

*С.В. Петренко, М.Є. Пилипенко, С.І. Юрченко  
(Кафедра військової підготовки  
Національного авіаційного університету, Україна)*

## **Покращення автоматичних систем пожежогасіння**

*Літаки обладнані системами автоматичного пожежогасіння в критичних зонах, що можуть автоматично подавати вогнегасні речовини, такі як хімічні сполуки або інертні гази, тому запропоновано пропозиції щодо покращення автоматичних систем пожежогасіння в літаках.*

### **Система пожежогасіння повітряних суден**

Кожен літак із злітною масою більше 5 тон обладнаний стаціонарною системою пожежогасіння двигунів. В якості вогнегасної речовини застосовуються галоїднопохідні сполуки.

Пуск системи – автоматичний дистанційний з кабіни пілотів. Пожежі на сучасних літаках можна класифікувати на:

- пожежі у відсіках паливних баків;
- пожежі у пасажирському салоні;
- пожежі у багажному та вантажному відсіках;
- пожежі у відсіках силових установок та шасі.

Пожежі в кабіні екіпажу, буфетах або кухнях літаків можуть виникати через коротке замикання в електронагрівальному обладнанні.

У гардеробах або туалетах загоряння може статися через порушення пасажирами правил перевезення, зокрема паління в заборонених місцях.

У пасажирських салонах ризик виникнення пожежі існує при перевезенні небезпечних речовин у особистому багажі, таких як лаки, фарби, спирт, або певні види косметики. У разі загоряння в зазначених відсіках пожежу легко помітити як членам екіпажу, так і пасажирам [1].

Противожежне обладнання літаків забезпечує гасіння пожежі всередині гондол і двигунів, а також заповнення інертним газом паливного бака-відсіку, розташованого під фюзеляжем у центроплані.

Літаки оснащені електричними теплочутливими системами для виявлення пожежі, системами подачі вогнегасних речовин у пожежонебезпечні зони, а також системами виявлення диму в багажних відсіках і подачі інертного газу в паливні баки [1].

При виникненні пожежі, вогнегасна речовина у багажно-вантажні відсіки і підпідлогові відсіки подається через розпилюючі колектори централізованої системи пожежогасіння (далі-СПГ) силових установок. При спрацюванні системи димовиявлення СПГ включається вручну з кабіни екіпажу, а при спрацюванні системи сигналізації перша лінія СПГ (системи пожежогасіння) вмикається автоматично [1].

Задля недопущення загоряння деяких елементів, компонентів, відсіків слід дотримуватися деяких вимог щодо конструкції літака. А саме FAA Advisory Circulars - Документи Федерального авіаційного управління США, які

охоплюють різні аспекти авіаційної безпеки, включаючи протипожежні системи на борту літаків. Документи FAA Advisory Circulars надають докладні рекомендації щодо проектування, встановлення та обслуговування цих систем.

Захист двигунів від пожежі (AC 33.17-1A). Цей документ визначає вимоги до систем пожежогасіння для двигунів, включаючи використання вогнестійких матеріалів, систем виявлення та засобів для гасіння пожеж у двигунах, щоб мінімізувати небезпеку загоряння (FAA).

Системи пожежного захисту (AC 25.869-1A). Охоплює вимоги до систем пожежної безпеки для пасажирських літаків. Системи повинні захищати критичні компоненти, такі як електричні системи та паливні лінії, від пожеж, спричинених горючими рідинами.

Тому, електричні компоненти в зонах безпосередньо за межами брандмауерів (брандмауер є важливим компонентом літака. По суті, це вогнетривка перегородка, яка відокремлює моторний відсік від зони кабіни. Ця спеціальна перегородка має бути сконструйована так, щоб через неї не могла пройти небезпечна кількість рідини, газу чи полум'я) в корпусі двигуна, кріпильні конструкції повинні бути виготовлені з таких матеріалів і встановлені на такій відстані від брандмауера, щоб вони не зазнали пошкоджень, які могли б загрожувати літаку, якщо поверхня брандмауера, що примикає до вогню, нагрівається до 1100° C (2012° F) протягом 15 хвилин [2].

Для тестових демонстраційних випробувань, компоненти брандмауера не повинні бути несправними ні під час, ні в кінці випробувань. Повинні стримувати пожежу в межах передбачуваної зони або області. Прийнятним доказом того, що пожежу локалізовано буде, якщо компоненти брандмауера не отримають наскрізного отвору, не вийдуть з ладу в жодній точці кріплень або протипожежного ущільнення по периметру, не спричинить займання на зворотному боці та після гасіння полум'я. Крім того, в жодному разі не повинно статися витоку небезпечної кількості палива або паливно-повітряної суміші, рідина не повинна витікати навколо брандмауера або проходити крізь нього. Крім того, брандмауер повинен стримувати вогонь, не створюючи при цьому небезпечних умов. Електрообладнання має бути сконструйоване та/або встановлене таким чином, щоб у разі несправності, небезпечна кількість токсичних або шкідливих продуктів, диму, чадного газу тощо, не буде розсіяна в салоні екіпажу або пасажирів [2].

Електрообладнання, яке може контактувати з легкозаймистими випарами, повинно бути розроблено та встановлено таким чином, щоб мінімізувати ризик вибуху парів як за нормальних, так і за несприятливих умов несправності [2].

Кисневі запірні клапани високого тиску повинні бути сконструйовані таким чином, щоб забезпечити ефективність повільного відкриття та закриття, щоб уникнути можливого ризику пожежі або вибуху.

Системи заряджання киснем, якщо вони встановлені, повинні бути забезпечені засобами запобігання надмірної швидкості заряджання, що може призвести до небезпечно високих температур всередині система. Система зарядки також повинна забезпечуватися захистом від забруднення [2].

Відсіки, в яких знаходяться компоненти кисневої системи високого тиску, в тому числі джерела кисню, повинні мати достатню вентиляцію для забезпечення швидкого розрідження витоку кисню. Такі відсіки також повинні забезпечувати належний захист від забруднення рідинами та іншими продуктами, що може призвести до ризику пожежі [2].

Якщо передбачені зарядні пристрої на місці, відсіки, в яких вони розташовані, повинні бути доступними ззовні повітряного судна та розташовані достатньо далеко від інших точок обслуговування, обладнання та легкозаймистих матеріалів, таких як мастило, пари палива або гідравлічної рідини, щоб запобігти займанню.

Обладнання, розташоване у визначених пожежних зонах і використовується під час аварійних процедури повинні бути принаймні вогнестійкими [2].

Ізоляція електричних проводів і електричних кабелів, встановлених у будь-якій зоні літака повинні бути самозатухаючими.

Загальна мета конструкції двигуна полягає в тому, щоб гарантувати, що дизайн, використані матеріали та методи будівництва мінімізували виникнення та поширення пожежі. Здатність до вогнезахисту - визначення вогнестійкості, вимагає, щоб усі частини або компоненти трубопроводів для транспортування легкозаймистих рідин були вогнестійкими, залежно від обставин, тоді як загалом вимагає, щоб резервуари для легкозаймистих рідин і пов'язані з ними запірні клапани були також вогнестійкими [3].

Таким чином, необхідно визначити, який рівень вогнезахисту повинен бути показаний для кожного компонента. Здатність повинна бути показана для кожного компонента відповідним маркуванням, що вимагає оцінка протипожежного захисту. Стандарт вогнестійкості, як правило, застосовується до компонентів, які повинні забезпечувати певні функції протягом перших п'яти хвилин пожежі, щоб дати екіпажу час виявити пожежу і безпечно вимкнути двигун. Проте, компоненти масляної системи турбінних двигунів можуть продовжувати пропускати масло після зупинки двигуна через продовження його обертання. Ці ефекти включають обертання масляних насосів, встановлених на коробці передач, і подальше протікання масла через систему змащення. Подача оливи до пожежі може тривати доти, доки триває ефект безперервного обертання, або доки подача оливи не припиниться. Тому компоненти масляної системи повинні оцінити з точки зору пожежної небезпеки (наприклад, кількість, тиск, швидкість потоку тощо), щоб визначити, чи слід застосовувати стандарти вогнестійкості [3].

Досвід показав, що використання певних матеріалів (наприклад, магнієвих і титанових сплавів), для відповідних конструкцій можуть знадобитися запобіжні заходи, щоб запобігти неприйнятній небезпеці пожежі. Має бути врахована можливість спалаху, якщо певні матеріали будуть тертися або контактувати з гарячими газами. Будь-які використовувані матеріали для підкладок, що стираються, необхідно оцінити, щоб гарантувати уникнення небезпеки пожежі чи вибуху [3].

Місце зіткнення з полум'ям. FAA схвалило наступні методи для визначення місць попадання полум'я під час тестування на вогонь.

Загальний метод. Полум'я повинно бути застосовано до елементів випробуваного виробу, які аналізом або випробуванням визначено як критичні щодо наслідків пожежі [3].

Для цього підходу визначення місця (місць) спалаху полум'я слід розглядати як мінімум такі потенційні фактори:

- Матеріали;
- Геометрія;
- Критичні характеристики частини;
- Локальні факельні ефекти;
- Вібрація;
- Внутрішній рівень/тиск/швидкість рідини;
- Поверхневі покриття;
- Вогнезахисні властивості.

Метод аналізу встановлення. Для цього методу план тестування може враховувати весь потенціал джерела вогню в передбачуваній установці під час визначення місця спалаху полум'я. Метою є визначення місць або об'єктів, на які неможливо безпосередньо вплинути пожежі та оцінити критичні характеристики в місцях, які можуть бути безпосередньо зачеплені. Якщо заявник обирає цей підхід до аналізу інсталяції, він повинен ґрунтуватися на фактичній передбачуваній інсталяції, і має враховувати, як мінімум, потенційні фактори, зазначені вище, і зокрема такі потенційні фактори встановлення:

- Конструкція капота та гондоли;
- Екранування суміжної конструкції;
- Підкапотний потік повітря;
- Обладнання для створення авіаційних двигунів;
- Джерела палива;
- Джерела повітря.

Переваги автоматичних систем пожежогасіння, згідно з документами FAA Advisory Circulars, можна розглянути через кілька ключових аспектів. Автоматичні системи пожежогасіння забезпечують миттєве виявлення пожежі за допомогою датчиків температури та диму. Це дозволяє зреагувати значно швидше, ніж ручні методи гасіння. Наприклад, у циркулярі АС 33.17-1А (Engine Fire Protection) зазначено, що системи повинні негайно активуватися при виявленні пожежі в двигуні, що дозволяє ефективно запобігти її поширенню.

Оскільки автоматичні системи не вимагають втручання людини, це зменшує ризик для екіпажу. Система сама виконує первинне пожежогасіння, надаючи більше часу для евакуації або додаткових дій екіпажу.

Автоматичні системи дозволяють точно дозувати кількість вогнегасних речовин, як зазначено в АС 25.869-1А (Fire Protection Systems). Це забезпечує ефективне гасіння пожежі без надмірного використання речовин, що може зашкодити іншим компонентам літака.

Завдяки своєчасному виявленню та автоматичному гасінню пожежі, пошкодження літальних апаратів мінімізуються. У довгостроковій перспективі це дозволяє зменшити витрати на ремонт і забезпечує більшу безпеку для пасажирів.

Покращення автоматичних систем пожежогасіння на літаках може бути досягнуто через низку інновацій та вдосконалень, спрямованих на підвищення ефективності систем і безпеки пасажирів та екіпажу. Використання більш чутливих і надійних датчиків для виявлення диму, температури та полум'я може значно підвищити швидкість реагування. Сучасні сенсори з можливістю розпізнавати різні типи пожежі, такі як тліючий дим чи відкрите полум'я, можуть зменшити кількість помилкових спрацьовувань і покращити точність.

Оптимізація енергоспоживання автоматичних систем пожежогасіння дозволить зменшити навантаження на бортові системи літака, що особливо важливо для сучасних моделей літаків із підвищеними вимогами до енергоефективності. Також ефективним буде удосконалення автономних систем, що можуть самостійно гасити пожежі навіть за відсутності електричного живлення чи пошкодження інших систем, забезпечить додатковий рівень захисту.

Покращення автоматичної взаємодії з іншими системами літака, такими як система управління польотом, може допомогти екіпажу швидше отримати інформацію про місцезнаходження пожежі. Це дозволить екіпажу приймати швидші та ефективніші рішення.

Пошук більш екологічних і ефективних речовин для гасіння пожежі є пріоритетом. Традиційні хладонові речовини (наприклад, Halon 1301) ефективні, але їх використання обмежене через вплив на навколишнє середовище. Розробка безпечніших агентів з меншою шкодою для екосистеми і здоров'я людини може поліпшити пожежну безпеку.

Тому більш ефективним буде використання інертних газів. Системи на основі інертних газів, таких як азот чи аргон, здатні швидко ізолювати вогонь, зменшуючи рівень кисню та запобігаючи його поширенню.

### **Список літератури**

1. Аветісян В.Г., Сенчихін Ю.М., Орасвський Д.В. Організація аварійно-рятувальних робіт на авіаційному транспорті: навч. посіб. Харків: НУЦЗУ, 2012. 108 с.
2. Advisory Circular: Engine fire protection, AC No: 33.17-1A.
3. Advisory Circular: Fire protection systems, AC No: 25.869-1A.