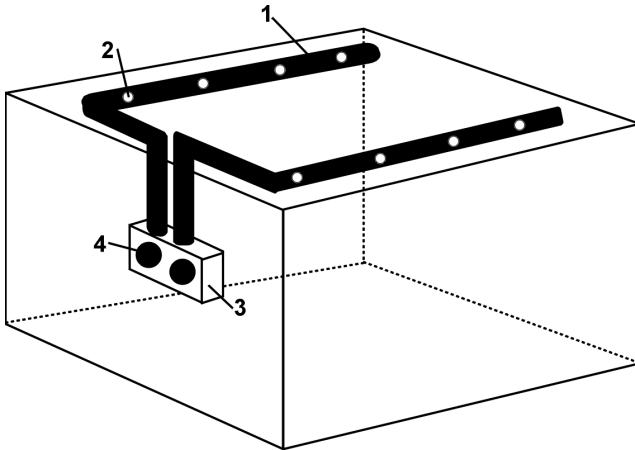
**Таблиця 4.1.**

**Основні технічні характеристики сповіщувачів**

| Назва характеристики                         | Значення         |
|--|------------------|
| Напруга живлення, В                          | від 10 до 30     |
| Струм споживання в черговому режимі, мА      | 0,12             |
| Струм споживання в режимі «Тривога», мА      | до 20            |
| Поріг чутливості димового каналу, дБ/м       | 0,09; 0,12; 0,17 |
| Діапазон робочих температур, °С              | – 10 ÷ 50        |
| Максимально припустима відносна вологість, % | 95               |
| Габаритні розміри сповіщувача, мм            | 102x49           |
| Маса сповіщувача з розеткою, кг              | 0,18             |

#### 4.4.2. Аспіраційні димові пожежні сповіщувачі

Аспіраційний димовий пожежний сповіщувач складається із системи труб з отворами діаметром 2-3 мм, через які повітря з контрольованої зони надходить у центральний блок, де встановлені димові пожежні сповіщувачі й турбіна для забезпечення потоку повітря (рис. 4.7). Формування направлених повітряних потоків в просторі, що захищається, значно знижує вплив кондиціонерів, розшарування повітря, зменшення питомої оптичної щільності в приміщеннях з високими стелями в порівнянні із точковими димовими сповіщувачами. Довжина труб обмежується часом транспортування й може досягати 75 м, що дозволяє захищати приміщення з більшими площами.



**Рис. 4.7 – Схема аспіраційного пожежного сповіщувача:**

- 1 – трубопровід; 2 – отвори для забору повітря; 3 – аспіраційний модуль;  
4 – димовий пожежний сповіщувач

У цей час на ринку України сертифіковані аспіраційні сповіщувачі серії LASD, у яких використовується лазерний димовий сповіщувач System Sensor 7251. Яскравість випромінювання джерела світла в димовій камері підвищується приблизно на два порядки в порівнянні зі світлодіодом, а фокусування променя забезпечує практично повну відсутність відбиттів від стінок димової камери й, відповідно, нульовий рівень фонових сигналів. Ультрависока чутливість дозволяє сформувати попередні сигнали, по яких обслуговуючий персонал може виключити можливість розвитку критичної ситуації. Рівні попередніх сигналів і сигналу "ПОЖЕЖА", швидкість обертання турбіни, границі припустимої зміни повітряного потоку й інших параметрів програмуються фахівцем, що встановлює систему, за допомогою кнопок, розташованих на бічній частині блоку. При досягненні запрограмованих порогів переключаються контакти реле "ПОПЕРЕДЖЕННЯ", "ПОЖЕЖА". Релейні виходи сповіщувачів серії LASD дозволяють підключити їх до будь-якого традиційного ПКП. Додаткове реле "НЕСПРАВНІСТЬ" забезпечує трансляцію на ПКП сигналів автоматичного контролю працездатності системи.



В аспіраційних пристроях серії ASD використовуються світлодіодні димові сповіщувачі неадресні ПРОФИ-ПРО в ASD-ПРО й адресні ЛЕОНАРДО-ПРО в ASD-ЛЕО. Аспіраційні системи ASD-ЛЕО й ASD-ПРО не формують попередні сигнали, їхня чутливість еквівалентна 6-7 дискрету лазерного LASD. Але зі стандартною чутливістю вони можуть контролювати значну площу й використовуватися в таких умовах експлуатації, де неможливо реалізувати більше високу чутливість через помилкові спрацьовування або не потрібні сигнали попередження.

Аспіраційні системи серій LASD і ASD випускаються у двох варіантах: одноканальні — з однією повітрязаборною трубою й двоканальні — із двома трубами. В одноканальному аспіраційному пристрої може бути встановлений другий додатковий сповіщувач для підтвердження сигналу "ПОЖЕЖА", що є обов'язковою вимогою для керування системами пожежної автоматики. Так, наприклад, LASD-1 — це одноканальний аспіраційний сповіщувач, у центральному блоці якого встановлений один або два лазерних сповіщувачі 7251; ASD-2 — двоканальний сповіщувач із двома традиційними сповіщувачами, кожний з яких розташований в окремому відсіку, що збільшує площу приміщення, що захищається, приблизно до 1000 м<sup>2</sup>.

До найбільш вірогідних сфер застосування аспіраційних систем можна віднести приміщення архівів, музеїв, серверних, комутаторних приміщень електронних вузлів зв'язку, центрів керування, "чистих" виробничих зон, лікарняних приміщень із високотехнологічним діагностичним устаткуванням, телевізійних центрів і радіомовних станцій, комп'ютерних залів і інших приміщень із дорогим устаткуванням.

Інший великий клас об'єктів, де гранично важливо забезпечити, принаймні, на порядок більше високу в порівнянні із традиційними системами чутливість — це великі об'єкти з масовим перебуванням людей: торговельні й розважальні центри, виставкові павільйони, театри, кінотеатри, стадіони.

## 5. ДИМОВІ РАДІОІЗОТОПНІ ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ

### 5.1. Принципи побудови і робота радіоізотопних димових ПС

Робота димових радіоізотопних пожежних сповіщувачів (ДРПС), таких як, наприклад, КИ-1, РИД-1, ИП-211 "РИД-6М", ДІО-31 "POLON", SM 141/84 "Dicon 300", SS-750 та інш., заснована на зміні електричних параметрів радіоізотопної камери, за допомогою якої і виявляється дим.

Двокамерні радіоізотопні сповіщувачі, які складаються з відкритої і закритої камер та електронної схеми, яка контролює вихідні параметри камер (рис. 5.1).

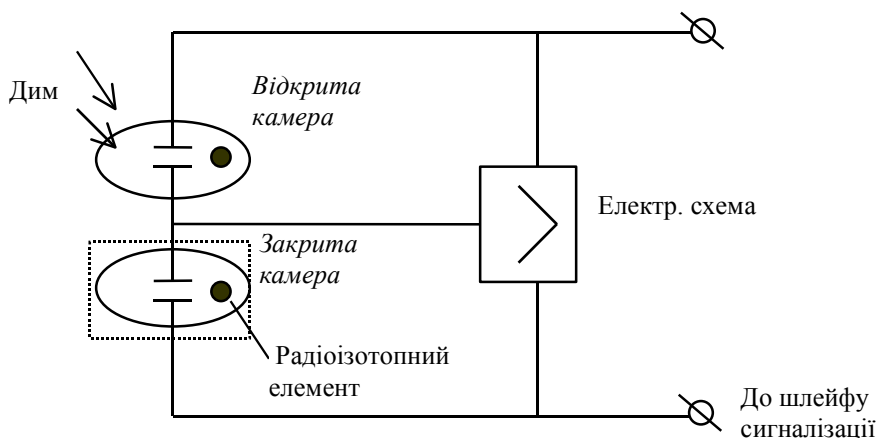


Рис. 5.1 – Принципова схема двокамерного димового радіоізотопного сповіщувача

Відкрита радіоізотопна камера є чутливим елементом сповіщувача і визначає його основні характеристики.

У якості джерела випромінювання в ДРПС використовуються радіоактивні елементи типу Плутоній-239 (Pu-239), Америцій-241 (Am-241) та Радон-226 (Ra-226), які є джерелом альфа-часток. Перевагою джерел  $\alpha$ -випромінювання є мала довжина вільного пробігу  $\alpha$ -

частки у повітрі (не перевищує двох десятків сантиметрів), а звичайний папір є для них суттєвою перешкодою.

У основі роботи радіоізотопних сповіщувачів лежить явище іонізації. Альфа-частки, які випромінюються, розщеплюють молекули газу (повітря), що знаходяться в камері, на електрони і позитивно заряджені іони.

У найпростішому вигляді чутливий елемент ДРПС складається з трьох основних елементів (рис. 5.2).

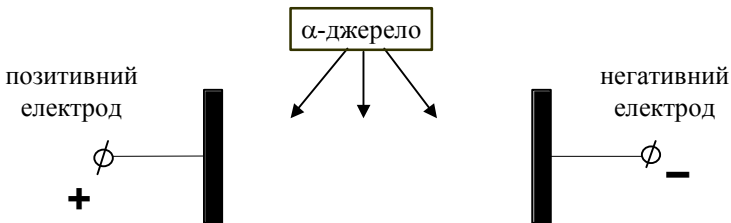
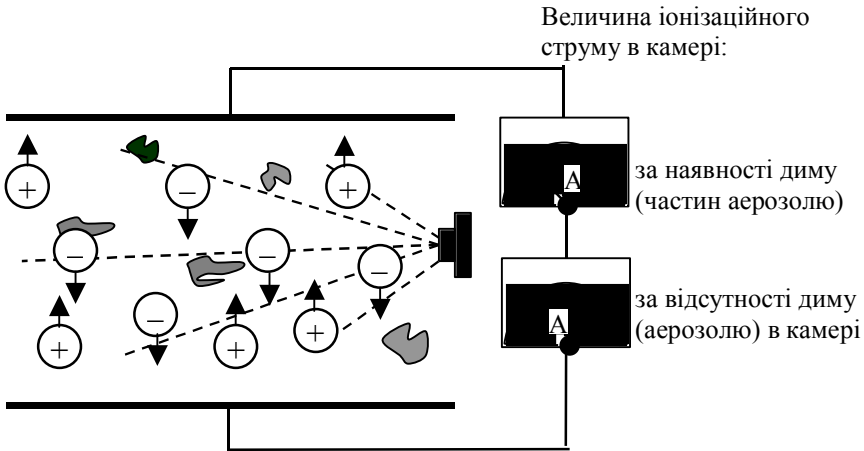


Рис. 5.2 – Схема іонізаційної камери ДРПС

Частки диму, попадаючи у вимірювальну камеру, зменшують ступінь іонізації газу в камері за рахунок поглинання  $\alpha$ -випромінювання та збільшення рівня рекомбінації іонів та електронів у нейтральну систему. Частки диму мають велику масу, рух іонів сповільнюється, що зменшує струм, який протікає. Саме ця величина і вимірюється. При падінні струму нижче встановленого порогового значення видається сигнал тривоги.



**Рис. 5.3 – Схема, що пояснює роботу іонізаційної камери ДРПС при потраплянні диму**

До електродів, які створюють радіоізотопну камеру, прикладається напруга  $U$ . Наявність заряджених часток між електродами іонізаційної камери обумовлює деяку провідність цієї камери, і між електродами тече електричний струм. Це так званий “іонізаційний струм”. Позитивно заряджені іони переміщуються до негативного електрода, а негативні електрони рухаються до позитивного електрода.

При попаданні в камеру диму відбувається зниження ступеня іонізації газу (повітря). Поява продуктів горіння погіршує умови іонізації, в зв'язку з цим внутрішній опір камери збільшується. Значення іонізаційного струму при цьому визначається законом Ома у вигляді:

$$I_0 = \frac{2 \cdot e \cdot S_{\text{п}} \cdot k}{h} \cdot \sqrt{\frac{N_0 \cdot U}{\alpha}}, \quad (5.1)$$

де  $U$  – напруга між електродами камери;  
 $e$  – заряд іонів;  
 $S_{\text{п}}$  – площа поверхні пластин камери;

$k$  – коефіцієнт рухливості іонів;  
 $h$  – відстань між пластинами-электродами;  
 $N_0$  – кількість пар іонів в одиницю часу;  
 $\alpha$  – коефіцієнт рекомбінації іонів.

Для заданої конструкції іонізаційної камери і постійної напруги на електродах іонізаційний струм залежить від показників  $k$ ,  $\alpha$ ,  $N$ .

Поява продуктів горіння в міжелектродному просторі спричиняє гальмування іонів, що визначається як:

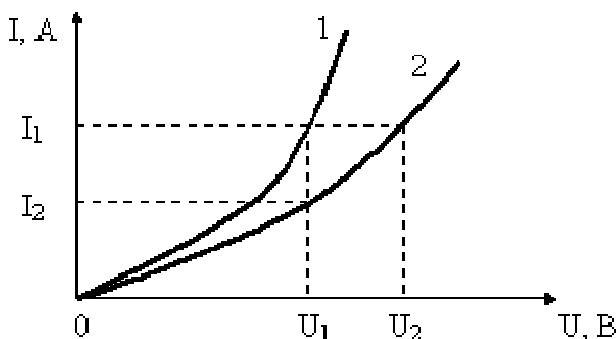
$$S = L / L_0, \quad (5.2)$$

де  $L_0$  – довжина пробігу  $\alpha$ -частинок в повітрі при нормальному тиску і температурі;

$L$  – довжина пробігу  $\alpha$ -частинок в газі, що аналізується.

За формулами (5.1) і (5.2) визначено, що при  $h \ll L$  струм насичення прямо пропорційний відносній здатності до гальмування.

Аерозолі, які попадають в іонізаційну камеру, збільшують швидкість рекомбінації іонів і в сукупності з гальмуванням, виникаючим при з'єднанні іонів з більш важкими частками аерозолів, зменшують іонізаційний струм. На рис. 5.4 крива 1 відповідає черговому режиму, а крива 2 – режиму при появі аерозолів.



**Рис. 5.4 – Способи виявлення пожежі за допомогою іонізаційної камери:**  
 1 – характеристика камери в черговому режимі сповіщувача; 2 – характеристика камери при появі диму

Взагалі, наявність продуктів горіння в повітрі може бути виявлена за зміною струму з  $I_1$  до  $I_2$  при постійній напрузі або за зміною напруги з  $U_1$  до  $U_2$  для підтримки постійного струму  $I_1$ .

Фізична суть явищ, що відбуваються в радіоізотопній камері і описуються даною вольтамперною характеристикою, пояснюється процесами рекомбінації іонів (утворення нейтральних молекул з іонізованого газу при зіткненні його часток).

Вольтамперна характеристика (рис. 5.5) радіоізотопної камери, отримана при постійній інтенсивності випромінювання радіоактивного елемента, показує наявність трьох основних ділянок.

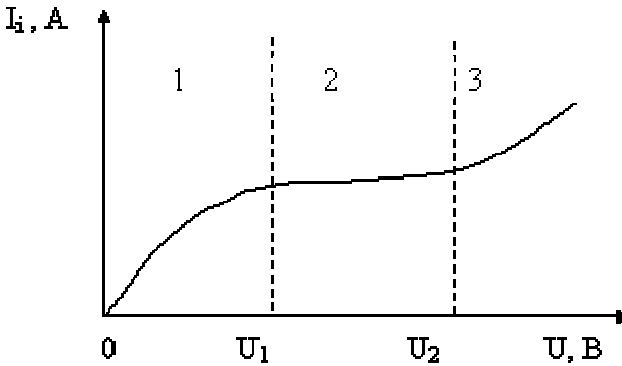


Рис. 5.5 – Вольтамперна характеристика радіоізотопної камери

При збільшенні напруги на електродах іонізаційної камери від  $0$  до  $U_1$  відбувається збільшення іонізаційного струму  $I_i$  в ланцюзі (ділянка 1). На цій ділянці важливе значення для рекомбінації має швидкість руху іонів, що залежить від величини напруги. Зі збільшенням напруги меншає число іонів, що рекомбінують. При досить високій напрузі (ділянка 2) імовірність зіткнення іонів стає настільки малою, що практично можна вважати, що іони, які утворюються, досягають електродів, і подальше підвищення напруги не спричиняє збільшення струму. Настає насичення. При подальшому підвищенні напруги відбувається різке збільшення струму, що пояснюється дією не тільки зовнішньої іонізації (від радіоактивного джерела), але і повторним

процесом іонізації під дією ударів швидких електронів та іонів о нейтральні молекули (ділянка 3).

При роботі сповіщувача до відкритої камери вільно поступають продукти горіння, а закрита камера призначена для компенсації впливу навколишнього середовища (температури і тиску). За відсутності диму зміна параметрів навколишнього середовища відбувається поступово, і компенсаційна камера змінює свої параметри аналогічно вимірювальній камері. При попаданні до вимірювальної камери диму на керуючому електроді відбувається зміна напруги внаслідок зміни іонізаційного струму. Електронна вимірювальна схема перетворює цю зміну напруги на сигнал тривоги.

У графічному вигляді роботу радіоізотопного ДПС можна проілюструвати наступним чином:

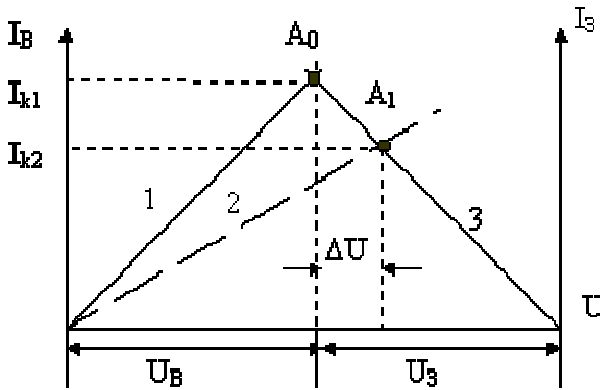


Рис. 5.6 – Схема, що пояснює роботу РДПС

Сума падінь напруги на камерах дорівнює прикладеній напрузі  $U_B + U_3 = U$ . Через обидві камери у черговому режимі роботи сповіщувача тече однаковий струм  $I$ . Показані залежності характеризують два стани сповіщувача: у черговому режимі (крива 1 – вимірювальна камера, 3 – компенсаційна) і при спрацюванні під час пожежі (крива 2). Крива 3 відображає характеристику компенсаційної камери порівняння (закритої). Для неї напруга на координатах графіка нанесена справа

наліво ( $I_3$ ).

Оскільки характеристики обох камер симетричні, то вплив на них навколишнього середовища (атмосферного тиску, температури) викликає однакові зміни їх параметрів, внаслідок чого положення точки перетину кривих 1 і 3 ( $A_0$ ) залишається без зміни.

При попаданні продуктів горіння у вимірювальну камеру її характеристика змінюється (крива 2 пересувається правіше відносно первинної і виходить нова точка перетину). При цьому струм через камеру знижується до  $I_{k2}$ , падіння напруги на вимірювальній камері підвищується на  $\Delta U$ , а падіння напруги на компенсаційно-порівняльній камері відповідно меншає на  $\Delta U$ .

## **5.2. Загальні вимоги до радіоізотопних пожежних сповіщувачів**

Перед установкою сповіщувачів необхідно перевірити їх дієздатність від джерела диму.

Монтаж сповіщувачів на об'єкті повинен виконуватися за заздалегідь розробленим проектом з урахуванням вимог, викладених в технічному описі та інструкції з експлуатації.

**До зберігання, експлуатації і роботи з сповіщувачами пред'являються спеціальні вимоги.**

При роботі з ДРПС необхідно дотримуватися заходів безпеки щодо роботи з радіоізотопними приладами в частині їх зберігання, встановлення, експлуатації і профілактики. Забороняється проводити їх розкриття.

До роботи допускаються фахівці, які мають дозвіл на виконання таких робіт від органів санітарного нагляду. Всі операції з чутливим елементом повинні виконуватися в спеціально обладнаних приміщеннях.

Непридатні для подальшого використання радіоактивні джерела і сповіщувачі з чутливими елементами, які не підлягають відновленню і ремонту, є радіоактивними відходами, тому враховуються окремо від звичайних відходів і підлягають здачі на спеціальні пункти збору. По-



рядок передачі радіоактивних відходів на пункти збору повинен бути узгоджений з місцевими органами санітарного нагляду.

Основні вимоги до радіоізотопних сповіщувачів визначаються ГОСТ 22522-91 "Извещатели радиоизотопные пожарные. Общие технические условия". Норми безпеки та правила роботи з джерелами радіоактивного випромінювання визначаються НРБУ-97 "Нормы радиационной безопасности Украины" та "Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87".

## 6. ПОЖЕЖНІ СПОВІЩУВАЧІ ПОЛУМ'Я

Відомо, що нагріті тіла випромінюють електромагнітні хвилі не тільки у діапазоні, який є видимим для людського ока, але ще й в ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазоні. Довжина хвилі випромінювання, що виникає при пожежі, включає в себе весь спектр від короткохвильового ультрафіолетового до довгохвильового інфрачервоного, включаючи видимий діапазон.

Найбільш поширені типи пожежних сповіщувачів полум'я технічно реалізовані таким чином, що вони реагують на ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання від полум'я, що виникає при пожежі. Сповіщувачі, які спрацьовують при виникненні випромінювання у видимому спектрі (0,35–0,8 мкм), широкого практичного застосування не мають.

За часів СРСР, були широко розповсюджені наступні пожежні сповіщувачі полум'я: СИ-1, ДПІД, ИП-329-2 "Аметист", ИП-П, ИОП-409-1 "Фотон-1". На цей час: ИП-П, ИППА, ИФ-24Е, "Пульсар", "Спектрон" та ін.

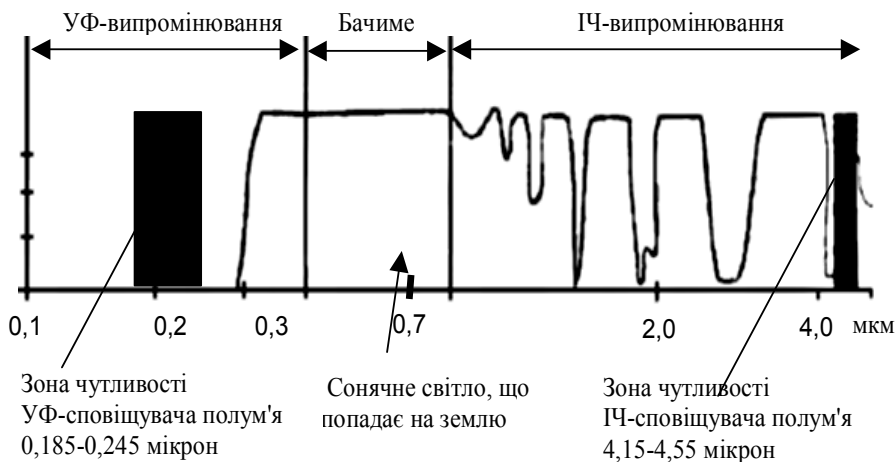
Фізичні принципи, які використовуються у сповіщувачах полум'я дозволяють значно швидше, ніж за допомогою сповіщувачів інших типів, виявляти пожежі, які відразу при виникненні утворюють відкрите полум'я, наприклад, при горінні рідин або газів. Відстань до пожежі не впливає істотно на час виявлення пожежі у приміщенні.

Однак сповіщувачі полум'я не підходять для виявлення тліючих пожеж. Це обумовлено тим, що при сильному димоутворенні світлове випромінювання осередку пожежі дуже сильно розсіюється та вбирається частками диму.

Сповіщувачі полум'я застосовуються для охорони стаціонарних об'єктів, наприклад, дозуючих і розливних машин, об'єктів типу ангарів для літаків, бурових веж і т. ін., або в комбінації з іншими типами сповіщувачів.

Пожежні сповіщувачі, які реагують на інфрачервоне випромінювання полум'я, працюють в діапазоні хвиль 4,15÷4,55 мкм. Ультрафіолетові сповіщувачі використовують діапазон між 0,185 і 0,245 мікрон (рис. 6.1). Цей діапазон спектральної чутливості пожежних сповіщувачів

чів полум'я розташований за межами звичайного сонячного світла. Тому ультрафіолетові сповіщувачі нечутливі до денного світла. З метою підвищення перешкодозахищеності, додатково інфрачервоні сповіщувачі аналізують частоту мерехтіння вогню.



**Рис. 6.1 – Спектральна чутливість сповіщувачів полум'я**

У якості чутливого елемента у сповіщувачах полум'я використовуються лічильники фотонів, газорозрядні індикатори, напівпровідникові фоторезистори, чутливі до випромінювання полум'я у згаданих вище спектральних діапазонах:

- лічильник фотонів СИ-4Ф зі світлозахисністю до 10000 лк;
- фоторезистор ФСД-Г2;
- перетворювач випромінювання ФМ-611, який представляє собою комбінацію кремнієвого фотодіода на основі PbSe і інфрачервоного світлодіода, що дозволяє працювати у діапазоні спектральної чутливості у межах від 2 до 4 мкм;
- індикатор фотонів ИФ-1;
- фототранзистор ФТГ-4 з довгохвильовою межею  $\lambda=1,8$  мкм.

Основними перевагами сповіщувачів полум'я є швидкодія, незалежність часу спрацьовування від спрямованості повітряних потоків у приміщенні, що захищається, перепадів температури, висоти стелі та перекриття, об'єму та конфігурації приміщення. Але разом з цим для них існує проблема забезпечення потрібної перешкодозахищеності від прямого та відбитого випромінювання різних джерел освітлення, випромінювання нагрітих частин обладнання, грозових розрядів, технологічного та ремонтного устаткування.

### **6.1. Інфрачервоні сповіщувачі полум'я**

Принцип функціонування: ІЧ-сповіщувач полум'я реагує на інфрачервону частину світлового спектра, яка найбільш характерна для відкритого полум'я. Це випромінювання після фільтрації за допомогою оптоелектричного перетворювача перетворюється на електричні сигнали.

У зв'язку з тим, що в даному діапазоні частот є також інші джерела випромінювання (сонце, обігрівальні прилади), сповіщувач виконує аналіз частоти мерехтіння вогню, як другого критерія наявності пожежі. Активний частотний фільтр виконує фільтрацію характерної частоти мерехтіння, а лічильник визначає частоту імпульсів за одиницю часу. При збігу обох умов (типової довжини хвилі і частоти мерехтіння) сповіщувач видає сигнал пожежі.

Наявність модуляції випромінювання полум'я є його важливою характеристикою, яка викликана фізико-хімічними особливостями процесів горіння. Максимальна частота мерехтіння полум'я знаходиться в залежності від площі поверхні матеріалу або речовини, що горить. Із зростанням цієї площі частота пульсацій, як правило, збільшується. Практично частота мерехтіння полум'я знаходиться в діапазоні 25-115 Гц. Амплітуда пульсацій залежить від умов горіння і виду речовини, що горить. Глибина модуляції складає біля 30-40 %.

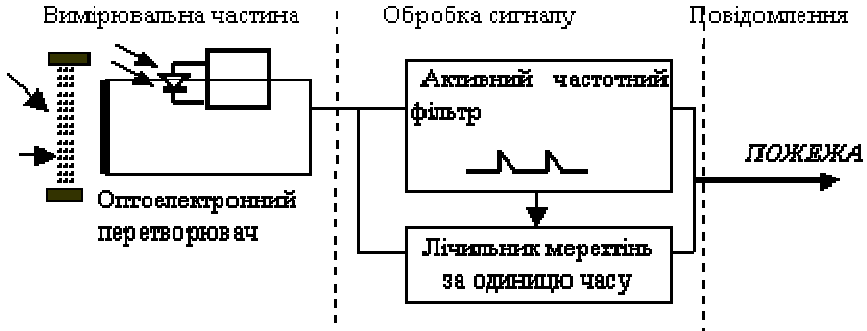


Рис. 6.2 – Структурна схема сповіщувача полум'я ІЧ типу

Галузь застосування: ІЧ-сповіщувачі можуть виявляти відкрите полум'я пожежі, як з димоутворенням, так і без нього. Вони встановлюються в тих місцях, де зберігаються або переробляються матеріали, що легко запалюються.

Помилкові ознаки: у зоні виявлення ІЧ-сповіщувача забороняється розташовувати пристрої розжарювання.

## 6.2. Ультрафіолетові сповіщувачі полум'я

УФ-сповіщувачі полум'я реагують на ультрафіолетову частину електромагнітного випромінювання полум'я. Однак, саме ця частина спектра світла, яка попадає на землю, відфільтровується земною атмосферою. Завдяки цьому сповіщувачі не реагують на звичайне денне світло.

Звичайним прикладом чутливого елемента є фотоелектрична газорозрядна трубка з холодним катодом (на зразок лічильника Гейгера-Мюллера), що реагує на УФ-випромінювання в межах вузької зони спектра (1,85–2,35 мкм).

УФ-сповіщувач здатний самостійно здійснювати контроль за високою напругою на датчику. Кількість розрядних імпульсів відповідає силі УФ-випромінювання.

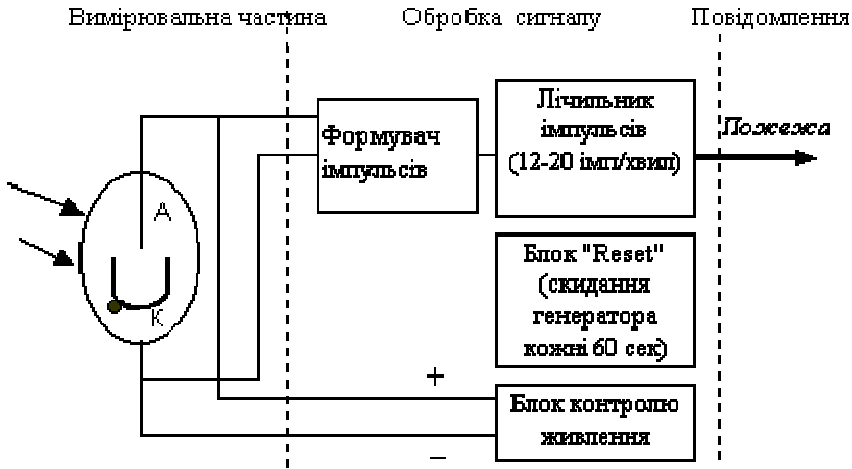


Рис. 6.3 – Структурна схема сповіщувача полум'я УФ типу

УФ-сповіщувачі реагують на горіння рідин (наприклад, спирту), газу (наприклад, водню) і металів, які горять без димоутворення. Вони встановлюються в місцях зберігання або переробки речовин, які легко займаються.

Помилкові ознаки: робота газо- і електрозварювання; ртутні або газорозрядні лампи; фотоспалах; рентгенівське і гамма-випромінювання можуть навіть на великій відстані спричинити помилкове спрацювання сповіщувача.

Перешкоди: густий дим, пил або водяна пара на території, що контролюється сповіщувачем можуть перешкоджати проходженню УФ-випромінювання. Забруднення поверхні сповіщувача (сажа, бруд, жир та ін.) перешкоджає попаданню УФ-випромінювання на сповіщувач, зменшує його чутливість.

### 6.3. Приклади технічної реалізації сповіщувачів полум'я

В теперішній час на ринку України з'явилися унікальні пожежні спо-

78

віщувачі відкритого полум'я серій Пульсар-1 та Пульсар-2. Дані сповіщувачі мають п'ять модифікацій в різному конструктивному виконанні. Кожна модифікація виготовляється на два температурних діапазони експлуатації.

Принцип дії сповіщувачів заснований на перетворенні інфрачервоного випромінювання в діапазоні  $0,8 \div 1,1$  мкм, що знаходиться в полі зору чутливого елемента, в електричний сигнал, з подальшою обробкою даного сигналу та прийняття рішення про наявність осередку пожежі. Діапазон інфрачервоного випромінювання має ряд переваг, які полягають в тому, що до нього не потрапляють випромінювання від нагрітих до температури  $+600$  °С об'єктів. А також в цьому діапазоні спостерігається локальний максимум поглинання сонячного випромінювання атмосферою. За рахунок цих факторів суттєво підвищується перешкодозахищеність сповіщувача, що позитивно впливає на надійність та тривалість експлуатації сповіщувачів.

Типові значення технічних характеристик сповіщувачів серії "Пульсар" наведені в табл. 6.1.

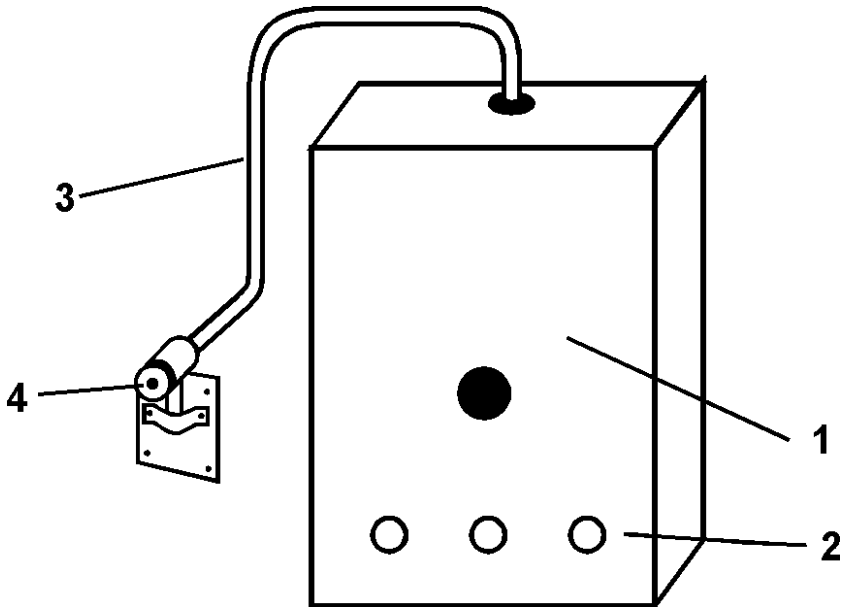
**Таблиця 6.1.**

**Основні технічні характеристики сповіщувачів полум'я "Пульсар"**

| <b>Назва характеристики</b>            | <b>Значення</b> |
|--|-----------------|
| Час спрацьовування, с                  | 4,5             |
| Напруга живлення, В                    | 24              |
| Споживаний струм, мА:                  |                 |
| – в черговому режимі                   | 0,3             |
| – в режимі тривога                     | 20              |
| Кут обзору, °:                         |                 |
| – "Пульсар–1"                          | 120             |
| – "Пульсар–2"                          | 90              |
| Дальність викриття осередку пожежі, м: |                 |
| – ТП 5 (нафтопродукти)                 | 32              |
| – ТП 6 (спирти)                        | 13              |
| Діапазон температур експлуатації, °С   | $-10 \div 55$   |

Сповіщувачі "Пульсар–1" та "Пульсар–2" мають однакове схе-

мотехнічне рішення та електричну схему. Різниця полягає у конструктивному виконанні. В модифікації "Пульсар-2" оптичний сигнал проходить по оптичному каналу зв'язку, який виконано з кварцового оптоволоконного кабелю, довжина якого може сягати 25 метрів (рис. 6.4).



**Рис. 6.4 – Зовнішній вигляд сповіщувача серії "Пульсар":**

1 – корпус сповіщувача; 2 – індикатори стану сповіщувача; 3 – оптичний канал зв'язку; 4 – чутливий елемент.

Сповіщувачі серії "Пульсар" підключаються по дводрововому шлейфу до усіх відомих приймально-контрольних приладів, що сертифіковані на Україні, при цьому кількість сповіщувачів в одному шлейфі зі струмом до 10 мА складає 19 одиниць.

До сфери застосування сповіщувачів відносяться такі об'єкти: склади та виробництва ЛЗР, деревини, вугілля, газопереробні та газоперекачувальні станції, автопідприємства, гаражі, сауни.



## 7. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ

### 7.1. Класифікація методів випробувань пожежних сповіщувачів

Залежно від задач, що стоять при випробуваннях пожежних сповіщувачів, існує два загальних методи, у межах яких мають технічну реалізацію різні способи практичних випробувань пожежних сповіщувачів (ПС), а саме:

- 1) стаціонарні випробування;
- 2) оперативні випробування.

В свою чергу, оперативні випробування можна розподілити на декілька підкласів:

**підклас А** – способи, що забезпечують випробування ПС в ручному режимі, з місця установки (розташування) ПС безпосередньо;

**підклас В** – способи, що забезпечують випробування сповіщувачів в автоматичному режимі, від приймальної станції (ПКП), з місця розташування приймально-контрольного приладу пожежної сигналізації;

**підклас С** – способи, що забезпечують випробування сповіщувачів шляхом безпосереднього впливу на чутливий елемент ПС за допомогою пристроїв, які імітують вплив первинних ознак пожежі на чутливий елемент ПС.

### 7.2. Оперативні випробування пожежних сповіщувачів

**Підклас А.** Технічні рішення цього підкласу зводяться до того, що до конструкції сповіщувача вводиться додатковий, найчастіше механічний елемент, який дозволяє створити або імітувати вплив зовнішнього сигналу (первинної ознаки пожежі) на чутливий елемент сповіщувача. Інколи використовуються спеціальні магнітні вимикачі, що включають режим самоперевірки ПС при наближенні до нього магнітного ключа.

Основною перевагою цього підкласу випробувань є малий час (в межах секунд) перевірки одного ПС.

Недоліками цього класу випробувань є:

1. При реалізації випробувань не завжди здійснюється перевірка роботи чутливого елемента безпосередньо, а перевіряється функціонування схеми обробки сигналу від чутливого елемента.

2. Не здійснюється вимір та не оцінюються параметри сповіщувача.

**Підклас В.** Технічні рішення цього класу отримали найбільше розповсюдження в світі (44 % від всіх видів випробувань сповіщувачів).

При таких способах випробувань приймальна станція в автоматичному режимі (або за опитом оператора) формує електричний сигнал, який викликає "спрацьовування" одного або групи сповіщувачів з видачею сигналів "Пожежа", "Обрив шлейфа" та "Коротке замикання". Відповідний сигнал сповіщувача фіксується на приймальній станції сигналізації.

Наприклад, система пожежної сигналізації "DeltaNet FS90 Plus" виконує самоперевірку ПС; при включенні "Тест панелі". Система сканує кожні дві хвилини для аналізу потреби у самоперевірці. В разі наявності такого сигналу система протягом 15 секунд видає сигнал на перевірку всіх ПС; після цього протягом 15 секунд проводиться самоперевірка датчиків і реєструються сигнали про технічний стан датчиків, а у наступні 15 секунд ПС одержують команду на припинення самоперевірки. Під час 45-секундної самоперевірки сигнали тривоги не приймаються. Таким чином розробниками подібних систем, якими обладнані об'єкти в США, Великобританії і в інших країнах, передбачено витратити 27 % часу робочого циклу на перевірку ПС, що вказує на важливість цієї процедури.

Основними перевагами цього підкласу випробувань є:

1) зручність роботи оператора при проведенні випробувань;  
2) малий час (декілька секунд) на перевірку всіх сповіщувачів системи ПС.

Недоліками цього підкласу випробувань є:

1) при реалізації випробувань не здійснюється перевірка роботи чутливого елемента, а перевіряється функціонування схеми обробки сигналу від чутливого елемента, що дає неповну картину технічного

стану пожежного сповіщувача;

2) не здійснюється вимір параметрів сповіщувача;

3) несправність шлейфа і несправність сповіщувача однаково відображаються на приймально-контрольному приладі.

Про підвищену увагу до приладів **підкласу В** та про їхню низьку надійність свідчить існування електронних засобів щодо працездатності вузлів приймально-контрольних приладів сигналізації, які здійснюють випробування цього підкласу.

**Підклас С.** Технічні засоби, які відносяться до цього підкласу, можна визначити у вигляді трьох пропозицій до напрямків технічної реалізації:

1) невеликі камери для створення зовнішнього впливу (теплого або димового) на чутливий елемент сповіщувача безпосередньо в місці його розміщення (складають 15 % від усіх випробувань сповіщувачів);

2) речовини і матеріали, що застосовуються для створення зовнішнього впливу на чутливий елемент сповіщувача (складають 9 % серед усіх технічних засобів щодо випробувань пожежних сповіщувачів);

3) невеликі прилади для дистанційної посилки на чутливий елемент сповіщувача контрольного електромагнітного імпульсу, безпосередньо у місці розташування ПС (також 9 % від всіх технічних рішень з випробувань пожежних сповіщувачів).

Таким чином, оперативні випробування **підкласу С** можна додатково розподілити на три наступних види:

**1.** Оперативні випробування теплових пожежних сповіщувачів в місці їх розташування, які проводяться з допомогою пробника, виконаного у вигляді металевого стакана на штанзі з джерелом теплового поля. Застосовуються різноманітні види підігрівальних елементів, потужні лампи розжарювання, тепловентилятори та т.і. Пристрій підноситься до ПС на час, відповідний інерційності ПС, і впливає на його чутливий елемент тепловим полем. Протягом означеного часу повинно відбутися спрацювання ПС, що фіксується або приймальною станцією, або індикатором спрацьовування, що розташований на корпусі ПС.

Необхідно враховувати, що деякі теплові ПС, які зараз експлуа-

туються на різних об'єктах, є сповіщувачами одноразової дії, і після їх перевірки таким способом вони виходять з ладу, не підлягають подальшій експлуатації та потребують заміни новими.

Технічні засоби для оперативних випробувань такого виду для димових ПС реалізуються за допомогою аналогічного пробника, але замість теплового поля утворюється задимлення жевріючим гнітом.

2. Утворення впливу, еквівалентного впливу диму. Реалізується шляхом розпилу парафінового масла за допомогою ультразвукових коливань в невеликій камері, яку підносять на штативі до ПС, або шляхом аерозольного розпилу.

При цьому відзнакою в методиці випробувань димових ПС є необхідність вилучення пилу, сажі або часток інших речовин, що застосовуються при випробуваннях (здійснюється шляхом продуву повітрям), та можливість виявлення порогу спрацьовування.

3. Для оперативного випробування пожежних сповіщувачів полум'ям рядом зарубіжних фірм пропонується використати прилади, аналогічні кишеньковим ліхтарям, за допомогою яких імітується електромагнітне випромінювання полум'я в ділянках спектра, відповідних області чутливості сповіщувача.

Перевагою цього виду випробувань є здійснення перевірки роботи чутливого елемента ПС.

Недоліками цього виду випробувань є те, що у такому разі не здійснюється визначення параметрів ПС.

Взагалі слід відзначити, що практично всі вищезазначені випробування мають недоліки, які стримують їх практичне використання.

### **7.3. Стаціонарні випробування пожежних сповіщувачів**

Прикладом стаціонарних випробувань є метод проведення випробувань теплових пожежних сповіщувачів, що дозволяє проводити відбракування ПС за принципом "гідний – не гідний". Такий метод передбачає порівняння параметрів ПС з параметрами раніше випробуваного сповіщувача без визначення їхніх значень, при цьому обидва сповіщувачі встановлюють до камери, де створюється теплове поле.

Логічна схема порівнює час спрацьовування ПС і видає відповідні сигнали. Технічні рішення (ТР) класу 1 являють собою методи випробувань сповіщувачів, що можуть бути здійснені і реалізовані тільки в спеціально обладнаних місцях. В основному це стаціонарні випробувальні камери або приміщення, в яких за певним законом змінюється зовнішній вплив на сповіщувач. Причому вплив формується у вигляді того фізичного поля, на яке розрахований чутливий елемент сповіщувача.

При проведенні випробувань цього класу використовують, як правило, досить громіздкі комплекси вимірювальних приладів, що з високою точністю дозволяють визначити технічні характеристики ПС.

До цього класу відносяться ТР з проведення випробувань і регулювання сповіщувачів ТРВ-2, ИП-103. Випробування проводяться на спеціальному стенді, що складається з двох вузлів. Перший вузол включає до себе 2 ємності, до однієї з яких заливається трансформаторне масло. Ця ємність занурюється до іншої ємності, заповненої водою. До ємності з маслом встановлений підігрівач. Другий вузол являє собою блок контролю і регулювання температури масла. Сповіщувач встановлюється до ємності з водою, в якій підтримується температура, яка дорівнює температурі спрацьовування ПС.

До цього класу відносяться також і випробування ПС, що виконуються за міжнародними стандартами. Зокрема, європейським стандартом EN-54 визначено, що у виді стандартного контрольно-вимірювального приміщення використовується прямокутне приміщення з прямими стінами без вікон, з рівною стелею і плоскою підлогою.

Розміри приміщення повинні складати: довжина 9-11 м, ширина 7-9 м, висота – 3,8-4,2 м. В геометричному центрі підлоги камери розпалюється осередок. Сповіщувачі, що випробовуються, розташовуються на колі діаметром 6 м, яке знаходиться на стелі.

При випробуваннях ПС оцінка кількості і властивостей диму є складною задачею, бо різноманітні матеріали утворюють дим з різноманітними характеристиками, що, крім того, залежать від вологості і вигляду матеріалу, доступу кисню і ін. При цьому різниця, головним чином, полягає в різноманітній величині часток аерозолу диму і його кольорі. За цим європейським стандартом EN-54 при перевірці чутли-

вості димових пожежних сповіщувачів для оцінки параметрів диму застосовують два типи приладів: перший, який працює за принципом виміру струму іонізації в еталонній іонізаційній камері; другий, в основі побудови якого використовується оптичний метод для визначення зміни прозорості повітря без диму і з димом. Ці прилади встановлюються на стелі біля сповіщувачів.

Два різних засоби виміру щільності диму дадуть додаткову можливість оцінки параметрів цього диму.

Іонізаційна камера призначена для виміру так званої іонізаційної щільності диму  $Y$ :

$$Y = \frac{I_0}{I} - \frac{I}{I_0}, \quad (7.1)$$

де  $I_0$  – струм іонізації без диму;

$I$  – струм іонізації з димом.

З (7.1) випливає, що іонізаційна щільність диму  $Y$  є безрозмірною величиною, яка зростає від нуля разом із зростанням концентрації диму.

Оптичний прилад для виміру концентрації диму призначений для виміру так званої оптичної щільності диму  $M$ :

$$M = \frac{10}{d} \lg \left( \frac{P_0}{P} \right), \quad (7.2)$$

де  $P_0$  – сила світла без диму;

$P$  – сила світла з димом;

$d$  – відстань між джерелом і приймачем світла.

З (7.2) випливає, що оптична щільність диму  $M$  зростає від нуля разом з концентрацією диму і має розмірність дБ/м.

Вимір задимленості приміщення за допомогою двох засобів дасть можливість визначити не тільки концентрацію диму, але і оцінити величину часток аерозолі. Частки, менші за довжину світлової хвилі, є невидимими і не можуть бути виявлені оптичним методом до

того часу, як іонізаційним методом виявляються частки всіх розмірів. Відношення  $M/Y$  характеризує розмір часток диму.

Перевірка чутливості ПС проводиться з допомогою стандартних осередків. Сповіщувачі наражаються на вплив осередків різноманітних типів. При цьому контролю підлягають наступні параметри: зростання температури, оптична щільність диму, іонізаційна щільність диму, зменшення маси палива. Нижче приводиться опис і стисла характеристика стандартних осередків.

TF-1. Відкрите целюлозне полум'я з великою емісією тепла і диму. Дим мало видимий, видима частина темна. Для осередку використовується 70 брусків розміром  $10 \times 20 \times 250$  мм з сухого букового дерева. Розташування брусків до штабелів з підставою  $500 \times 500$  мм, що складається з 7 шарів.

TF-2. Жевріюче полум'я (піролітичне), емісія тепла мала, емісія диму більша, дим видимий, ясний. Осередок містить 24 бруски розміром  $10 \times 20 \times 35$  мм з сухого букового дерева. Бруски розташуються на металевій плиті електропідігрівача і підігріваються до температури  $600^\circ\text{C}$ . Неприпустимо полум'яне горіння. Контрольний параметр осередку  $M/Y=0,1$  дБ/м з допустимим відхиленням 25 %.

TF-3. Жевріюче полум'я з димом. Емісія тепла мала, емісія диму більша, дим видимий, ясний. Для осередку застосовується 270 г бавовни довжиною 80 см, випресованої і висушеної. Спалахування забезпечується знизу зі здуттям полум'я.

TF-4. Відкрите полум'я з пластмас. Емісія тепла більша, емісія диму більша, видима частина дуже темна. Для осередку використовується 3 листи пінополіуретану без додатків, що уповільнюють горіння. Розміри листів  $500 \times 500 \times 20$  мм. Контрольний параметр осередку  $M/Y=0,25$  дБ/м з допустимим відхиленням 25 %.

TF-5. Полум'я рідкого палива n-гептану. Емісія тепла більша, емісія диму більша, дим видимий, темний. Для осередку використовується лист, до якого заливається 650 г n-гептану і 3 % толуолу. Контрольний параметр осередку  $M/Y=0,18$  дБ/м з допустимим відхиленням 15 %.

TF-6. Полум'я рідкого палива денатурованого спирту. Емісія тепла більша, емісії диму немає. Для осередку використовується 2 кг

спирту, який знаходиться на листі площею  $1900 \text{ см}^2$  ( $0,19 \text{ м}^2$ ). При цьому контролюється тільки приріст температури.

Під час випробувань в центрі камери розпалюється один з шести стандартних осередків пожежі, контролюються наступні параметри:

$\Delta T$  – приріст температури;

$M$  – оптична щільність диму;

$Y$  – іонізаційна щільність диму;

$\Delta G$  – зменшення маси палива.

При оцінці гідності сповіщувачів для визначення пожежі, згідно з європейським стандартом EN-54, слід побудувати три прямокутних паралелепіпеди, що лежать так, щоб по три їх грані співпадали з лініями початку прямокутних координат, а координати позначені відповідно  $T$ ,  $M$ ,  $Y$ .

Паралелепіпеди мають наступні координати:

– перший –  $\Delta T=0\div 15 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $M=0\div 0.5 \text{ дБ/м}$ ,  $Y=0\div 1.5$ ;

– другий –  $\Delta T=0\div 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $M=0\div 1 \text{ дБ/м}$ ,  $Y=0\div 3$ ;

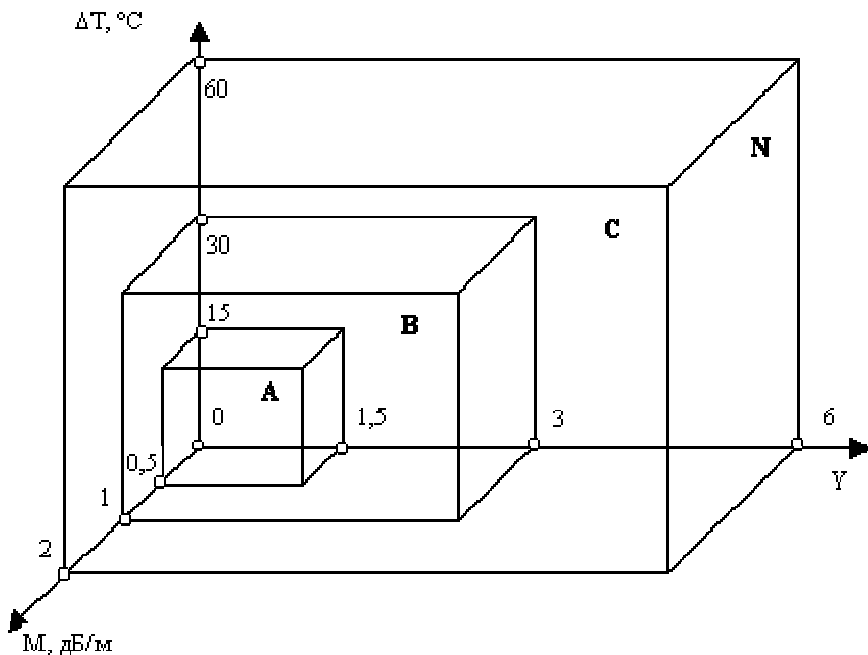
– третій –  $\Delta T=0\div 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $M=0\div 2 \text{ дБ/м}$ ,  $Y=0\div 6$ .

Якщо зміряні для даного сповіщувача і для даного осередку параметри виявляться в 1, 2 або 3 паралелепіпеді, то сповіщувач буде віднесений відповідно до класу А, В або С (рис. 7.1). Якщо параметри сповіщувача виявляться поза рамками паралелепіпедів, то вважається, що сповіщувач не придатний для відкриття даного типу осередку.

Сповіщувач вважається придатним для протипожежної мети, якщо він спрацює не менше, ніж на один стандартний осередок, і може бути віднесений до класу А, В або С.

Для точної оцінки параметрів димових ПС, згідно з європейськими та міжнародними стандартами, застосовується повітряний канал, що забезпечує циркуляцію повітря, і генератор штучного аерозолі, що утворюється, з фармакологічного парафіну. Канал побудований у формі замкнутого повітропроводу з приводом, що забезпечує циркуляцію повітря в межах від  $0,2 \text{ м/с}$  до  $1 \text{ м/с}$ . До потоку в каналі повітря, що циркулює, вводиться парафіновий туман. В каналі підтримується температура від  $20$  до  $50^\circ\text{C}$ . За цих умов відношення максимального змінного значення  $M$  або  $Y$  до мінімального повинно складати  $1,6$ .





**Рис. 7.1 – Класифікація пожежних сповісвачів за чутливістю до стаціонарних осередків пожежі**

Для випробувань сповісвачів полум'я вимагається влаштування джерела, яке складається з газового палиника, екранованого від інфрачервоного випромінювання водяним кожухом. У цьому кожусі знаходиться отвір для виводу світла від полум'я. Перед отвором знаходиться механічний модулятор, за допомогою якого створюється ефект мерехтіння. Вздовж осі отвору знаходиться вимірювальна лінійка, на яку під час випробувань встановлюється сповісвач і за допомогою якої проводиться визначення чутливості сповісвача після впливу дестабілізуючого фактора.

Для перевірки теплових сповісвачів застосовується повітропровід з циркуляцією повітря, що містить підігрівач. Швидкість зміни температури лінійна: 1, 3, 5, 10, 20 і 30 °C/хвил. Температура фіксується

ся малоінерційною термопарою. Мінімальний і максимальний час спрацьовування сповіщувачів визначені стандартом.

Стаціонарні випробування ПС являють собою методи, що можуть бути здійснені (технічно реалізовані) тільки в спеціально обладнаних місцях. В основному, це стаціонарні випробувальні камери або приміщення, у яких за певним законом змінюється зовнішній вплив на сповіщувач. Причому цей вплив формується у вигляді того фізичного поля, на яке розрахований чутливий елемент сповіщувача.

Основними перевагами цього класу випробувань є:

1. Можливість виміру всіх параметрів сповіщувачів.
2. Висока точність визначення контрольованих параметрів.

До недоліків даного класу випробувань слід віднести:

1. Визначення параметрів сповіщувачів тільки при їхньому демонтажі з місця встановлення.
2. Значний час проведення випробувань одного сповіщувача (від декількох хвилин до години, з урахуванням часу, витраченого на підготовку до проведення випробувань).

#### **7.4. Тенденції розвитку методів випробувань пожежних сповіщувачів**

В патентних фондах країн світу існує залежність між кількістю технічних рішень з випробувань різноманітних ПС і кількістю технічних рішень (ТР) за відповідними видами ПС.

Наприклад, для минулого десятиріччя співвідношення між кількістю запатентованих в світі теплових, димових і світлових сповіщувачів відповідно склало 20 %, 66 %, 14 %, а співвідношення різних технічних засобів до випробувань цих видів сповіщувачів складає 32 %, 56 % і 12 %.

Провідною країною у галузі розробки ПС є Японія – співвідношення розробки нових теплових, димових і світлових пожежних сповіщувачів 14 %, 74 % і 12 %. ТР з випробувань цих же видів сповіщувачів відповідно 22 %, 65 % і 13 %.

Для країн СНД (СРСР) це співвідношення складало 27 %, 60 % і 13 %, а співвідношення з випробувань ПС 50 %, 50 % та 0 %, відповідно.

## 8. ПРИЙМАЛЬНО-КОНТРОЛЬНІ ПРИЛАДИ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 8.1. Етапи розвитку ППКП

Одною з перших вітчизняних приймальних станцій пожежної сигналізації, що замінила громіздки, з обмеженими тактичними можливостями і виконаними на релейній базі станції пожежної сигналізації ТЛО, ТЛОЗ і ТОЛ-10/100, став 10-променевий пульт пожежної сигналізації ППС-1. Особливостями цієї приймальної станції пожежної сигналізації були: підвищена інформативність про стан ліній зв'язку і пожежних сповіщувачів, наявність сервісного блока для проведення оперативного діагностичного контролю функціонування основних вузлів пульта і можливість індивідуального програмування режимів його роботи за кожним з 10 променів.

З метою зниження імовірності випадкового запуску установок автоматичного пожежогасіння в пульті ППС-1 було передбачене формування сигналів про пожежу і сигналів дистанційного запуску установок автоматичного пожежогасіння при спрацюванні не менше двох пожежних сповіщувачів у промені. Ці особливості пульта пожежної сигналізації ППС-1 забезпечили технічний прогрес в практиці проектування і експлуатації систем пожежної сигналізації.

У 1974 р. був розроблений однопроменевий приймально-контрольний пристрій ППКУ-1М, призначений для роботи в автономних об'єктових сигнально-пускових приладах управління установками автоматичного пожежогасіння в комплексі з димовими фотоелектричними пожежними сповіщувачами ИДФ-1М.

Загальним технічним недоліком приймально-контрольних приладів періоду 60-70 років було те, що всі вони були розраховані на спільне застосування тільки з одним, рідше з двома типами пожежних сповіщувачів: або тільки з тепловими (ТЛО, ТЛОЗ, ТОЛ-10/100, ТОЛ-10/50, ППС-1), або тільки з димовими сповіщувачами (РУОП-1, ППКУ-1М).

Враховуючи обмежені технічні, тактичні і експлуатаційні мож-

ливості таких засобів пожежної сигналізації, а також номенклатуру засобів виявлення, на початку 80-х років був створений і освоєний в промисловому виробництві 60-променеий універсальний приймально-контрольний пожежний прилад ППКП 019-20/60-2 (ППС-3) і на його основі нова установка РУПИ-1. Обидва нових прилади були розраховані на спільну експлуатацію з будь-яким типом електроконтактних теплових пожежних сповіщувачів, з безконтактними димовими пожежними сповіщувачами РИД-6М, ДИП-2, ДИП-3 та іншими.

Прилад ППС-3 здійснював прийом і реєстрацію сигналів пожежних сповіщувачів, а також забезпечував електроживленням активні пожежні сповіщувачі. В конструкції з'явився сервісний блок напівавтоматичного контролю працездатності всіх променевих комплектів, включаючи допоміжні вузли і блоки.

У останніх моделях приладу ППС-3 і установки РУПИ-1 була передбачена можливість передачі зворотного інформаційного сигналу на ручний пожежний сповіщувач ИПР, з якого надійшло тривожне повідомлення, а також формування сигналу для дистанційного пуску установок автоматичного пожежогасіння по сигналах пожежних сповіщувачів в двох залежних променях. Прийняті сигнали тривожних повідомлень і сигнали про несправності, що виникли, могли транслюватися на централізований пункт охорони.

Характерною особливістю створених у кінці 80-х років засобів пожежної сигналізації є широке використання сучасної, на той період, елементної бази (цифрових інтегральних мікросхем та дискретних елементів). В області створення приймально-контрольного обладнання пожежної сигналізації інтегральні мікросхеми дозволили значно знизити габарити, масу і споживану потужність, підвищити надійність, забезпечити нові тактико-технічні характеристики.

Більшість систем пожежної сигналізації, що знаходяться на цей час в експлуатації, мають радіально-променеву структуру побудови. Така структура виправдана найбільш простою схемо-технічною реалізацією, що забезпечує однозначність розшифровки виду і адреси тривожного повідомлення, а також надійністю, що досягається незалежною обробкою сигналів, що надходять з кожного шлейфа.

На підставі аналізу тенденцій розвитку систем пожежної сигна-

лізації, досягнень радіоелектроніки та інформаційної техніки можна сформулювати основні вимоги, яким повинна відповідати сучасна система пожежної сигналізації:

- для пожежних сповіщувачів:
- підвищена надійність і достовірність формування тривожного сповіщення;
- можливість ступінчастого регулювання чутливості;
- зменшення рівня радіоактивності в іонізаційних сповіщувачах;
- зменшення габаритів сповіщувачів;
- введення ідентифікації кожного окремого сповіщувача;
- для станцій пожежної сигналізації:
- використання мікропроцесорної елементної бази і цифрових методів обробки інформації;
- можливість передачі інформації з декількох приймально-контрольних приладів, що встановлені на об'єктах, на централізований пульт пожежного спостереження;
- автоматичний контроль стану пожежних сповіщувачів і визначення несправного;
- можливість програмування роботи станції і управління різними технічними засобами в залежності від конкретних умов експлуатації;
- автоматичний контроль ліній зв'язку з визначенням ділянки, на якому сталося пошкодження;
- підвищена достовірність формування сигналу "Пожежа";
- автоматичний контроль працездатності основних вузлів системи.

## **8.2. Класифікація приймально-контрольних приладів**

За інформаційною ємністю ППКП поділяють на:

- малої інформаційної ємності (до 5 шлейфів сигналізації);
- середньої інформаційної ємності (від 6 до 50 шлейфів сигналізації);
- великої інформаційної ємності (понад 50 шлейфів сигналізації).

За інформативністю ППКП поділяють на:

- малої інформативності (до 2 видів сповіщень);
- середньої інформативності (від 3 до 5 видів сповіщень);
- великої інформативності (понад 5 видів сповіщень).

За можливістю резервування складових частин ППКП середньої і великої інформаційної ємності поділяють на:

- без резервування;
- з резервуванням.

За способом опитування пожежних сповіщувачів:

- адресні;
- безадресні.

### **8.3. Обмін інформацією**

За типом обміну інформацією між ПС і ППКП останні діляться на безадресні й адресні.

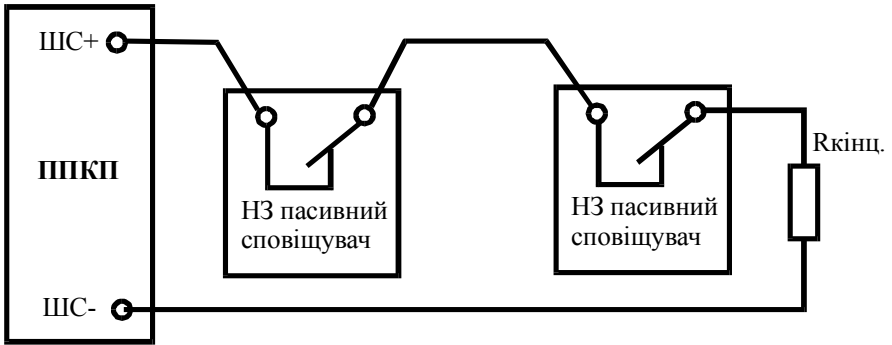
#### **8.3.1 Безадресні системи пожежної сигналізації**

Найпростіші ПС при виявленні факторів пожежі забезпечують замикання й розмикання контактів.

Сповіщувачі з нормально-замкнутими контактами включаються у дводротовий шлейф послідовно (рис.8.1). У черговому режимі шлейф перебуває під напругою й по ньому протікає певний струм, який прийнято називати черговим. При спрацьовуванні одного або декількох сповіщувачів черговий струм миттєво падає до нуля, що і є ознакою пожежі.

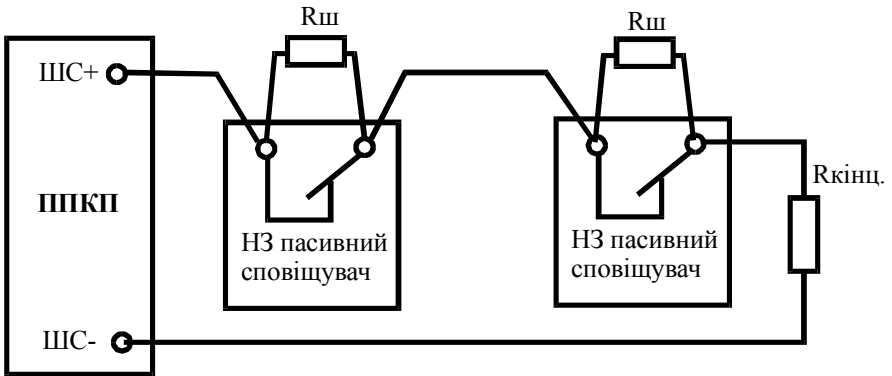
Але такий спосіб визначення факту спрацьовування сповіщувача має суттєвий недолік: обрив шлейфа сприймається як пожежа. Обрив шлейфу повністю виводить систему з ладу.

Для усунення цього недоліку застосовують шлейфи з шунтуючими (обвідними) резисторами (рис.8.2). В цьому випадку паралельно з вихідними контактами кожного нормально-замкненого сповіщувача встановлюється шунтуючий резистор.



**Рис. 8.1 – Схема підключення нормально-замкнених сповіщувачів в дводровий шлейф:**

$R_{кінц.}$  – кінцевий елемент



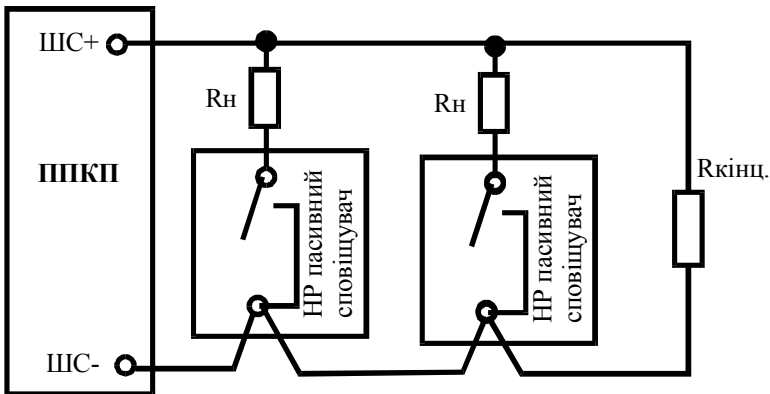
**Рис. 8.2 – Схема підключення нормально-замкнених сповіщувачів з шунтуючим резистором в дводровий шлейф**

$R_{ш}$  – шунтуючий резистор;  $R_{кінц.}$  – кінцевий елемент

В черговому режимі значення струму визначається опором кінцевого елемента (як правило, пасивного резистора), так як опір контактів сповіщувача значно менший за опір шунтуючого резистора, то струм проходить через контакти сповіщувача. У цьому випадку при спрацьовуванні сповіщувача, його контакти розмикаються і струм по-

чинає проходити через шунтуючий резистор. В наслідок чого його величина зменшується за рахунок підвищення сумарного опору шлейфу. По величині зменшення струму можна визначити не тільки факт спрацювання сповіщувача, але й кількість сповіщувачів, що спрацювали в шлейфі. При обриві шлейфу струм падає до нуля. Така схема підключення (рис.8.2) дозволяє ідентифікувати такі несправності, як обрив лінії та коротке замкнення.

Дуже рідко зустрічаються пасивні сповіщувачі з нормально-розімкненими контактами. Для їх підключення до дводровового шлейфу застосовується схема паралельного підключення (рис. 8.3). В такій схемі послідовно з кожним сповіщувачем встановлюється навантажувальний резистор  $R_n$ . При спрацюванні сповіщувача відбувається замикання його контактів струм починає протікати через замкнені контакти і резистор  $R_n$ . Внаслідок цього струм в шлейфі змінюється, що ідентифікується приймально-контрольним приладом як сигнал "Пожежа".



**Рис. 8.3 – Схема підключення нормально-розімкнених пасивних сповіщувачів в дводрововий шлейф**

$R_n$  – навантажувальний резистор;  $R_{кінц.}$  – кінцевий елемент

Останнім часом стали дуже популярними сповіщувачі з чотирьохдротовою схемою підключення. Наприклад, СПД-1/12, СПД-3.2,

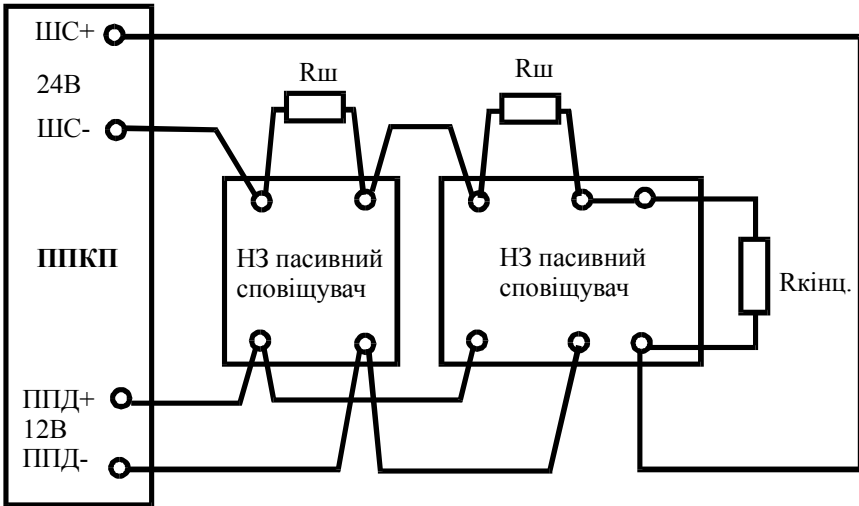


ИПК-4/1, ИПК-7/1, вони мають пару нормально-замкнених контактів і пару контактів для отримання живлення напругою 12 В. Такі сповіщувачі доцільно використовувати з приймально-контрольними приладами, які можуть працювати тільки з пасивними сповіщувачами, наприклад, прилади „Тирас” („АДТ” м. Вінниця), „Пегас” (ТОВ „Аргус-Інформ” м. Харків) та закордонні прилади серії РС (Канада), Satel (Польща). Схема підключення таких сповіщувачів схожа на ту, що представлена на рис. 8.2, за виключенням того, що для живлення сповіщувача використовується окрема лінія, до якої сповіщувачі підключаються паралельно (рис. 8.4). Особливістю роботи такого шлейфу є те, що для повернення сповіщувачів з чотирьохдротовою схемою підключення у черговий стан, наприклад після тестового спрацьовування, необхідно припинити його живлення на час не менше  $5 \div 7$  с.

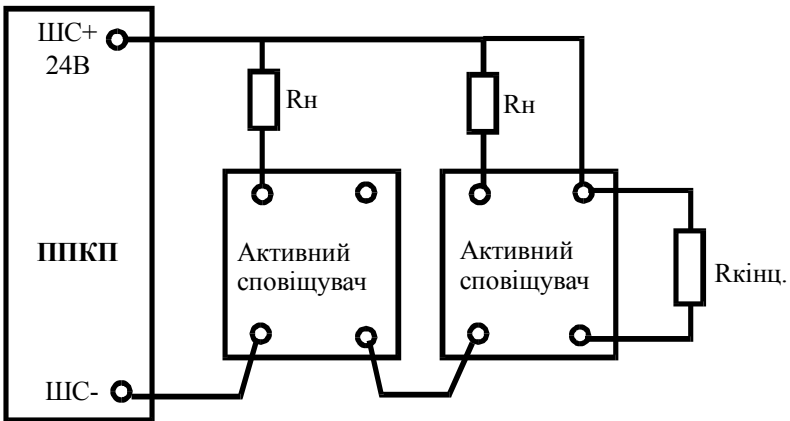
Світові тенденції розвитку засобів автоматичного протипожежного захисту свідчать про широке впровадження активних пожежних сповіщувачів. Для їх підключення до ПКП використовується схема паралельного з'єднання (рис. 8.5). По дводротовому шлейфу сповіщувач отримує живлення від ПКП і одночасно передає інформацію про стан параметра, що контролюється, на прилад. Послідовно зі сповіщувачем включено опір  $R_{огр}$ , який виконує функції обмеження струму, що буде зростати в шлейфі, при спрацьовуванні одночасно декількох сповіщувачів.

Перевагами такого способу підключення сповіщувачів є те, що ланцюг живлення й ланцюг контролю об'єднані, внаслідок цього спрощується монтаж, обслуговування та експлуатація шлейфу. При обриві шлейфа частина системи залишається працездатною.

Як недолік слід відзначити наявність обмеження на кількість сповіщувачів у шлейфі, через зростання навантаження на вхідні лінії ПКП в черговому режимі та режимі тривоги. Для сучасних ПКП вітчизняного виробництва максимальна кількість сповіщувачів в одному шлейфі може бути від 20 до 40 сповіщувачів (визначається характеристиками конкретної модифікації сповіщувача).



**Рис. 8.4 – Схема підключення нормально-замкнених пасивних сповіщувачів в чотирьохдротовий шлейф**  
 $R_{ш}$  – шунтуючий резистор;  $R_{кінц.}$  – кінцевий елемент



**Рис. 8.5 – Схема підключення активних сповіщувачів в дводотовий шлейф з живленням 24 В**  
 $R_{н}$  – навантажувальний резистор;  $R_{кінц.}$  – кінцевий елемент

**ЗАУВАЖЕННЯ.** Шлейфи пожежної сигналізації, по суті, є антенами. Тому при монтажі накладаються обмеження по розташуванню силових електричних проводів, щоб уникнути струмів наведення й зменшити ймовірність помилкового спрацювання. Особливу небезпеку представляє гроза. Під час грози струми наведення можуть досягати значень, що приводять не тільки до помилкового спрацювання ПКП, але й виходу його з ладу. Тому сучасні ПКП оснащують спеціальними розрядними пристроями.

Загальним недоліком безадресних систем, є те, що неможливо визначити який зі сповіщувачів спрацював. У найкращому разі визначається тільки напрямок — номер шлейфу. Більша частина часу йде на пошук сповіщувача, що спрацював, і губиться час. У цьому плані набагато зручніше адресні системи пожежної сигналізації, що дозволяють точно визначити номер сповіщувача, що спрацював.

### 8.3.2 Адресні системи пожежної сигналізації.

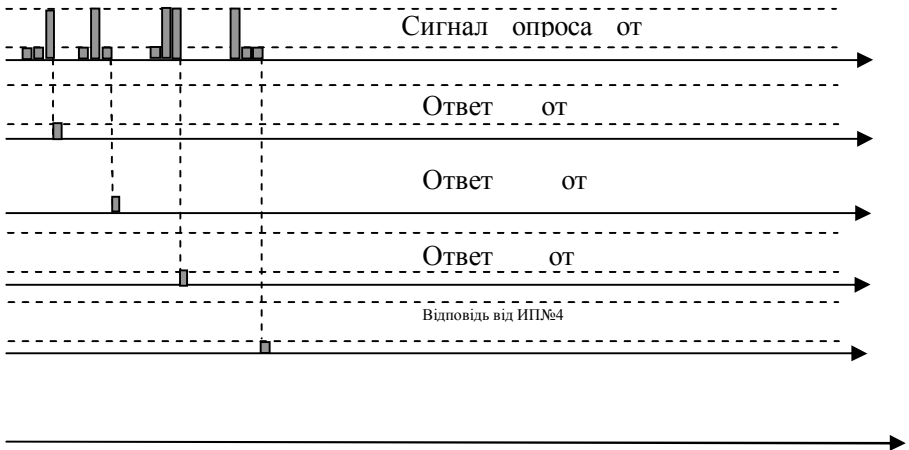
В адресних системах обмін інформації здійснюється у двійковому коді. ПКП посилає сигнал опитування. ПС сприймає сигнал. Якщо номер запиту збігається з номером ПС, то даний ПС формує відповідь стану — черговий режим або безпека.

Обмін інформації здійснюється у двійковому коді:

| 10<br>- код | 2<br>- код | 10<br>- код | 2<br>- код | 10<br>- код | 2<br>- код |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1           | 0001       | 6           | 0110       | 11          | 1011       |
| 2           | 0010       | 7           | 0111       | 12          | 1100       |
| 3           | 0011       | 8           | 1000       | 13          | 1101       |
| 4           | 0100       | 9           | 1001       | 14          | 1110       |
| 5           | 0101       | 10          | 1010       | 15          | 1111       |

У коді відповіді може міститися інформація про параметри контрольованого середовища. Крім того, по команді від ПКП сповіщувач може переводитися в режим підвищеної безпеки, якщо параметри се-

редовища викликають підозри. Наприклад, температура в нормі, але досить швидко змінюється. По цій команді збільшується число вимірів в одиницю часу. Якщо тривоги не виникає, то ПС знову вертається в черговий режим.



Особлива задача - захист інформації від впливу перешкод, на яку витрачається значна частка часу роботи ПКП.

#### 8.4. Загальні відомості про приймально-контрольні прилади

Основні функції приймально-контрольних приладів пожежної сигналізації зводяться до наступного.

1. Фіксація тривожних сигналів від пожежних сповіщувачів:
  - 1.1. Забезпечення певного рівня перешкодозахищеності.
  - 1.2. Вибірковість видачі сигналів (тривоги, несправності та інш.).
  - 1.3. Фіксація точної адреси тривожного сигналу.
2. Контроль справності ліній зв'язку сповіщувачів станціями:
  - 2.1. Автоматичний контроль з фіксацією сигналів про пошкодження.
  - 2.2. Спеціальний контроль електричних характеристик.
3. Контроль працездатності сповіщувачів:

- 3.1. За допомогою переносних імітаторів пожежі.
- 3.2. За допомогою малогабаритних вбудованих імітаторів, команда на включення яких подається зі станції.
4. Забезпечення електроживленням всіх блоків і елементів.
5. Перемикання на резервне джерело живлення у разі відмови від основного джерела (з індикацією відмови).
6. Включення виносних індикаторів тривоги.
7. Подача команд управління на пристрої забезпечення безпеки людей при пожежі і установки пожежогасіння.

Грунтуючись на основних функціях ППКП, можна сформулювати основні принципи побудови приймально-контрольних приладів пожежної та охоронно-пожежної сигналізації та звести їх до наступного.

Розділення системи на напрямки (шлейфи).

Таке розділення дозволяє досить економно і просто визначити адресу пожежі, що виникла. У кожний напрям включається декілька пожежних сповіщувачів. Для більш точного визначення сповіщувача, що спрацював, застосовуються спеціальні установки з кодуванням сповіщувача.

2. Блоковий принцип побудови.

Для забезпечення високої ремонтоздатності, тобто властивості апаратури до швидкого виявлення несправності і її ремонту, станції конструктивно складаються з окремих легкоз'ємних блоків з електронними елементами.

3. Роздільне компонування приладів сигналізації і елементів управління та контролю працездатності.

Для забезпечення надійної і швидкої обробки інформації, що надходить від сповіщувачів, інформаційний блок виділяється із загальної маси елементів, розміщених на лицьовій панелі станції.

4. Виділення сигналу тривоги.

Цей сигнал є основним, тому його виділяють місцем розміщення, кольором, тональністю.

5. Ієрархічна структура побудови електронних елементів.

Вона забезпечує максимальну надійність при мінімальній кількості елементів. Як правило, можна виділити три рівні ієрархії:

– загальностанційний блок обробки інформації – перший рівень;

– блоки променевих комплектів (шлейфи) другий рівень;

– пожежні сповіщувачі – третій рівень.

Відповідно до ієрархії розподіляється надійність блоків:

– відмова елементів першого рівня приводить до відмови всієї установки;

– відмова елементів другого рівня – до відмови частини установки (одного напрямку);

– відмова одного сповіщувача (третій рівень) тільки знижує міру ефективності системи.

Для забезпечення ефективності роботи приймально-контрольного приладу сигналізації треба, щоб більш надійними були елементи першого ієрархічного рівня, оскільки на цьому рівні знаходиться усього один блок. Він може бути будь-яким, тобто його можна створити з урахуванням різних способів забезпечення високої надійності.

6. Резервування основних блоків і елементів станції.

Як правило, залишаються вільними декілька шлейфів. У разі відмови одного з променевих комплектів весь шлейф швидко перемикають на резервний.

7. Автоматичний і тестовий контроль працездатності основних ланцюгів.

Для своєчасного виявлення відмов основних блоків, що виникли, використовують спеціальні контролюючі автоматичні пристрої. При автоматичному контролі на лицьовій панелі станції включається сигнал про несправність блока, що контролюється.

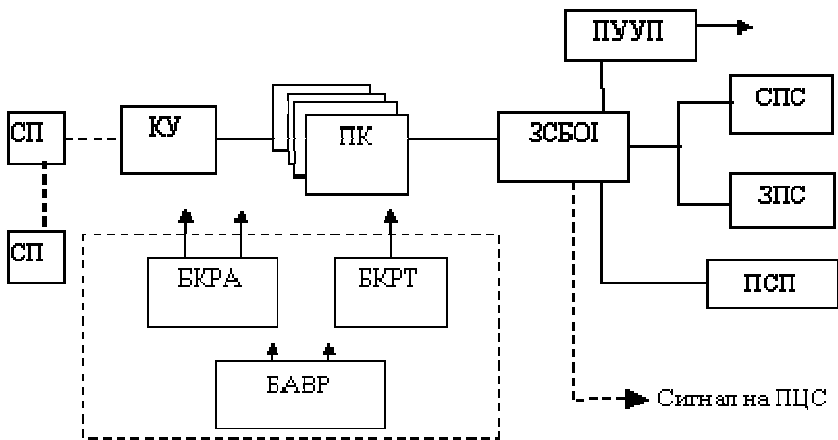
8. Взаємозамінність і уніфікація вузлів.

Приймально-контрольний прилад конструктивно складається з найменшої кількості різнотипних елементів і блоків. Це дає скорочення витрат часу і засобів на його ремонт, скорочує номенклатуру запасних частин, що у кінцевому результаті підвищує його надійність і ефективність.

Лінії зв'язку підключаються до контактних пристроїв (КУ) ПКП сигналізації, в якості яких використовуються різні механічні кріпильні елементи (гвинти, затиски та ін.).

До загальностанційного блока обробки інформації (ЗСБОІ) (рис.

8.6) підключені блоки променевих комплектів (ПК), в яких здійснюється обробка інформації від пожежних сповіщувачів. Загальностанційний блок виконує комунікаційні функції між іншими блоками і виконує ряд функцій, що є загальними для всіх блоків променевих комплектів (подає сигнали управління на світлові пристрої сигналізації (СПС), звукові пристрої сигналізації (ЗПС), пристрої сигналізації пошкодження (ПСП), пристрої управління установками пожежогасіння (ПУУП)). У разі спрацювання пожежних сповіщувачів або відмови, ЗСБОІ формує та передає відповідний сигнал по лінії зв'язку до пульта централізованого спостереження.



**Рис. 8.6 – Узагальнена структурна схема станції пожежної сигналізації**

Блок контролю роботи тестовий (БКРТ) і блок контролю автоматичний (БКРА) здійснюють перевірку роботи станції у відповідних режимах. Живлення блоків здійснюється через блок автоматичного введення резерву (БАВР) від джерела основного або резервного живлення.

Основні вимоги, що пред'являються до приймально-контрольних приладів системи пожежної сигналізації:

- контроль декількох шлейфів сигналізації з будь-якими типами

пожежних сповіщувачів (пасивними, активними, ручними);

- автономна робота від вбудованого резервного живлення протягом певного часу в режимах "Черговий" і "Пожежа";
- включення пристроїв сповіщення (сирени), працюючих від резервного живлення;
- включення автоматичних засобів пожежогасіння і димовидалення або включення вентиляції за допомогою вбудованого реле;
- передача на пульт централізованого спостереження (ПЦС) сигналів "Пожежа" і "Несправність" ("Аварія");
- експлуатація у автоматичному режимі роботи без участі оператора.

### **8.5. Розрахунок максимально допустимої кількості сповіщувачів в одному шлейфі**

Для забезпечення нормального струменевого навантаження в шлейфі приймально-контрольних приладів одним із необхідних є виконання умови:

$$N_{C1} \cdot I_{C1} + N_{C2} \cdot I_{C2} + \dots \leq I_{C_{\text{макс}}} , \quad (8.1)$$

де  $N_{C1}$ ,  $N_{C2}$  і т.ін. – кількість активних сповіщувачів типів 1, 2 і т.ін. (вибираються при проектуванні);

$I_{C1}$ ,  $I_{C2}$  – струми споживання сповіщувачів типів 1, 2 і т.ін. (вказуються в технічних характеристиках на сповіщувачі);

$I_{C_{\text{макс}}}$  – максимально допустимий сумарний струм споживання всіх сповіщувачів в одному шлейфі (вказується в технічних характеристиках на прилад).

Досвід експлуатації приймально-контрольних приладів показав, що для забезпечення їх стійкої роботи в умовах впливу електромагнітних перешкод, а також в моменти включення або короткочасних перерв напруги живлення, не рекомендується навантажувати шлейфи більш ніж на 70÷80 % від  $I_{C_{\text{макс}}}$ .

Максимальна кількість неадресованих ПС, які підключені до од-  
104



ного шлейфа, також залежить від зручності їхнього обслуговування при експлуатації та, як правило, не перевищує 50.

## **8.6. Резервне джерело живлення установки пожежної сигналізації**

Для різноманітної електроапаратури систем використовуються наступні автономні джерела електроенергії: хімічні гальванічні елементи, акумулятори; термоелектричні – термогенератори; фотоелектричні сонячні батареї.

Хімічні джерела струму характеризують наступні параметри: е.р.с.; внутрішній опір; ємність; напруга; к.к.д. електрохімічний і енергетичний; саморозряд; вага і об'єм; питома енергія по вазі і по об'єму; термін служби; працездатність при різних температурах і вологості.

Автономні джерела живлення повинні забезпечувати:

- заданий струм при встановлених межах вимірювання напруги;
- задану тривалість роботи у вказаному режимі без зміни джерел живлення;
- мінімальна вага і об'єм;
- нормальну роботу пристрою при заданих змінах температури і вологості.

Якщо ємності одного акумулятора (елемента) недостатньо, то утворюють батарею з декількох паралельно з'єднаних акумуляторів (елементів). При цьому необхідно, щоб напруга окремих джерел струму була однаковою (ємності можуть бути і різні), інакше піде урівнювальний струм, який значно зменшить ємність батареї. Великий урівнювальний струм може привести до псування джерел струму. Ємність батареї дорівнює сумі ємностей джерел струму, що входять в їх склад. При послідовному з'єднанні напруга батареї дорівнює сумі напруга окремих акумуляторів (елементів), а ємність її дорівнюється найменшій ємності джерела, що входить до складу батареї. Не треба утворювати групи з акумуляторів різних типів. Для забезпечення нормальної роботи, хімічних джерел струму необхідно суворо дотримуватися спеціальних інструкцій по їх експлуатації.

Внутрішній опір акумулятора  $R_i$  (Ом) може бути визначений по його ємності  $Q$ , А(ч):

$$R_i = \frac{0,15}{Q}$$

Враховуючи те, що система пожежної сигналізації є стаціонарною і являє собою лінійний ланцюг, так як опір шлейфів і ліній зв'язку const, то для її електричних розрахунків справедливе використання закону Ома у вигляді:

$$I = \frac{U}{R}$$

У процесі передачі енергії, її частина втрачається в дротах. Потужність втрат:

$$\Delta P = I^2 \cdot R_{л} = \Delta U \cdot I$$

Для того, щоб знайти необхідний перетин проводу необхідно визначити загальну номінальну потужність всіх споживачів при заданій напрузі і силу розрахункового струму в ланцюзі:

$$I = \frac{P_{\text{общ}}}{R}$$

Далі по довідкових таблицях підібрати (знайти) перетин проводів або кабелів відповідної марки.

Загальний опір ділянки ланцюга з послідовно з'єднаними елементами визначається як

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Загальний опір ділянки ланцюга з паралельно з'єднаними елементами визначається як

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Падіння напруги на затисках силових електроприймачів при нормальному режимі їх роботи допускається не більше за 5 % номінального. Тому електричні мережі після розрахунку по нагріву перевіряють по втратах напруги. При великій довжині мережі цей розрахунок є таким, що визначає для вибору перетину провідників.

Втрати напруги ( $\Delta U$ ) в мережі постійного струму або однофазного змінного струму визначають по наступних спрощених формулах (без урахування індуктивного опору провідників мережі і для активно навантаження):

а) у вольтах:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot \ell \cdot 1000}{U_{\text{ном}} \cdot \gamma \cdot S} \cdot 100 ;$$

б) в відсотках:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot P \cdot \ell \cdot 1000}{U_{\text{ном}}^2 \cdot \gamma \cdot S} \cdot 100 ,$$

де  $P$  – розрахункова потужність, що передається по мережі, кВт;

$\ell$  – довжина мережі в одну сторону, м;

$U_{\text{ном}}$  – номінальна напруга, В;

$\gamma$  – питома електрична провідність провідника;

$S$  – перетин провідника, м<sup>2</sup>.

Необхідну ємність акумуляторних батарей, яка забезпечує роботу комплексу засобів пожежної сигналізації протягом потрібного часу, можна визначити таким чином:

1) У черговому режимі  $C_{\text{д.р.}}$  :

$$C_{\text{д.р.}} = \Sigma I_n \times 24 \text{ч, [А·години],}$$

де  $I_n$  – споживаний струм елемента установки сигналізації в черговому режимі роботи, А.

2) У режимі тривоги:

$$C_{тр.} = \Sigma I_{тр.} \times 3ч, [А \cdot \text{години}],$$

де  $I_{тр.}$  – споживаний струм елемента установки сигналізації в режимі роботи "Тривога", А.

3) Загальна ємність акумуляторної батареї визначається як:

$$C = C_{д.р.} + C_{тр.} [А \cdot \text{ години}].$$

## **8.7. Приклади технічної реалізації пожежних приймально-контрольних приладів**

### **8.7.1. Призначення, характеристики системи адресної пожежної сигналізації "Омега" (ЧП "Резерв-1", "Проект-ВО" м. Харків)**

Система адресної пожежної сигналізації "Омега" (САПС) призначена для адресного й безадресного автоматичного виявлення пожежі по факторах дим, полум'я, температура в приміщеннях промислових об'єктів, складів, торговельних і готельних комплексах, житлових будинках, офісах з одночасним включенням засобів пожежної автоматики та зовнішньої сигналізації.

САПС "Омега" (рис. 8.7) являє собою набір різних типів адресних і безадресних приладів та сповіщувачів, з яких можна комплектувати мікропроцесорну інформаційно-керуючу систему різної конфігурації й масштабу залежно від типу й призначення об'єкта, що захищається.

Основою САПС "Омега" є прилад управління ПУ–П (рис. 8.8), до якого можна підключати 4 (8) кільцевих або радіальних адресних шлейфи. Підключення адресних пристроїв здійснюється за паралель-

ною схемою. Разом з автоматичними адресними сповіщувачами трьох типів та ручними адресними сповіщувачами в шлейф можна підключати наступні прилади.

Блок сполучення адресний (БСА), який призначений для підключення в лінії зв'язку пасивних сповіщувачів, що формують сигнал "Пожежа" шляхом розмикання або замикання контактів. Кожен блок може контролювати до 4-х безадресних підшлейфів з індикацією наступних подій: "Пожежа", "Обрив" та "Коротке замкнення".

Блоки приймально-контрольні проміжні адресні (БПКПА) – призначені для застосування в житлових будівлях та забезпечують підключення до поверхового шлейфу пожежних сповіщувачів, що встановлені в квартирах, а також видають звукову та світлову сигналізацію про пожежу безпосередньо в квартиру.

Блок комутації адресний (БКА) – призначений для дистанційного управління включенням системи вентиляції, димовидалення або пожежогасіння. Одночасно блоки контролюють наявність і відповідність нормі напруги живлення в ланцюгу управління. Блоки забезпечують комутацію виконавчих механізмів. Кожен блок займає 4 адреси в адресному просторі приладу управління.

Ізолятори кільцевих ліній (ІКЛ) дозволяють виключити вплив короткого замкнення або обриву в кільцевій лінії зв'язку та забезпечити вимогу наявності індикації тривоги не менше ніж від 30 адресних сповіщувачів. Аналогічні функції виконує модуль ізолятора короткого замкнення сповіщувача (МИКЗИ), який встановлюється безпосередньо в монтажну розетку сповіщувача.

Також до складу САПС "Омега" можуть входити прилади розширення ППКП–П, додатковий виносний прилад ДВП, блок адаптера зв'язку АДС, блоки реле зовнішніх пристроїв БРВУ.

Прилад ППКП–П призначений для прийому інформації з 8(4) кільцевих адресних шлейфів зі сповіщувачами та допоміжними блоками, а також передачі інформації про події на прилад ПУ–П. Розширення інформаційної ємності САСП забезпечується за рахунок підключення до приладу управління до 8 приладів розширення.



(БІЗ) можуть бути включені пожежні вибухобезпечні сповіщувачі: димові, теплові, ручні, полум'я та блоки сполучення, що мають маркування вибухозахисту "ГЕхІВВТ5 у комплекті "Омега". Вид вибухозахисту – "Іскробезпечна електрична мережа" по ГОСТ 22782.5.

САПС "Омега" має усі функціональні можливості які притаманні приймально-контрольним приладам пожежної сигналізації, але серед особливостей слід відзначити наступне:

- виявлення факторів пожежі супроводжується вказівкою на дисплеї точного місця розташування сповіщувача і його типу;
- при спрацьовуванні двох та більше сповіщувачів відбувається повторне включення звукової сигналізації та індикатора "Много пожаров" на приладі ПУ–П;
- вивід інформації про пожежі й несправності на принтер із вказівкою характеру події, місця, дати й часу її виникнення;
- вивід інформації на ПЕОМ, у тому числі віддалений, через блок адаптера зв'язку АДС, що дозволяє при використанні спеціалізованого ПО включати голосове оповіщення, вказувати сповіщувач, що спрацював, на мнемосхемі;
- збереження в енергонезалежному архіві інформацію про 1000 подій;
- при виявленні несправностей у шлейфах сигналізації на рідкокристалічному дисплеї виводиться інформація про характер несправності (коротке замикання, відсутність зв'язку із приладами, обриви шлейфа) та здійснюється локалізація місця несправності;
- проведення діагностики димових сповіщувачів і видачу інформації про забруднення димової камери та необхідності проведення регламентних робіт;
- контроль цілісності ліній зв'язку реле приладів ПУ-П, ППКП-П, БРВУ із зовнішніми пристроями, а також контроль спрацьовування контактів реле, із зазначенням відмови реле або лінії, що веде від реле до зовнішнього пристрою;

- визначення обриву й короткого замикання в підшлейфі з безадресними контактними сповіщувачами;
- видачу звукового сигналу при вимиканні приладу ПУ-П або обриві лінії живлення приладу ПУ-П;
- підключення до приладів ПУ-П і ППКП-П до 20 безадресних сповіщувачів у будь-який шлейф сигналізації, при цьому в цей шлейф можуть підключатися тільки безадресні сповіщувачі.

### **Основні технічні характеристики САПС "Омега"**

1. Інформаційна ємність приладу ПУ-П – до 8 (4) приладів ППКП-П або 8(4) власних шлейфи сигналізації зі сповіщувачами.

2. Інформаційна ємність приладів ППКП-П – 8 контрольованих шлейфів сигналізації.

3. В один шлейф може бути підключено до 60 адресних сповіщувачів.

4. Основне живлення – змінна напруга  $220_{-33}^{+22}$ , В частотою 50 Гц.

5. Резервне живлення – вбудована в блоки АПС-П акумуляторна батарея напругою  $12_{-1,4}^{+1,6}$ , В, ємністю 7 або 12 А/годин.

6. Потужність, споживана складовими частинами системи, наведена в таблиці 8.1.

**Таблиця 8.1**

| Найменування складової частини           | Споживана потужність, ВА, не більше |                 |
|--|-------------------------------------|-----------------|
|  | черговий режим                      | Режим "Тривога" |
| Прилад ПУ-П                              | 2,4                                 | 4,2             |
| Прилад ППКП-П                            | 1,3                                 | 1,6             |
| Прилад ДВП                               | 1,5                                 | 3,2             |
| Сповіщувачі димові, теплові та блоки БСА | 0,005                               | 0,05            |
| Сповіщувачі ручні                        | 0,004                               | 0,04            |
| Сповіщувачі полум'я                      | 0,02                                | 0,2             |

7. Час технічної готовності САПС «Омега» – не більше 20 се-



кунд.

8. Граничний час спрацьовування САПС «Омега» не перевищує 8 с при максимальній конфігурації системи. Опитування сповіщувачів проводиться одночасно по всіх шлейфах сигналізації зі швидкістю 0,06 с/сповіщувач.

### Устрій приладу ПУ-П системи АПС "Омега"

Основними конструктивними вузлами приладу є (рис. 8.8):

- корпус;
- блок контролю та управління;
- блок живлення;
- блок індикації та клавіатури;
- блок резервного живлення.

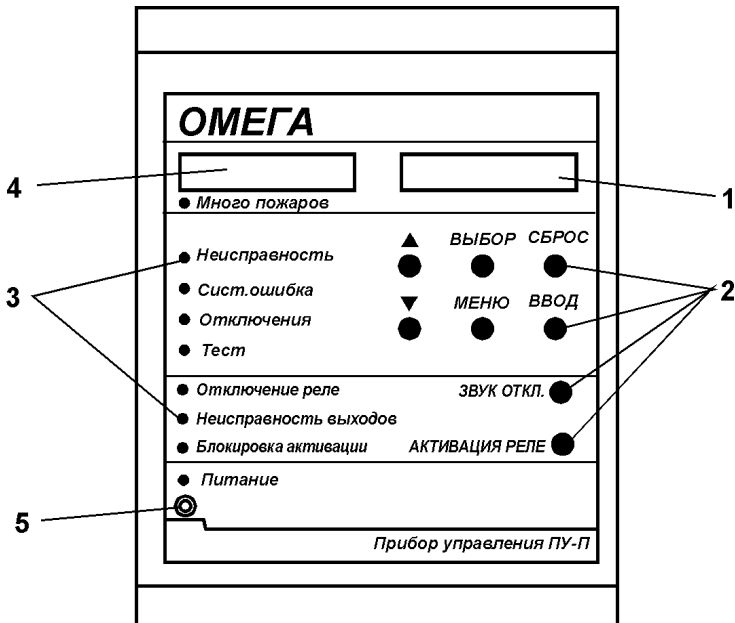


Рис. 8.8 – Зовнішній вигляд приладу ПУ-П системи "Омега"

В корпусі розташовані всі вузли приладу. Блок індикації закріплений на лицьовому боці приладу.

Передня панель приладу містить вісім клавiш управління – 2 та світлодіодні індикатори: "Питание", "Много пожаров", "Неисправность", "Сист. ошибка", "Отключения", "Тест", "Отключение реле", "Неисправность выходов", "Блокировка активации" – 3, також двохрядковий рідкокристалічний дисплей – 1 та світлове табло "Пожар" – 4 (див. рис. 8.8). Індикатори розташовані групами, що мають функціональну різницю.

Прилад ПУ–П оснащений вбудованим імпульсним джерелом живлення, що відповідає ДСТУ EN 54-4. В нижній частині корпусу під кришкою знаходиться пристрій живлення АПС-П, який має в своєму складі трансформатор, акумуляторну батарею та електронну плату. Система живлення має два канали — основний та резервний. Трансформатор забезпечує перетворення первинної мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц в низьковольтову напругу змінного струму, далі за допомогою електронної схеми відбувається перетворення напруги живлення до значення, яке відповідає заданим параметрам. Прилад має вбудований пристрій захисту акумуляторної батареї від глибокого розряду, який відключає батарею від приладу при нарузі на ній нижче 10,5 В. Під час транспортування для повного знеструмлення приладу ПУ–П необхідно відключити його від мережі 220 В, а також на 3 с натиснути мікрокнопку вимкнення резервного джерела "Off".

Блок контролю та управління (БКУ) є основним блоком приладу ПУ–П, що здійснює прийом і обробку інформації з адресних шлейфів та клавiш управління, і керування вихідними сигналами й індикацією.

У верхній частині БКУ розташовані клеми "L1"÷"L8" та "GND" для підключення адресних пристроїв в лінію зв'язку. Поряд з ними розташовані групи клем, що служать для комутації до восьми реле з параметрами навантаження до 30 В 5 А. Ці реле можуть бути запрограмовані на наступні події: спрацьовування одного адресного сповіщувача, спрацьовування групи адресних сповіщувачів, спрацьовування адресних сповіщувачів в запрограмованій зоні. Для

кожного реле існує можливість встановлення часу затримки на спрацювання від 0 до 180 с.

Комунікація приладу ПУ-П з віддаленим персональним комп'ютером здійснюється по каналу RS-232, монтажні клеми якого, розташовані в правому нижньому куту БКУ. Або по каналу RS-485 через проміжний блок АДС. Також по каналу RS-232 до приладу може бути підключений принтер для фіксації тривожних подій на паперовому носії.

### **Робота САПС "Омега"**

При виникненні пожежі сповіщувач (група сповіщувачів) фіксує один з контрольованих факторів, при цьому САПС «Омега» виконує наступні дії:

1) на сповіщувачах, що спрацювали включаються світлові індикатори;

2) інформації про пожежу по послідовному каналу від сповіщувача (приладів ППКП-П) передається на керуючий прилад ПУ-П і ДВП;

3) перемикаються реле приладів ПУ-П, ППКП-П, БРВУ;

4) на лицьовій панелі приладу ПУ-П включається світле табло "ПОЖЕЖА";

5) на дисплеї приладів ПУ-П і ДВП відображується інформації про сповіщувач, що спрацював: місце розташування сповіщувача на об'єкті, кількість сповіщувачів, що спрацювали, номер шлейфа сигналізації й приладу ППКП-П, до якого підключений сповіщувач, що спрацював;

6) на приладах ПУ-П і ДВП включається звукова сигналізація про пожежу;

7) прилад ПУ-П видає інформацію про пожежу на: принтер, ПЕОМ або ПЦН по каналу RS-232 або RS-485.

Система "Омега" забезпечує автоматичний постійний контроль працездатності приладів і сповіщувачів, а також контроль шлейфів сигналізації. При виявленні несправності в приладах, сповіщувачах, шлейфах сигналізації САПС "Омега" виконує наступні дії:

1) при наявності будь-якої несправності у шлейфі, на приладах ПУ-П і ДВП включається узагальнена сигналізація про несправність (індикатор "Отказ"), включається звукова сигналізація на РКІ відображається номер приладу, що відмовив, а з приладу ПУ-П передається інформація про узагальнену відмову на зовнішній пристрій;

2) при відмові блоку живлення АПС-П на приладі ППКП-П, що до нього підключений, гасне світловий індикатор про наявність живлення, на приладах ПУ-П і ДВП відображається інформація про відсутність зв'язку із приладом ППКП-П; при відмові основної мережі - на приладі ПУ-П відображається інформація про аварію живлення відповідного блоку АПС-П;

3) при обриві або короткому замиканні лінії зв'язку між приладами ПУ-П і ППКП-П або ДВП робота системи автоматично здійснюється по дублюючій лінії й сигналізується про відмову основної лінії зв'язку;

4) при обриві або короткому замиканні лінії зв'язку реле із зовнішніми пристроями, а також при відмові самого реле, виробляються повідомлення про відмову зв'язку або реле.

Система "Омега" автоматично перемикається з основної мережі на резервну при зникненні живлення основної мережі й навпаки, не допускаючи при цьому помилкових спрацьовувань.

## **Основні стани роботи САПС "Омега"**

### **1. Включення системи**

Включити кнопки живлення приладів ПУ-П, ППКП-П, ДВП, БРВУ. При цьому система автоматично переходить в режим самоконтролю, який триває близько 20 с та супроводжується написом КОНТ-РОЛЬ на дисплеї приладу ПУ-П, світінням індикатора ТЕСТ, а також мерехтінням індикаторів спрацьовування на всіх адресних пристроях, підключених в систему. Після закінчення перевірки система автоматично переходить в робочий режим. На індикаторі приладу ПУ-П не з'явиться повідомлення про перехід в один з робочих режимів „Норма”, „Отказ” або „Пожар”.

Ознакою того, що система перебуває в режимі НОРМА є постійний контроль усіх сповіщувачів, що включені до конфігурації системи. На дисплеї приладу ПУ–П у верхньому рядку відображується надпис НОРМА та наводиться поточний час.

2. Приєм повідомлень про пожежу.

При спрацюванні в системі хоча б одного сповіщувача світиться табло ПОЖЕЖА й з'являється переривчастий звуковий сигнал на дисплеї виводиться повідомлення ПОЖЕЖА, місце розташування приміщення або номер сповіщувача, що спрацював (рис. 8.9).



Рис. 8.9 – Індикація інформації про пожежі на дисплеї приладу ПУ–П

3. Приєм повідомлень про несправності в системі

На дисплей приладу ПУ–П виводиться повідомлення **ОТКАЗ** (рис. 8.10), світиться індикатор "Неисправность", формується переривчастий звуковий сигнал.



Рис. 8.10 Індикація інформації про відмову на дисплеї приладу ПУ–П

При наявності будь-яких видів відмов, з появою пожежної ситуації повідомлення про пожежу перебиває повідомлення про несправності.

Повернення в черговий режим після усунення причин, що викликали повідомлення про несправність, здійснюється натисканням кнопки "Контроль" на БКУ приладу ПУ–П.

## 9. СИСТЕМИ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Засоби охоронної сигналізації знаходять досить широке застосування не тільки на підприємствах різних форм власності, але і в приватній власності громадян, які обладнують засобами охоронної сигналізації своє рухоме і нерухоме майно.

На цей час існує велика різноманітність технічних засобів систем охоронної сигналізації з різними функціональними можливостями, технічними характеристиками та іншими показниками. Однак для всіх характерне те, що безперебійна робота охоронної сигналізації об'єкта залежить від правильності вибору технічних засобів для захисту конкретних об'єктів, якості виконання монтажних і налагоджувальних робіт і організації експлуатаційного обслуговування технічних засобів. Ефективність виявлення проникнень і охорони об'єкта загалом залежить від належної технічної укріпленості будівель, приміщень і інженерних споруд периметра, що захищається.

### 9.1. Поняття і класифікація технічних засобів охоронної сигналізації

Термін **охоронна сигналізація (ОС)** означає комплекс технічних засобів для отримання, обробки, передачі і представлення в заданому вигляді споживачам інформації про проникнення на об'єкти, що охороняються.

**Об'єктом, що охороняється** називається окреме приміщення або комплекс приміщень, що розосереджені в межах одного або декількох будівель, а також територія, що має позначені кордони (периметр) і обладнана технічними засобами ОС.

**Технічні засоби ОС** – це різне обладнання і прилади, що призначені для виявлення проникнення на об'єкт, що охороняється, через зони, що охороняються, передачі і відображення (реєстрації) тривожних сповіщень. Комплекс технічних засобів включає в себе **технічні засоби виявлення** (охоронні сповіщувачі), **технічні засоби контролю** (приймально-контрольні прилади, системи передачі сповіщень і систе-

ми централізованого спостереження), а також інше і допоміжне обладнання (звукові і світлові оповіщувачі, джерела живлення, системи теленагляду, охоронного освітлення та ін.), і утворює систему ОС.

Технічні засоби виявлення, допоміжні (виносні) елементи і лінії зв'язку (ЛС), що прокладаються між сповіщувачами і від сповіщувачів до з'єднувальних коробок або приймально-контрольних приладів (ПКП), утворюють **шлейф охоронної сигналізації** (ШОС або ШС).

Частина об'єкта, що охороняється, який контролюється одним шлейфом ОС або їх сукупністю, називається **зоною, що охороняється**, а такий ШС або їх сукупність, підключені до ПКП або інформаційних вічок системи централізованого спостереження (СЦС), утворює **охоронний рубіж**.

У залежності від виду об'єкта, що охороняється, технічні засоби сигналізації, що встановлюються на об'єктах, поділяють на **об'єктові** (в середині приміщень, будівель і т.ін.) і **периметральні** (зовні будівель, вздовж зовнішнього обгороджування територій).

Системи ОС класифікуються за типами охорони. Існує два типи охоронних систем: **автономна і централізована**.

## 9.2. Автономні і централізовані системи ОС

Охорона об'єктів з використанням технічних засобів може здійснюватися автономно або централізовано за допомогою пультів централізованого спостереження (ПЦС) підрозділів державних і недержавних служб охорони.

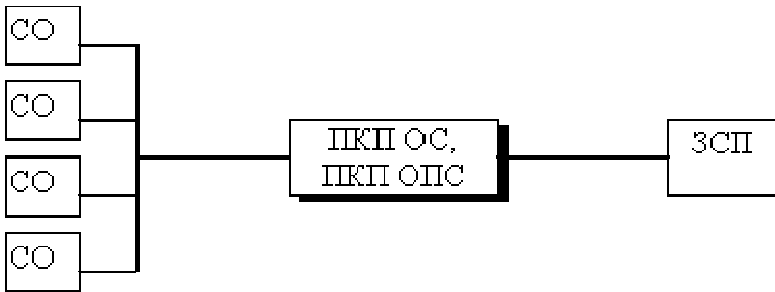
Вибір типу охорони виконується за результатами обстеження об'єкта з визначення його стійкості на даний момент до крадіжок, розкрадання і інших злочинних посягань, а також в залежності від кількості матеріальних або інших цінностей і технічних можливостей.

Автономні системи ОС застосовують на об'єктах, підключення яких до ПЦС технічно нездійсненне або недоцільне. Метою автономної сигналізації на таких об'єктах є видача звукових і світлових сигналів виносних пристроїв сповіщення у разі несанкціонованого проникнення для залучення уваги нарядів міліції або осіб, що знаходяться

поблизу об'єкта, що охороняється.

Найпростіша система автономної сигналізації (рис. 9.1) складається з ШС, в який включені охоронні сповіщувачі, і одношлейфного ПКП, що забезпечує управління виносними оповіщувачами (дзвінок і лампа).

Існують автономні системи ОС з черговим оператором (автономні пульти). Такі системи широко застосовуються на підприємствах, складах, базах і інших великих об'єктах через велику кількість зон, що охороняються, і недоцільність прямого контролю їх з ПЦС підрозділів охорони. Функцією чергового оператора є контроль за станом ШС і сповіщення по телефону підрозділів МВС у разі несанкціонованого проникнення.



**Рис.9.1 – Структурна схема побудови автономної системи ОС:**

СО – охоронні сповіщувачі; ПКП – приймально-контрольний прилад; ЗСП – зовнішні сигнальні пристрої

Автономні пульти створюються з використанням ПКП малої та середньої інформаційної місткості.

Централізовані системи ОС, як найбільш ефективні, застосовують для охорони тих об'єктів, які можуть бути підключені до ПЦС, мають велику кількість цінного майна і вимагають оперативного реагування у разі проникнення в них сторонніх осіб.

Пульти централізованого спостереження організуються підрозділами служби охорони для охорони торгових об'єктів, банків, культурних і історичних цінностей, баз і складів, приміщень організацій і підприємств, квартир громадян та ін., дозволяючи оперативно вживати заходів з затримання.



ПЦС створюються на базі систем передачі тривожних сповіщень (СПТС), а в цей час із застосуванням автоматизованих систем збору і обробки інформації (АСЗОІ), що дозволяють організувати централізовану охорону одночасно для декількох тисяч об'єктів (рис. 9.2).

Існують різні варіанти побудови централізованих систем ОС, в залежності від типу з'єднувальних ліній, що використовуються, специфіки об'єкта, що охороняється, типу СЦС – системи централізованого спостереження, СПТС – системи передачі тривожних сповіщень.

Централізовані системи перебувають з ШС і ПКП, що розташовуються безпосередньо на кожному об'єкті, що охороняється, з'єднувальних ліній між об'єктами і СЦС і самими СЦС.

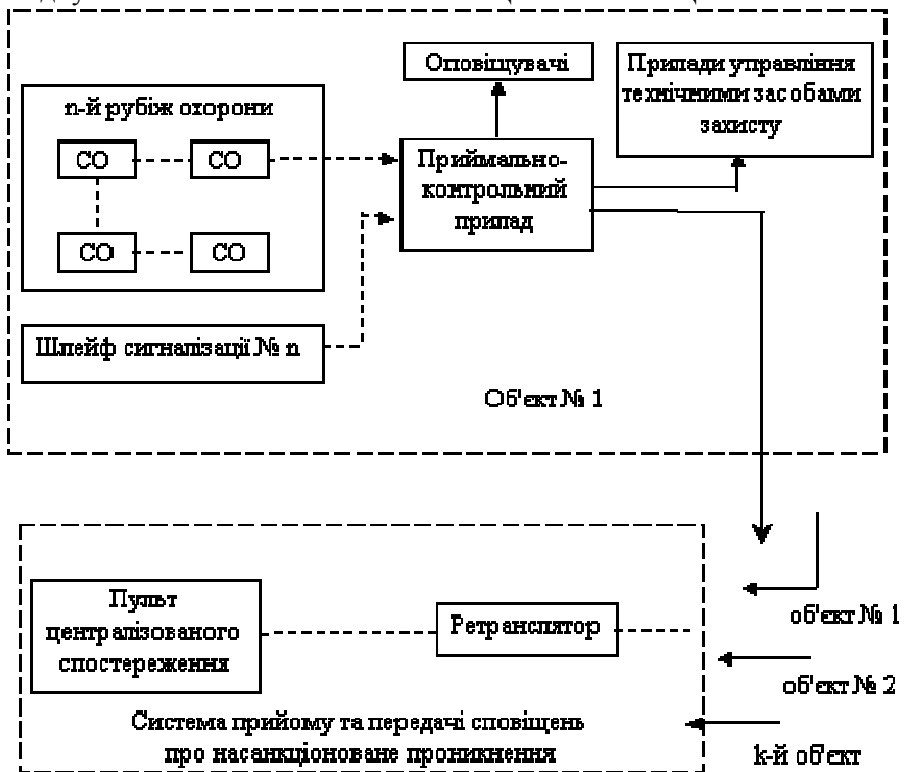


Рис.9.2 – Структурна схема побудови централізованої системи ОС

У якості з'єднувальних ліній використовуються провідні лінії, що спеціально прокладаються, лінії МТМ і канали радіозв'язку. У разі використання зайнятих абонентських телефонних ліній МТМ, у централізовані системи включаються СПТС або апаратура ущільнення.

### 9.3. Застосування технічних засобів ОС

Для захисту об'єкта використовуються один або декілька рубежів охорони, що дозволяють визначити з більшою точністю місце проникнення на об'єкт. Кожний рубіж безпосередньо пов'язаний з певними конструктивними елементами об'єкта або їх групами. При відсутності або недостатній кількості механічних засобів захисту (ґратів, запірних пристроїв, замків і т.п.) кількість рубежів охорони об'єкта збільшується на один рубіж.

#### Перший рубіж охорони

Зоною першого рубежу охорони є внутрішній периметр приміщень (будівель і т.п.), тому що практика показує, що це найвразливіша частина об'єктів різних категорій. До складу внутрішнього периметра приміщення, будівлі входять: віконні і дверні отвори, люки, вентиляційні канали, теплове введення, тонкостінні перегородки, підлоги, стелі та інші конструктивні елементи будівель, доступні для проникнення із зовнішньої сторони.

Конструктивні елементи периметра блокуються таким чином:

- дверні отвори, завантажувально-розвантажувальні люки, ворота – на “відкривання” і “пролом”;
- засклені конструкції – на “відкривання” і руйнування скла;
- металеві двері, ворота – на “відкривання” і ударний вплив;
- некапітальні стіни, стелі, перегородки і місця введення комунікацій – на “пролом”;
- капітальні стіни, вентиляційні короби, димарі – на руйнування і ударний вплив.

Перший рубіж охорони може бути утворений одним ШС або сукупністю ШС.

### Другий рубіж охорони

Зоною другого рубежу охорони є, як правило, об'єми приміщень, в яких розосередилися предмети, що охороняються, а також проходи, коридори і інші частини будівель (споруд). Організація другого рубежу охорони дозволяє звести до мінімуму можливість непомітного проникнення на об'єкт, що охороняється. Другий рубіж також може бути утворений одним або декількома ШС в залежності від кількості і розташування предметів в приміщенні, зосередження в них матеріальних цінностей.

### Третій рубіж охорони

Третім рубежем охорони захищаються окремі предмети в середині приміщень (сейфи, металеві шафи, стелажі, експонати і інш.), які представляють цінність або використовуються для зберігання цінностей.

**Підключення на ПЦС самостійних рубежів охорони** і їх шлейфів може проводитися безпосередньо по абонентським телефонним лініям або з використанням апаратури високочастотного ущільнення (АВУ).

У всіх рубежах охорони необхідно застосовувати ПКП, що забезпечують автоматичне перемикання на резервне живлення, і можливість їх підключення до ПЦС по телефонних лініях.

## **9.4. Периметральні технічні засоби ОС**

Периметральні технічні засоби охоронної сигналізації так само як і об'єктові, включають в себе весь комплекс технічних засобів і призначені для виявлення спроб проникнення через блоковані ділянки периметра або території об'єкта, що охороняється.

Технічні засоби периметральні ОС повинні забезпечувати:

- безперервність дії і стійкість в роботі;
- неможливість виходу з ладу блокованих ділянок без надходження тривожного сповіщення на пост охорони;
- одночасний прийом тривожних сповіщень з будь-якої кількості блокованих ділянок;

- точність і простоту визначення місця порушення;
- постійний контроль стану сигналізації;
- простоту обслуговування лінійної частини, сповіщувачів і ПКП.

Периметральні засоби виявлення розміщують вздовж зовнішнього обгороджування території, на зовнішніх стінах будівель і споруд. Периметральною ОС захищаються також ворота, хвіртки, дахи будівель, споруд, навісів, що примикають безпосередньо до зовнішнього обгороджування.

Зонами периметра, що охороняються, є окремі *блок-ділянки* з видачею самостійних сигналів на ПКП або вічко ПЦС, довжина яких вибирається, виходячи з рельєфу місцевості, конфігурації зовнішнього обгороджування і технічних вимог до розміщення конкретного периметрального засобу виявлення. До складу периметральної ОС повинно входити світлове табло з мнемосхемою периметра, що захищається, яке розміщується на посту охорони.

## 9.5. Допоміжні технічні засоби ОС

Допоміжні технічні засоби ОС служать для посилення охорони об'єктів всіх видів додатково до об'єктових і периметральних технічних засобів.

До допоміжних технічних засобів відносяться:

- тривожна сигналізація (в складі об'єктових ОС);
- охоронне телебачення;
- охоронне освітлення;
- засоби постового зв'язку і сповіщення (в складі периметральної охоронної сигналізації).

Для посилення охорони будівель і приміщень, в яких зосереджена значна кількість унікальних, особливо цінних експонатів і матеріальних цінностей, або в які мають тимчасовий або цілодобовий доступ відвідувачі або сторонні особи, використовується **охоронне телебачення**.

**Охоронне електроосвітлення** передбачається для забезпечення

необхідних умов видимості обстановки в приміщенні, кордонів периметра і території об'єкта.

**Засоби постового зв'язку і сповіщення** призначені для оперативного сповіщення про проникнення на ділянки периметра, що охоплюються, територію об'єкта і відання розпоряджень з його ліквідації.

## 9.6. Категорії об'єктів

Об'єкти, що підлягають обладнанню технічними засобами ОС, поділяються на особливо важливі і інші. Особливо важливі об'єкти мають підвищені вимоги до **технічної укріпленості** і оснащення їх засобами ОС.

**Особливо важливими** вважаються об'єкти або приміщення, де знаходяться:

- **грошові кошти** (банки і їх відділення, каса підприємств, головні каси великих торгових установ);
- **зброя і боєприпаси** (стрілецькі тири підприємств, кімнати зберігання зброї учбових закладів, підприємств, в т. ч. воєнізованої охорони та інш.);
- **наркотичні речовини** (склади, аптеки, наукові лабораторії, лікувальні установи, де зберігаються і використовуються ці речовини або сировина для їх виготовлення);
- **дорогоцінні метали і камені, вироби з них** (ювелірні магазини, бази, склади, сховища підприємств, які використовують у виробництві ці матеріали);
- **культурні й історичні цінності** (музеї, картинні галереї, виставочні зали, фондів сховища музеїв).

**Іншими об'єктами** (приміщеннями) є об'єкти (приміщення), де розміщуються:

- комп'ютерна техніка і оргтехніка;
- відео-, аудіотехніка, кіно- і фотоапаратура;
- хутра і шкіра натуральні або штучні і вироби з них;
- автомобілі і запчастини до них;
- вино-горілчані вироби і т. п. особливо цінні і дефіцитні товари;

- технологічне і господарське обладнання;
- технічна і конструкторська документація;
- інвентар, продовольчі і промислові товари, напівфабрикати.

Приміщення особливо важливих об'єктів в обов'язковому порядку повинні обладнуватися засобами ОС в два і більше за рубежів охорони з підключенням кожного на окреме вічко ПЦС.

Інші об'єкти, перераховані в пунктах 1)-5), обладнуються системами ОС в один і більше за рубежів охорони, а об'єкти 6)-8) обладнуються одним рубежем охорони.

## 10. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ОХОРОННОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

### 10.1. Класифікація технічних засобів виявлення і контролю охоронної сигналізації

Технічними засобами виявлення є комплекс технічних засобів ОС, що включає в себе сповіщувачі, що встановлюються безпосередньо на об'єктах, які охороняються, що включаються в ШС і призначені для виявлення проникнення, спроби проникнення або фізичного впливу, що перевищує нормований рівень, і формування тривожного сповіщення.

Засоби виявлення (охоронні сповіщувачі) за принципом їх дії поділяються на:

- електроконтактні і омичні (обривні);
- магнітоконтактні (герконові);
- ударноконтактні;
- п'єзоелектричні (вібраційні);
- ємністі або індуктивні (параметричні);
- радіохвильові (СВЧ-сповіщувачі);
- ультразвукові;
- оптично-електронні (інфрачервоні) активні і пасивні;
- комбіновані (які поєднують декілька різних принципів дії, наприклад, пасивний інфрачервоний і СВЧ);

За призначенням:

- сповіщувачі для закритих приміщень;
- сповіщувачі для відкритих площ.

За видом зони виявлення, що контролюється сповіщувачем:

- точкові;
- лінійні;
- поверхневі;
- об'ємні.

За кількістю зон виявлення:

- однозонні сповіщувачі;
- багатозонні сповіщувачі.

Для сповіщувачів лінійних і об'ємних додаються класифікаційні ознаки за дальністю дії:

- сповіщувачі малої дальності – до 50 м;
- сповіщувачі середньої дальності – від 50 до 200 м;
- сповіщувачі великої дальності – понад 200 м.

За конструктивним виконанням:

- однопозиційні сповіщувачі (випромінювач (передавач) і приймач або декілька випромінювачів і приймачів суміщені в одному блоці);
- двохпозиційні сповіщувачі (випромінювач і приймач виконані у вигляді окремих блоків);
- багатопозиційні сповіщувачі (більше двох блоків випромінювачів і приймачів в будь-якій комбінації).

## **10.2. Маркування технічних засобів охоронної і охоронно-пожежної сигналізації**

Будь-які технічні засоби мають своє маркування, що містить основну інформацію про їх призначення і область застосування. Засоби охоронної і охоронно-пожежної сигналізації маркуються аналогічно пожежній сигналізації, а основна відмінність полягає в зашифрованих відомостях, що визначають принцип дії датчиків виявлення.

Шифр будь-якого сповіщувача містить декілька елементів. Дотримуючись вимог до маркування, ОСТу (по країнах СНД), що визначені, шифр містить три елементи.

Перший елемент (буквений) означає призначення сповіщувача:

ИО – сповіщувач охоронний;

ИОП – сповіщувач охоронно-пожежний.

Перша цифра другого елемента визначає вигляд зони виявлення:

1 – крапковий;

2 – лінійний;

3 – поверхневий;

4 – об'ємний.

Дві останні цифри другого елемента означають принцип дії (для



комбінованих сповіщувачів – чотири цифри, що поєднують по дві цифри позначення принципу дії):

- 01 – електроконтактний;
- 02 – магнітоконтактний;
- 03 – ударно-контактний;
- 04 – п'єзоелектричний;
- 05 – ємнісний;
- 06 – індуктивний;
- 07 – радіохвильовий;
- 08 – ультразвуковий;
- 09 – оптично-електронний.

Третій елемент (цифра або цифра і буква) означає модель або модифікацію сповіщувача.

Видача сигналу тривоги більшістю сповіщувачів здійснюється у вигляді обриву ланцюга ШС розмиканням контактів в контактних сповіщувачах або контактів виконавчого реле в електронних сповіщувачах, а також шляхом зміни струму споживання.

### **10.3. Технічні засоби виявлення. Призначення, будова, принцип роботи і застосування**

До технічних засобів виявлення охоронної сигналізації відносяться спеціальні датчики, призначені для фіксації факту несанкціонованого доступу на територію, що охороняється, і передачі сигналу тривоги.

Датчик – чутливий елемент, що перетворює параметр, який контролюється, в електричний сигнал.

У системах охоронної сигналізації використовуються датчики наступних типів:

- пасивні інфрачервоні датчики рушення;
- датчики розбиття скла;
- активні інфрачервоні датчики рушення і присутності;
- фотоелектричні датчики;
- мікрохвильові датчики;

- ультразвукові датчики;
- вібро-датчики;
- датчики температури;
- датчики наявності пари і газів;
- магнітні (герконові) датчики;
- шлейфи.

### **Контактні й омичні сповіщувачі**

Вимикачі шляхові кінцеві серій ВК-200, ВК-300, ВПК-4000 призначені для блокування на відкривання будівельних конструкцій, що мають значні лінійні розміри (ворота, вантажно-розвантажувальні люки і т.п.).

Вимикачі працездатні в приміщеннях, що не схильні до різких змін температури, середа в яких повинна бути іскробезпечною і не містити агресивних і хімічно активних газів і пари, що руйнують метал і ізоляцію.

Для забезпечення високої експлуатаційної надійності вимикачі розташовують на найбільш масивних деталях конструкції, що блокується на кронштейні. Це дозволяє провести регулювання положення вимикача. Упори, які діють на виконавчий механізм вимикача, кріпляться на рухливих стулках і регулюються.

Вимикачі розрізняються за родом захисту від впливу навколишнього середовища і поділяються за виконанням на пілебризконепроникні (серії ВК-200) і маслостійкі (серії ВК-300).

Вимикачі мають не пов'язані між собою нормально розімкнені і нормально замкнені контакти з подвійним розривом ланцюга.

**ВПК-4000** призначений для розмикання ШС під впливом упорів (кулачків) в певних точках шляху об'єкта, що контролюється. Вимикачі можуть бути 3-х- і 4-х-ланцюгові з різною комбінацією замикаючих і розмикаючих контактів.

**Фольга алюмінієва А-1** товщиною від 0,007 до 0,03 мм і шириною від 6 до 10 мм застосовується для блокування на пролом віконного, дверного і вітринного скла, отворів з профільованого скла і склоблоків.

Фольга наклеюється по периметру скла з внутрішньої сторони зовнішньої рами. При руйнуванні скла фольга рветься, порушуючи

цілісність лінії блокування. Цей вид сповіщувача може включатися в ШС будь-якого ПКП або ПЦС, реєструючого обрив лінії сигналізації.

При блокуванні скляних поверхонь у вологих місцях фольгу застосовують незалежно від площі скла.

Лінія сигналізації підключається до відрізків фольги за допомогою гнучкого переходу.

**Магнітоконтатні сповіщувачі СМК-1, СМК-3** застосовуються для блокування елементів будівельних конструкцій на відкривання. Сповіщувачі СМК-1, СМК-3, що блокують двері, вікна, фрамуги, вітрини на відкривання, включаються в шлейф послідовно і працюють на розмикання електричного ланцюга. Сповіщувачі складаються з магнітокерованих контактів (герконів) і постійних магнітів.

Сповіщувачі *СМК-1* встановлюються по одному на кожний елемент, що блокується прихованим або відкритим способом. При блокуванні на відкривання входних дверей (люків, воріт і т.п.) на особливо важливих об'єктах або за вимогою підрозділів охорони встановлюється по два сповіщувачі СМК-1 на кожний елемент, що блокується.

Сповіщувачі розміщують у верхній частині елемента, що блокується з внутрішньої сторони приміщення, що охороняється. Магнітокерований контакт повинен встановлюватися на нерухомій частині елемента, що блокується, а вузол постійного магніта на його пересувній частині

Сповіщувач *СМК-3* встановлюється прихованим способом при блокуванні дерев'яних конструктивних елементів, а також елементів, виконаних з немагнітних матеріалів.

**Сповіщувачі охоронні ножні та ручні** призначені для сигналізації при нападі злочинців на операційно-касових працівників.

Сповіщувач такого типу являє собою конструкцію прямокутної форми і складається з корпусу з кришкою, виготовлених з пластмаси. Конструкція сповіщувача забезпечує переміщення кришки при натисненні на неї в будь-якій точці, при цьому відбувається перемикання магнітокерованих герконів. У схемі сповіщувача два геркони, один з яких розмикається, інший замикається. На кришці закріплений феромагнітний екран, який в крайніх положеннях перекидає магнітний потік, розмикаючи цим відповідний геркон. Повернення кришки в по-

чаткове положення здійснюється за рахунок пружини.

**Сповіщувачі ємнісні.** Ємнісні сповіщувачі застосовуються для блокування металевих сейфів і шаф, окремих предметів, отворів приміщень. Вони спрацьовують при наближенні людини до предмета, що блокується, або торканні предмета людиною.

Сповіщувачі складаються з приймально-підсилювального приладу і антенного пристрою (дріт або металевий предмет).

**Принцип дії** ємнісних сповіщувачів заснований на фіксації зміни ємності антенного пристрою при появі людини в зоні дії антени. При наближенні людини до предмета, що охороняється, який є чутливим елементом і має ємність відносно землі, змінюється частота генератора синусоїдальних коливань сповіщувача. В результаті відбувається зміна періоду слідування імпульсів, що формуються підсилювачем-обмежувачем, і перетворення послідовності імпульсів в імпульси з амплітудою, що змінюється, або порівняння частоти слідування імпульсів з частотою імпульсів синхрогенератора за період виявлення. Зміна амплітуди виділяється в необхідному діапазоні швидкостей, посилюється, випрямляється, обирається за тривалістю і при перевищенні порогового значення керує блоком комутації. Імпульсна послідовність обробляється логічною схемою і у разі зміни фіксованого числа, що визначає поріг спрацювання сповіщувача, відбувається формування сигналу тривоги.

## 10.4. Технічні засоби контролю

Технічними засобами контролю є комплекс технічних засобів ОС, що включає в себе приймально-контрольні прилади, системи передачі інформації, системи централізованого спостереження, призначені для контролю станів ШС з охоронними сповіщувачами і видачі інформації про місце і характер порушень шлейфів охоронної сигналізації.

ПКП призначені для прийому і обробки інформації, що поступає від охоронних сповіщувачів, включення виносних світлових і звукових оповіщувачів, передачі інформації на пристрої СПТС або СЦС.

ПКП класифікуються за інформаційною ємністю (кількістю ШС, що контролюються):

- одношлейфні ПКП;
- малої інформаційної місткості (до 5 ШС, що підключаються);
- середньої інформаційної місткості (від 6 до 50 ШС);
- великої інформаційної місткості (понад 50 ШС).

За інформативністю:

- малої інформативності – до 2 видів сповіщень;
- середньої інформативності – від 3 до 5 видів сповіщень;
- великої інформативності – більше за 5 видів сповіщень.

ПКП мають шифр, що складається з чотирьох елементів: перший елемент (буквений) означає призначення приладу: ППКО – прилад приймально-контрольний охоронний; П(У)ПКОП – прилад (устройство) приймально-контрольний(е) охоронно-пожежний(е). Другий елемент, що складається з трьох і більше цифр, означає тип приладу. Третій елемент (цифровий) означає інформаційну місткість (кількість ШС, що підключаються) приладу. Четвертий елемент (цифра або цифра і буква) означає модель або модифікацію приладу.

СЦС розміщуються на пультах централізованої охорони, що організуються підрозділами служби охорони, а блоки апаратури СПТС розміщуються також на об'єктах (об'єктові блоки), що охороняються і в приміщеннях АТС (пристрої трансляції).

СПТС і СЦС поділяються за інформаційною ємністю на системи:

- з постійною інформаційною місткістю;
- з можливістю нарощування;

за інформативністю:

- малої інформативності (до 2 сповіщень, що приймаються);
- середньої інформативності (від 3 до 5 сповіщень);
- великої інформативності (більше 5 сповіщень);

за типом ліній (каналів), що використовуються у системі:

- лінії телефонної мережі, в ті, що т.ч. перемикаються;
- спеціальні ЛЗ;
- радіоканали;
- комбіновані ЛЗ і інш.;

за кількістю напрямів передачі інформації:

- з односторонньою передачею інформації;
- з двосторонньою (з наявністю зворотного каналу);

за видом формату повідомлення:

- з постійним форматом;
- із змінним форматом;

за алгоритмом обслуговування об'єктів:

- неавтоматизовані (з ручним взяттям і зняттям з охорони шляхом ведення телефонних переговорів чергового пульта з госпвідділом об'єкта);

- автоматизовані;

за способом відображення інформації, що надходить на ПЦС:

- з індивідуальним або груповим відображенням у вигляді звукових і світлових сигналів;
- з відображенням інформації на дисплеї із застосуванням систем збору і обробки інформації (ССОИ).

**Одношлейфні приймально-контрольні прилади.** Одношлейфні приймально-контрольні прилади призначені для контролю стану одного ШС і видачі сигналів управління виносними світловим і звуковим оповісниками, а також сигналу на ПЦС шляхом розмикання контактів реле і інших службових сповіщень. Застосовуються в автономних системах сигналізації окремих приміщень або як проміжні прилади в пультівих системах охорони.

**ПКП середньої інформаційної ємності.** Приймально-контрольні прилади середньої інформаційної місткості призначені для контролю стану десяти і більше ШС і видачі сигналів управління виносними світловим і звуковим оповісниками, а також групового або роздільних сигналів на ПЦС шляхом розмикання контактів реле і інших службових сповіщень.

Застосовуються ПКП в автономних системах сигналізації об'єктів з черговим (оператором) як автономні пульти або як проміжні багатшлейфні прилади в пультівих системах охорони.

Необхідно зазначити, що на сьогоднішній день існує досить велика різноманітність приладів контролю охоронної і охоронно-пожежної сигналізації, загальний розгляд яких зайняв би дуже багато

часу. Тому зараз ми обмежимося цими двома прикладами, а на практичному занятті познайомимося ближче і з деякими іншими.

## 11. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ З ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

При проектуванні та проведенні експертизи проектів пожежної автоматики, зокрема, пожежної сигналізації враховується і перевіряється, наступне:

1. Відповідність вибору системи:
  - 1.1. Аналіз пожежної небезпеки технологічного процесу і мікроклімату приміщення (об'єкта), що захищається.
  - 1.2. Вид пожежної автоматики.
  - 1.3. Тип установки пожежної автоматики.
  - 1.4. Найменування приймально-контрольного приладу.
  - 1.5. Можливість роботи обраного сповіщувача з прийнятим приймально-контрольним приладом.
  - 1.6. Марки ел. проводів живлення і способи прокладки.
  - 1.7. Марки ел. проводів шлейфів, способи прокладки.
  - 1.8 Місце установки приймально-контрольного приладу.
2. Установка приймально-контрольного приладу:
  - 2.1. Електроживлення ПКП.
  - 2.2. Наявність резервного живлення.
    - 2.2.1. Розрахунок ємності резервного джерела живлення.
    - 2.2.2. Розрахунок чисельності персоналу, необхідного для експлуатації та технічного обслуговування системи сигналізації.
  - 2.3. Виконання ланцюгів електроживлення.
  - 2.4. Наявність резервних шлейфів.
  - 2.5. Наявність і спосіб заземлення.
  - 2.6. Місце установки прийомної апаратури.
  - 2.7. Місце установки зовнішніх світлових та звукових оповіщувачів.
  - 2.8. Забезпечення цілодобової роботи ПКП.
  - 2.9. Спосіб передачі сигналу тривоги на пульт пожежного спостереження.
3. Шлейфи пожежної сигналізації і сполучні лінії:
  - 3.1. Трасування шлейфів і сполучних ліній.
  - 3.2. Автоматичний контроль цілісності шлейфа.



- 3.3. Кількість приміщень, що захищаються одним шлейфом.
- 3.4. Кількість сповіщувачів, включених в один шлейф.
- 3.5. Наявність захисту від механічних ушкоджень електричних проводів у місцях проходження їх через конструкції.
- 3.6. Порушення правил улаштування електроустановок.
- 3.7. Кількість шлейфів на поверххах об'єкта.
- 3.8. Виконання сполучних ліній.
- 3.9. Резерв вільних пар кабелів сполучних ліній.
- 3.10. Захист шлейфів і сполучних ліній від механічних впливів.
- 3.11. Блокування систем сигналізації з вентиляцією.
4. Розміщення пожежних сповіщувачів:
  - 4.1. Правильність вибору пожежних сповіщувачів.
  - 4.2. Місце установки сповіщувачів.
  - 4.3. У яких приміщеннях неправильно обрано кількість сповіщувачів.
  - 4.4. Відстань від сповіщувача до стіни.
  - 4.5. Відстань між сповіщувачами.
  - 4.6. Правильність розміщення ПС по вертикалі.
  - 4.7. У яких приміщеннях не запроєктовано встановлення ПС.
  - 4.8. Спосіб кріплення сповіщувачів.

Основним нормативним документом з проектування пожежної автоматики є ДБН В.2.5.13-98\* "Пожежна автоматика будинків і споруд".

Його вимоги поширюються на проектування і монтаж автоматичних установок пожежогасіння і пожежної сигналізації, а також неавтоматичних дренчерних, газових і порошкових установок пожежогасіння і неавтоматичних установок пожежної сигналізації для будинків і споруд різного призначення.

Вимоги ДБН В.2.5.13-98\* не поширюються на проектування і монтаж автоматичних установок пожежогасіння і пожежної сигналізації для:

- будинків і споруд, проєктованих за спеціальними нормами;
- технологічних установок, розташованих поза будинками;
- будинків-складів з висотою стележного складування продукції

більше 25 м;

– будинків-складів з пересувними стелажми при висоті складування більше 5,5 м;

– будинків-складів з висотою підлогового складування продукції більше 5,5 м;

– будинків-складів для збереження спалених сипучих матеріалів, аерозольної продукції;

– будинків-складів лаків, фарб, смол, каучуків, шинної продукції, легкозаймистих і пальних рідин з висотою складування продукції більше 5,5 м;

– житлових квартирних будинків.

## **12. КРИТЕРІЇ ВИБОРУ ТА ПРИНЦИПИ РОЗМІЩЕННЯ ПОЖЕЖНИХ СПОВІЩУВАЧІВ**

Проектування пожежної сигналізації є багатоступінчастою задачею, що включає не тільки проведення чисто розрахункових заходів, але і рішення дослідницьких задач, спрямованих на вибір найбільш ефективних засобів раннього виявлення пожежі в автоматичному режимі, з урахуванням економічної сторони питання, – це і витрати на монтаж, експлуатацію, а також зниження матеріального збитку від ймовірної пожежі.

Крім того, цікавим представляється питання оптимального розміщення ПС у приміщенні, що захищається, з погляду ефективного і надійного виявлення будь-якої пожежі за її первинними ознаками, такими як дим, підвищення температури і полум'я.

### **12.1 Планування і побудова системи пожежної сигналізації**

При плануванні і побудові системи установки пожежної сигналізації необхідно враховувати ряд важливих факторів.

Рішення, запропоновані організацією, яка проводить проектно-пошукові роботи до проектування автоматичного протипожежного захисту, повинні збігатися з вимогами відповідних регіональних контрольних органів, нормативних документів, відомчих норм і рекомендацій, а також, що сьогодні стає усе більш актуальним, відповідати вимогам страхових компаній.

Планування і побудова автоматичного протипожежного захисту, зокрема пожежної сигналізації, завжди прив'язані до визначеного проекту, тобто повинні враховуватися конкретні характеристики об'єкта, захист якого варто забезпечити.

Планування завжди починається з так званого збору базових даних, як це показано на приведеній на схемі (рис. 12.1.)

Площу, яка підлягає захисту, потрібно визначати разом з оператором (фахівцем підприємства), виходячи з характеру експлуатації будівлі.

У процесі обстеження об'єкту захисту необхідно установити, у яких частинах будинку існує підвищена небезпека для людей і майна, і визначити, які міри повинні бути прийняті для запобігання небезпеки і попередження людей про пожежу, а також захисту людей від небезпечних факторів пожежі.

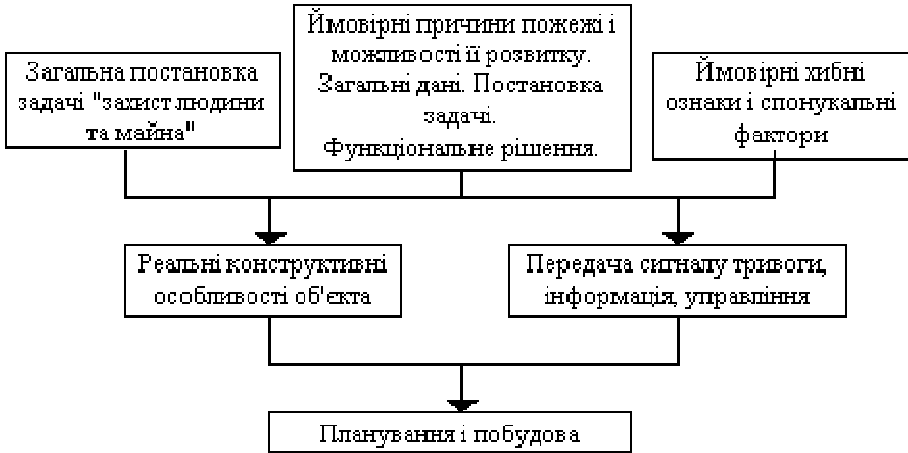


Рис. 12.1 – Загальна схема дій при розробці системи пожежної сигналізації

## 12.2 Вибір пожежних сповіщувачів

При виборі сповіщувачів для виявлення пожежі необхідно враховувати ступінь пожежної небезпеки об'єкта, категорію виробництва, особливості технологічного процесу, ймовірність виникнення загоряння і динаміку його розвитку.

Вибір автоматичних пожежних сповіщувачів повинен бути обумовлений:

- ймовірним проявом пожежі на її початковій стадії;
- висотою приміщення;
- умовами навколишнього середовища;
- можливою наявністю на контрольованій площі факторів, що

викликають збурення.

Тобто вибір ПС залежить від багатьох факторів (рис. 12.2).



Рис. 12.2 – Загальні фактори, що впливають на вибір пожежних сповіщувачів

Умови виникнення і розвитку пожежі можна розділити на три групи.

**Перша група.** Як показують статистичні дані, до 70 % пожеж виникає з теплових мікровогнищ, що розвиваються в умовах з недостатнім доступом до них кисню. Такий розвиток вогнища горіння, що супроводжується виділенням продуктів теплофізичного процесу, протікає протягом декількох годин. Виявляти подібні вогнища горіння найбільш ефективно методом реєстрації продуктів горіння в невеликих концентраціях, тобто за допомогою димових ПС. Слід зазначити, що димові ПС не можна застосовувати в сильно запилених приміщеннях.

**Друга група.** Нерідкі випадки виникнення пожеж від перегрітих механічних вузлів агрегатів і установок. Якщо перегрів зазначених механізмів є відхиленням від норми, то реєстрація надлишкової температури в навколишньому середовищі може бути використана для діаг-

носування загоряння. У цих умовах надлишкова температура буде переважним інформаційним параметром, тому що інших факторів загоряння, зокрема, продуктів горіння, може не виявитися. Для таких умов варто застосовувати теплові ПС.

**Третя група.** Можливі випадки, коли загоряння виникають шляхом спалаху відкритого полум'я з наступним миттєвим поширенням його по всій поверхні пального матеріалу. Такі умови загоряння характерні для нафтопродуктів (легкозаймистих рідин). За таких умов доцільно застосовувати ПС полум'я.

Приміщення, у яких технологічні процеси супроводжуються виділенням пари кислот і лугів, обладнують ПС, спеціально призначеними для роботи в таких умовах.

Однак, як ми вже говорили, ефективність роботи ПС залежить не тільки від правильного їх вибору, але і від оптимального їхнього розміщення.

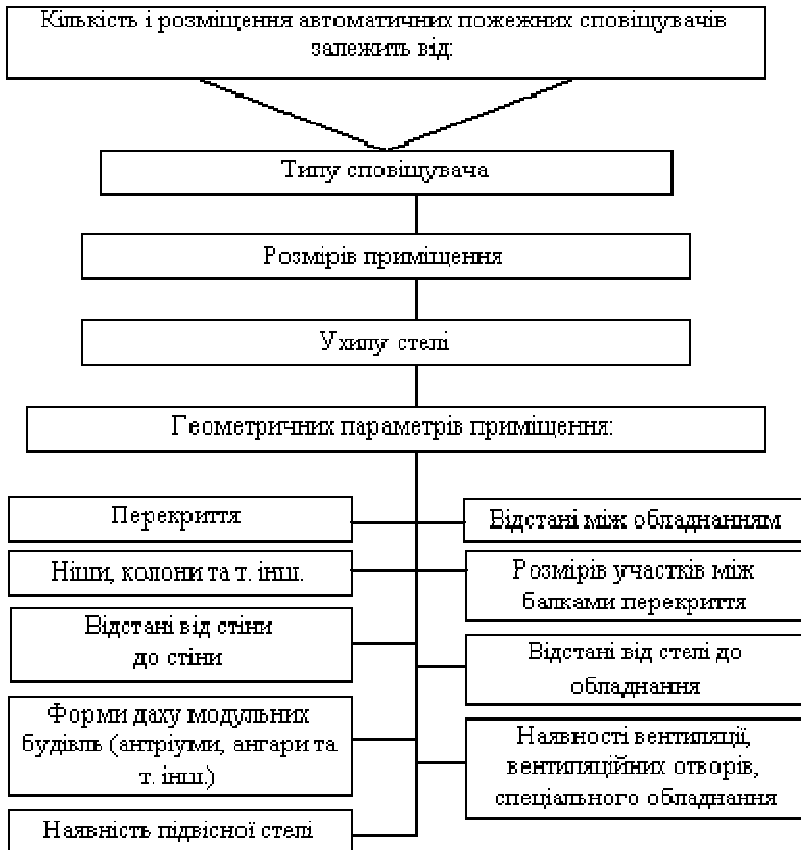
### **12.3. Розміщення пожежних сповіщувачів**

Кількість і розміщення автоматичних пожежних сповіщувачів залежить від їх типу, геометричних параметрів приміщення, місця застосування, а також умов навколишнього середовища в приміщеннях, які підлягають захисту (рис. 12.3).

Рекомендації щодо вибору виду пожежного сповіщувача для захисту конкретного об'єкту наведено в ДБН В 2.5.-13-98. Він же визначає і схеми розміщення пожежних сповіщувачів в приміщеннях, які підлягають захисту.

При виборі типу пожежного сповіщувача потрібно ґрунтуватися на необхідності надійного виявлення пожеж на початковій стадії, виключення сигналів помилкової тривоги та інших факторів.

У ДБН В.2.5.13-98 зазначені максимально припустимі значення контрольованої площі для різних сповіщувачів, з урахуванням їх принципу дії і переважної геометрії на місці їхньої установки. Також зазначені максимально припустимі відстані, яких не можна перевищувати при установці сповіщувачів у приміщеннях, що захищаються.



**Рис. 12.3 – Фактори, що впливають на розміщення пожежних сповіслювачів у приміщеннях, що захищаються**

Пожежні сповіслювачі розміщуються на підставі умови їхнього оптимально-симетричного розподілу по площі, що захищається. При цьому, кожна точка площі приміщення, що захищається, повинна контролюватися пожежними сповіслювачами.

Аналогічні вимоги пред'являються і закордонними стандартами, зокрема, IN EN 54 T1-12 "Системи пожежної сигналізації", DIN VDE

0833 T1-T2 “Системи виявлення небезпеки пожежі, нападу і несанкціонованого проникнення”, DIN 14675 “Системи пожежної сигналізації; конфігурація”, DIN 14661 “Прилад приймально-контрольний для систем пожежної сигналізації”; інструкція Vd 2095 “Автоматичні системи пожежної сигналізації. Проектування й установка”. Однак закордонні стандарти більш докладні з трактування питань проектування, містять приклади і пояснення.

## **12.4 Загальні вимоги до розміщення сповіщувачів у приміщеннях**

Насамперед необхідно відзначити, що, згідно з ДБН, як ми вже говорили, димові і теплові ПС варто встановлювати, як правило, на стелі. За неможливості установки сповіщувачів на стелі допускається установка їх на стінах, балках, колонах. Допускається також підвіска сповіщувачів на тросах під покриттями будинків зі світловими, аераційними, зенітними ліхтарями. Пожежні сповіщувачі полум'я встановлюються в приміщеннях під покриттям (перекриттям), на стінах і інших будівельних конструкціях будинків і приміщень. Ручні сповіщувачі встановлюються як у середині, так і поза будинками на стінах і конструкціях на висоті 1,5 м від рівня підлоги чи землі. В середині будівель ручні сповіщувачі встановлюються на шляхах евакуації та при необхідності в окремих приміщеннях; встановлюються по одному на усіх сходових площадках кожного поверху.

Що стосується сповіщувачів лінійного й об'ємного типів, то їх розміщення й установка додатково регламентується їхньою технічною документацією, а також вимогами ВСН 25-09.68-85 “Установки охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Правила производства и приемки работ”:

1) 3.3.12. У залежності від призначення, оптико-електронні сповіщувачі можуть встановлюватися:

- поблизу уразливих місць або над ними;
- над місцями з підвищеною пожежонебезпекою або під стелею.

При установці оптико-електронних сповіщувачів повинні бути



забезпечені умови, що виключають улучення на оптичну систему прямих сонячних променів та променів від інших світлових джерел. Просвітіння між випромінювачем і приймачем повинен бути вільним від сторонніх предметів.

2) 3.3.13. Розміщення блоків ультразвукових сповіщувачів варто робити в місцях, вилучених від вентиляційних пристроїв, батарей центрального опалення, нагрівальних приладів і інших джерел руху повітря, а також звукових перешкод, припустимий рівень яких зазначений в експлуатаційній документації.

## 12.5 Організація сигналу тривоги

Задачі видачі сигналу тривоги можна поділити на три основні групи:

- 1) **інформування** тих, хто надає допомогу;
- 2) **попередження** присутніх;
- 3) **керування** устаткуванням пожежної автоматики.

Тому при проектуванні пожежної сигналізації необхідно враховувати, що вона повинна, крім виявлення пожежі, керувати засобами автоматичного протипожежного захисту об'єкта з технічними засобами оповіщення про пожежу, викликом підрозділів пожежної охорони, що забезпечують безпеку людей на шляхах евакуації і т. ін. (рис. 12.4).



**Рис. 12.4 – Схема сигналізації-інформації-керування в системі пожежної безпеки**

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Ю.А. Методические указания к практическим и индивидуальным занятиям по дисциплине "Пожарная автоматика". – Харьков: ХИСИ – ХВПТУ, 1994.– 44 с.
2. Абрамов Ю.А. Основы пожарной автоматики.– Харьков: ХИСИ-ХВПТУ, 1993.– 228 с.
3. Абрамов Ю.А., Бортничук П.М., Деревянко А.А., Христич В.В. методы и средства обнаружения пожаров. – Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1995. – 105 с.
4. Автоматическая противопожарная защита объектов. Требования нормативных актов. Часть 1. Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1999.– 207 с.; Часть 2. Харьков: АПБУ МВД Украины, 2001.– 223 с.
5. Бубырь Н.Ф. и др. Пожарная автоматика.– М.: Стройиздат, 1984.– 208 с.
6. Бубырь Н.Ф. и др. Эксплуатация установок пожарной автоматики.– М.: Стройиздат, 1986.– 367 с.
7. Векслер Г.С., Тетельбаум Я.И. Электропитание радиоустройств. Киев: Техника, 1964.– 383 с.
8. ВСН 25-09.68-85. Правила производства и приемки работ. Установки охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации
9. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов, 1992, – 18 с.
10. ГОСТ 27990-88 "Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические требования"
11. ГОСТ 28130-89. Пожарная техника. Огнетушители, установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Обозначения условные графические.
12. ГОСТ 4.188-85 "Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Номенклатура показателей")
13. Данилов И.А., Иванов П.М. Общая электротехника. Программированное учебн. пособие для неэлектротехнических специ-

- альностей техникумов. – М.: Высш. школа, 1977.– 416 с.
14. ДБН В.2.5-13-98\*. Пожежна автоматика будинків і споруд. – Київ: Держбуд України, 2006.– 98 с.
  15. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
  16. Иванов Е.Н. Расчет и проектирование систем пожарной защиты. – М.: Химия, 1977.– 376 с.
  17. Львов А.П. Справочник электромонтера. – Киев: Вища школа, 1980.– 376 с.
  18. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.– К.: МНС України, 1995.– 196 с.
  19. НАПБ Б.02.014-2005. Положення про порядок узгодження з органами державного пожежного нагляду проектних рішень, на які не встановлені норми і правила, та обґрунтованих відхилень від обов'язкових вимог нормативних документів.
  20. НАПБ Б.06.044-2005. Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожегогасіння та пожежної сигналізації.
  21. НАПБ Б.07.005-86 (ОНТП 24-86\*). Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
  22. ОСТ 25 829-78 "Средства технические автоматической охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Условные обозначения"
  23. Продукція протипожежного призначення, яка сертифікована на Україні. Каталог. – Київ: Основа, 1998.– 255 с.
  24. ПУЭ-85. Правила устройства электроустановок.– М.: Энергоатомиздат, (6-е издание), 1985.
  25. Сборник правил по пожарной автоматике. В 2 ч.– М.: Стройиздат, 1988. Ч. 1. Проектирование.– 318 с. Ч. 2. Монтаж и техническая эксплуатация.– 384 с.
  26. Технические средства охранной сигнализации: Справочник специалиста/Сост. А.А. Крылик.– Запорожье: ИПК "Запорожье", 1995.-224 с.
  27. Христин В.В., Дерев'яно О.А., Бондаренко С.М., Антошкін О.А. Системи пожежної та охоронної сигналізації. – Харків:

- АПБУ МВС України, 2001.– 104 с.
28. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний.– М.: Стройиздат, 1988.– 337 с.
  29. Шаровар Ф.И. Устройства и системы пожарной сигнализации.– М.: Стройиздат, 1985.– 375 с.