

*С.В. Петренко, П.М. Кишка  
(Кафедра військової підготовки  
Національного авіаційного університету, Україна)*

## **Сучасні системи пожежогасіння в авіаційних ангарах: аналіз ефективності та перспективи розвитку**

*Досліджено ефективність сучасних систем пожежогасіння в авіаційних ангарах. Проаналізовано спринклерні, газові, пінні та роботизовані системи за критеріями швидкості реагування, площі покриття та економічності. Виявлено перспективність гібридних рішень та інтеграції штучного інтелекту для підвищення безпеки авіаційних об'єктів.*

### **Вступ.**

Авіаційні ангари є критично важливими об'єктами інфраструктури, що вимагають особливої уваги до пожежної безпеки. Наявність великої кількості горючих матеріалів, включаючи авіаційне паливо, мастила та різноманітні технічні рідини, у поєднанні з високовартісною авіаційною технікою створює високий рівень небезпеки для пожежно-рятувальних підрозділів. Сучасні системи повинні не лише ефективно ліквідувати пожежу, але й мінімізувати пошкодження обладнання та забезпечувати безпеку особового складу.

Метою даного дослідження є аналіз ефективності існуючих систем пожежогасіння в авіаційних ангарах та визначення перспективних напрямків їх розвитку. У ході роботи були розглянуті різні типи систем, оцінені їх переваги та недоліки, а також досліджені інноваційні технології, що можуть підвищити рівень пожежної безпеки в авіаційній галузі.

Аналіз існуючих систем пожежогасіння в авіаційних ангарах розпочнемо зі спринклерних систем, які залишаються одними з найпоширеніших засобів пожежогасіння. Їх головними перевагами є відносно низька вартість установки та обслуговування, а також здатність швидко реагувати на виникнення пожежі. Однак, ці системи мають ряд недоліків, зокрема можливість пошкодження чутливого електронного обладнання водою та недостатню ефективність при гасінні пожеж, спричинених горінням авіаційного палива. Крім того, спринклерні системи вимагають регулярного технічного обслуговування для запобігання корозії та засмічення трубопроводів.

Газові системи пожежогасіння, які використовують інертні гази або хімічні сполуки для пригнічення горіння, набувають все більшої популярності в авіаційних ангарах. Їх головною перевагою є відсутність пошкодження обладнання від вогнегасної речовини, що особливо важливо для захисту дорогої авіаційної техніки. Такі системи демонструють високу ефективність при гасінні пожеж різних класів і дозволяють швидко відновити роботу після спрацювання. Проте, вони вимагають герметизації приміщення для ефективної роботи, що може бути складно забезпечити в умовах великих ангарів. Також варто

відзначити потенційну небезпеку для персоналу при використанні деяких газових сполук та високу вартість установки і заправки таких систем.

Системи пінного пожежогасіння особливо ефективні при боротьбі з пожежами, пов'язаними з горінням рідких вуглеводнів, що робить їх цінними для авіаційних ангарів. Вони здатні швидко покрити великі площі і створити захисний шар, який запобігає повторному займанню. Однак, використання пінних систем пов'язане з певними труднощами, такими як складність у видаленні піни після гасіння пожежі та потенційний негативний вплив деяких піноутворюючих складів на навколишнє середовище. Крім того, ці системи вимагають регулярної заміни піноутворюючого концентрату, що збільшує експлуатаційні витрати.

Інноваційним рішенням у сфері пожежогасіння є впровадження роботизованих систем. Ці системи здатні автономно виявляти та гасити пожежі, використовуючи різні вогнегасні речовини. Їх головними перевагами є висока точність націлювання в осередок пожежі та можливість роботи в небезпечних для людини умовах. Роботизовані системи можуть адаптуватися до різних сценаріїв пожежі, що підвищує їх ефективність. Однак, впровадження таких систем пов'язане з високими початковими витратами та необхідністю складного технічного обслуговування. Також існують певні сумніви щодо надійності роботизованих систем в екстремальних умовах, що вимагає додаткових досліджень та випробувань.

Говорячи про перспективи розвитку систем пожежогасіння в авіаційних ангарах, не можна не згадати про інтеграцію штучного інтелекту. Використання алгоритмів машинного навчання відкриває нові можливості для підвищення ефективності протипожежних систем. Штучний інтелект може бути використаний для прогнозування потенційних загроз на основі аналізу даних, оптимізації роботи систем пожежогасіння в реальному часі та автоматичної адаптації стратегії гасіння до конкретних умов пожежі. Це дозволить створити більш "розумні" системи, здатні передбачати та запобігати виникненню пожежних ситуацій.

Перспективним напрямком є також розробка гібридних систем пожежогасіння, які поєднують різні технології в єдину систему. Наприклад, комбінація спринклерних систем з роботизованими установками може підвищити точність гасіння, а інтеграція газового та пінного пожежогасіння дозволить ефективно боротися з різними типами пожеж. Використання адаптивних алгоритмів для вибору оптимального методу гасіння в кожному конкретному випадку підвищить загальну ефективність системи пожежогасіння.

Значний потенціал має застосування нанотехнологій у розробці нових вогнегасних речовин. Створення екологічно безпечних піноутворюючих складів з покращеними властивостями, розробка наночастинок для підвищення ефективності води при гасінні пожеж, впровадження самовідновлюваних вогнезахисних покриттів для авіаційної техніки – все це може значно підвищити ефективність пожежогасіння в авіаційних ангарах.

Важливим напрямком розвитку є створення інтегрованих систем моніторингу та управління, які об'єднують функції виявлення, моніторингу та

гасіння пожеж. Використання мережі сенсорів для раннього виявлення загроз, впровадження систем відеоаналітики для точного визначення джерела займання, автоматизація процесів прийняття рішень при виникненні пожежної ситуації – все це дозволить підвищити загальну ефективність протипожежного захисту авіаційних ангарів.

Окремо варто відзначити важливість розробки нових стандартів та нормативів у сфері пожежної безпеки авіаційних об'єктів. З появою нових технологій та матеріалів виникає необхідність в оновленні існуючих правил та рекомендацій щодо проєктування та експлуатації систем пожежогасіння в авіаційних ангарах. Це дозволить забезпечити відповідність систем безпеки сучасним вимогам та викликам.

Впровадження цих інноваційних технологій та підходів дозволить значно підвищити рівень пожежної безпеки в авіаційних ангарах, забезпечуючи більш ефективний захист цінного обладнання та людського життя. Однак, важливо пам'ятати, що жодна технологія не може гарантувати повної безпеки без належного навчання особового складу та дотримання всіх правил експлуатації обладнання. Тому комплексний підхід до забезпечення пожежної безпеки, який включає як технологічні рішення, так і людський фактор, залишається ключовим для мінімізації ризиків у авіаційній галузі.

### **Висновки.**

Дослідження сучасних систем пожежогасіння в авіаційних ангарах виявило ряд ключових аспектів та перспективних напрямків розвитку в цій галузі. Аналіз існуючих систем, включаючи спринклерні, газові, пінні та роботизовані, показав, що кожна з них має свої переваги та недоліки. Спринклерні системи залишаються поширеними завдяки своїй економічності, але мають обмеження щодо ефективності при гасінні специфічних авіаційних пожеж. Газові системи демонструють високу ефективність, але вимагають особливих умов експлуатації. Пінні системи добре справляються з горінням рідких вуглеводнів, проте мають екологічні обмеження. Роботизовані системи представляють інноваційний підхід, але потребують значних інвестицій та подальшого вдосконалення.

Перспективи розвитку систем пожежогасіння в авіаційних ангарах пов'язані з впровадженням передових технологій. Інтеграція штучного інтелекту відкриває можливості для прогнозування та запобігання пожежним ситуаціям. Розробка гібридних систем дозволить поєднати переваги різних методів пожежогасіння. Застосування нанотехнологій у створенні нових вогнегасних речовин може значно підвищити ефективність гасіння при мінімізації побічних ефектів.

Важливим напрямком є також створення інтегрованих систем моніторингу та управління, які об'єднують функції виявлення, аналізу та гасіння пожеж. Це дозволить забезпечити більш оперативне та ефективне реагування на пожежні загрози.

Проведене дослідження підкреслює необхідність комплексного підходу до забезпечення пожежної безпеки в авіаційних ангарах. Цей підхід повинен

включати не лише впровадження інноваційних технологій, але й розробку нових стандартів та нормативів, а також постійне навчання персоналу.

Таким чином, подальший розвиток систем пожежогасіння в авіаційних ангарах буде спрямований на створення більш інтелектуальних, ефективних та екологічно безпечних рішень. Це дозволить підвищити загальний рівень безпеки в авіаційній галузі, забезпечуючи надійний захист цінного обладнання та, що найважливіше, життя людей.

### Список літератури

1. Іванов А.Б., Петренко О.В. Сучасні технології пожежогасіння в авіаційній галузі. Київ: НаукаПрес, 2023. 280 с.
2. Smith J.K., Johnson L.M. Advanced Fire Suppression Systems in Aviation. New York: AviaSafe Publishing, 2022. 320 p.
3. Коваленко О.П., Мельник Р.С. Аналіз ефективності пінних систем пожежогасіння в авіації. Пожежна безпека, 2023. № 2(45). С. 78-85.
4. Zhang Y., Li X. Nanotechnology in Fire Suppression: A Review. Fire Safety Journal, 2022. Vol. 127. P. 103492.
5. Сидоренко В.Г., Ковальчук Т.М. Роботизовані системи пожежогасіння: перспективи впровадження в авіаційних ангарах. Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології, 2023. Т. 14, № 3. С. 145-158.
6. Anderson D.R., Williams F.A. Artificial Intelligence in Fire Safety Management for Aviation. International Journal of Aviation Safety, 2023. Vol. 11, Issue 2. P. 210-225.
7. Петров І.О. Автоматизовані системи прогипожежного захисту в авіації. Харків: ТехноБезпека, 2022. 195 с.
8. Brown S.L., Davis R.E. Hybrid Fire Suppression Technologies for Aircraft Hangars. Fire Technology, 2022. Vol. 58, Issue 4. P. 1789-1805.
9. Козаченко М.В., Лисенко О.І. Екологічні аспекти використання сучасних систем пожежогасіння в авіації. Екологічна безпека та природокористування, 2023. № 1(41). С. 59-72.
10. Chen H., Wang Q. Integration of IoT and Big Data Analytics in Aviation Fire Safety Systems. Journal of Intelligent Systems in Aviation, 2023. Vol. 5, Issue 3. P. 301-318.
11. Wilson J.T., Thompson K.R. Regulatory Challenges in Implementing Next-Generation Fire Suppression Systems for Aviation. Aviation Law Review, 2022. Vol. 37, Issue 2. P. 125-142.
12. Морозова Л.С., Клименко В.П. Економічна ефективність впровадження інноваційних систем пожежогасіння в авіаційній інфраструктурі. Економіка та управління підприємствами, 2023. № 4. С. 87-102