

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА АВІОНІКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Грищенко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР  
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 173 «АВІОНІКА»

**Тема: «Протипожежна система сучасного середньомагістрального літака»**

Виконавець: \_\_\_\_\_ ТАРАСЕНКО Юрій Станіславович \_\_\_\_\_  
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: \_\_\_\_\_ к.т.н., доц., Кожохіна Олена Володимирівна \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона  
навколишнього середовища» \_\_\_\_\_  
(підпис) (П.І.Б.) \_\_\_\_\_

Консультант розділу «Охорона праці» \_\_\_\_\_  
(підпис) (П.І.Б.) \_\_\_\_\_

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_ В.В.Левківський \_\_\_\_\_  
(підпис) (П.І.Б.)

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напря́м (спеціальність) 173 «Авіоніка»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_Ю.В.Грищенко

«\_\_\_» \_\_\_\_\_2023р.

### **ЗАВДАННЯ**

#### **на виконання кваліфікаційної роботи (проекту)**

Тарасенко Юрій Станіславович

1. Тема роботи: «Протипожежна система сучасного середньомагістрального літака»затверджена наказом ректора від «05»102023 р. № 2040/ст.

2. Термін виконання роботи: з 02жовтня 2023 по 31грудня 2023.

3. Вихідні дані роботи: дані про протипожежну систему, її датчики, індикацію, вогнегасники, особливості обслуговування, та її застосування на середньомагістральнихлітакахсімейства А 319/320/321.

4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел з тематики кваліфікаційної роботи,особливості протипожежних систем середньомагістральних літаків, системи пожежогасіння середньомагістрального літака, особливості обслуговування системи пожежогасіння на середньомагістральному літаку.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

## 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	03.10.2023	
2.	Проведення огляду літератури	10.10.2023	
3.	Підготовка та написання 1 розділу	15.10.2023	
4.	Підготовка та написання 2 розділу	25.10.2023	
5.	Підготовка та написання 3 розділу	05.11.2023	
6.	Підготовка та написання 4 розділу	15.11.2023	
7.	Підготовка та написання розділів 5 та 6	20.11.2023	
8.	Перевірка на анти плагіат та отримання рецензії на кваліфікаційну роботу	05.12.2023	
9.	Оформлення та друк пояснювальної записки	12.10.2023	
10.	Підготовка презентації та доповіді	14.12.2023	

## 7. Консультанти з окремих розділів

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв

8. Дата видачі завдання: 02.10.2023

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Кожохіна О. В.

(підпис керівника)

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Тарасенко Ю. С.

(підпис)

(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Протипожежна система сучасного середньомагістрального літака»: 93 сторінок, 34 рис., 18 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження:** процеси модернізації протипожежних систем в середньомагістральних літаках.

**Предмет дослідження:** сучасні середньомагістральні літаки, зокрема їх протипожежні системи.

**Мета роботи:** розробка рекомендацій щодо модернізації протипожежних систем сучасних середньомагістральних літаків для підвищення їх безпеки та відповідності міжнародним стандартам.

**Методи дослідження:** Аналіз літератури, системний аналіз, моделювання, експертні оцінки, аналіз випадків авіаційних подій.

ПРОТИПОЖЕЖНІ СИСТЕМИ, СЕРЕДНЬОМАГІСТРАЛЬНІ ЛІТАКИ, ДАТЧИКИ, АВІАЦІЙНА БЕЗПЕКА, ТЕХНОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ, ПРОФІЛАКТИКА ПОЖЕЖ, АВТОМАТИЗОВАНИЙ МОНІТОРИНГ

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ .....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 .....	11
ОСОБЛИВОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ СЕРЕДНЬОМАГІСТРАЛЬНИХ ЛІТАКІВ .....	11
1.1. Вимоги щодо виникнення пожежі .....	11
1.2. Класи пожеж.....	11
1.4. Профілактика пожеж.....	13
1.5. Системи термовимикача .....	14
1.6. Системи термопар .....	15
1.7. Системи безперервного контуру .....	16
1.7.1. Система Fenwal.....	16
1.7.2. Система Kidde.....	17
1.8. Системи відповіді датчика тиску .....	23
1.8.1. Пневматичні системи безперервного контуру.....	24
1.9. Системи виявлення диму, полум'я та окису вуглецю .....	26
1.9.1. Детектори диму .....	26
1.9.2. Детектори полум'я.....	27
1.9.3. Детектори чадного газу.....	28
РОЗДІЛ 2 .....	31
СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛІТАКА .....	31
2.1. Вогнегасники.....	31
2.2. Стаціонарні Системи Пожежогасіння.....	34
2.2.1. Контейнери .....	35
2.2.2. Наглядні клапани.....	36
2.2.3. Індикація тиску.....	37

2.2.4. Тумблер включення протипожежної системи .....	38
2.3. Стационарний пожежний захист: вантажні відсіки .....	41
2.3.1. Протипожежний захист та система попередження про пожежу вантажного відсілку .....	43
2.3.2. Системи детекторів диму .....	44
2.4. Стационарний пожежний захист: Санузли .....	47
2.4.1. Система детектора диму в туалеті .....	48
РОЗДІЛ 3. ....	51
ОСОБЛИВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ ЛІТАКУ .....	51
3.1. Особливості обслуговування системи пожежної сигналізації на регіональному літаку .....	51
3.1.1. Усунення несправностей системи пожежної сигналізації .....	54
3.2. Обслуговування системи вогнегасників .....	56
3.2.1. Перевірка тиску в ємності .....	56
3.2.2. Розрядні картриджі .....	57
3.2.3. Контейнер вогнегасника .....	57
3.3. Перенасні вогнегасники .....	59
3.3.1. Типи переносних вогнегасників .....	59
РОЗДІЛ 4 .....	61
МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ СИСТЕМИ СУЧАСНОГО СЕРЕДНЬОМАГІСТРАЛЬНОГО ЛІТАКА НА ПРИКЛАДІ ЛІТАКІВ СЕРІЇ AIRBUS A319, A320, I A321 .....	61
4.1. Аналіз випадків пожеж на літаках .....	61
4.2. Протипожежна система літаків серії Airbus A319, A320, і A321 .....	63
4.3. Гасіння пожеж на літаках серії Airbus A319, A320, і A321 .....	64
4.4. Модернізація протипожежних систем у літаках серії Airbus A319, A320, і A321 .....	67

4.4.1. Оновлення датчиків у системах детектування пожеж у літаках серії Airbus A319, A320, і A321 .....	70
4.4.2. Вдосконалення процедур калібрування детекторів пожежі у літаках серії Airbus A319, A320, і A321 .....	71
4.4.3. Застосування мультисенсорних систем у протипожежних системах літаків серії Airbus A319, A320, і A321 .....	73
РОЗДІЛ 5 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ОХОРОНА ПРАЦІ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Технічні заходи, що виключають або обмежують вплив на технічний персонал небезпечних або шкідливих виробничих факторів при експлуатації обладнання систем авіоніки.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2.1 Розрахунок освітлення .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3 Пожежна та вибухова безпека .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4 Інструкція з охорони праці під час експлуатації проектного об'єкту .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.5. Вимоги до безпеки після закінчення роботи .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
РОЗДІЛ 6 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.1. Вплив авіації на довкілля.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6.2. Зменшення шкідливих викидів в атмосферу .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ВИСНОВКИ .....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

<b>CACP</b>	Панель Керування Салонном, CabinAreaControlPanel
<b>CMS</b>	Центральна Система Моніторингу, CentralMonitoringSystems
<b>HRD</b>	HighRate-Of-Discharge
<b>OEU</b>	Головний Електронний Блок, OverheadElectronicsUnit
<b>AT</b>	Авіаційна Техніка
<b>ВШВ</b>	Висока Швидкість Викиду
<b>ДСУ</b>	Допоміжна Силова Установка
<b>ІЧ</b>	Інфрачервоний
<b>ТО</b>	Технічне Обслуговування
<b>УФ</b>	Ультрафіолетовий



## ВСТУП

**Актуальність теми.** У сучасному світі значення безпеки польотів є вище ніж будь-коли, особливо в контексті постійного зростання обсягів авіаційних перевезень і збільшення числа середньомагістральних літаків, що активно експлуатуються в комерційних цілях. Ефективність і надійність протипожежних систем грає критичну роль у забезпеченні безпеки як пасажирів, так і екіпажу. Модернізація цих систем є ключовим аспектом для підвищення загальних стандартів безпеки польотів.

З огляду на це, дослідження, спрямоване на удосконалення протипожежних систем у середньомагістральних літаках, є актуальним і важливим. Це дослідження дозволяє ідентифікувати поточні прогалини в системах безпеки, вивчати новітні технології та матеріали, що можуть бути використані для покращення ефективності протипожежних систем, а також розробляти рекомендації для їх впровадження. Такий підхід сприяє не тільки підвищенню безпеки польотів, але й забезпечує відповідність сучасним міжнародним стандартам у сфері авіації.

Значення розробки та модернізації протипожежних систем для середньомагістральних літаків зростає в контексті посилення міжнародних норм та стандартів безпеки. Оновлення цих систем дозволить забезпечити кращий захист від пожеж та підвищити рівень безпечності літаків, що є особливо важливим у випадку аварійних ситуацій.

У зв'язку зі старінням парку середньомагістральних літаків, виникає необхідність в модернізації існуючих протипожежних систем. Сучасні технологічні інновації та матеріали можуть значно покращити ефективність цих систем, зменшуючи ризики та забезпечуючи вищий рівень захисту від пожеж.

Аналіз сучасних підходів до проектування та використання протипожежних систем в середньомагістральних літаках є важливим для розуміння поточних викликів і визначення шляхів їхнього подолання. Це дослідження дасть можливість виявити найбільш ефективні та інноваційні рішення, що можуть бути застосовані в майбутньому.

Оскільки безпека польотів є пріоритетом для авіакомпаній та регуляторних органів, вивчення та впровадження нових протипожежних технологій є важливим не тільки з технічної точки зору, але й з точки зору підвищення довіри пасажирів до авіаперевізників. Модернізація протипожежних систем у середньомагістральних літаках стане вагомим внеском у загальну безпеку авіаційного транспорту.

**Об'єкт дослідження:** процес модернізації протипожежних систем в середньомагістральних літаках.

**Предмет дослідження:** сучасні середньомагістральні літаки, зокрема їх протипожежні системи.

**Мета роботи:** розробка рекомендацій щодо модернізації протипожежних систем сучасних середньомагістральних літаків для підвищення їх безпеки та відповідності міжнародним стандартам.

**Методи дослідження:** Аналіз літератури, системний аналіз, моделювання, експертні оцінки, аналіз випадків авіаційних подій.

# РОЗДІЛ 1

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОТИПОЖЕЖНИХ СИСТЕМ

### СЕРЕДНЬОМАГІСТРАЛЬНИХ ЛІТАКІВ

Повна система протипожежного захисту на сучасних літаках, а також на багатьох старих літаках, включає в себе систему виявлення пожежі та систему пожежогасіння.

Системи виявлення пожежі та перегріву включають датчики, які розміщуються в різних зонах літака для моніторингу. До них належать датчики перегріву, детектори швидкості підвищення температури, детектори полум'я, димові детектори, детектори вуглекислого газу, детектори змішування горючих речовин і оптичні детектори. Ці системи забезпечують швидке виявлення пожежі та точне визначення її місцезнаходження.

Системи гасіння пожеж оснащені різними системами гасіння пожеж, включаючи портативні вогнегасники, системи гасіння пожеж у вантажних відсіках, системи гасіння пожеж у двигунах та системи гасіння пожеж у відсіках відходів.

#### 1.1. Вимоги щодо виникнення пожежі

Для виникнення пожежі необхідні три компоненти:

- **Паливо** — матеріал, який у присутності тепла і кисню здатний виділяти більше тепла через хімічну реакцію, перетворюючись на інші сполуки.

- **Тепло** — енергія, що прискорює хімічне поєднання кисню з паливом, в результаті чого виділяється більше тепла.

- **Кисень** — елемент, що вступає в хімічну реакцію з паливом, викликаючи процес окислення. Швидке окислення з виділенням тепла і світла називається горінням. Видалення будь-якого з цих компонентів призведе до припинення горіння (Рисунок 1.1).

#### 1.2. Класи пожеж

Згідно зі Стандартом 10 Національної асоціації протипожежного захисту США (NFPA), пожежі поділяються на такі класи:

- **Клас А** — пожежі твердих матеріалів, як-от деревина, тканина, папір, гума, пластик.
- **Клас В** — пожежі рідин, таких як бензин, масла, мастила, лаки, розчинники, спирти.
- **Клас С** — електричні пожежі, для гасіння яких необхідно використовувати непровідні засоби.
- **Клас D** — пожежі металів, наприклад, магнію, титану, цирконію.



Рис. 1.1. Вогняний трикутник; усі три показані елементи необхідні для виникнення пожежі

### 1.3. Пожежні зони

**Пожежні зони в літаках** — це спеціально визначені виробником області, що потребують систем виявлення та гасіння пожеж, а також високої вогнестійкості. Вони оснащені стаціонарними протипожежними системами. До типових пожежних зон належать:

- Двигуни і допоміжні силові установки.
- Вантажно-багажні відсіки.
- Санвузли в транспортних літаках.
- Електронні відсіки.

- Колісні колодязі.
- Повітропроводи.

#### **1.4. Профілактика пожеж**

Витік палива, гідравлічних, антиобледенільних чи мастильних рідин може спричинити пожежу. Тому необхідно ретельно інспектувати системи літака, аби виявити та усунути такі витоки. Гідравлічні рідини, зокрема, не повинні накопичуватись у конструкції літака, оскільки вони легкозаймисті. Кисневі системи мають бути абсолютно чистими від олії та жиру, щоб уникнути їх самозаймання під тиском.

#### **Системи виявлення та пожежного попередження**

Сучасні літаки використовують різноманітні методи виявлення пожеж, включаючи:

- Детектори швидкості підвищення температури.
- Радіаційні детектори.
- Детектори диму.
- Датчики перегріву.

#### **Вимоги до систем перегріву та пожежевізнання**

Системи протипожежного захисту на сучасних літаках не обмежуються лише спостереженнями екіпажу. Ідеальна система включає в себе швидку індикацію пожежі, точне визначення її місця та надійне підтвердження її загасання, а також сигналізацію про повторне займання.

Незалежно від типу, ідеальна система пожежного сповіщувача містить якомога більше таких функцій:

1. Ніяких помилкових попереджень за будь-яких умов польоту чи землі.
2. Швидка індикація пожежі та точна локалізація пожежі.
3. Точна індикація того, що пожежа погасла.
4. Ознака повторного спалаху пожежі.

5. Постійна індикація тривалості пожежі.
6. Засіб для електричного тестування детекторної системи з кабіни літака.
7. Сстійкий до пошкоджень від впливу масла, води, вібрації, екстремальних температур або транспортування.
8. Легкий за вагою та легко адаптується до будь-якого монтажного положення.
9. Схема, яка працює безпосередньо від системи живлення літака без інверторів.
10. Мінімальні вимоги до електричного струму, коли не вказує на пожежу.
11. Світловий ліхтар кабіни, що вказує на місце пожежі, та з системою звукової сигналізації.
12. Окрема система детектора для кожного двигуна.

### 1.5. Системи термовимикача

У старіших моделях літаків часто використовуються системи термовимикачів, які містять індикаторні лампи та термочутливі перемикачі. Підвищення температури вище заданого порога активізує термовимикач, що включає індикатор і сигналізує про пожежу або перегрів (Рисунок 1.2).

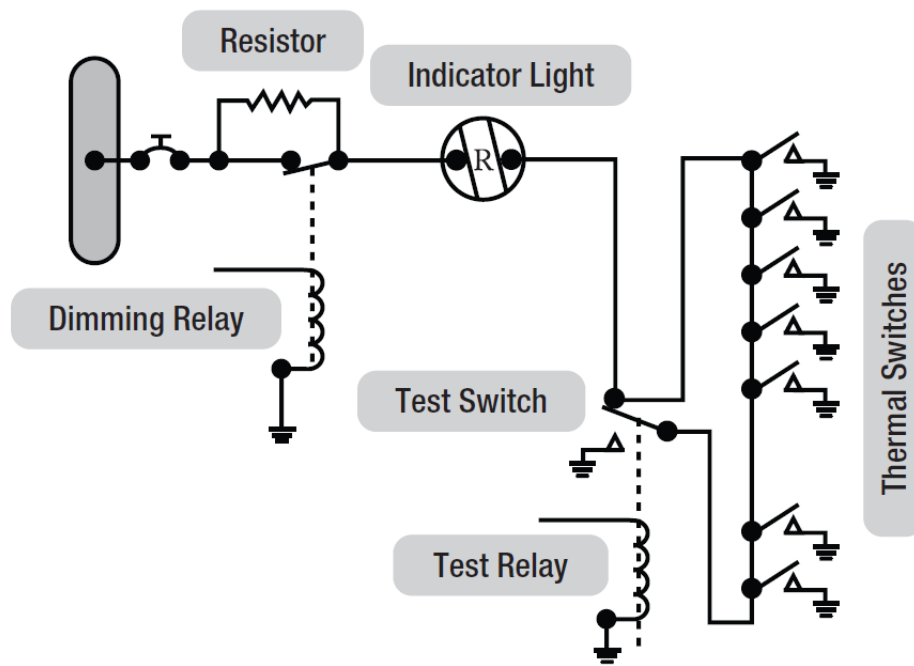


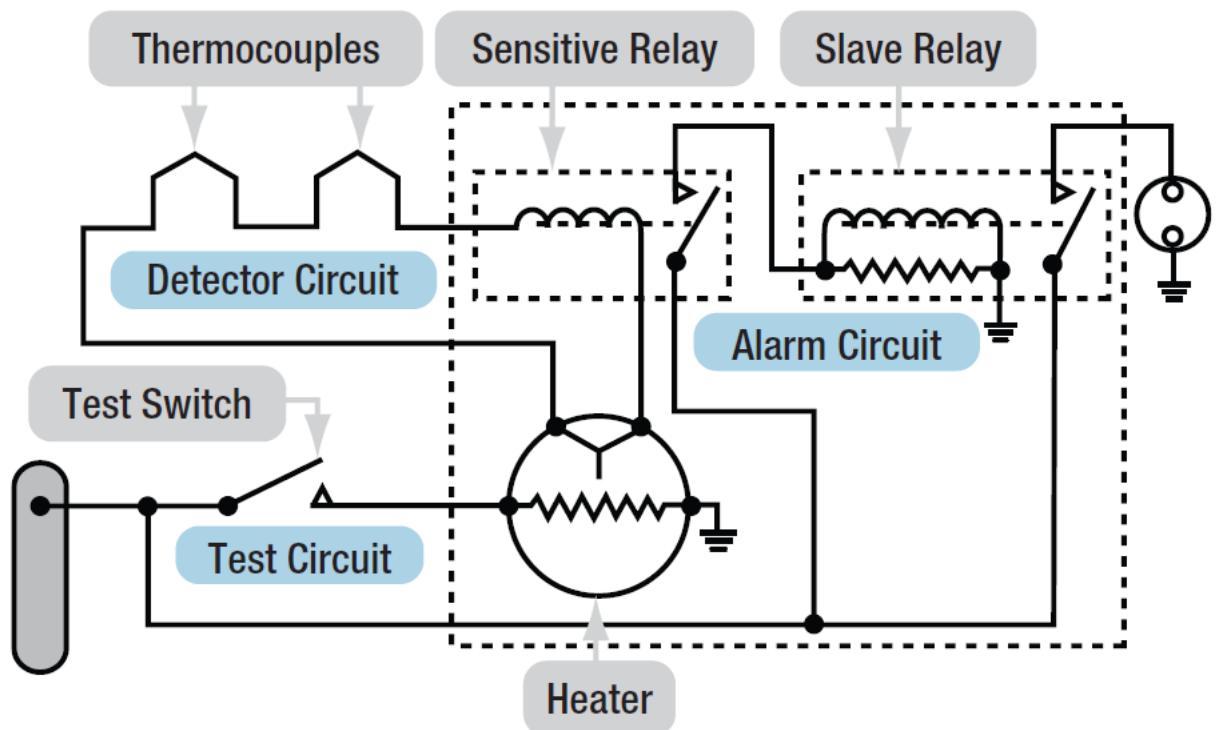
Рис 1.2. Пожежна схема термовимикача

## 1.6. Системи термопар

Системи оповіщення про пожежу, які базуються на термопарах, працюють на принципах, що відрізняються від систем термовимикачів. Термопари реагують на швидке підвищення температури, не надаючи сповіщень при повільному перегріванні двигуна чи коротких замиканнях. Система включає в себе релейний блок, сигнальні лампи та термопари. Електричні схеми цих компонентів поділяються на такі категорії:

- Схема детектора
- Схема сигналізації
- Схема випробування

Ці схеми представлені на Рисунку 1.3. Релейний блок складається з двох реле — чутливого та керованого, а також блоку термічного випробування. Залежно від кількості потенційних пожежних зон, такий блок може включати від одного до восьми однакових кіл. Реле керують індикаторними лампами, а термопари — реле. Схема складається з декількох термопар, послідовно з'єднаних між собою та з чутливим реле.



### Рис. 1.3. Схема пожежної оповіщення термопари

Термопара створена з двох різних металів, наприклад, хромелю та константану. Гаряче з'єднання цих металів, яке піддається впливу тепла, називається "гарячим спаєм". Існує також контрольне з'єднання між двома ізоляційними блоками, розташоване у глухому повітряному просторі. Металева клітка надає механічний захист термопарі, не перешкоджаючи потоку повітря до гарячого спаю. При швидкому підвищенні температури термопара генерує напругу через температурну різницю між контрольним та гарячим спаями. Якщо обидва спаї нагріваються однаково швидко, напруга не виникає.

Під час звичайної роботи двигуна в моторному відсіку температура поступово підвищується, але оскільки це відбувається повільно, обидва спаї нагріваються однаково, і сповіщення не подається. Втім, при пожежі гарячий спай нагрівається швидше, ніж контрольний, і генерована напруга запускає струм у ланцюзі детектора. Коли струм досягає 4 міліамперів, чутливе реле активується, замикаючи кіл живлення літака до керованого реле. Кероване реле в свою чергу активізує сигнальну лампу, надаючи візуальне попередження про пожежу. Загальний опір ланцюга зазвичай не перевищує 5 Ом, а кількість термопар залежить від розміру пожежної зони.

## **1.7. Системи безперервного контуру**

У комерційній авіації часто застосовуються безперервні термочутливі елементи для захисту силових установок та шасі. Ці системи, які демонструють високу надійність в умовах сучасних турбовентиляторних двигунів, забезпечують ефективне покриття пожежонебезпечних зон. Застосовуються два основні типи таких систем: термісторні детектори, як у системах Kidde і Fenwal, та пневматичні детектори тиску, наприклад система Lindberg.

### **1.7.1. Система Fenwal**



Система Fenwal використовує тонкі інконелеві трубки, заповнені термочутливою евтектичною сіллю та обладнані центральним провідником з нікелевого дроту (Рисунок 1.4). Чутливі елементи, послідовно з'єднані з блоком управління, можуть мати різну довжину та температурні характеристики. Блок управління, живлений від основної системи, подає невелику напругу на чутливі елементи. При перегріві будь-якої частини елемента опір солі падає, викликаючи струм між оболонкою та центральним провідником, який фіксується блоком управління та спричиняє активацію тривожного сигналу. Система автоматично переходить у режим очікування після зниження температури або гасіння вогню, готова до виявлення наступної пожежі.

### **1.7.2. Система Kidde**

Система Kidde використовує термісторний підхід із застосуванням двох проводів, розміщених у трубці з інконелю, що заповнена термісторним матеріалом (Рисунок 1.5). Один із проводів заземлюється на трубці, інший підключається до контрольного блоку пожежної системи. Зі збільшенням температури, опір між провідником та землею знижується, що моніториться контрольним блоком. При досягненні певного рівня опору, на світловій панелі активується індикація перегріву. Зазвичай передбачена 10-секундна затримка для індикації перегріву. Якщо опір знижується до рівня, що вказує на пожежу, активується відповідне попередження.

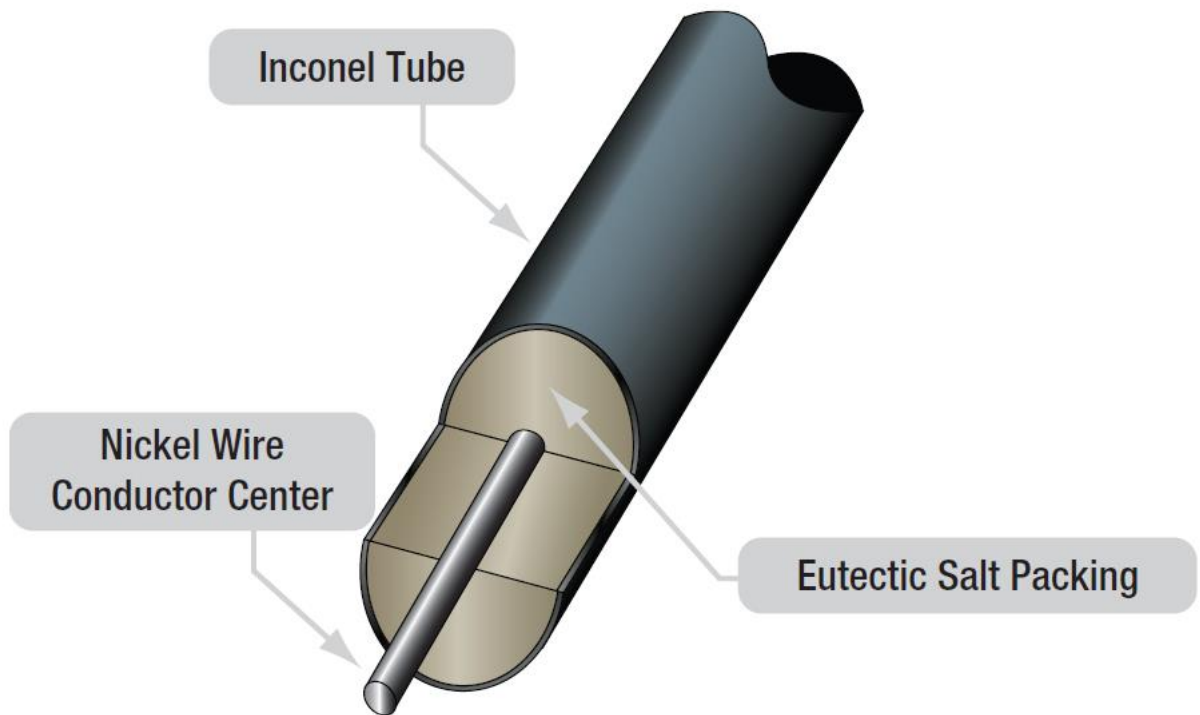


Рис. 1.4. Чутливий елемент Fenwal

Коли пожежа або перегрів зникають, опір матеріалу сердечника в системі детектора Kidde збільшується до точки скидання, а індикатори в кабіні екіпажу зникають. Швидкість зміни опору вказує на коротке замикання або пожежу. Опір зменшується швидше при короткому замиканні, ніж при пожежі. У деяких літаках, окрім виявлення пожежі та перегріву, система безперервного циклу Kidde передає дані про температуру гондoli до функції моніторингу стану літака системи моніторингу в польоті (AIMS).

### **Чутливий елемент**

Опір термістора знижується з підвищенням його температури. Складові чутливого елемента включають два провoda, вмонтовані у термісторний матеріал, що розташований у міцній інконелевій трубці, здатній витримувати високі температури. Електричні конектори кожного кінця чутливого елемента ізольовані керамікою, а захисний кожух із перфорованої нержавіючої сталі захищає термістор від механічних ушкоджень.

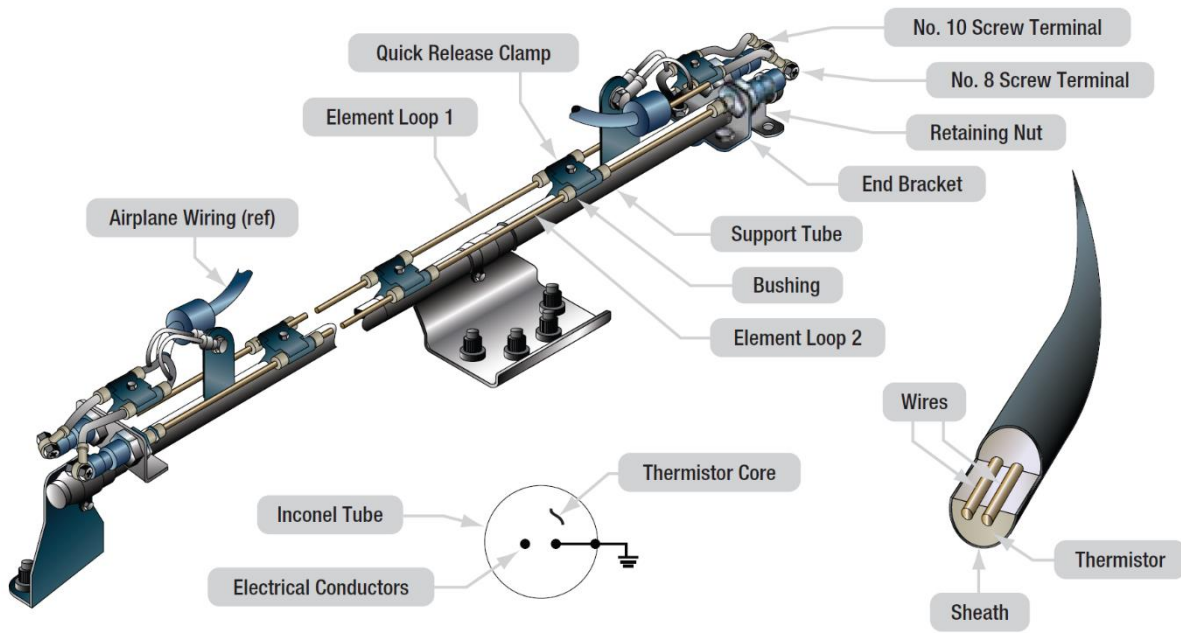


Рис. 1.5. Безперервна система Kidde.

Електричні роз'єми на кожному кінці датчика мають керамічну ізоляцію. Труби Inconel огорнуті перфорованою трубкою з нержавіючої сталі та підтримуються просоченими тефлоном азбестовими втулками з певними інтервалами. Кожух захищає датчик від поломки через вібрацію, стирання конструкції літака та пошкодження в результаті технічного обслуговування.

Опір датчика також змінюється обернено пропорційно його довжині, при цьому збільшення довжини є опором паралельно. Нагрівання короткої довжини датчика, що перевищує задану довжину, вимагає, щоб коротка довжина була нагріта вище температури сигналізації, щоб загальний опір датчика зменшився до точки сигналізації. Ця характеристика дозволяє інтегрувати всі температури по всій довжині установки, а не вимірювати лише найвищу місцеву температуру. Два дроти, укладені в матеріал термістора кожної трубки з інконеля, утворюють мережу змінного опору між собою, між дротом детектора та трубкою з інконелю, а також між кожним прилеглим додатковим датчиком. Ці мережі зі змінним опором контролюються шляхом подачі постійного струму (DC) 28 вольт на дрід сповіщувача від блоку керування сповіщувача.

## **Попередження про поєднання пожежі та перегріву**

Аналоговий сигнал від термісторного чутливого елемента дозволяє налаштувати схеми керування таким чином, щоб видавати дворівневий відгук від одного контуру чутливого елемента. Перше – це попередження про перегрів при температурі, нижчій від попередження про пожежу, що вказує на загальне підвищення температури у моторному відсіку, яке може бути спричинене витоком гарячого повітря, що випускається, або газу згоряння у моторний відсік. Це також може бути раннім попередженням про пожежу та сповістить екіпаж про відповідні дії для зниження температури у моторному відсіку. Спрацьовування другого рівня є вищим за той, який досягається витоком гарячого газу, і є попередженням про пожежу.

### **Індикація тенденції температури**

Аналоговий сигнал, створений контуром чутливого елемента, коли його температура змінюється, перетворюється на сигнали, придатні для відображення в кабіні екіпажу, щоб вказати, що температура моторного відсіку підвищується від нормальної. Порівняння показань від кожної системи контуру також забезпечує перевірку стану системи виявлення пожежі, тому що два контури зазвичай мають однакові зчитування.

### **Тест системи**

Цілісність системи виявлення пожежі з безперервним контуром можна перевірити, натиснувши тестовий перемикач на кабіні екіпажу. Це перемикає один кінець контуру чутливого елемента з його схеми керування на тестову схему, вбудовану в блок керування, яка імітує зміну опору чутливого елемента через пожежу (Рис. 12-6).

Якщо ланцюг чутливого елемента не розірвано, опір, виявлений ланцюгом керування, є опором симуляції пожежі, і сигналізація активується. Тест демонструє, окрім безперервності контуру чутливого елемента, цілісність ланцюга індикатора тривоги та належне функціонування ланцюгів керування. Термісторні властивості чутливого елемента залишаються незмінними протягом усього терміну служби

елемента (при нагріванні не відбувається незворотних змін); елемент функціонує належним чином, якщо він електрично підключений до блоку керування.

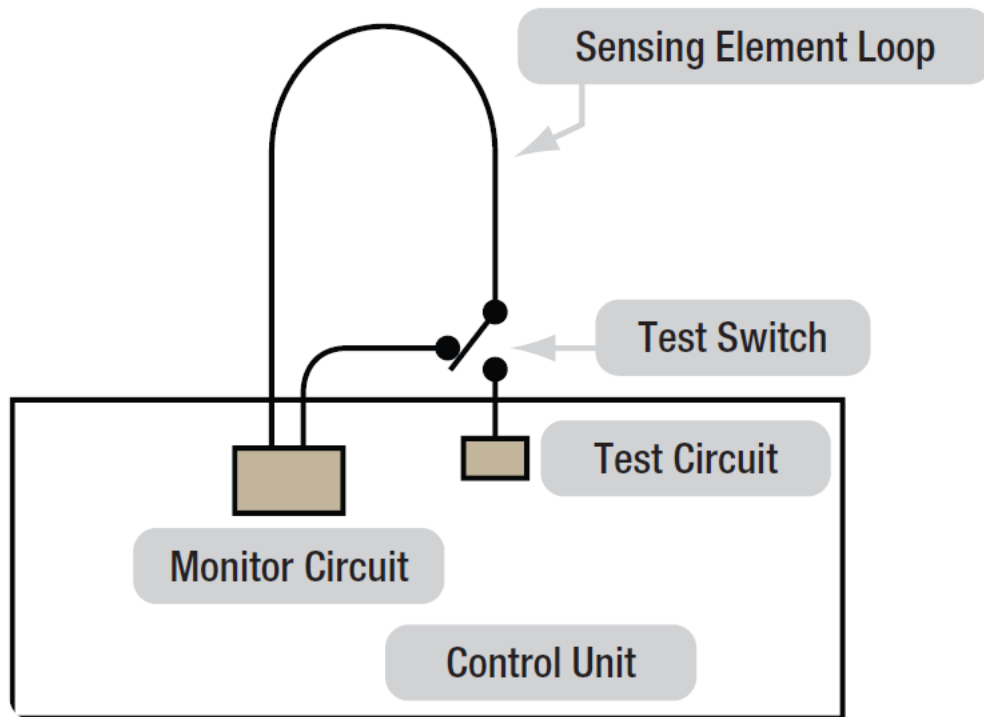


Рис. 1.6. Безперервний цикл тестування системи виявлення пожежі

### Індикація несправності

Контрольний блок системи передбачає функцію сигналізації про несправності, яка активує індикатор несправності кожного разу, коли схема дискримінатора короткого замикання фіксує коротке замикання в контурі чутливого елемента. Це є обов'язковою вимогою для транспортних літаків, оскільки таке коротке замикання може вивести з ладу систему виявлення пожежі.

### Двоконтурні системи

Двоконтурні системи складаються з двох повних базових систем виявлення пожеж, вихідні сигнали яких поєднані таким чином, що для активації пожежного сигналу необхідна індикація від обох контурів. Така конфігурація, відома як логіка "І",

забезпечує вищий рівень надійності та знижує ризик помилкових спрацювань. Якщо один із контурів виявляється несправним під час перевірки перед польотом, система дозволяє відключити цей контур, дозволяючи другому контуру самостійно активувати пожежні індикатори. Це дозволяє літаку безпечно продовжити польоти, відкладаючи ремонт на більш зручний час.

### **Автоматичний самоопит**

Двоконтурні системи автоматично виконують функцію перемикання контурів і прийняття рішень, необхідні екіпажу при появі індикації несправності в кабіні пілота, функція називається автоматичним самоопитуванням. Автоматичне самоопитування усуває індикацію несправності та забезпечує негайну появу індикації пожежі у разі виникнення пожежі, поки працює хоча б один контур двоконтурної системи. Якщо спрацює схема керування одноконтурним сигналом, схема самоопитування автоматично перевіряє роботу іншої петлі. Якщо він перевіряє працездатність, схема пригнічує сигнал пожежі, оскільки оперативний контур подав би сигнал, якби пожежа існувала. Проте, якщо перевірка іншого контуру не працює, схема видає сигнал пожежі. Опитування та прийняття рішення відбуваються за мілісекунди, тому затримка не виникає, якщо пожежа дійсно існує.

### **Опорні чутливі елементи, встановлені на трубі**

Для тих установок, де бажано встановити чутливі елементи на двигуні, а в деяких випадках і на конструкції літака, елемент, встановлений на опорній трубі, вирішує проблему забезпечення достатньої кількості точок опори елементів і значно полегшує видалення та повторне встановлення чутливих елементів. для обслуговування двигуна або системи.

Більшість сучасних установок використовують концепцію опорної труби для монтажу чутливих елементів для кращої ремонтпридатності, а також підвищення надійності. Чутливий елемент прикріплюється до попередньо зігнутої труби з нержавіючої сталі за допомогою близько розташованих затискачів і втулок, де він підтримується від пошкодження вібрацією та захищений від защемлення та надмірного

згинання. Елементи, встановлені на опорній трубі, можуть бути оснащені одинарними або подвійними чутливими елементами.

Попереднє згинання відповідно до спроектованої конфігурації гарантує його встановлення в літаку саме в його проектному місці, де він має необхідний зазор, щоб елементи не стиралися об двигун або конструкцію літака. Збірка вимагає лише кількох точок кріплення, і, якщо її зняти для технічного обслуговування двигуна, це швидко та легко виконується. Якщо вузол потребує ремонту або технічного обслуговування, його легко замінити іншим вузлом, залишаючи ремонт для майстерні. У разі пошкодження чутливого елемента він легко замінюється в зборі.

### **Блок керування виявлення пожежі (карта виявлення пожежі)**

Блок керування для найпростішого типу системи зазвичай містить необхідні електронні схеми моніторингу опору та сигналізації, розміщені в герметично закритому алюмінієвому корпусі з монтажним кронштейном та електричним роз'ємом. Для більш складних систем використовуються модулі керування, які містять знімні карти керування зі схемами для окремих небезпечних зон та/або унікальними функціями. У найсучасніших додатках схема системи виявлення контролює всі функції протипожежного захисту літака, включаючи виявлення пожежі та гасіння пожежі для двигунів, допоміжної силової установки (ДСУ), вантажних відсіків і систем відведення повітря.

### **1.8. Системи відповіді датчика тиску**

Деякі легші турбогвинтові літаки використовують одноточкові пневматичні детектори. Їхня робота базується на принципах газових законів, де чутливий елемент — це герметична трубка, заповнена гелієм, яка підключена до відповідного блоку. При нагріванні елемента внутрішній тиск зростає і, досягнувши певного порогу, активує внутрішній перемикач, який сповіщає про небезпеку в кабіні пілота. Система постійно моніторить наявність несправностей і не потребує окремого контрольного блоку.

### 1.8.1. Пневматичні системи безперервного контуру

Пневматичні системи безперервного контуру, такі як ті, що виробляються Lindberg, Systron-Donner та MeggittSafetySystems, застосовуються для виявлення пожеж в двигунах транспортних літаків. Вони працюють за принципом, відмінним від системи Kidde, і часто використовуються в двоконтурній конструкції для підвищення надійності системи. Ці детектори реагують як на збільшення середньої температури, так і на локалізоване зростання температури від вогню чи гарячих газів. Налаштування як середньої, так і дискретної температур виконуються на заводі і не підлягають регулюванню (Рисунок 1.7).

#### Функція усереднення

Сповіщувач пожежі/перегріву слугує як пристрій із фіксованим об'ємом, наповнений газоподібним гелієм. Тиск газоподібного гелію всередині детектора зростає пропорційно абсолютній температурі та приводить у дію діафрагму тиску, яка замикає електричний контакт, активуючи ланцюг тривоги. Діафрагма тиску всередині блоку відповідачів служить однією стороною контакту електричної сигналізації та є єдиною рухомою частиною в детекторі.





Рис. 1.7. Подвійний пневматичний датчик пожежі/перегріву

Перемикач будильника встановлено на середню температуру. Типові діапазони температур для налаштувань середньої температури становлять від 200 °F (93 °C) до 850 °F (454 °C).

### Дискретна функція

Сенсорна трубка пожежного/перегрівного сповіщувача також містить наповнений воднем серцевину (Рис. 12-8). Великі кількості газоподібного водню вивільняються з сердечника детектора щоразу, коли невелика частина трубки нагрівається до заданої дискретної температури або вище. Виділення газів із серцевини підвищує тиск усередині детектора та активує перемикач тривоги.

Як усереднювальна, так і дискретна функції є оборотними. Коли трубка датчика охолоджується, середній тиск газу знижується, і дискретний газоподібний водень повертається до матеріалу сердечника. Зменшення внутрішнього тиску дозволяє перемикачу сигналізації повернутися в нормальне положення, розмикаючи електричне коло сигналізації.

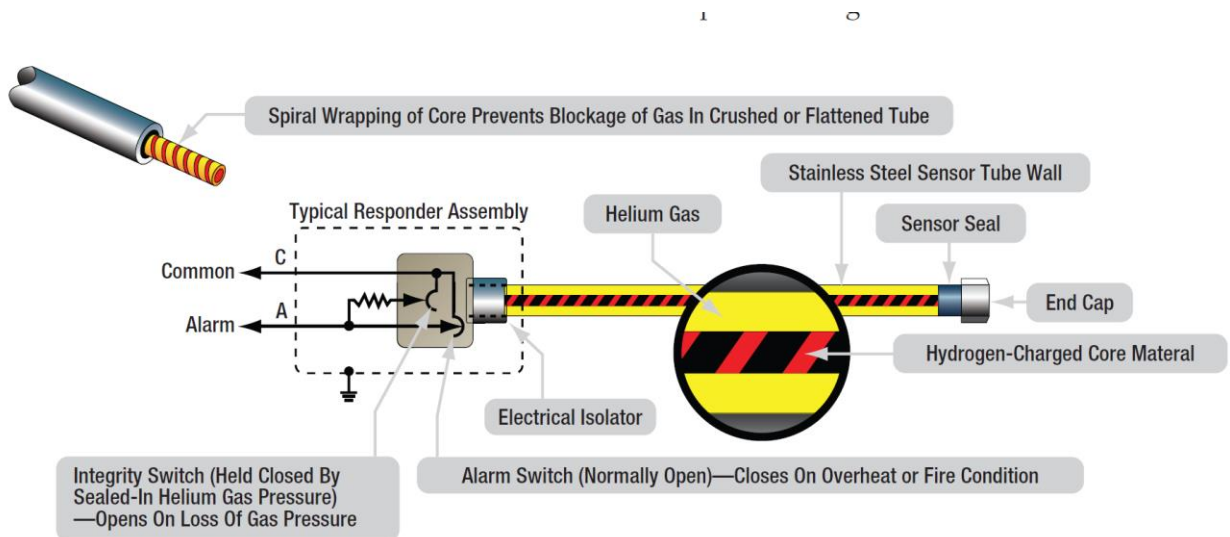


Рис. 1.8. Пневматична система детектора контуру тиску

На рисунку 12-9 показана типова система виявлення пожежі літака, в якій модуль керування контролює два контури з до чотирьох пневматичних сповіщувачів,

з'єднаних паралельно. Модуль керування безпосередньо реагує на стан тривоги та постійно контролює проводку та цілісність кожного контуру.

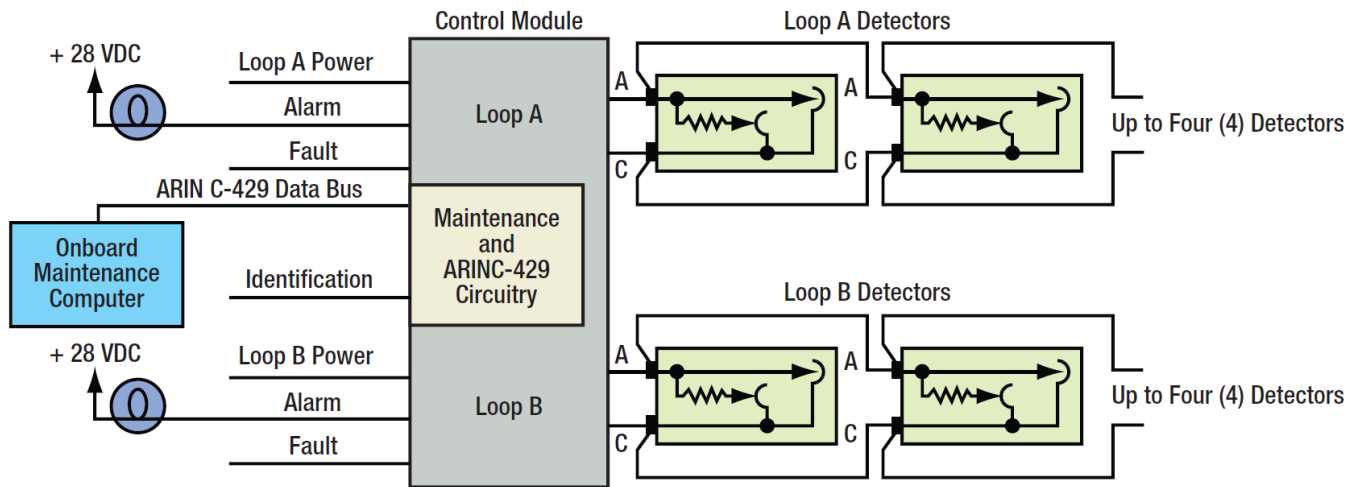


Рис. 1.9. Модуль керування системою виявлення літаків

Нормально відкритий перемикач сигналізації замикається в разі перегріву або пожежі, спричиняючи коротке замикання між клемми A і C. Під час нормальної роботи значення опору підтримується на клеммах за допомогою нормально замкнутого перемикача цілісності.

Втрата тиску газу датчика розмикає перемикач цілісності, створюючи розрив ланцюга на клеммах несправного детектора. На додаток до перемикача тривоги, що активується тиском, у детекторі є другий перемикач цілісності, який утримується закритим усередненим тиском газу за будь-яких температур до  $-65\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $-54\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Якщо в детекторі виникне витік, втрата тиску газу дозволить відкрити перемикач цілісності та сигналізувати про відсутність цілісності детектора. Тоді система не працює під час тестування.

Системи виявлення диму, полум'я та чадного газу - протипожежний захист літаків

## 1.9. Системи виявлення диму, полум'я та окису вуглецю

### 1.9.1. Детектори диму

Системи виявлення диму забезпечують моніторинг туалетів та вантажобагажних відсіків на наявність диму як ознаки пожежі. Детектори диму, розміщені у стратегічних

точках цих відсіків, відбирають проби повітря для аналізу. Цей тип системи є важливим у місцях, де очікується, що пожежа спричинить значне утворення диму перш, ніж температурні зміни стануть достатніми для активації теплових детекторів. Існують два основні типи детекторів диму: оптичні (заломлення світла) та іонізаційні.

### **Тип заломлення світла**

Детектор диму, який використовує заломлення світла, містить фотоелемент для виявлення світла, яке заломлюється частинками диму. Коли частки диму приводять до збільшення заломленого світла на фотоелементі, він виробляє електричний сигнал, який активує індикатор.

### **Тип іонізації**

Детектори диму іонізаційного типу, використовувані на деяких літаках, виробляють тривожний сигнал шляхом виявлення зміни іонної щільності повітря, викликані наявністю диму. Система підключена до 28-вольтової електромережі літака, і її можна протестувати за допомогою тестового перемикача на панелі управління.

### **1.9.2. Детектори полум'я**

Оптичні детектори полум'я, іноді називані детекторами полум'я, розроблені для виявлення конкретних спектральних випромінювань від вуглеводневого полум'я. Існують інфрачервоні (ІЧ) та ультрафіолетові (УФ) типи оптичних детекторів, кожен з яких націлений на виявлення випромінювання певної довжини хвилі. ІЧ-оптичні детектори полум'я зазвичай використовуються на легких літаках та вертольотах з турбогвинтовими двигунами і є надійними та економічними у цих застосуваннях.

Коли випромінювання від полум'я потрапляє до детектора, воно проходить через вікно, що дозволяє вхід широкому спектру хвиль. Воно потрапляє на фільтр, який пропускає лише випромінювання у вузькому ІЧ-діапазоні довжин хвиль до чутливого елемента. Тепло від випромінювання підвищує температуру чутливого елемента, що викликає генерацію напруги, яка потім підсилюється та обробляється спеціальною електронікою. Ця електроніка адаптована до виявлення випромінювань від реальних полум'я та ігнорує помилкові джерела, такі як штучне освітлення чи сонячне світло. Чутливість системи точно контролюється цифровими схемами (Рисунок 1.10).

### **1.9.3. Детектори чадного газу**

Чадний газ – це безбарвний газ без запаху, який є побічним продуктом неповного згоряння. Його присутність у дихальному повітрі людини може бути смертельно небезпечною. Для забезпечення безпеки екіпажу та пасажирів у салонах і кабінах літаків використовуються датчики чадного газу. Найчастіше вони зустрічаються на літаках з поршневіми двигунами з обігрівачами вихлопних кожухів і на літаках, обладнаних нагрівачами, що працюють на спалі. Повітря, що випускається з турбіни, використовується для обігріву кабіни, відводиться від двигуна перед камерою згоряння. Тому загрози наявності чадного газу немає.

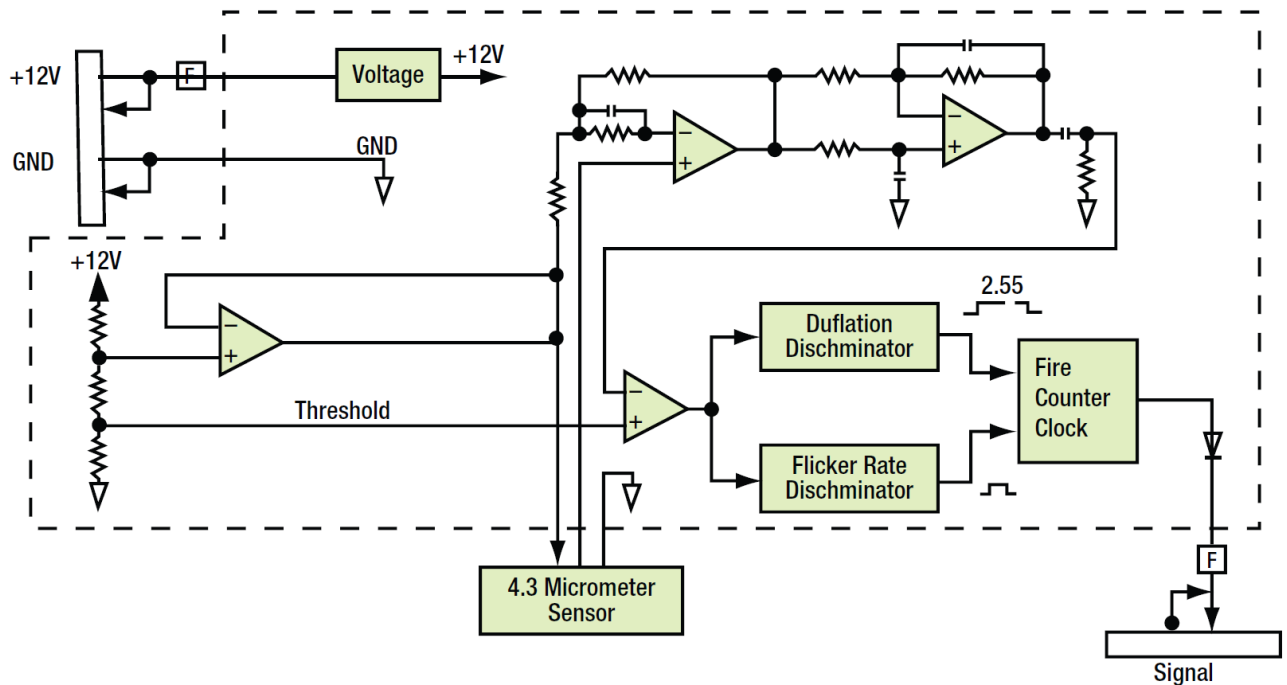


Рис. 1.10. Інфрачервоний (ІЧ) оптичний детектор полум'я

Чадний газ різною мірою міститься в усіх димах і парах горіння вуглецевих речовин. Надзвичайно малі кількості газу небезпечні при вдиханні. Концентрація лише 2 частин на 10 000 може спричинити головний біль, розумову тупість і фізичну млявість протягом кількох годин. Тривала дія або більш високі концентрації можуть призвести до смерті.

Існує кілька типів детекторів чадного газу. Електронні детектори поширені. Деякі монтується на панелі, а інші є портативними. Також поширені типи хімічної зміни кольору. Вони в основному портативні. Деякі з них – це прості кнопки, картки чи значки, на поверхню яких нанесено хімічні речовини. Зазвичай хімічна речовина має жовто-коричневий колір. У присутності чадного газу хімічна речовина темніє до сірого або навіть чорного кольору. Час переходу, необхідний для зміни кольору, обернено пропорційний концентрації присутнього CO. При 50 частинах на мільйон індикація стає очевидною протягом 15-30 хвилин. Концентрація 100 частин на мільйон змінює колір хімічної речовини всього за 2–5 хвилин. Зі збільшенням концентрації або

подовженням тривалості впливу колір змінюється від сірого до темно-сірого до чорного.

## РОЗДІЛ 2

### СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛІТАКА

На борту літаків різних типів передбачені системи для зберігання та застосування вогнегасних речовин, які можуть бути задіяні льотним екіпажем як вручну, так і автоматично у випадку пожежі. Зберігання вогнегасних речовин може відбуватися у стаціонарних балонах, які встановлені на постійній основі у літаку, або в переносних балонах, які можна швидко схопити та використовувати безпосередньо на місці пожежі. Стаціонарні балони часто мають сферичну форму та включають у себе всі необхідні елементи для направлення вогнегасного агента на вогонь. Переносні балони зазвичай закріплюються на своїх місцях за допомогою швидкознімних засувки, щоб їх можна було легко взяти і використовувати.

На транспортних літаках часто використовуються обидва типи систем: і стаціонарні, і переносні. Важливо, що обслуговування стаціонарних систем вогнегасіння має відбуватися регулярно, щоб забезпечити їх надійну роботу у випадку пожежі. Переносні балони також потребують регулярної перевірки та підтримки, щоб гарантувати їх готовність до використання в екстрених ситуаціях.

#### **2.1. Вогнегасники**

На літаках виробляються та використовуються різні агенти. Вони використовуються як у стаціонарних, так і в портативних системах. Нижче наведено перелік вогнегасних засобів і класи пожеж, для яких кожен підходить.

**1. Вода - клас А.** Вода позбавляє вогонь кисню і охолоджує матеріал нижче температури займання. Він просочує палаючий матеріал, щоб запобігти його повторному спалаху після того, як вогонь згасне. Водяний вогнегасник слід використовувати лише для пожежі класу А. Транспортні літаки використовують портативні водяні вогнегасники в пасажирському салоні, але не при пожежі електрики. Оскільки вода є електропровідною, розбризкування води на електричний вогонь може

призвести до ураження електричним струмом і, звичайно, призведе до пошкодження електричного обладнання. Зауважте, що водяні вогнегасники містять антифриз, а також воду, щоб забезпечити роботу, якщо температура опуститься нижче нуля (32°F або 0°C).

**2. Вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>) - клас В або С.** Вуглекислий газ діє як захисний агент. Він гасить вогонь і позбавляє його кисню. Необхідно дотримуватися обережності під час використання вогнегасника CO<sub>2</sub> у закритому приміщенні. Оператор вогнегасника CO<sub>2</sub> також може бути позбавлений кисню.

Через це CO<sub>2</sub> не рекомендується використовувати в ручних вогнегасниках для використання в літаках.

Вуглекислий газ є ефективним вогнегасним засобом. Найчастіше він використовується у вогнегасниках, які є на рампі для гасіння пожеж на зовнішній частині літака, наприклад пожежі двигуна або ДСУ. CO<sub>2</sub> також використовувався для пожежогасіння двигунів старих транспортних літаків. Він може гасити пожежі легкозаймистих рідин і пожежі, пов'язані з електричним обладнанням, хоча галон є кращим для електричних пожеж. Вуглекислий газ негорючий і не реагує з більшістю речовин. Він має температуру кипіння -110 °F. Таким чином, він забезпечує власний тиск (пари) для скидання з резервуара для зберігання, за винятком надзвичайно холодного клімату, де може бути доданий додатковий заряд азоту для підготовки системи до зими.

Вуглекислий газ приблизно в 1,5 рази важчий за повітря, що дає йому здатність замінювати повітря над поверхнями, що горять, і підтримувати задушливу атмосферу. CO<sub>2</sub> є ефективним вогнегасним агентом насамперед тому, що він розріджує повітря та зменшує вміст кисню, тому горіння більше не підтримується.

За більшості умов також реалізується деякий ефект охолодження. Вуглекислий газ вважається лише помірно токсичним, але він може спричинити втрату свідомості та смерть від задухи, якщо потерпілому дозволити вдихати CO<sub>2</sub> у вогнегасних концентраціях протягом 20–30 хвилин. CO<sub>2</sub> не є ефективним вогнегасним засобом для



пожеж, пов'язаних з хімікатами, що містять власний кисень, наприклад, нітрат целюлози (використовується в деяких авіаційних фарбах). Крім того, пожежі, пов'язані з магнієм і титаном, не можна загасити  $\text{CO}_2$ . Після використання вуглекислотний вогнегасник необхідно замінити.

**3.Сухі порошкові хімічні речовини - клас В, С або D.** Сухі порошкові вогнегасники, хоч і ефективні при пожежах класу В і С, є найкращими для використання при пожежах класу D. Спосіб роботи порошкових вогнегасників різний. Деякі контейнери використовують заряди газових патронів або зберігають речовину під тиском у контейнері, щоб змусити пороховий заряд вийти з контейнера на вогонь. Сухий порошок також може надходити у великий контейнер або бочку, звідки його наносять вручну за допомогою черпака або відра. Прикладами сухих порошкоподібних хімікатів є бікарбонат натрію, бікарбонат калію та фосфат амонію.

Сухий порошок не рекомендується використовувати при пожежах літаків, за винятком металевих пожеж. Це насамперед через те, що залишки хімічних речовин і пил часто ускладнюють очищення та можуть пошкодити електронне чи інше делікатне обладнання. Як такий, сухий порошок корисний для загоряння коліс і гальм літаків класу D.

**4.Галогеновмісні вуглеводні - клас А, В або С.**Галогеновмісні вуглеводні (галони) вогнегасних речовин мають багато хімічних формул. Галон 1211 (бромхлордифторметан,  $\text{CBrClF}_2$ ) і галон 1301 (бромтрифторметан,  $\text{CBrF}_3$ ) зазвичай використовуються в авіації залежно від застосування. Галонові вогнегасні речовини гасять вогонь і позбавляють його кисню. Вони є леткими, і частина їхньої дії відбувається через охолодження матеріалів, що горять, через швидке розширення агента. Галон 1301 і галон 1211 менш токсичні, ніж інші формули галону, і дуже ефективні. Вони зберігаються в контейнерах під тиском. Галон 1301 створює задовільний тиск пари, щоб вивести себе. Галон 1211 має вищу температуру кипіння, і може знадобитися заряд азоту або заряд 1301, щоб створити належний тиск для ефективного розряду.

Понад 45 років галогеновмісні вуглеводні (галони) були практично єдиними вогнегасними речовинами, які використовуються в цивільних транспортних літаках. Однак галон є хімікатом, що руйнує озоновий шар і сприяє глобальному потеплінню, і його виробництво заборонено міжнародною угодою.

Незважаючи на те, що використання галонів заборонено в деяких частинах світу, авіації було надано виняток через її унікальні вимоги до експлуатації та пожежної безпеки. Доступні замітники галону, які визнані прийнятними для захисту навколишнього середовища. На сьогоднішній день деякими з них є галогеновуглеводні HCFC Blend B, HFC-227ea та HFC-236fa. Галон є надзвичайно ефективним у розрахунку на одиницю ваги в широкому діапазоні умов повітряного середовища. Він не проводить електрику, швидко випаровується, не залишає залишків і не потребує очищення чи нейтралізації.

## 2.2. Стационарні Системи Пожежогасіння

Стационарні системи пожежогасіння встановлені на борту транспортних літаків для захисту:

- **Турбінні двигуни:** Спеціальні вогнегасні системи призначені для швидкого гасіння пожеж в турбінних двигунах.
- **Відсіки допоміжної силової установки (ДСУ):** Системи захищають ці критичні відсіки від пожеж.
- **Вантажобагажні відділення:** Важливо мати ефективні вогнегасні системи в цих областях, де можуть накопичуватися легкозаймисті матеріали.
- **Санвузли:** На борту літаків також захищені санвузли, особливо від пожеж, пов'язаних з відходами та сміттям.

Старіші поршневі літаки використовували CO<sub>2</sub> як вогнегасний агент, але сучасні літаки з турбінними двигунами зазвичай використовують галон або еквівалентні чисті галогеновуглецеві агенти. Стационарні вогнегасники забезпечують розрідження

атмосфери інертним агентом, що перешкоджає горінню. Багато систем розподіляють вогнегасну речовину через перфоровані трубки або розпилювальні форсунки.

### 2.2.1. Контейнери

Більшість стаціонарних контейнерів для вогнегасної речовини на високоефективних і транспортних літаках є типом високої швидкості викиду (highrate-of-discharge, HRD). У них зазвичай зберігається рідкий галогенований вогнегасний агент (або інший) і газ під тиском (зазвичай азот) для сприяння викиду агенту з контейнера. Контейнери зазвичай виготовляються з нержавіючої сталі. Залежно від конструкційних міркувань доступні альтернативні матеріали, зокрема титан.

Стаціонарні контейнери протипожежних речовин доступні в широкому діапазоні контейнерів. Вони виробляються відповідно до специфікацій відділу транспортування або винятків країни виробника. Більшість авіа контейнерів мають сферичну конструкцію, що забезпечує найменшу вагу. Однак циліндричні форми доступні там, де обмеження простору є фактором (Рис. 2.1).



Рис. 2.1. Вбудовані непереносні контейнери для вогнегасників (пляшки HRD) на літаку

Кожна ємність містить чутливу до температури/тиску запобіжну діафрагму, яка запобігає перевищенню тиску ємності над випробувальним тиском ємності у разі впливу надмірних температур (Рис. 2.2).

### 2.2.2. Наглядні клапани

На контейнерах встановлені випускні клапани. У вихідному отворі вузла нагнітального клапана встановлено картридж (піропатрон) і розривний дисковий клапан. Також доступні спеціальні вузли з клапанами типу сідла з електромагнітним або ручним керуванням. Використовуються два типи техніки вивільнення диска картриджа. Стандартний тип розблокування використовує снаряд, що рухається вибуховою енергією, щоб розірвати сегментований запірний диск.

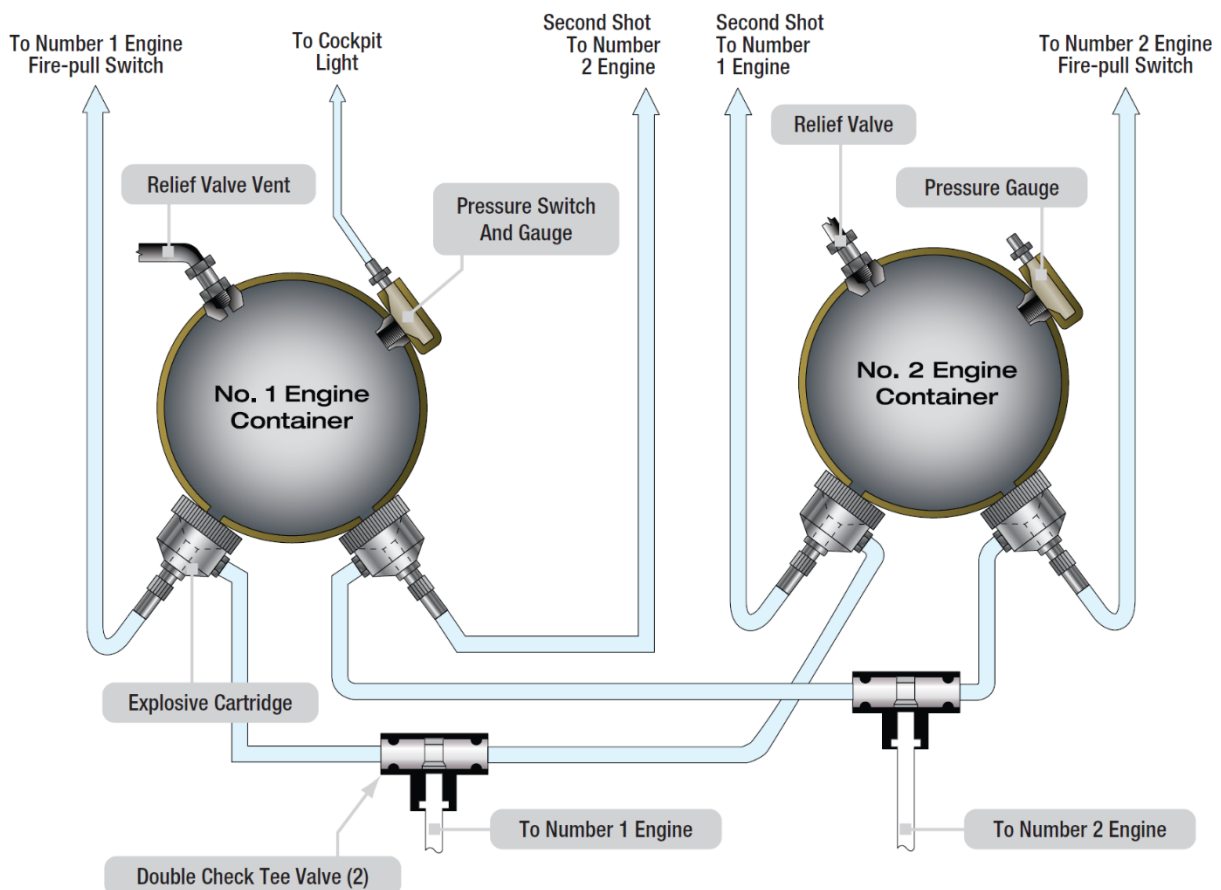


Рис.2.2.Схема ємності вогнегасника (контейнери HRD).

Для високотемпературних або герметично закритих блоків використовується картридж типу прямого вибухового удару, який застосовує удар осколками для розриву попередньо напруженої корозійностійкої сталеві діафрагми. У більшості контейнерів використовуються звичайні металеві прокладки, які полегшують відновлення після вивантаження (Рис. 2.3.).



Рис. 2.3. Нагнітальний клапан (ліворуч) і картридж або піропатрон (праворуч)

### 2.2.3. Індикація тиску

Для перевірки стану заряду вогнегасника використовується широкий спектр діагностики. Доступний простий візуальний індикатор, як правило, спіральний індикатор типу Бурдона, стійкий до вібрації (див. Рис. 2.2.).

Комбінований манометричний перемикач візуально показує фактичний тиск у ємності, а також подає електричний сигнал, якщо тиск у ємності втрачається, усуваючи потребу в індикаторах зливу.

Перемикач низького тиску діафрагмового типу, що перевіряється на землі, зазвичай використовується на герметично закритих контейнерах. Система Kidde має реле тиску з температурною компенсацією, яке відстежує коливання тиску в контейнері залежно від температури за допомогою герметично закритої еталонної камери.

## **Двоходовий зворотний клапан**

Двоходові зворотні клапани необхідні в дворазовій системі, щоб запобігти потраплянню вогнегасника з резервного контейнера в попередній спорожнений основний контейнер. Клапани постачаються з конфігураціями фітингів MS-33514 або MS-33656.

## **Індикатори розряду**

Індикатори розрядження забезпечують негайне візуальне свідчення розрядження контейнера в системах пожежогасіння. Можуть бути встановлені два види індикаторів: тепловий і розрядний. Обидва типи призначені для кріплення на літаках і обшивці (Рис. 2.4.).

### **Індикатор теплового розряду (червоний диск)**

Індикатор теплового розряду з'єднаний із запобіжним фітингом контейнера та викидає червоний диск, щоб показати, коли вміст контейнера викинуто за борт через надмірне нагрівання. Агент виходить через отвір, що залишився, коли диск видувається. Це дає льотним і технічним екіпажам вказівку, що контейнер вогнегасника необхідно замінити перед наступним польотом.

### **Індикатор нормального розряду (жовтий диск)**

Якщо екіпаж активує систему пожежогасіння, з обшивки фюзеляжу літака вилітає жовтий диск. Це є ознакою для екіпажу технічного обслуговування, що система пожежогасіння була активована екіпажем польоту, і вогнегасний контейнер необхідно замінити перед наступним польотом.

## **2.2.4. Тумблер включення протипожежної системи**

Тумблер включення протипожежної системи двигуна та допоміжної силової установки зазвичай розміщуються на центральній верхній панелі або центральній консолі в кабіні польоту (Рис.2.5).



Рис. 2.4. Індикатори розряду

При активації цих вимикачів відбуваються наступні дії:

- Двигун зупиняється: Це відбувається через відключення системи керування паливом.
- Ізоляція двигуна від систем літака: Двигун відокремлюється від інших систем літака.
- Активація системи пожежогасіння: При включенні вимикача автоматично активується система пожежогасіння.



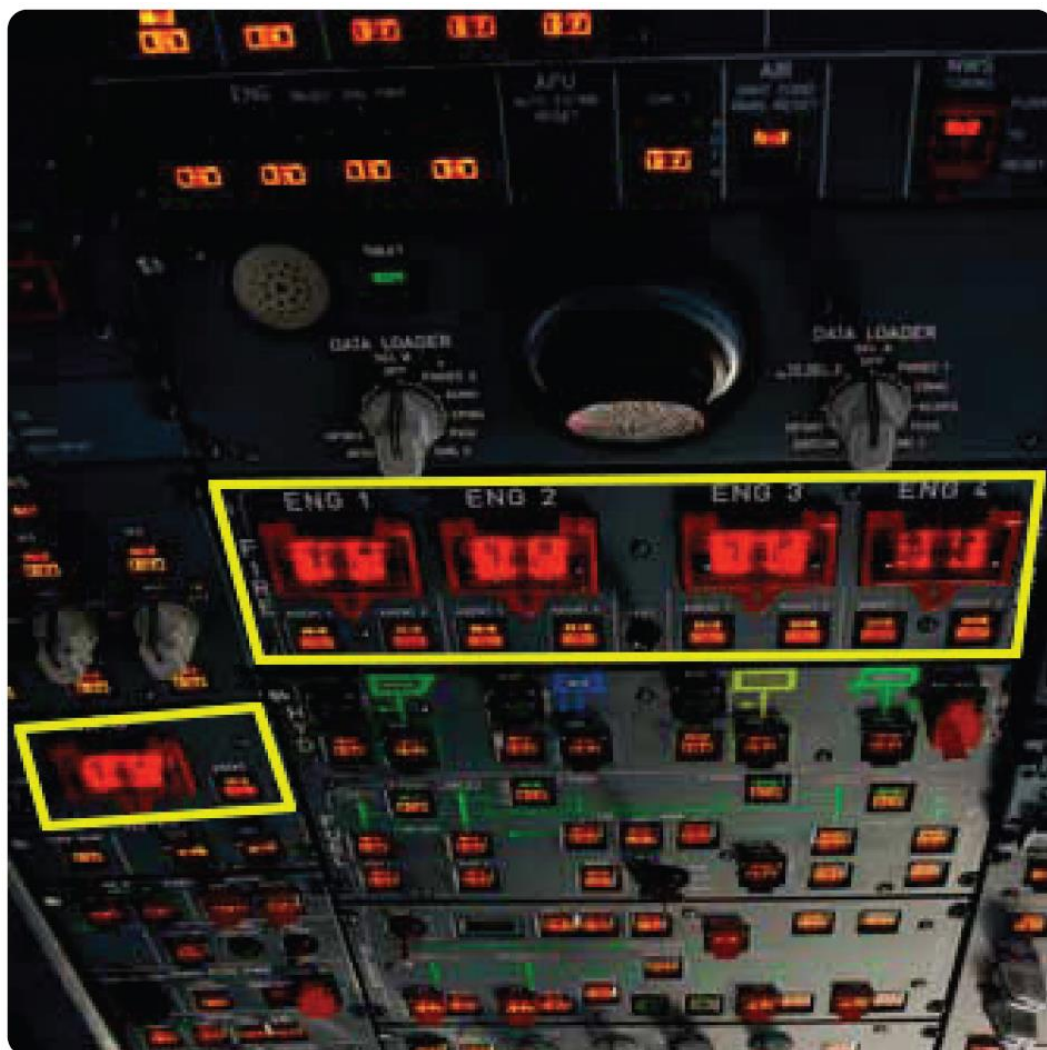


Рис. 2.5. Тумблер включення протипожежної системи двигуна та допоміжної силової установки на центральній верхній панелі кабіни

Існують різні типи вимикачів, включаючи ті, що потребують потягнути та повернути для активації, та натискні вимикачі з захисним кожухом. Для запобігання випадковому активуванню вимикачі обладнані замком, який звільняє вимикач лише у разі виявлення пожежі (Рис 2.6).



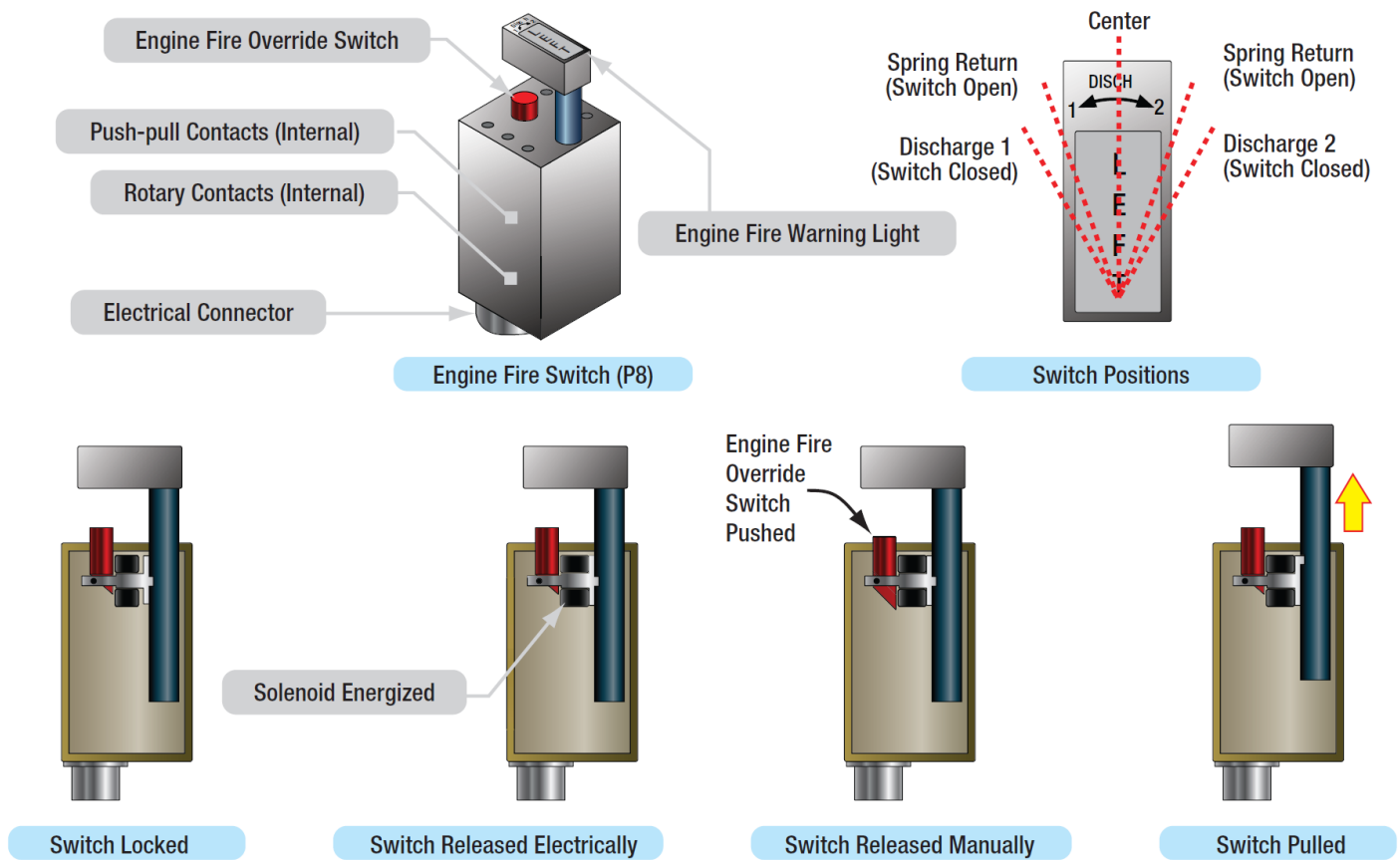


Рис. 2.6. Робота тумблера включення протипожежної системи двигуна та допоміжної силової установки

### 2.3. Стационарний пожежний захист: вантажні відсіки

Захист від пожежі у вантажних відсіках є критичним для безпеки середьномагістральних літаків. Для кожного вантажного або багажного відсіку встановлені такі вимоги:

- Система Виявлення: Має забезпечувати візуальну індикацію льотному екіпажу в межах 1 хвилини після початку пожежі.
- Виявлення Пожежі: Система повинна виявляти пожежу при температурі, значно нижчій, ніж та, при якій може бути пошкоджена структурна цілісність літака.
- Перевірка Системи: Повинні бути засоби, що дозволяють екіпажу перевіряти функціонування кожного контуру пожежного сповіщувача під час польоту.

Класифікація Вантажного Відсіку:

**Вантажний або багажний відсік класу А** – це той, у якому член екіпажу легко виявить пожежу, перебуваючи на своєму місці, і кожна частина відсіку легко доступна під час польоту.

**Вантажний або багажний відсік класу В** – це той, у якому є достатній доступ під час польоту, щоб член екіпажу міг ефективно дістатися до будь-якої частини відсіку з вмістом ручного вогнегасника. Коли використовуються засоби доступу, жодна небезпечна кількість диму, полум'я чи вогнегасної речовини не потрапляє в жодне відділення, зайняте екіпажем або пасажиром. Існує окремий схвалений детектор диму або система пожежного сповіщення для попередження на місці пілота або бортінженера.

**Вантажний або багажний відсік класу С** – це той, який не відповідає вимогамні до відсіку класу А, ні до В, але в якому:

1. Існує окремий затверджений детектор диму або система пожежного сповіщувача для попередження на місці пілота або бортінженера.
2. Існує схвалена вбудована система пожежогасіння або гасіння, якою можна керувати з кабіни.
3. Існують засоби для запобігання потраплянню небезпечних кількостей диму, полум'я чи вогнегасних речовин у будь-який відсік, який займають екіпаж або пасажир.
4. Існують засоби контролю вентиляції та протягів у відсіку, щоб використовуваний вогнегасний засіб міг контролювати будь-яку пожежу, яка може виникнути у відсіку.

**Вантажний відсік класу Е** – це відсік літака, який використовується лише для перевезення вантажів і в якому:

1. Існує окрема схвалена система детектора диму або вогню для попередження на місці пілота або бортінженера.
2. Екіпаж льотного екіпажу має доступ до елементів керування для вимкнення вентиляційного потоку повітря в кабіні або всередині неї.

3. Існують засоби для запобігання потраплянню в кабіну екіпажу небезпечних кількостей диму, полум'я чи шкідливих газів.
4. Необхідні аварійні виходи екіпажу доступні за будь-яких умов завантаження вантажу.

### 2.3.1. Протипожежний захист та система попередження про пожежу вантажного відсілку

У вантажних відсіках зазвичай поєднується система виявлення диму зі стаціонарною системою галонового пожежогасіння. Детектор диму за боковою стінкою в кожному відсіку перевіряє повітря, що втягується через нього циркуляційним вентилятором(ами). Якщо присутній дим, система видає попередження в кабіні екіпажу (Рис. 2.7).

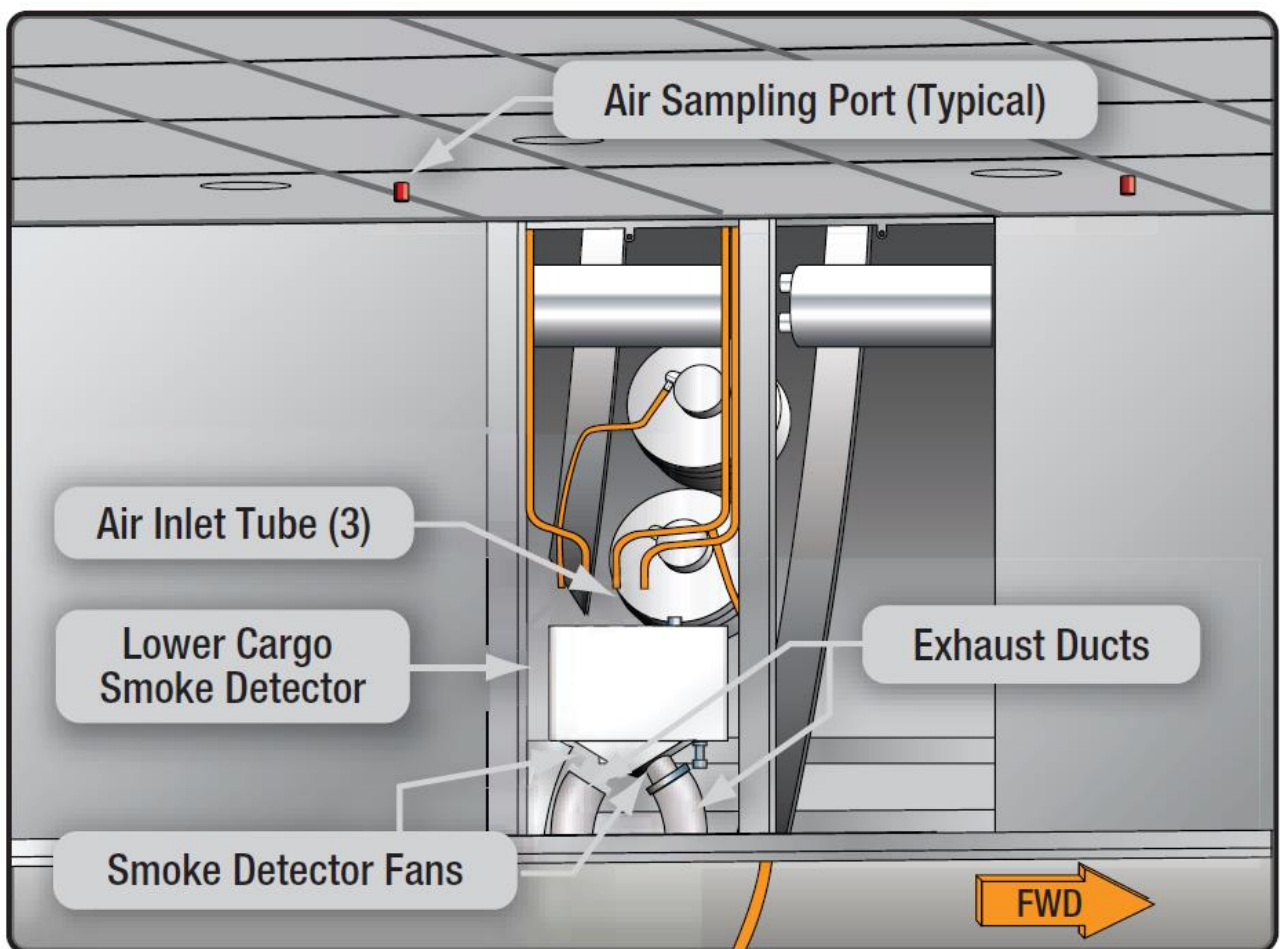


Рис. 2.7. Установка детектора диму

Якщо у вантажному відсіку є дим, у кабіні виникають такі ознаки:

1. Загораються головні контрольні лампи.
2. Спрацьовує звукова сигналізація про пожежу.
3. З'являється повідомлення про пожежу вантажу.
4. Загорається індикатор пожежі вантажу.

Основні попереджувальні вогні та звукова сигналізація про пожежу не працюють під час частини зльоту (Рис. 2.8).



Рис. 2.8. Попередження про пожежу вантажу

### 2.3.2. Системи детекторів диму

Оптичний сповіщувач диму складається з джерел світлодіодів (LED), фотодіодів контролю інтенсивності та фотодіодів детектора розсіювання. У середині камери виявлення диму повітря протікає між джерелом (світлодіодом) і фотодіодом детектора розсіювання. Зазвичай лише невелика кількість світла від світлодіода потрапляє на детектор розсіювання. Якщо повітря містить дим, частинки диму відбивають більше світла на детекторі розсіювання. Це викликає сигнал тривоги.

Фотодіод монітора інтенсивності забезпечує увімкнення світлодіода джерела та підтримує вихідний сигнал світлодіода джерела постійним. Ця конфігурація також виявляє забруднення світлодіодів і фотодіодів. Несправний діод або забруднення спричиняє зміну детектора на інший набір діодів. У такому випадку детектор надсилає

повідомлення про помилку. Детектор диму має кілька портів для забору проб. Вентилятори подають повітря з отворів для відбору проб через водовіддільник і нагрівач до детектора диму (Рис.2.9).

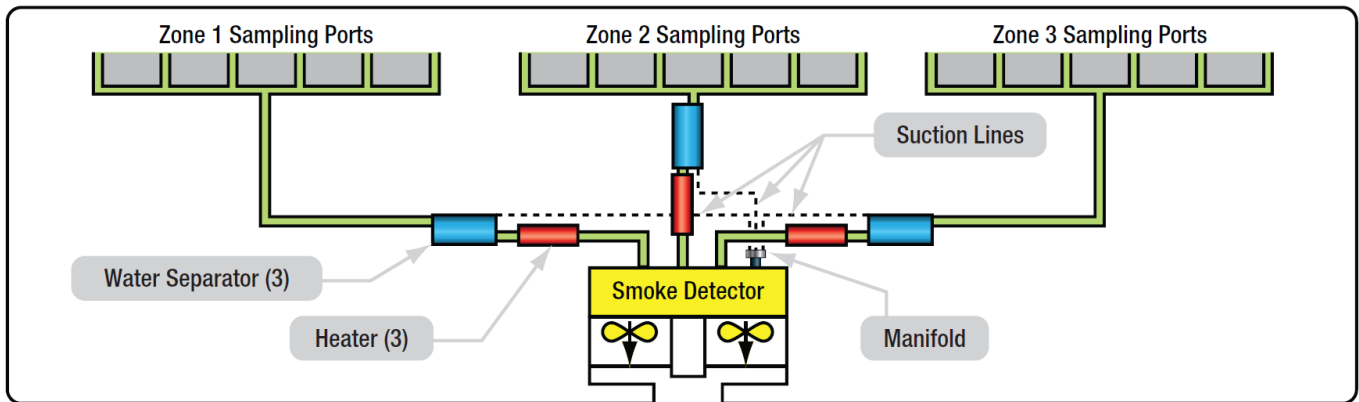


Рис.2.9. Система детекторів диму в вантажному відсіку

### Система пожежогасіння вантажного відсіку

Система пожежогасіння вантажного відсіку включається екіпажем, якщо датчики диму виявляють дим у вантажному відсіку. Деякі літаки оснащені двома типами контейнерів для вогнегасників. Перша система - це система скидання, яка вивільняє вогнегасну речовину безпосередньо при активації вимикача пожежогасіння вантажу. Ця дія гасить пожежу.

Друга система – це система калібрування. Через деякий час, затримку, дозовані пляшки повільно та з контрольованою швидкістю виливаються через фільтр-регулятор. Галон з дозованих пляшок замінює витік вогнегасної речовини. Це забезпечує правильну концентрацію вогнегасної речовини у вантажному відсіку для гасіння пожежі протягом 180 хвилин. Пляшки для гасіння пожежі містять галон 1301 або еквівалентну вогнегасну речовину під тиском азоту. Трубки з'єднують пляшки з випускними патрубками в стелі вантажного відсіку.

Пляшки для гасіння оснащені піропатронами. Сквіб - це вибуховий пристрій з електричним приводом. Він прилягає до діафрагми пляшки, яка може зламатися.

Діафрагма зазвичай герметизує балон під тиском. Коли активується перемикач скидання вантажу, пірняж спрацьовує, і вибух розриває діафрагму. Тиск азоту всередині пляшки штовхає галон через випускний отвір у вантажний відсік. Коли пляшка розряджається, спрацьовує реле тиску, яке надсилає в кабіну польоту інформацію про те, що пляшка розряджена. Клапани регулювання потоку вбудовані, якщо пляшки можна вивантажувати в декілька відсіків. Клапани регулювання потоку направляють вогнегасну речовину в обраний вантажний відсік (Рис.2.10).

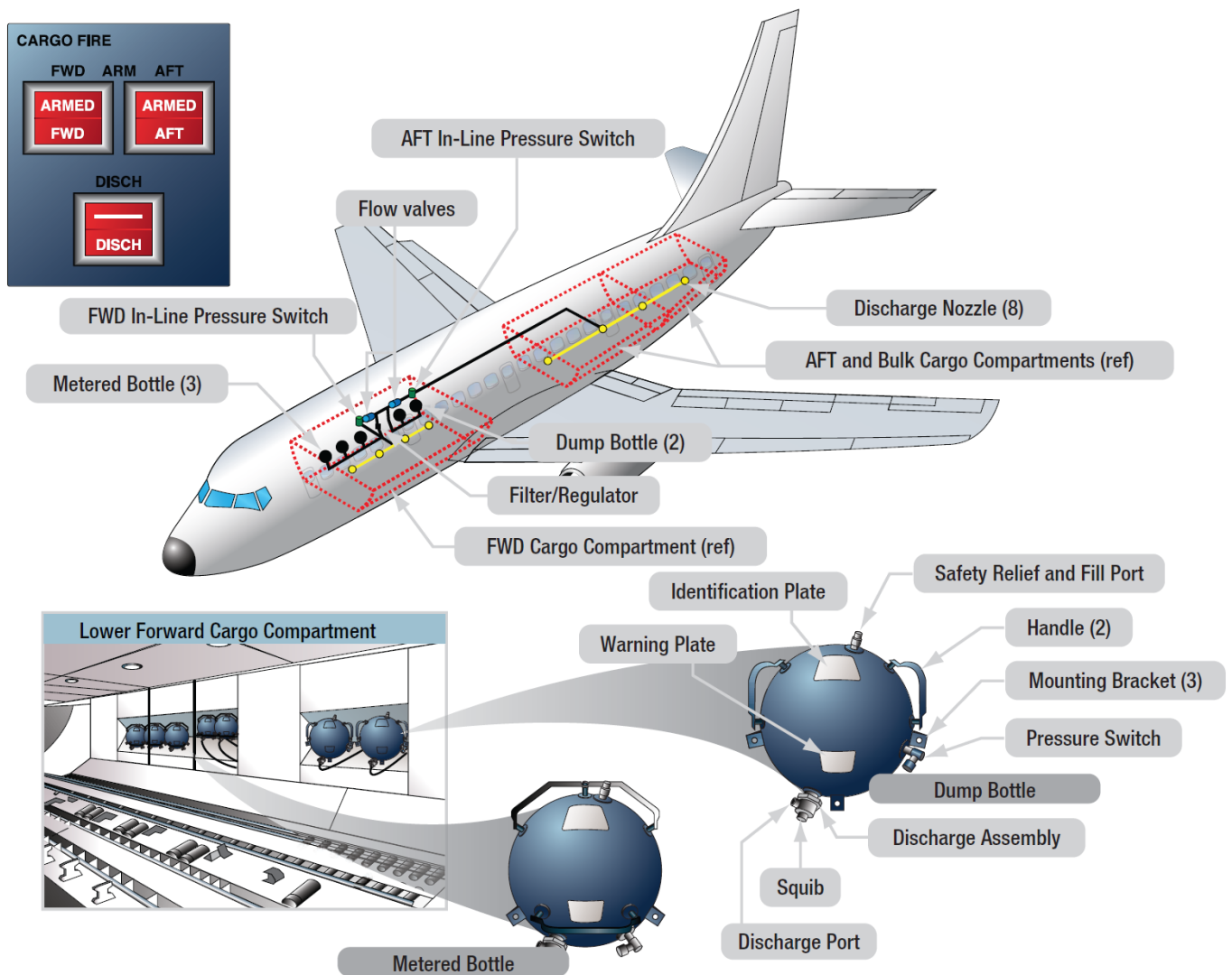


Рис. 2.10. Система пожежогасіння вантажобагажного відділення



## 2.4. Стационарний пожежний захист: Санузли

На літаках з пасажирською місткістю 20 і більше осіб встановлена система детектора диму, яка контролює туалети на наявність диму. Ця система включає індикатори диму в кабіні пілотів та бортпроводників, що забезпечують візуальне та звукове попередження. В кожному туалеті також розміщений автоматично розряджуваний вогнегасник. Детектор диму, розташований на стелі туалету, живиться від 28-вольтової шини постійного струму лівого/правого борту (Рис. 2.11).

При виявленні диму активується червоний світлодіод тривоги, схема синхронізації створює переривчасте заземлення, що викликає переривчасте звучання гудка виклику туалету та працювання індикатора виклику. Схема виявлення диму заземлює реле, що подає сигнал до головного електронного блоку (OEU) в центральних системах моніторингу (CMS). Індикації диму зникають автоматично, коли дим розсіюється.

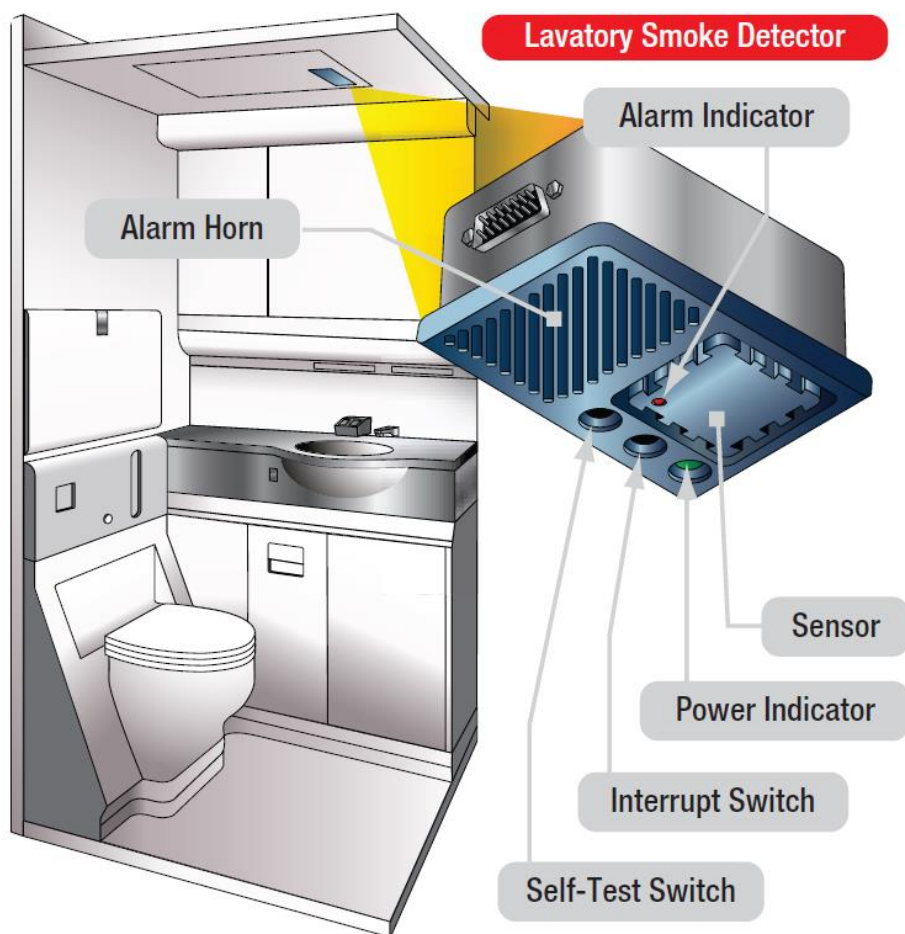


Рис. 2.11. Детектор диму в туалеті

### 2.4.1. Система детектора диму в туалеті

Дивіться Рис. 2.12. Детектор диму в туалеті живиться від 28-вольтової лівої/правої шини постійного струму. Якщо в чутливій камері датчика диму є дим, загоряється світлодіод тривоги (червоний). Схема синхронізації створює переривчасте заземлення. Попереджувальний гудок і лампа виклику туалету працюють з перебоями. Схема виявлення диму заземлює реле. Увімкнене реле подає сигнал заземлення для головного електронного блоку (overhead electronics unit, OEU) у центральних системах моніторингу (central monitoring systems, CMS).

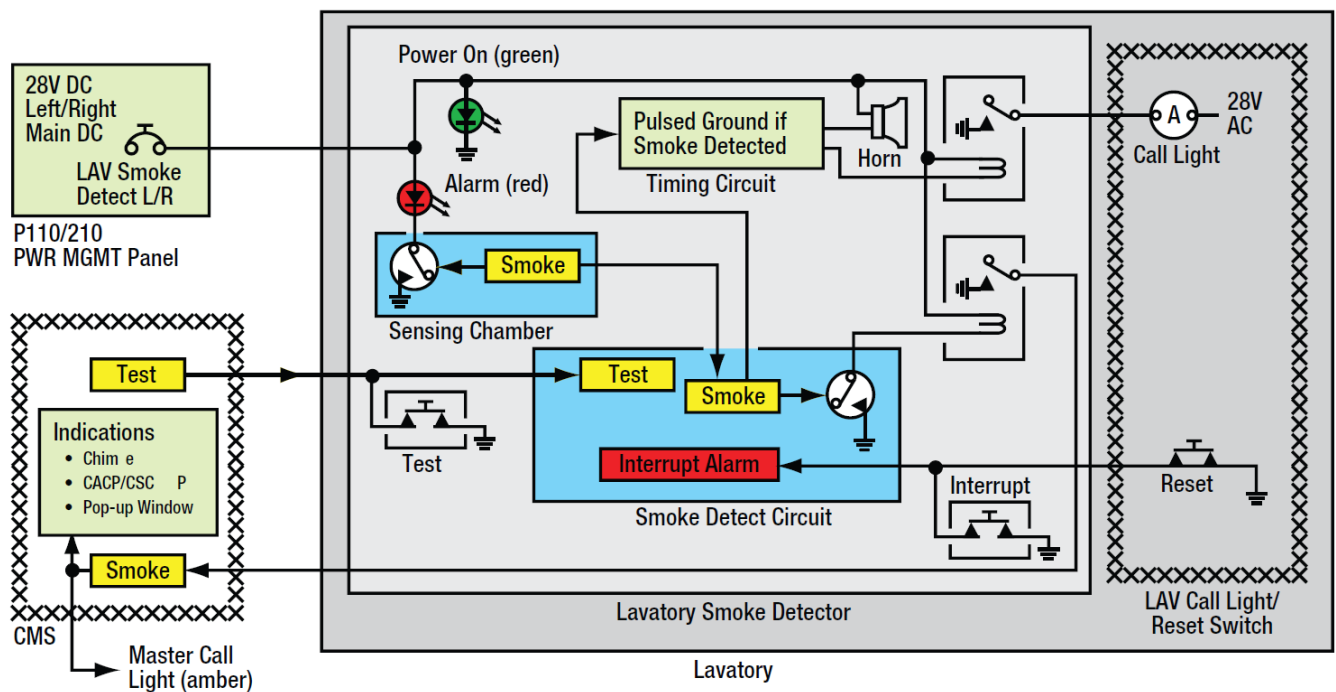


Рис. 2.12. Схема датчика диму в туалеті

### Система протипожежного захисту туалетів

Цей інтерфейс дає такі індикації: блимає головний індикатор виклику туалету, з'являється спливаюче вікно панелі керування системою кабіни (cabinsystemcontrolpanel, CSCP) і панелі керування салоном (cabinarecontrolpanel, CACP), а також працює дзвінок виклику туалету. Натисніть перемикач скидання



виклику туалету або перемикач переривання детектора диму, щоб скасувати індикацію диму. Якщо в туалеті все ще є дим, світлодіод тривоги (червоний) продовжує горіти. Усі індикації диму автоматично зникають, коли дим зникає.

### Система вогнегасника туалету

Унітаз оснащений вогнегасником для гасіння пожежі у відсіку для відходів. Вогнегасник являє собою балон з двома насадками. Пляшка містить галон 1301 під тиском або еквівалентну вогнегасну речовину. Коли температура у відділенні для відходів досягає приблизно 170 °F, припій, який ущільнює сопла, плавиться, і галон виділяється. Зважування пляшки часто є єдиним способом визначити, чи пляшка порожня чи повна (Рис. 2.13).

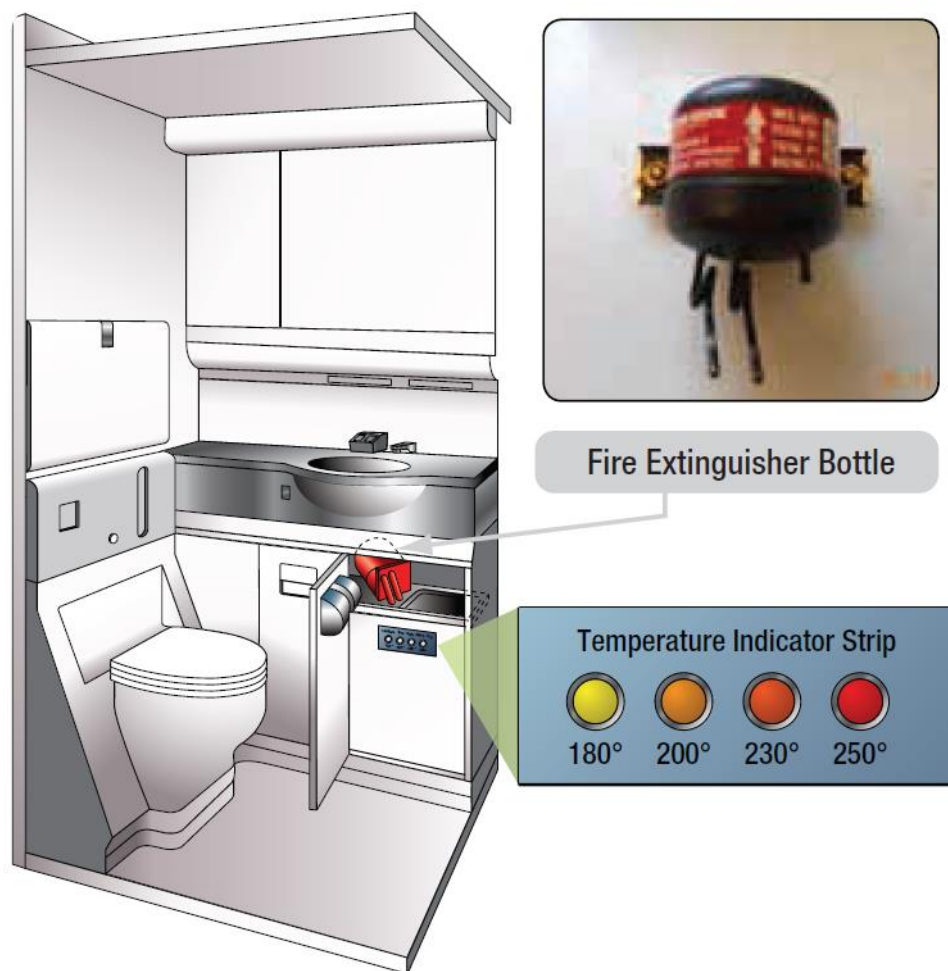


Рис. 2.13. Туалетний балон для пожежогасіння



## РОЗДІЛ 3.

### ОСОБЛИВОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ ЛІТАКУ

#### 3.1. Особливості обслуговування системи пожежної сигналізації на регіональному літаку

Чутливі елементи пожежного сповіщувача розташовані в багатьох зонах високої активності навколо двигунів літаків. Їхнє розташування разом із малими розмірами підвищує ймовірність пошкодження чутливих елементів під час обслуговування. Програма перевірки та технічного обслуговування для всіх типів систем безперервного циклу повинна включати такі візуальні перевірки.

Чутливі елементи системи з безперервним контуром слід перевіряти на предмет:

1. Тріщини або зламані секції, викликані розчавленням або здавленням між оглядовими пластинами, панелями капота або компонентами двигуна.
2. Стирання, викликане тертям елемента об капот, аксесуари або елементи конструкції.
3. Шматки захисного дроту або інші металеві частинки, які можуть закортити клеми точкового детектора.
4. Стан гумових прокладок у монтажних затискачах, які можуть розм'якшитися від впливу масел або затвердіти від надмірного тепла.
5. Вм'ятини та злами в ділянках чутливих елементів. Граничні значення діаметра елемента, допустимих вм'ятин і перегинів, ступеня гладкості контуру труб встановлюються виробниками. Не слід робити жодних спроб вирівняти будь-які прийнятні вм'ятини чи згини, оскільки можуть виникнути напруги, що може призвести до поломки трубок (Рис. 3.1).
6. Гайки на кінцях чутливих елементів слід перевірити на міцність і запобіжний дріт (Рис. 3.2). Ослаблені гайки слід повторно затягнути до значення, зазначеного в інструкціях виробника. Деякі типи з'єднувальних з'єднань чутливих елементів

вимагають використання мідних прокладок. Їх слід замінювати щоразу, коли з'єднання роз'єднується.

7. Якщо використовуються екрановані гнучкі виводи, їх слід оглянути на предмет зношення зовнішнього обплетення. Плетена оболонка складається з багатьох тонких металевих ниток, сплєтених у захисне покриття, що оточує внутрішній ізолюваний провід. Постійне згинання кабелю або грубе поводження можуть зламати ці тонкі дроти, особливо ті, що розташовані поблизу роз'ємів.

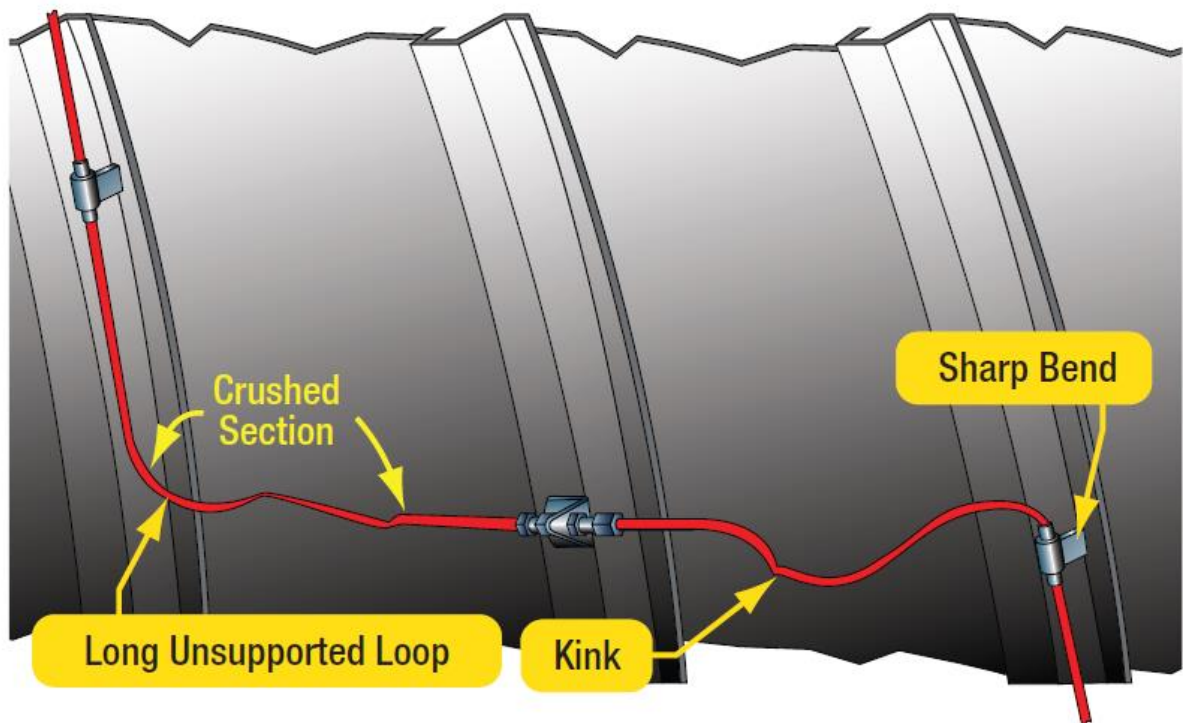


Рис. 3.1. Дефекти чутливих елементів

8. Необхідно ретельно перевірити прокладку та закріплення чутливих елементів (Рис.3.3.). Довгі секції без опори можуть створювати надмірну вібрацію, що може спричинити поломку. Відстань між затискачами на прямих ділянках, зазвичай приблизно від 8 до 10 дюймів, вказує кожен виробник.

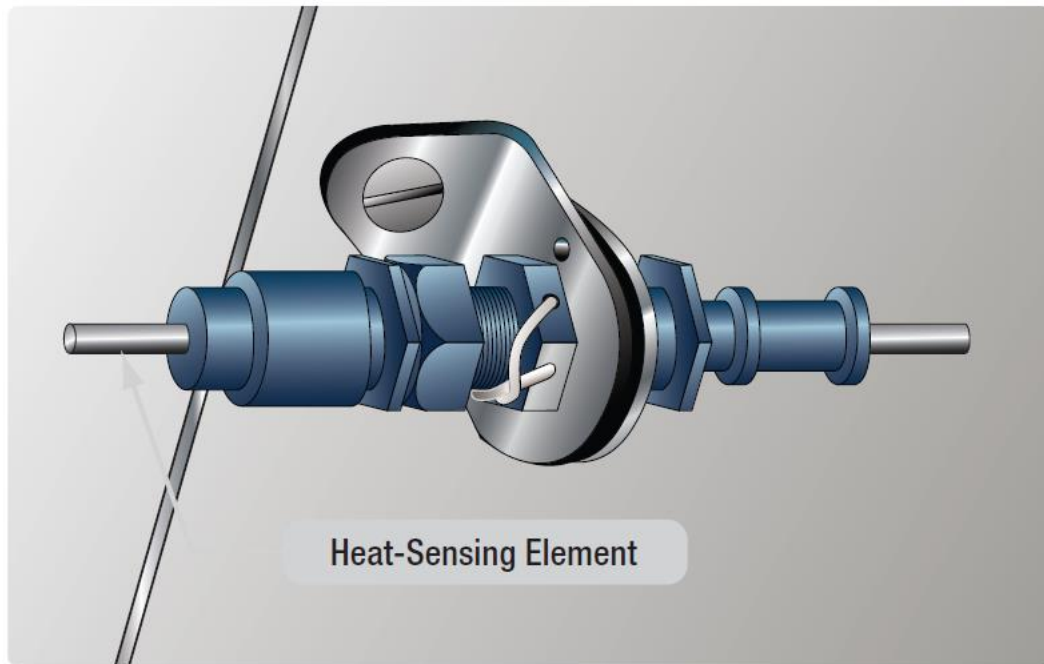


Рис. 3.2. З'єднувальний фітинг, прикріплений до конструкції

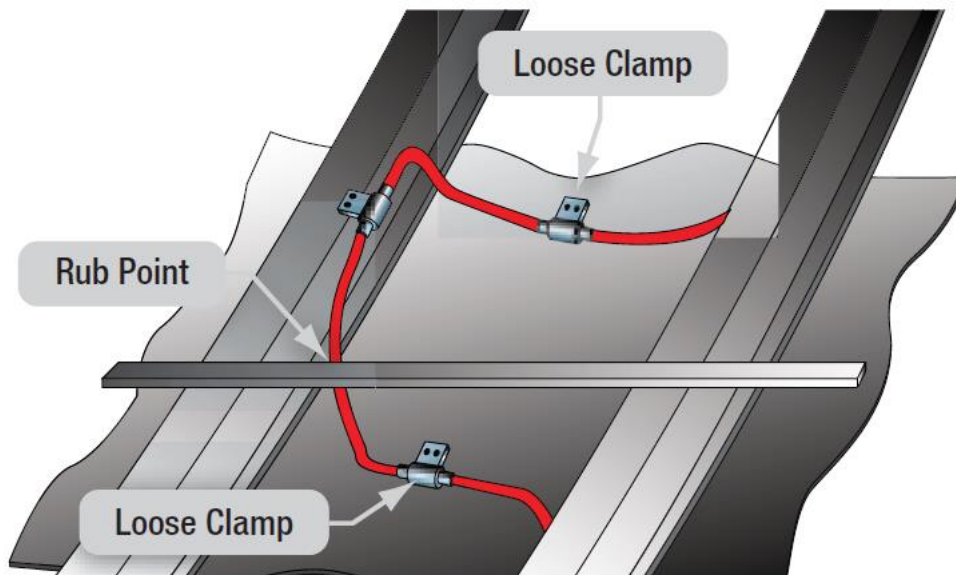


Рис. 3.3. Втручання тертя

У кінцевих з'єднувачах перший опорний затискач зазвичай розташований приблизно на відстані 4–6 дюймів від фітингів кінцевого з'єднувача. У більшості випадків перед початком згину від усіх з'єднувачів підтримується прямий хід в один дюйм, а оптимальний радіус згину зазвичай дотримується в 3 дюйми.

9. Перешкоди між скобою капота та чутливим елементом можуть спричинити натирання. Це втручання може призвести до зносу та короткого замикання чутливого елемента.

10. Втулки повинні бути встановлені на чутливому елементі так, щоб обидва кінці були по центру його затискача. Розщеплений кінець втулки повинен бути спрямований на зовнішню сторону найближчого вигину. Затискачі і люверси повинні щільно прилягати до елемента (Рис. 3.4.).

### 3.1.1. Усунення несправностей системи пожежної сигналізації

Наступні процедури усунення несправностей представляють найпоширеніші труднощі, що виникають у системах виявлення пожежі двигуна:

1. Переривчасті сигнали тривоги найчастіше спричинені періодичним коротким замиканням у проводці системи сповіщувача. Такі короткі замикання можуть бути спричинені ослабленим дротом, який час від часу торкається сусідньої клема, потертим дротом, що торкається конструкції, або чутливим елементом, що стирається об елемент конструкції, який має достатню довжину, щоб зношувати ізоляцію.

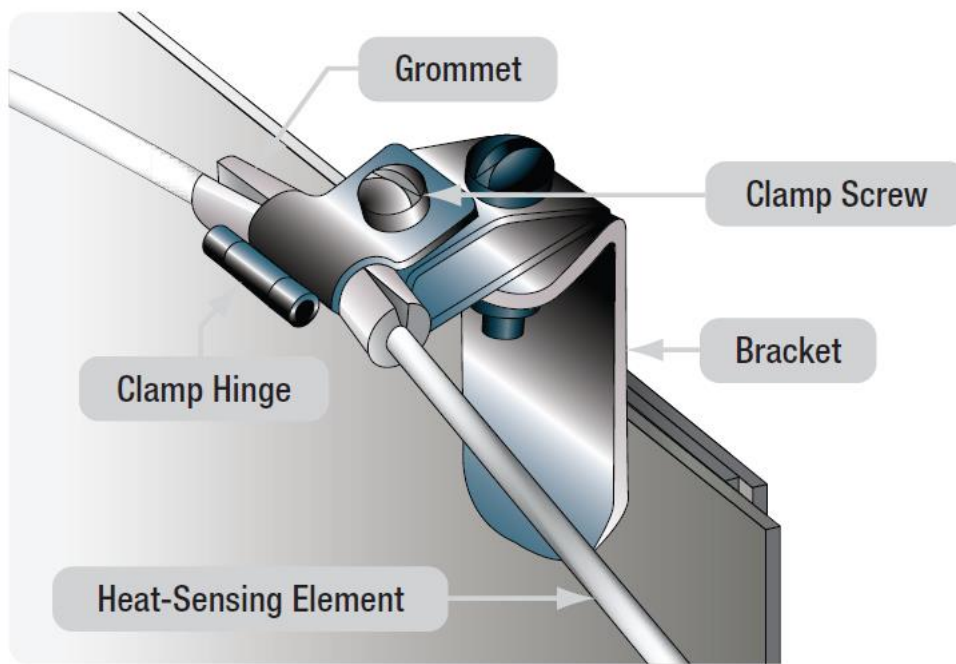


Рис.3.4. Перевірка затискача петлі пожежного сповіщувача

Переривчасті несправності часто можна знайти, пересуваючи дроти, щоб відтворити замикання.

2. Необґрунтована активація пожежної сигналізації та індикаторів може відбуватися без фактичного виникнення пожежі або перегріву двигуна. Для виявлення цих помилкових спрацювань тривоги можна від'єднати з'єднання петлі датчиків двигуна від блоку керування. Якщо помилкова тривога припиняється при від'єднанні датчика, несправність знаходиться в контурі, якій було від'єднано, який слід перевірити на наявність зігнутих ділянок, що контактують з гарячими частинами двигуна. Якщо зігнутий елемент не знайдено, можна виявити закорочену ділянку, ізолюючи з'єднувальні елементи послідовно по всій петлі.

3. Перегини та різкі вигини чутливого елемента можуть призвести до періодичних замикань внутрішнього дроту на зовнішню трубку. Ці несправності можна виявити, перевіряючи чутливий елемент з допомогою омметра, одночасно постукуючи по елементу в підозрілих місцях для створення потенційного короткого замикання.

4. Волога в системі виявлення не часто викликає помилкову пожежну тривогу. Проте, якщо вологість викликає сигнал тривоги, попередження зберігається, доки забруднення не буде видалено або не випарується, поки опір петлі не повернеться до нормального рівня.

5. Неможливість отримати сигнал тривоги при натисканні на тестовий перемикач може бути викликана несправним тестовим перемикачем, блоком керування, відсутністю електроенергії, непрацюючим індикатором, або виявленням отвору в чутливому елементі чи проводці. Якщо тестовий перемикач не може подати сигнал тривоги, безперервність двопровідної чутливої петлі може бути визначена шляхом роз'єднання петлі та вимірювання її опору. У однодротовій системі з безперервною петлею центральний провідник повинен бути заземлений.

## 3.2. Обслуговування системи вогнегасників

Регулярне технічне обслуговування систем вогнегасників зазвичай включає такі пункти, як перевірка та обслуговування пляшок (контейнерів) вогнегасників, видалення та повторне встановлення картриджа та випускних клапанів, перевірка випускних трубок на герметичність та перевірка цілісності електричної проводки. Наступні параграфи містять детальну інформацію про деякі з найбільш типових процедур обслуговування.

### 3.2.1. Перевірка тиску в ємності

Контейнери вогнегасників періодично перевіряють, щоб визначити, чи тиск знаходиться між встановленими мінімальними та максимальними межами. Зміни тиску з температурою навколишнього середовища також повинні бути в установлених межах. Графік, показаний на Рис. 3.5., є типовим для графіків кривої тиск-температура, які надають максимальні та мінімальні показники манометра. Якщо тиск не потрапляє в межі графіка, ємність вогнегасника замінюється.

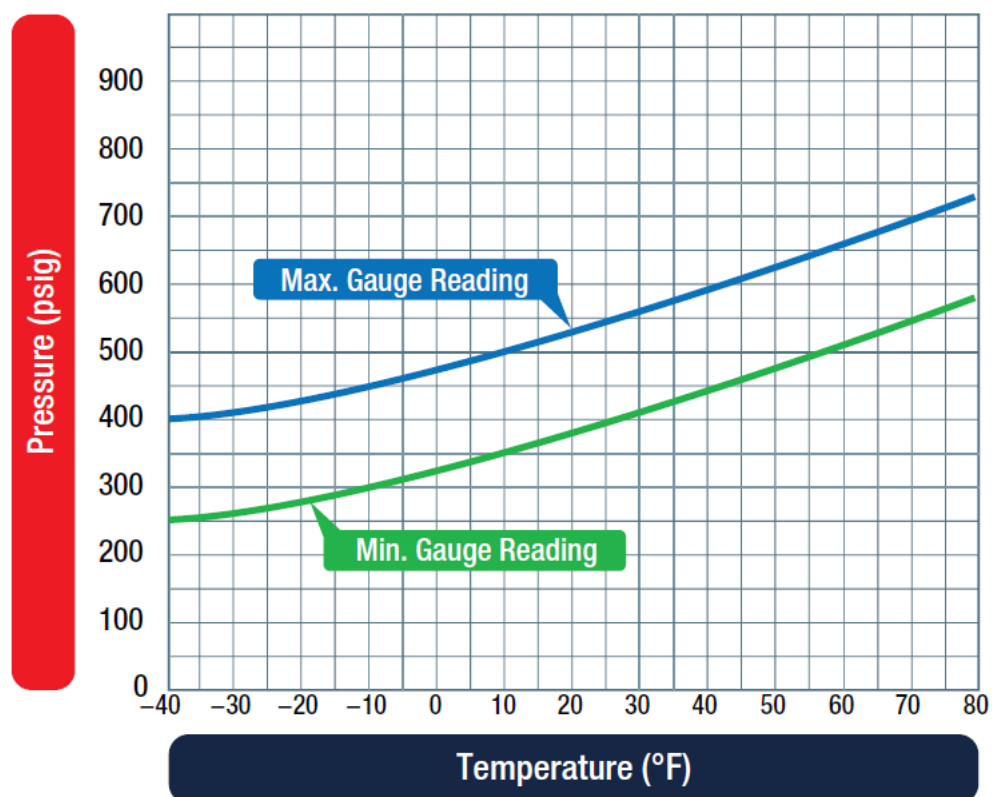




Рис. 3.5. Діаграма тиску та температури в контейнері для вогнегасника

### **3.2.2. Розрядні картриджі**

Термін служби розрядних патронів вогнегасників розраховується за датою виробника, яка зазвичай наноситься на лицьову сторону патрона. Обслуговування картриджів, рекомендоване виробником, зазвичай виражається роками. Картриджі випускаються з терміном служби від 5 років. Щоб визначити невичерпаний термін служби розрядного картриджа, зазвичай необхідно від'єднати електричні дроти та розрядну лінію від корпусу пробки, яку потім можна вийняти з контейнера вогнегасника.

### **3.2.3. Контейнер вогнегасника**

Необхідно бути обережним при заміні картриджа та випускних клапанів. Більшість нових контейнерів для вогнегасників постачаються з картриджем і випускним клапаном у розібраному вигляді. Перед встановленням на літаку картридж має бути належним чином зібраний у випускний клапан, а клапан з'єднаний з контейнером, як правило, за допомогою поворотної гайки, яка затягується на прокладку сальникового кільця (Рис. 3.6).

Якщо з будь-якої причини картридж вийнято з випускного клапана, його не слід використовувати в іншому вузлі випускного клапана, оскільки відстань, на яку виступає точка контакту, може відрізнитися для кожного пристрою. Таким чином, безперервність може не існувати, якщо використовувану пробку, яка мала вдавнення з довгою точкою контакту, було встановлено в випускний клапан із коротшою точкою контакту.

Виконуючи технічне обслуговування, завжди звертайтеся до відповідних посібників з технічного обслуговування та інших відповідних публікацій, що стосуються конкретного літака.

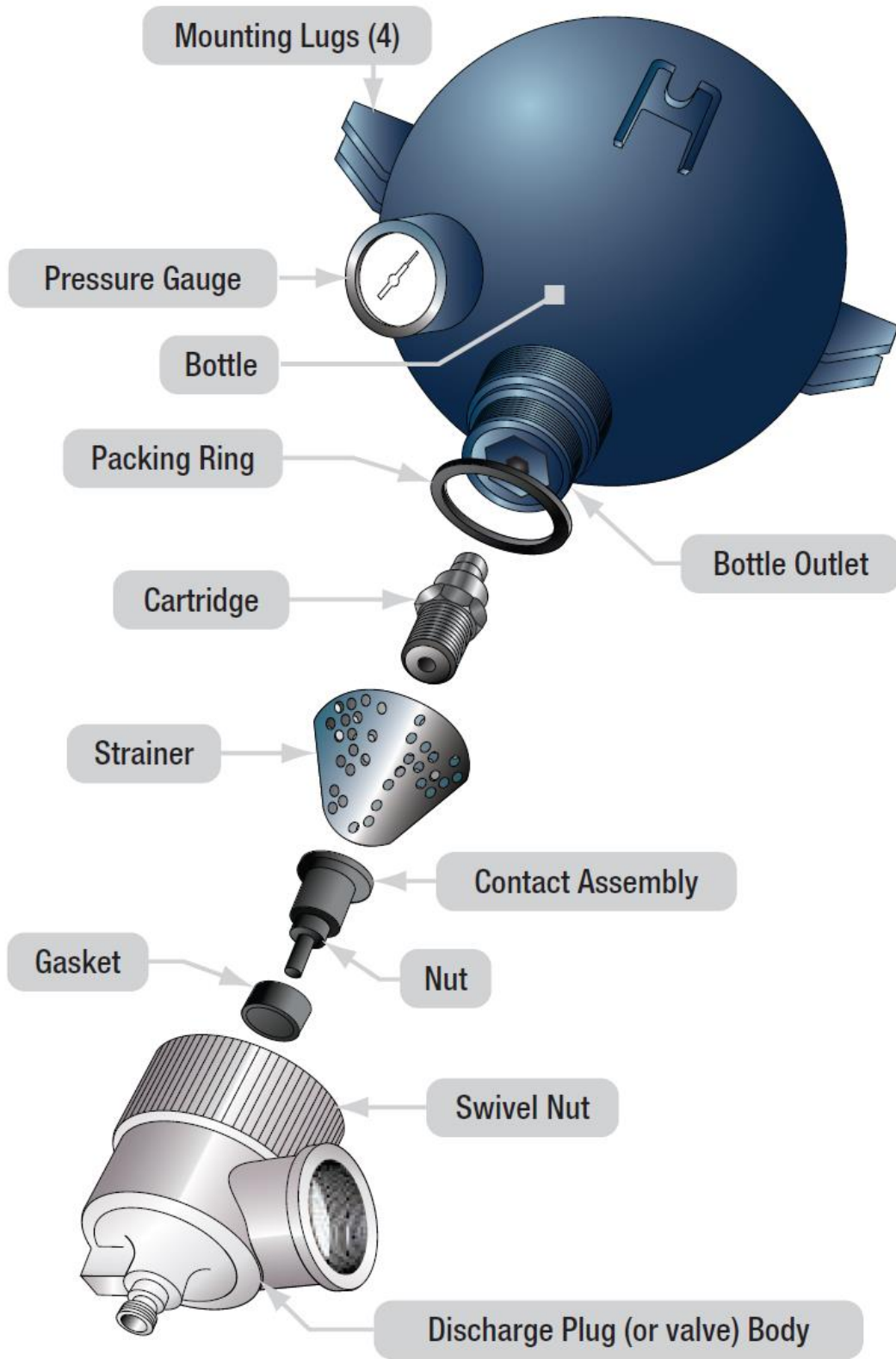


Рис. 3.6. Компоненти контейнера вогнегасника

### 3.3. Перенасні вогнегасники

Для використання в кабіні пілота повинен бути принаймні один ручний переносний вогнегасник, який знаходиться в межах легкого доступу для пілота, який сидить. У салоні кожного літака, який вміщує більше ніж 6 і менше ніж 30 пасажирів, повинен бути принаймні один ручний вогнегасник, зручно розташований у пасажирському салоні. Кожен вогнегасник для використання в кабіні для персоналу повинен бути розроблений таким чином, щоб мінімізувати небезпеку концентрації токсичного газу. Кількість портативних ручних вогнегасників для транспортних літаків показано на Рис. 3.7.

Passenger Capacity	No. of Extinguishers
7 through 30	1
31 through 60	2
61 through 200	3
201 through 300	4
301 through 400	5
401 through 500	6
501 through 600	7
601 through 700	8

Рис 3.7. Вимоги до ручного вогнегасника для транспортних літаків

#### 3.3.1. Типи переносних вогнегасників

Усі матеріали, які використовуються в кокпіті та кабіні, повинні відповідати суворим стандартам для запобігання пожежі. На випадок пожежі для боротьби з вогнем доступні кілька типів переносних вогнегасників. Найпоширенішими типами є галон 1211 і вода.

Переносні вогнегасники застосовуються для гасіння пожеж у пасажирському салоні та на екіпажі. На Рис. 3.8. показано галонівий вогнегасник, який використовується в літаках авіації загального призначення. Галоніві вогнегасники використовуються для гасіння електричних та горючих рідин. Деякі транспортні літаки також використовують водяні вогнегасники для гасіння неелектричних пожеж.



Рис. 3.8. Переносний вогнегасник

Перелічені нижче портативні ручні вогнегасники непридатні як обладнання для кабіни або кабіни:

- CO<sub>2</sub>
- Сухі хімічні речовини (через можливість корозійного пошкодження електронного обладнання, можливість візуального затемнення, якщо речовина викидається в кабіну польоту, а також проблеми з очищенням після їх використання)
- Спеціалізований сухий порошок, однак він придатний для використання в наземних операціях.

Інструкція з використання переносних вогнегасників розміщена на контейнері. Зазвичай для цього необхідно зняти запобіжний пристрій (штифт або дріт, що відривається), направити вогнегасник на вогонь і натиснути на спускову ручку. Інша інформація на етикетці портативного вогнегасника включає номер дозволу на контейнер, вагу та дату останнього обслуговування.

## РОЗДІЛ 4

# МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРОТИПОЖЕЖНОЇ СИСТЕМИ СУЧАСНОГО СЕРЕДНЬОМАГІСТРАЛЬНОГО ЛІТАКА НА ПРИКЛАДІ ЛІТАКІВ СЕРІЇ AIRBUS A319, A320, І A321

### 4.1. Аналіз випадків пожеж на літаках

Значення розробки та модернізації протипожежних систем для середньомагістральних літаків зростає в контексті посилення міжнародних норм та стандартів безпеки. Оновлення цих систем дозволить забезпечити кращий захист від пожеж та підвищити рівень безпечності літаків, що є особливо важливим у випадку аварійних ситуацій.

У зв'язку зі старінням парку середньомагістральних літаків, виникає необхідність в модернізації існуючих протипожежних систем. Сучасні технологічні інновації та матеріали можуть значно покращити ефективність цих систем, зменшуючи ризики та забезпечуючи вищий рівень захисту від пожеж.

Аналіз сучасних підходів до проектування та використання протипожежних систем в середньомагістральних літаках є важливим для розуміння поточних викликів і визначення шляхів їхнього подолання. Це дослідження дасть можливість виявити найбільш ефективні та інноваційні рішення, що можуть бути застосовані в майбутньому.

Оскільки безпека польотів є пріоритетом для авіакомпаній та регуляторних органів, вивчення та впровадження нових протипожежних технологій є важливим не тільки з технічної точки зору, але й з точки зору підвищення довіри пасажирів до авіаперевізників. Модернізація протипожежних систем у середньомагістральних літаках стане вагомим внеском у загальну безпеку авіаційного транспорту.

Провівши аналіз історичних випадків пожеж на борту середньомагістральних літаків, можна виявити декілька ключових випадків, які допоможуть ідентифікувати основні ризики та неефективності існуючих систем.

Було виявлено декілька ключових причин пожеж на літаках:

- 1. Пожежі спричинені несправностями електричної проводки.** Однією з найбільш поширених причин внутрішніх пожеж на борту літаків є електричні несправності. Це може включати старе або пошкоджене електричне обладнання, перегріті авіонічні системи або коротке замикання. Наприклад, в 2013 році на Boeing 787-8, який знаходився в аеропорту Хітроу, виникла пожежа через тепловий викид в літій-металевій батареї в аварійному локальному передавачі. У 2011 році на борту Airbus A380-800 Singapore Airlines сталася пожежа в туалеті через коротке замикання в деградованому кабелі.
- 2. Пожежі в пасажирському відсіку.** Пожежі в кабіні пасажирів можуть бути спричинені електричними пристроями, недбалістю (наприклад, курінням) чи несправними системами опалення. Матеріали обшивки, килими та сидіння є потенційними джерелами для розпалювання вогню. Наприклад, у 2007 році на борту Airbus A320, який тільки що вилетів з Нью-Йорка JFK, спостерігався дим, що виходив з багажного відділення. Пожежу успішно погасили за допомогою вогнегасника, а літак повернувся назад.
- 3. Пожежі, Пов'язані з Двигуном літака.** Пожежі в двигуні зазвичай виникають внаслідок несправностей у паливній системі, електричних проблем або механічних пошкоджень. Вони можуть бути особливо небезпечними через близькість до паливних баків. Наприклад, в 2017 році на борту CRJ7, що виконував політ до Денвера, Колорадо, виникла пожежа, що почалася на лобовому склі літака. Пожежу не вдалося загасити, але вона припинилася сама по собі, і після посадки була проведена евакуація.

Ці випадки підкреслюють важливість розробки та модернізації ефективних систем попередження та боротьби з пожежами на борту літаків.

## 4.2. Протипожежна система літаків серії Airbus A319, A320, і A321

Конструкція системи виявлення пожежі відрізняється залежно від зони, яка контролюється:

- **Виявлення перегріву та пожежі.** Елементи виявлення пожежі та перегріву встановлені в кожній гондолі двигуна та у відсіку ДСУ.
- **Виявлення диму.** Функція системи виявлення диму полягає в тому, щоб контролювати кожну вбиральню, відсік авіоніки та вантажні відсіки.

В протипожежну систему літаків сімейства Airbus A319/320/321 входять (Рис 4.1):

- **Системи виявлення пожежі та перегріву.** Термочутливі петлі виявляють пожежу або перегрів. Вони спрацьовують попередження за допомогою блоку виявлення пожежі, коли температура досягає порогу зони спостереження.
- **Протипожежна система двигуна.** У кожній гондолі двигуна встановлено два незалежних шлейфа. Вони з'єднані паралельно за логікою І. Метою цієї логіки є запобігання фіктивним попередженням FIRE.
- **Протипожежна система ДСУ.** Система виявлення контролює відсік ДСУ, де системи палива та відведення повітря є можливими джерелами пожежі. Система виявлення складається з двох незалежних контурів. Вони з'єднані паралельно за логікою І. Метою цієї логіки є запобігання фіктивним попередженням FIRE.
- **Система виявлення диму.** Детектори диму використовуються для виявлення видимих і невидимих частинок горіння. Коли досягається заданий поріг, детектор диму запускає попередження через блок керування виявлення диму.
- **Протипожежна система відсіку авіоніки.** У відсіку авіоніки зондування системи виявлення диму забезпечується одним детектором диму. Сповіщувач диму встановлюється на вентиляційному повітропроводі. Коли спрацьовує попередження, члени екіпажу повинні розпочати процедуру видалення диму.

- **Протипожежна система вантажного відсіку нижньої палуби.** У вантажному відсіку нижньої палуби є датчики зовнішнього диму. Вони працюють парами, щоб запобігти фальшивим попередженням про дим. Детектори зовнішнього диму встановлені в носовому, кормовому та вантажному відсіках. При спрацьовуванні попередження відповідна система вентиляції та опалення автоматично закривається.
- **Протипожежна система туалетів.** Кожна вбиральня обладнана одним датчиком диму.

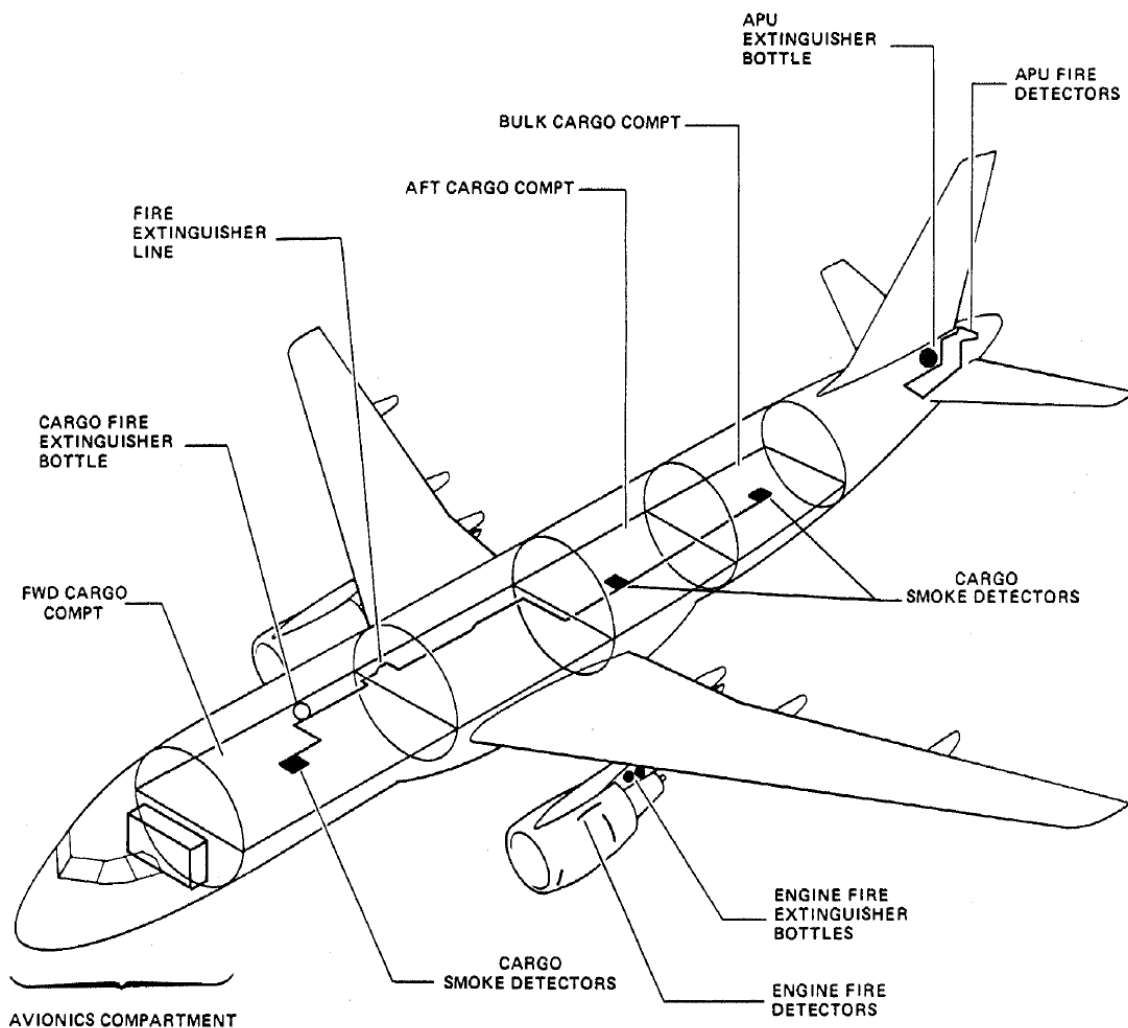


Рис. 4.1. протипожежну систему літаків сімейства Airbus A319/320/321

### 4.3. Гасіння пожеж на літаках серії Airbus A319, A320, і A321

Існує кілька різних методів пожежогасіння. Методи залежать від:



- територія, в якій виникає пожежа,
- того факту, що літак знаходиться в польоті або на землі.

Для кожного методу використовується одна або дві стаціонарні пляшки з вогнегасником або переносні вогнегасники. Вони управляються або автоматично і вручну, або тільки вручну.

Наприклад протипожежна система двигунів та ДСУ на літаках сімейства Airbus A319/320/321 є стаціонарною та складається з наступних сповіщувачів:

- Опора пожежних сповіщувачів
- Пожежні сповіщувачі вентиляторів
- Основний пожежний сповіщувач

Детектор при цьому працює пневматично шляхом нагрівання його чутливого елемента, який містить газоподібний гелій і матеріал сердечника, заряджений воднем.

Застосування загальної середньої температури розширює інертний газ (гелій), який, у свою чергу, замикає вимикач сигналізації. Сповіщувач подає сигнал пожежі.

При застосуванні тепла до датчика виділяється активний газ із зарядженого воднем сердечника, який, у свою чергу, замикає перемикач тривоги. Сповіщувач подає сигнал пожежі.

У разі втрати тиску газу (розрив труби або відрізання через спалах полум'я) вимикач цілісності відкривається та генерує сигнал несправності (Рис. 4.2.).

Система включає в себе один автономний детектор диму, який є іонізаційним типом і складається з:

- резистор і іонізована камера, що викликає зміну нормальної напруги детектора.
- вимірювальна камера, через яку проходить повітря, що аналізується,
- опорний резистор.

Вимірювальна камера іонізується джерелом надзвичайно низької радіоактивності.

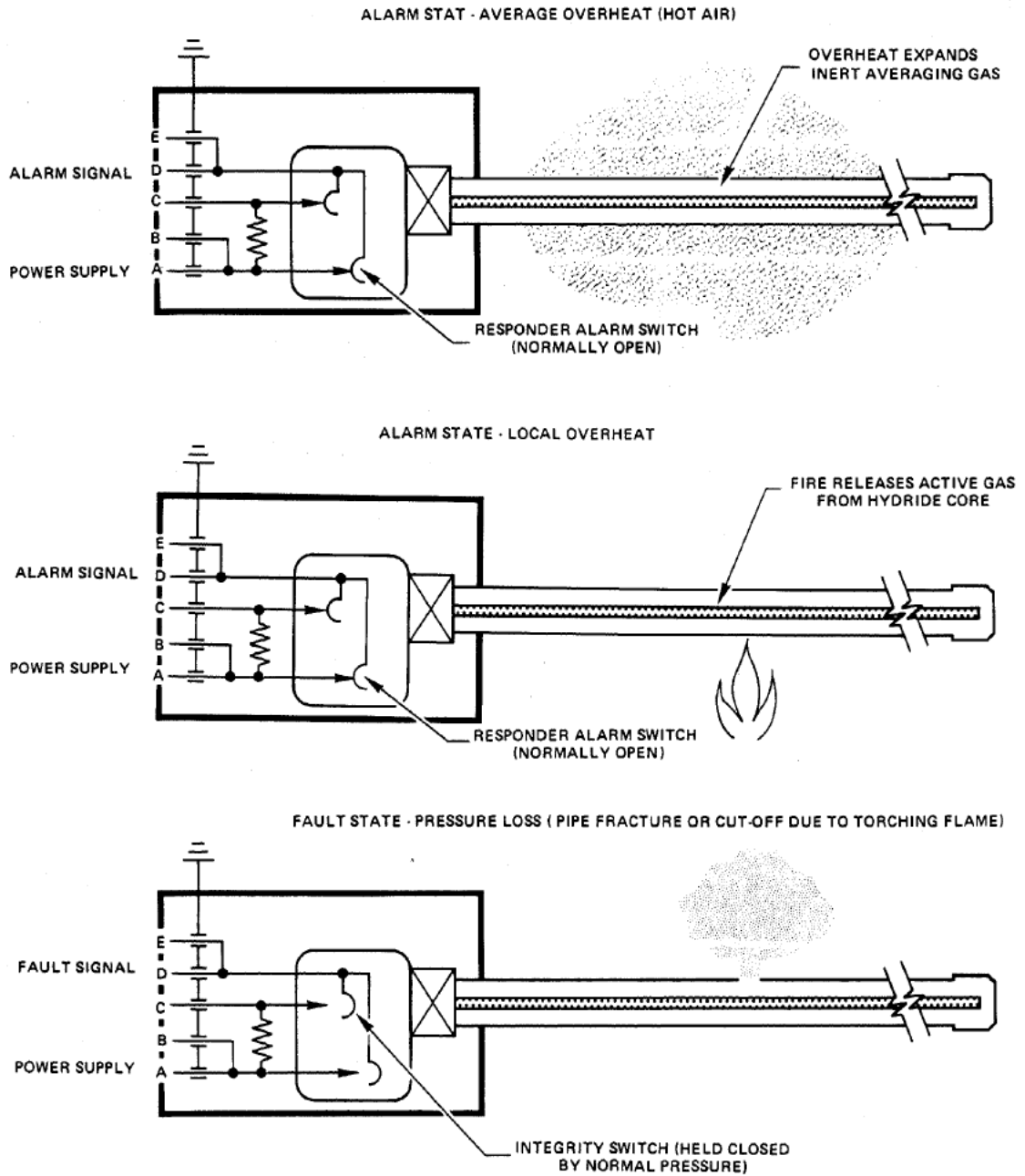


Рис. 4.2. Схема елемента датчика пожежі

Коли димові гази потрапляють у сповіщувач, вони змінюють баланс між резистором та іонізованою камерою, що спричиняє зміну нормальної напруги сповіщувача.

Коли контрольний поріг вимірювальної камери перевищено, внутрішня електронна схема запускає попередження про дим у кабіні (Рис. 4.3).

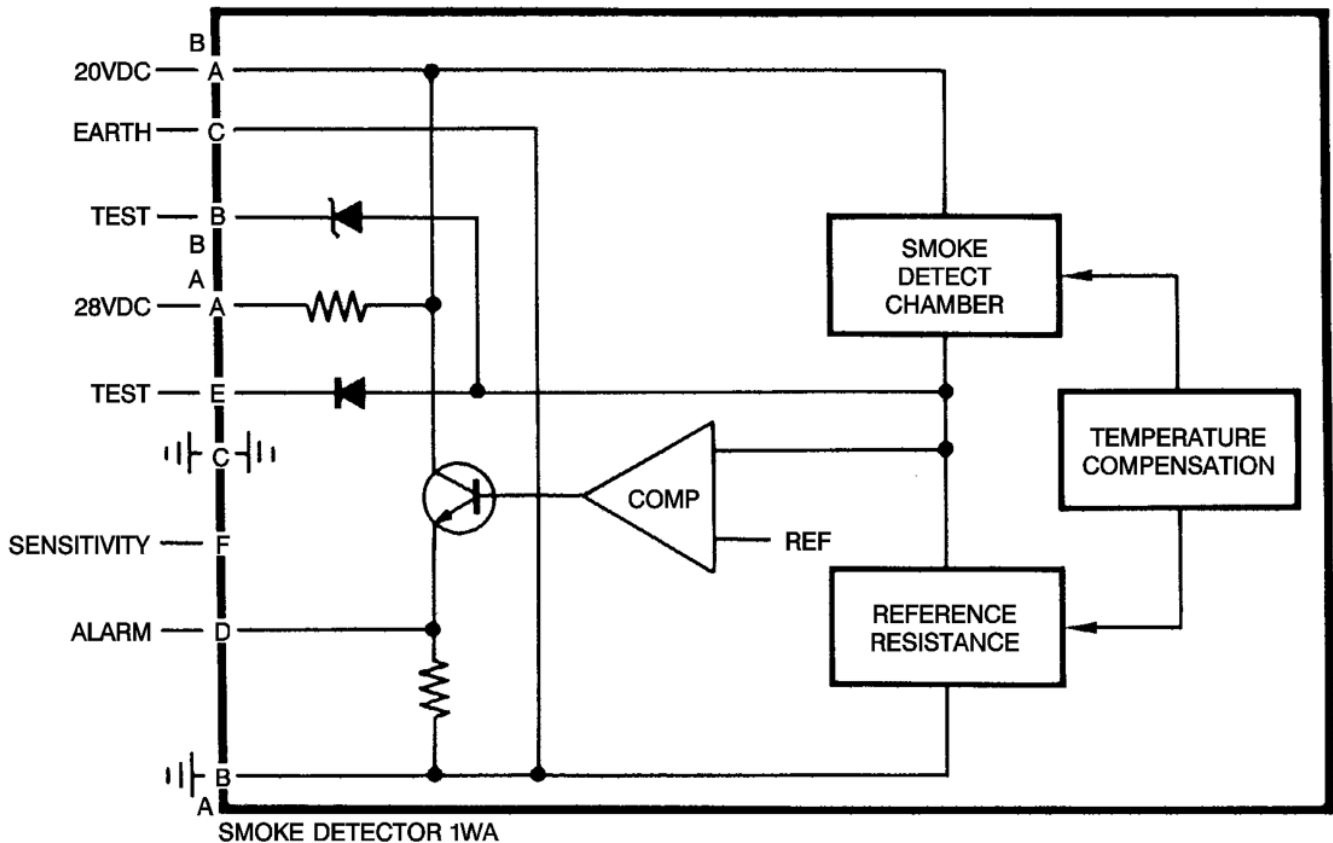


Рис. 4.3. Схема детектора диму

#### 4.4. Модернізація протипожежних систем у літаках серії Airbus A319, A320, і A321

Перед тим як розглянути застосування передових детекторів пожежі, важливо зрозуміти недоліки існуючих систем детекторів пожеж на літаках:

1. **Обмежена чутливість.** Традиційні детектори можуть не виявляти невеликі або повільні пожежі.
2. **Затримка у виявленні пожежі.** Існуючі системи іноді можуть мати затримку у виявленні пожежі, що збільшує ризик її поширення.
3. **Спрацьовування від помилкових сигналів.** Деякі детектори можуть спрацьовувати через пил, пару або інші не пов'язані з вогнем фактори.

4. **Обмежена діагностична здатність.** Більшість існуючих детекторів не можуть точно вказати локацію або інтенсивність пожежі.
5. **Труднощі із підтримкою та обслуговуванням.** Системи потребують регулярного технічного обслуговування, що може бути складним і дорогим.
6. **Обмежена зона охоплення.** Деякі системи не можуть ефективно виявляти приховані пожежі в місцях, які важко досягти, таких як внутрішні структури літака.
7. **Зміна профілю загрози.** Використання композитних матеріалів та розповсюдження літєвих акумуляторів змінює характер і ризику пожеж.
8. **Відсутність пасивного протипожежного захисту.** Хоча активні системи пожежогасіння присутні, пасивного захисту, який би запобігав поширенню вогню, недостатньо.

Для вдосконалення протипожежних систем у літаках серії Airbus A319, A320, і A321 можна розглянути наступні рекомендації:

1. **Покращення системи детектування пожежі.** Впровадження більш чутливих і точних датчиків вогню, які можуть швидше реагувати на мінімальні ознаки пожежі, особливо в критичних зонах, таких як двигуни, вантажні відсіки, та електричні системи.
2. **Використання передових вогнегасних агентів.** Дослідження та впровадження новітніх вогнегасних речовин, які є більш ефективними при мінімальному впливі на обладнання літака та навколишнє середовище.
3. **Розширення автоматизації системи пожежогасіння.** Розробка систем, які можуть автоматично активувати гасіння вогню в специфічних зонах, базуючись на даних від датчиків пожежі, для забезпечення швидкого реагування на пожежу.
4. **Покращення навчання та інструктажу екіпажу.** Регулярне проведення додаткових тренінгів для екіпажу, з акцентом на вдосконалені методи реагування на пожежу та евакуацію пасажирів.

5. **Оновлення та модернізація електричних систем.** Особливу увагу слід приділити оновленню та модернізації електричних систем літака для запобігання коротким замиканням та іншим електричним несправностям, які можуть спричинити пожежу.
6. **Розробка та впровадження інноваційних матеріалів:** Використання вогнетривких матеріалів у виробництві інтер'єру літака, що можуть ефективно запобігати поширенню вогню.
7. **Покращення систем моніторингу.** Встановлення додаткових систем моніторингу, які можуть забезпечити постійний нагляд за потенційно небезпечними зонами літака, та швидко інформувати екіпаж про будь-які відхилення.
8. **Регулярні технічні інспекції та обслуговування.** Підвищення частоти та якості технічних інспекцій і обслуговування літаків для своєчасного виявлення та усунення можливих проблем, які можуть призвести до пожежі.

Для покращення протипожежних систем у літаках A319, A320, A321, особливу увагу слід звернути на впровадження передових детекторів пожежі. Ці детектори повинні бути більш чутливими і розумними, щоб швидко виявляти вогонь або високі температури. Їхня ефективність може бути значно підвищена за рахунок використання передових технологій, таких як інфрачервоне виявлення та алгоритми штучного інтелекту для аналізу даних.

Такі покращення дозволять не лише швидше реагувати на пожежі, але й уникати небезпечного поширення вогню, забезпечуючи вищий рівень безпеки на борту літака.

Щоб зробити існуючі детектори пожеж більш чутливими, можна вжити наступні заходи:

1. Оновлення датчиків. Використання сучасних датчиків з більш високою чутливістю та точністю, таких як інфрачервоні або тепловізійні детектори.
2. Вдосконалення процедур калібрування. Регулярне та точне калібрування детекторів для забезпечення їхньої точності та надійності.

3. Застосування мультисенсорних систем. Комбінація декількох типів датчиків для покращення виявлення різних типів пожеж.

Ці заходи допоможуть підвищити чутливість існуючих систем детектування пожеж, що зробить їх більш ефективними у запобіганні та реагуванні на пожежі.

#### **4.4.1. Оновлення датчиків у системах детектування пожеж у літаках серії Airbus A319, A320, і A321**

Оновлення датчиків у систем детектування пожеж у літаках включає використання сучасних датчиків з вищою чутливістю та точністю, таких як інфрачервоні та тепловізійні детектори. Ці датчики здатні швидше і точніше реагувати на зміни у температурі та виявляти джерела вогню.

Інфрачервоні датчики використовуються для виявлення високих температур, що можуть бути передвісниками пожежі. Вони працюють шляхом виявлення інфрачервоного випромінювання, яке видають об'єкти при підвищеній температурі.

Тепловізійні детектори дозволяють візуалізувати області підвищеної температури, навіть у важкодоступних або прихованих місцях. Це допомагає швидко локалізувати джерело пожежі та вжити відповідних заходів до її поширення.

Обидва типи датчиків можуть бути інтегровані в комплексну систему безпеки, яка забезпечує кращий моніторинг стану літака і дозволяє екіпажу більш ефективно відстежувати потенційні загрози. Їхня точність та швидкість реагування є ключовими для запобігання великим пожежам на борту літака.

Інфрачервоні датчики є важливим компонентом систем детекції пожеж. Вони працюють за принципом виявлення інфрачервоного випромінювання, яке випускають об'єкти при підвищеній температурі. Ці датчики особливо ефективні у виявленні швидких змін температури, що можуть вказувати на виникнення пожежі.

Інфрачервоні датчики мають кілька переваг:

- Висока чутливість. Вони можуть швидко виявляти нагрівання, навіть до того, як з'являться відкриті полум'я.
- Можливість дистанційного виявлення. Вони здатні виявляти джерела тепла на відстані, що робить їх ідеальними для моніторингу великих або складних просторів.
- Точність. Інфрачервоні датчики можуть точно визначати місцезнаходження джерела тепла.

Однак існують і виклики:

- Сприйнятливість до зовнішніх впливів. Інфрачервоні датчики можуть бути чутливими до зовнішніх джерел тепла або інших випромінюючих об'єктів.
- Потреба у калібруванні. Для точної роботи вони вимагають регулярного калібрування.

Завдяки цим властивостям, інфрачервоні датчики відіграють ключову роль у покращенні безпеки літаків, дозволяючи своєчасно виявляти та реагувати на потенційні пожежі.

Тепловізійні детектори використовуються для виявлення джерел тепла і є особливо корисними в контексті протипожежної безпеки в літаках. Вони можуть візуалізувати теплове випромінювання об'єктів, навіть у важкодоступних чи прихованих місцях, що дозволяє швидко ідентифікувати потенційні джерела пожеж. Ці детектори ефективні для виявлення змін у температурі, які можуть вказувати на розвиток пожежі, тим самим забезпечуючи можливість своєчасної реакції та запобігання поширенню вогню на борту літака.

#### **4.4.2. Вдосконалення процедур калібрування детекторів пожежі у літаках серії Airbus A319, A320, і A321**

Вдосконалення процедур калібрування детекторів пожежі є критично важливим для забезпечення їх точності та надійності. Регулярне калібрування дозволяє переконатися, що датчики відповідають на зміни у середовищі, як передбачено, та не

видають помилкових тривог. Це включає перевірку та налаштування чутливості датчиків, а також переконання в тому, що вони правильно реагують на теплові сигнали. Точне калібрування є необхідним, щоб уникнути затримок у виявленні пожеж та гарантувати, що системи пожежогасіння активуються ефективно і вчасно.

Для вдосконалення процедур калібрування детекторів пожежі в літаках A319, A320, A321, можна використовувати наступні підходи:

- Регулярність калібрування. Встановлення строгого графіка регулярного калібрування для забезпечення постійної точності датчиків.
- Використання стандартних тестових сигналів. Застосування стандартизованих методів тестування, що використовують заздалегідь визначені тестові сигнали для перевірки відповіді датчиків.
- Технічне оновлення детекторів. Заміна застарілих датчиків на більш сучасні з кращими характеристиками чутливості та надійності.
- Автоматизоване калібрування. Впровадження автоматизованих систем калібрування, які можуть точно та ефективно налаштовувати детектори без значного втручання людини.
- Інтеграція з системами моніторингу. Поєднання калібрування з системами моніторингу стану датчиків, щоб забезпечити постійне спостереження за їх ефективністю.
- Навчання технічного персоналу. Підвищення кваліфікації технічного персоналу, відповідального за калібрування, для забезпечення їх здатності точно виконувати необхідні процедури.

Для вдосконалення процедур калібрування детекторів пожежі у літаках A319, A320, A321, рекомендується встановити строгий графік регулярного калібрування, застосувати стандартні тестові сигнали для перевірки відповіді датчиків, оновити застарілі датчики на більш сучасні, впровадити автоматизоване калібрування, інтегрувати калібрування з системами моніторингу стану датчиків, а також



забезпечити високу кваліфікацію технічного персоналу. Ці заходи допоможуть підтримувати точність і надійність систем виявлення пожежі.

#### **4.4.3. Застосування мультисенсорних систем у протипожежних системах літаків серії Airbus A319, A320, і A321**

Застосування мультисенсорних систем у протипожежних системах літаків, таких як A319, A320, A321, включає комбінацію різних типів датчиків для виявлення різних типів пожеж. Такі системи можуть поєднувати інфрачервоні датчики, тепловізійні детектори, датчики диму і газу, щоб забезпечити більш широкий спектр виявлення потенційних джерел пожежі. Це дозволяє своєчасно виявляти і реагувати на різні сценарії пожеж, від повільного тління до відкритого вогню, забезпечуючи більшу безпеку на борту літака.

Приблизний концепт мультисенсорної протипожежної системи для літаків A319/A320/A321 може включати такі елементи:

1. **Інфрачервоні датчики:** Встановлені в ключових зонах літака для швидкого виявлення високих температур або відкритого вогню.
2. **Тепловізійні детектори:** Інтегровані для візуалізації та точного визначення місця займання в складних частинах літака.
3. **Датчики диму:** Розміщені у вантажному відсіку, кабіні пасажирів та інших зонах для раннього виявлення диму.
4. **Газоаналізатори:** Для виявлення небезпечних рівнів газів, які можуть вказувати на пожежу або хімічну небезпеку.
5. **Центральна система моніторингу:** Збирає дані з усіх датчиків та аналізує їх для виявлення потенційної загрози, включаючи автоматизоване сповіщення екіпажу.
6. **Інтеграція з системами пожежогасіння:** При виявленні пожежі система може автоматично активувати відповідні засоби пожежогасіння.

## ВИСНОВКИ

Роблячи висновок до кваліфікаційної роботи на тему "Модернізація протипожежної системи сучасного середньомагістрального літака" варто підкреслити важливість інтеграції передових технологій та інноваційних підходів для підвищення безпеки польотів. Основні аспекти включають застосування мультисенсорних систем, що поєднують різні типи датчиків для ефективного виявлення пожеж, вдосконалення процедур калібрування датчиків для забезпечення їх точності, та розробку автоматизованих систем моніторингу. Також акцентується на важливості регулярного навчання екіпажу для правильного використання оновлених протипожежних систем. Сучасні виклики та потенційні рішення, висвітлені у роботі, наголошують на необхідності постійних інновацій в галузі авіаційної безпеки.

Крім того, важливо відзначити, що модернізація протипожежних систем у середньомагістральних літаках також має враховувати найновіші розробки у сфері матеріалознавства та інженерії. Використання вогнетривких матеріалів та інноваційних конструкційних рішень може значно підвищити загальну вогнестійкість літаків. Крім того, важливим є розробка та імплементація ефективних навчальних програм для екіпажу, що забезпечує не лише знання про нові системи, а й вміння адекватно реагувати в екстрених ситуаціях. Цей комплексний підхід, який охоплює технологічні, матеріальні та освітні аспекти, стане ключовим у забезпеченні більшої безпеки польотів.

Постійне оновлення протипожежних систем є необхідністю для забезпечення безпеки польотів у відповідності до сучасних стандартів і вимог.

Використання мультисенсорних систем, які комбінують різні типи датчиків, забезпечує більш ефективне виявлення різних типів пожеж, підвищуючи швидкість реагування на небезпечні ситуації.

Автоматизація систем виявлення пожеж із використанням алгоритмів штучного інтелекту сприяє більш точному аналізу даних та ранньому виявленню потенційних загроз.

Регулярне і точне калібрування датчиків пожежі важливе для підтримки їх точності та надійності, уникаючи помилкових тривог і забезпечуючи своєчасне виявлення реальних пожеж.

Навчання та підготовка екіпажу є критично важливими для ефективного використання протипожежних систем, зокрема, у випадку надзвичайних ситуацій.

Загалом, модернізація протипожежних систем є важливим аспектом підвищення безпеки авіації, що вимагає постійної уваги, інновацій та технічного розвитку.

Особливо слід підкреслити, що реалізація мультисенсорної протипожежної системи для літаків A319/A320/A321, включаючи інфрачервоні датчики, тепловізійні детектори, датчики диму та газоаналізатори, забезпечить комплексний підхід до виявлення і запобігання пожежам. Централізована система моніторингу, що інтегрує дані з усіх датчиків, дозволить ефективно аналізувати потенційні загрози та автоматично активувати системи пожежогасіння. Такий підхід значно підвищить безпеку польотів, забезпечуючи своєчасне реагування на пожежні інциденти.