

УДК 614.84:629.7

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.-104-114>

Сергій Панченко¹, (ORCID: 0000-0002-1781-3935),

Вадим Ніжник², д-р техн. наук, с. н. с, (ORCID: 0000-0003-3370-9027),

Артем Биченко¹, канд. техн. наук, доцент (ORCID: 0000-0003-3788-3268),

¹Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України,

²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту

ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ

Проведено аналітичний огляд технічних характеристик авіаційної техніки для пожежогасіння. Розглянуті класифікації пожежних літаків та гелікоптерів, які застосовуються для гасіння пожеж в Україні та за її межами. Сформовано відповідні класифікації водозливних систем, які використовуються в розглянутій авіаційній техніці. Проаналізовано результати роботи різних типів літаків під час авіаційного гасіння. Запропоновано шляхи покращення пожежної авіації в Україні.

За результатами дослідження було визначено імовірності успіху скидання вогнегасних речовин за допомогою різних типів літаків на основі статистичних досліджень AFUE, з урахуванням дискретизації зібраних даних. Показники розраховувались для типового набору умов та на їх основі продемонстровано як імовірність успіху може змінюватися залежно від таких факторів: ціль гасіння, тип літака та інтенсивність вогню. Результати показали, що під час загрози населеним пунктам, найкращим поєднанням літальних апаратів для цієї роботи є пожежні одномоторні літаки та вертольоти, які направляються на перших стадіях розвитку пожежі. Було виявлено, що дані типи літальних апаратів є більш ефективними та економічно вигідними на даному етапі гасіння пожежі порівняно з LAT та VLAT під час великих пожежних операцій.

***Ключові слова:** авіація, авіаційне пожежогасіння, вогнегасні речовини, авіаційна виливна система, підвищення ефективності пожежогасіння.*

Постановка проблеми. Лісові пожежі становлять загрозу для екосистем на території України. Для їхньої локалізації та ліквідації залучається значна кількість пожежної техніки, в тому числі пожежна авіація. В квітні 2020 року Державна служба України з надзвичайних ситуацій боролася із пожежами на території Чорнобиля та Житомирської області. На той період авіаційна техніка здійснила 280 вильотів, було використано 1500 тонн води. На початку осені 2020 року ситуація з пожежами на Луганщині та Харківщині досягла критичного рівня, як наслідок була задіяна пожежна авіація у складі двох літаків Ан-32П та гелікоптера Мі-8 ДСНС України. Відповідно, питання актуальності використання пожежної авіації для гасіння пожеж пов'язане із її перевагами по відношенню до інших видів пожежної техніки. Переваги застосування авіації визначаються: швидкістю реагування сил та засобів, можливістю створення умов оптимальної видимості місця пожежі та здатністю маневрування силами та засобами пожежогасіння; швидкістю реагування на зміни ситуацій під час проведення робіт по ліквідації наслідків НС; оперативністю доставки вогнегасної рідини в район пожежі; ефективністю одноразової атаки з повітря на осередок горіння; незалежністю від наявності та стану під'їзних шляхів і доріг; високою безпекою робіт під час гасіння.

Авіаційна техніка є ефективним, у деяких випадках єдиним можливим засобом гасіння пожеж у природних екосистемах, проте, як і будь-які інші засоби гасіння не позбавлена ряду недоліків, а саме:

- а) інтенсивного процесу дроблення крапель води під час гасіння;
- б) впливу високотемпературних конвективних потоків на масив рідини;

- в) високої вартості льотної години та аеродромного обслуговування;
- г) складності наземного базування;
- г) прив'язаності до довжини злітно-посадкової смуги;
- д) низької точності скидання вогнегасної речовини;
- е) недостатньої щільності зрошення водою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах М. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis, Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Office of Aviation Research and Development Washington, D. C., NWCG (National Wildfire Coordinating Group) /Standards for Aerial Supervision J. C. Mérida, J. J. Gallar, E. García, E. Primo, А. В. Брюханова, Н. А. Коршунова, Д. І. Савельєва, М. А. Чиркіної, Захматова В. Д., Москвилина Е. Л. та інших широко розглянуті аспекти вирішення технічних задач щодо підвищення ефективності використання авіаційної техніки під час гасіння пожеж. Аналіз зазначених робіт показав, що можливості авіаційної техніки для гасіння пожеж та підвищення її ефективності для вирішення задач з пожежогасіння може бути вирішено в ряді експериментальних, статистичних та аналітичних досліджень на базі розглянутих робіт. Як відомо з [1-3], однією зі складових для успішного рятування людей, запобіганню негативних наслідків від пожеж є час прибуття пожежних підрозділів та початок оперативно-рятувальних дій, а вони в умовах великих просторів лісових насаджень або щільної забудови міст можуть значно збільшуватись. Перспективним напрямом досягнення високої ефективності пожежогасіння є розвиток аеромобільних та аварійно-рятувальних технологій, створення перспективних авіаційно-технічних засобів, методів гасіння пожеж та рятування людей, а також забезпечення їх безпосереднього впровадження в сучасну практику пожежогасіння.

Стосовно умов проведення АРР та гасіння пожеж, авіація та авіаційно-рятувальні технології можуть виконувати:

а) авіаційно-рятувальні роботи: пошук і виявлення потерпілих при пожежі; наведення і цілевказування наземних пожежним і пошуково-рятувальним силам на об'єкти пошуку; десантування рятувальних груп, а також засобів пожежогасіння парашутним, безпарашутним і посадочним способом; евакуація постраждалих із зони лиха; санітарно-авіаційна евакуація потерпілих громадян, в тому числі в разі зараження (забруднення) радіоактивними, хімічними і біологічними речовинами;

б) спеціальні авіаційні роботи: гасіння пожежі з повітря водою або розчином сповільнювача горіння (ретардантів) в місцях, недоступних для наземних пожежних команд; ведення повітряної пожежної, інженерної, радіаційної, хімічної розвідки і моніторингу місцевості; стримування поширення пожежі до прибуття наземних команд, запобігання поширення вогню; прокладка мінералізованих смуг за допомогою води, піни, розчинів хімічних речовин; авіаційно-монтажні та демонтажні роботи;

в) забезпечення керівництва зв'язком: ретрансляція зв'язку між пожежними, пошуково-рятувальними групами і пунктами управління;

г) повітряні перевезення.

Формування цілей статті. Для вирішення поставленої мети, а саме: підвищення ефективності гасіння пожеж за допомогою авіаційної техніки, було визначено ряд задач:

- провести аналітичний огляд технічних характеристик авіаційної техніки для пожежогасіння;
- розглянути класифікації пожежних літаків та гелікоптерів, які застосовуються для гасіння пожеж в Україні та за її межами;
- сформувані відповідні класифікації водозливних систем, які використовуються в розглянутій авіаційній техніці;
- проаналізувати результати роботи різних типів літаків під час авіаційного гасіння;
- запропонувати шляхи покращення пожежної авіації в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Авіаційну техніку для пожежогасіння, яка використовується на сучасному етапі розвитку, можна розділити на дві групи: літаки та гелікоптери. В більшості країн кількість гелікоптерів, які регулярно застосовуються для гасіння водою з повітря, перебільшує кількість спеціалізованих пожежних літаків. Це пояснюється, передусім, більш широким впровадженням таких машин в служби порятунку і в лісове господарство; також значним поширенням різних типів ГВС (далі – гелікоптерних виливних систем), які дозволяють за кілька хвилин модифікувати будь-який цивільний або військовий гелікоптер в пожежний, у разі наявності в нього відповідного кріплення та достатньої потужності силової установки, для підйому вантажів відповідного розміру. Літаків для здійснення пожежогасіння, в свою чергу, на даний час в світі експлуатується не менше 500 одиниць, близько 50 моделей (Таблиця 1). Найбільш масовий парк пожежної авіації останніх десятиліть зосереджений в США, де на лісопожежних контрактах використовуються найрізноманітніші літаки. Це 41 малий одномоторний SEATs (Single Engine Air Tankers), з яких тільки дві амфібії (Fire Boss), по одному середніх за розміром танкерів AvroRJ85, C-130Q і L-100-30. Під час пожежонебезпечного сезону додатково наймаються один-два важких авіатанкери DC-10. Сучасна серійна американська модель AT-802F Fire Boss є наймасовішою серед пожежних літаків США, з 2003 року створено більш ніж 50 екземплярів AT-802F.

Важливою частиною поповнення парку літаків для пожежогасіння є переобладнання транспортних та вантажних літаків в пожежні. Aerospace перетворив два старих Q400s в якості резервних танкерів для доставки води, які комерційні та державні структури використовують в протипожежних операціях. Sécurité Civile експлуатує дванадцять літаків Canadair CL-415 і дев'ять літаків Conair Turbo Firecat. Neptune Aviation, нині переобладнані реактивні лайнери British Aerospace 146 в якості повітряних танкерів. Air Spray USA Ltd. з Чіко, Каліфорнія, перетворила реактивний лайнер BAЕ-146 в повітряний танкер. Ще один пасажирський літак сучасної епохи, який зараз переобладнано для гасіння пожеж в США – реактивний лайнер McDonnell Douglas MD-87. Coulson Aviation представила майбутнє боротьби з повітряними пожежами за допомогою Boeing 737-300 в травні 2017 року. Шість літаків були придбані у Southwest Airlines для перетворення системи RADS, яка введена в експлуатацію в грудні 2017 року. Відмінною особливістю вище перелічених літаків один від одного є наявність різноманітних виливних систем [11].

Відповідно до підходів [6], що традиційно склалися у світі, використовуються різноманітні виливні системи вогнегасних речовин, а саме:

1) Перемінна система відкривання дверей відсіку – кілька резервуарів або відсіків, керованих електронним пристроєм з механізмом управління інтервалу відкривання дверей поодиночі або одночасно. Пілот має змогу керувати витратами водного розчину.

2) Система постійного потоку – один відсік з двома дверима, які керуються за допомогою комп'ютерної системи. Система здатна одноразово або багаторазово зменшувати рівномірний потік вогнегасної речовини від 5 галонів на 100 футів довжини до більш ніж 8 галонів за секунду.

3) Система під тиском – модульна бортова система пожежогасіння літаків C-130 спеціально обладнана насадкою для дозування вогнегасної речовини під тиском. Система забезпечує 8 рівнів покриття за системою CL. Ширина утвореної захисної лінії становить 70 % в порівнянні з іншими системами великих типів літаків, але тривалість скидання є більшою.

4) Стандартна система резервуарів – система, що поширюється на одномоторні та багатомоторні пожежні літаки, де резервуари або відсіки контролюються вручну або електронним відкриванням. Деякі системи облаштовуються електронним механізмом інтервального управління для відкриття дверей відсіків одночасно або поодиночі.

Таблиця 1 – Типи літаків за місткістю виливних систем

Назва	Тип	Місткість баків(галонів)
Дуже великі (VLAT)	Дуже великі	8000+
Великі (LAT)	1	3000-7999
	2	1800-2999
Одномоторні (SEAT) або багатомоторні (MEAT)	3	800-1799
	4	До 799

Таблиця 2 – Класифікація пожежних літаків

Тип	Модель	Місткість (галонів)	Швидкість (вузлів)	Бак/Система зливу
Дуже великі	DC-10	9400	380	3 резервуари постійного потоку
Дуже великі	747	18000	500	1 система під тиском
Тип 1	C-130H/Q	4000	300	1 резервуар постійного потоку
Тип 1	B-737	4000	450	1 резервуар постійного потоку
Тип 1	C-130(MAFFS)	3000	300	1 система під тиском
Тип 1	DC-7	3000	235	8 дверей
Тип 1	BAE-146	3000	330	5 клапанів постійного потоку
Тип 1	RJ-85	3000	340	1 резервуар постійного потоку
Тип 1	MD-87	3000	320	1 резервуар постійного потоку
Тип 2	Q-400	2600	320	1 резервуар постійного потоку
Тип 2	P3	2250	328	1 резервуар постійного потоку
Тип 3	CL-215,Scooper	1400	160	2 (пінопласт)
Тип 3	CL-415,Scooper	1600	180	4 (пінопласт)
Тип 3	S2 Turbine Tracker	1200	230	1 резервуар постійного потоку
Тип 3	Air Tractor AT-802 F	800	170	1 резервуар постійного потоку
Тип 3	Air Tractor AT-802 F (Amphibious)	800	150	1 резервуар постійного потоку
Тип 3	Ан-32П	1760	250	4 резервуари постійного потоку
Тип 4	Air Tractor AT-802/602	600-799	140	1 повздовжній або горизонтальний
Тип 4	Turbine Thrush	400-770	122	1 повздовжній або горизонтальний
Тип 4	Turbine Dromader	500	122	1 повздовжній або горизонтальний

Повітряні танкери класифікуються за своєю загальною місткістю (Таблиця 1.), і хоча ємність MAFFS становить трохи менше 3000 галонів США (10220 л), MAFFS C-130 вважається танкером типу 1, який вважається найбільшим класом. Найбільшого поширення набули системи, створені для різних модифікацій американського літака Геркулес C-130 (MAFFS, MAFFS II, Coulson RADS і ін.). Модульна бортова система пожежогасіння (англ. – MAFFS) – це автономний блок, який може бути завантажений в Lockheed C-130 Hercules та використовуватися в якості повітряного танкера для гасіння пожеж. MAFFS складається з серії з п'яти резервуарів, що захищають від вогню, загальною ємністю 2700 галонів США (10220 л) та супутнього обладнання, яке палетизується та перевозиться у вантажному відсіку літака [8]. На додаток до резервуарів-ретардантів, кожен модуль містить резервуар під тиском, де стиснене повітря зберігається при 82,7 бар (1200 psi). Модуль управління включає головну панель управління, сидіння майстра навантаження та випускні клапани. Модуль повітряного компресора забезпечує тиск повітря для зарядки системи; він залишається на базі аеротанкера під час повітряних операцій і використовується для підзарядки системи між вильотами. Кожна одиниця важить близько 11000 фунтів (5000 кг). Його можна встановити в будь-якому C-130-E або -H, обладнаному системою обробки вантажів USAF 463L. Вогнегасна суміш [9] (ретрадант) виходить через дві труби, які висувають через кормові двері вантажного відсіку літака. Система може зливати всі 10220 л (2700 галонів) за п'ять секунд в осередок горіння, створюючи вогнезахисну лінію завширшки 18 футів і довжиною 400 м. Після чого її можливо перезаправити за 8 хвилин.

Сили авіаційного гасіння США мають у своєму розпорядженні виливні системи різної ємності: від найлегшого U-6A Beaver, здатного доставити до пожежі близько 500 л, до величезного GST 747 (на базі Boeing 747-400), здатного вилити на вогонь більше 90 т за одне скидання. Однак переважна більшість сучасних моделей авіації відноситься до середньої категорії, і їх баки для вогнегасної речовини вміщують від 3 до 15 т. Це обумовлено балансом між ефективністю використання кожного класу техніки, універсальністю застосування і економічними причинами. Наприклад, легкі авіатанкери (вантажопідйомністю менше 3 т) вимагають значної кількості скидів вогнегасної речовини для надання реальної допомоги наземним силам, але мають кращу точність скидання і показники дозування на землі, здатні діяти в районах зі складним рельєфом, автономні в роботі і дешеві. Важкі і надважкі танкери (вантажопідйомністю від 15 і 30 т відповідно) мають великий обсяг речовини для одноразової атаки та значний радіус використання [4].

У Ірані та Російській Федерації застосовуються виливні авіаційні пристрої (ВАП-2), побудовані для російських літаків сімейства Іл-76. Літак Іл-76МД, обладнаний виливним авіаційним пристроєм, здатний перевезти 42 т вогнегасної речовини. ВАП складається з двох жорстко з'єднаних між собою резервуарів циліндричної форми і агрегатів для заправки і зливу вогнегасної рідини. Система ВАП-2 має можливість встановлення на будь-якому літаку типу Іл-76, і не потребує створення під неї спеціалізованого літака (виключно для пожежного використання). Чотири людини за допомогою транспортних тельферів встановлюють обладнання ВАП-2 на літак Іл-76МД за 1,5-2 години. На базову модифікацію Іл-76 обладнання ВАП-2 встановлюється за чотири години. При централізованому заповненні водою, час не перевищує 15 хвилин [7].

В Україні, в свою чергу, на озброєнні Спеціального авіаційного загону Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є декілька типів пожежних літаків та вертольотів, які використовуються в повітряних операціях на її території. Це 4 літаки Ан-32П, які застосовуються для гасіння лісових пожеж за допомогою зливу вогнегасної рідини з навісних зливних агрегатів (максимальна маса вогнегасної рідини – 8000 кг) десантування в район лісової пожежі парашутистів — пожежників до 28 чоловік і пожежного спорядження до 10 упаковок по 100 кг кожна для гасіння лісової пожежі; доставка на аеродром базування в районі лісових пожеж мобільних заправних станцій. В роботі [12] обґрунтовано ефективність використання Ан-32П, визначено ряд методик для більш успішного скидання води з різних висот для гасіння пожежі, які забезпечують підвищення ефективності

локалізації на 30 %. Літак може бути переобладнаний у вантажний варіант для перевезення вантажів (пасажирів), або їх десантування парашутним способом, а також як санітарний варіант для перевезення постраждалих до місць надзвичайних ситуацій. Також є 2 літаки Ан-26 військово-транспортні та 2 Ан-30 повітряного спостереження і аерофотознімання.

Гелікоптери, як вид пожежної авіації, класифікуються в залежності від мінімальної кількості водного розчину, який здатен підняти гелікоптер, кількості пасажирських місць, вантажопідйомності та висоти щільності. В світі існують такі класи гелікоптерів: Клас 1, Клас 2, Клас 3, які відповідно називають важкими, середніми та легкими класами (Таблиця 3).

Таблиця 3 – Класифікація гелікоптерів

Клас гелікоптера	Повітряне судно	Номінальна загруженість на 8000 футів. (фунтів)	Номінальна загруженість на 11000 футів. (фунтів)
Клас 1	Sikorsky S-64E (Aircane)	12,700	9,117
Клас 1	Sikorsky S-64F (Aircane)	15,640	10,288
Клас 1	Boeing 234/CH-47 (Chinook)	19,063	15,363
Клас 1	Boeing 107/CH-46 (Vertol)	4,546	3,424
Клас 1	Sikorsky S-61	4,038	2,221
Клас 1	Airbus 332L (Super Puma)	4,328	2,729
Клас 1	Airbus SA 330 (Puma)	4,525	3,325
Клас 1	Kaman 1200 (Kmax)	5,288	4,588
Клас 1	Sikorsky CH-54 (Skycrane)	11,098	7,978
Клас 1	Sikorsky UH-60/S-70	6,569	5,669
Клас 2	Bell B-214	3,754	2,665
Клас 2	Bell B-212	1,973	1,010
Клас 2	Bell B-205A-1	1,264	642
Клас 2	Bell B-205A-1+	1,596	896
Клас 2	Bell B-205A-1++ (Super 205)	2,806	2,120
Клас 2	Bell B-214	1,742	884
Клас 2	Sikorsky S-58T	1,635	597
Клас 3	Bell B-206 B3 (Jet Ranger)	715	380
Клас 3	Bell B-206 L3 (Long Ranger)	950	830
Клас 3	Bell B-206 L4 (Long Ranger)	1,196	767
Клас 3	Bell B-407	1,315	880
Клас 3	Airbus 350-B2 (Astar)	1,083	700
Клас 3	Airbus 350-B3/H125 (Astar)	1,972	1,911
Клас 3	MD Helicopters MD500 D/E/F	515	295

Машини легкого класу можуть поєднувати транспортні і десантні функції зі здатністю прямого гасіння і можливістю встановлення баку, що вміщає не більше 1 т води. Важкі вертольоти, здатні піднімати в повітря більше 5 т, як правило, більшу частину року не є спеціалізованими пожежними повітряними суднами і переобладнуються тільки на

пожежонебезпечний сезон. Максимальну популярність в світі отримали середні багатоцільові пожежні вертольоти, здатні доставляти від 1 до 5 т вогнегасної речовини. Сучасні середні багатоцільові вертольоти, найбільш широко застосовуються для боротьби з пожежами в природному середовищі.

Існує дві базових системи для виліву вогнегасної речовини: підвісні гелікоптерні вилівні пристрої та система модульних резервуарів.

1) Підвісна гелікоптерна вилівна система або «ковш», яка використовується, може мати «можливість до самозаповнення», або не мати її. Така система складається з суцільних (від 100 до 3000 галонів) та розбірних (від 94 до 2000 галонів) підвісних вилівних систем.

2) Система модульних резервуарів або «цистерна» складається із внутрішніх або зовнішніх цистерн, розроблених для гелікоптерів класів 1-3. До неї належить комп'ютеризована система дозування або постійного потоку та звичайна система з відкриванням відсіку для вогнегасних речовин.

Перспективним рішенням представляються системи модульних резервуарів, розташовані всередині корпусу (для важких гелікоптерів) і встановлюються під фюзеляжем гелікоптера (для машин середнього і легкого класів). Пожежні вертольоти, які мають такі модулі, в світі називають «helitack», від англійського «fire attack helicopter». Прикладами таких вертольотів є: Bell-412, Sikorsky S-70, Sikorsky S-61, Airbus EC225 (AS332) [5].

У світі активно ведуться розробки по вдосконаленню даних систем для досягнення нового економічно-ефективного методу боротьби з пожежами в повітрі і, таким чином, досягнення кращої ефективності придушення при меншій кількості води. Прикладом є німецький IFEX (імпульсного пожежогасіння), який працює за простим принципом. Це пристрій для швидкого проектування вогнегасних речовин у вигляді дрібних крапель. Тиск повітря 25 бар забезпечує необхідну енергію для викиду води з модульних резервуарів. Активація здійснюється швидким клапаном, що відкривається до 20 тисячних секунди. Опір повітря зменшує розмір крапель води в розпилювачі з нормальних 700 мкм до 100 мкм. Об'єм крапель води в розпиленні від стандартних пожежних рукавів має площу 5,8 м², такий самий обсяг води, що викидається з пристроєм IFEX, має площу 60 м² [3]. Пристрій цього типу можна встановити на гелікоптері, щоб забезпечити ефективну систему протипожежного захисту, яка характеризується високою мобільністю та готовністю до використання.

В останню чверть ХХ ст. зроблені спроби замінити підвісні ГВС на більш зручні модульні системи пожежогасіння, які розміщуються найчастіше під днищем повітряного судна або всередині вантажної кабіни. Ці зміни продиктовані необхідністю підвищення ефективності роботи. Якщо для ГВС потрібна глибина водойми як мінімум від 0,5 м, то у вбудовані баки через «шноркель», гелікоптер може забирати воду вже з глибини від 0,25 м. Не менш важливою обставиною є підвищення рівня безпеки пожежних гелікоптерів з мобільними баками в порівнянні з використанням ГВС. Небезпека виходить від ліній електропередач, розташованих в лісовій зоні, коли в умовах обмеженої видимості або при помилках пілотування підвісні вилівні системи чіпляються за дроти, що призводить до найсерйозніших наслідків для гелікоптерів і їх екіпажів. Велику небезпеку для ГВС також представляють крони дерев, особливо при гірському рельєфі. На сьогоднішній день існують вертолїтні модулі, які дозволяють прибирати «шноркель» (рукав для закачування води) всередину для того щоб він не заважав під час польоту, розгойдуючись під днищем ЛА. Наприклад важкий вертолїт Sikorsky СН-54/С64 модернізований та вже зараз може оснащуватися двома типами шноркелів, один з яких пристосований для забору води з прісноводних джерел, а другий створений спеціально для заповнення пожежних баків над морською акваторією.

Якщо на початковому етапі баки під вогнегасні речовини виготовлялися з різних сплавів, то в наші дні все частіше застосовують більш легкі та дешевші композитні матеріали, а також спеціальні сорти гуми. Ці рішення дозволили зменшити масу та опір в польоті у модульних систем, як результат в більшості випадків вертольоти стали забирати до 20 % більше води в пожежні модулі порівняно з використанням штатних ВЗП. Маса самих

модулів наблизилася до маси підвісного обладнання. Але у підвісних систем є і переваги: за рахунок маси ГВС, відбувається менше розсіювання при скиданні за рахунок того, що підвісні системи пожежогасіння знаходяться значно далі від гвинтів. Також за допомогою ГВС на тросі зазвичай легше здійснювати забір води з вузьких лісових річок, що протікають серед крутих схилів.

В Україні на озброєнні Спеціального авіаційного загону Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту України використовуються вертольоти Мі-8МТ з водозливним пристроєм (ВЗП-5). Також, 2 види багатоцільових гелікоптерів серед яких: Eurocopter EC145 та Airbus H225 Super Puma для проведення аварійно-рятувальних та санітарних робіт.

Спираючись на загальнонаціональне багаторічне дослідження AFUE [10] (Використання та ефективність протипожежного пожежогасіння) оприлюднене Міністерством сільського господарства США (USDA) 2020 року, в якому було проаналізовано роботу, виконану великими повітряними танкерами (LAT), дуже великими повітряними танкерами (VLAT), багатомоторними літаками (MES), вертольотами типу 1, одномоторними літаками (Fire Bosses), вертольотами типів 2 та 3, одномоторними повітряними літаками, що скидають ретраданти (SEAT) були дані наступні висновки: загалом, у вертольотів і одномоторних літаків був більший відсоток ефективних скидань (від 62 % для багатомоторних літаків до 87 % для одномоторних літаків ([Fire Bosses]) порівняно з авіацистернами (з 43 % для LAT до 54 % для VLAT). Під час початкової атаки було встановлено, що одномоторні літаки та вертольоти типу 2 є найефективнішими з усіх літаків при затримці вогню та зменшенні його інтенсивності, що робить ці літаки найкращим варіантом, коли метою підрозділів, що керують вогнем, є його швидке придушення, зменшення руйнування та уникнення широкомасштабних негативних наслідків (Рисунок 1).

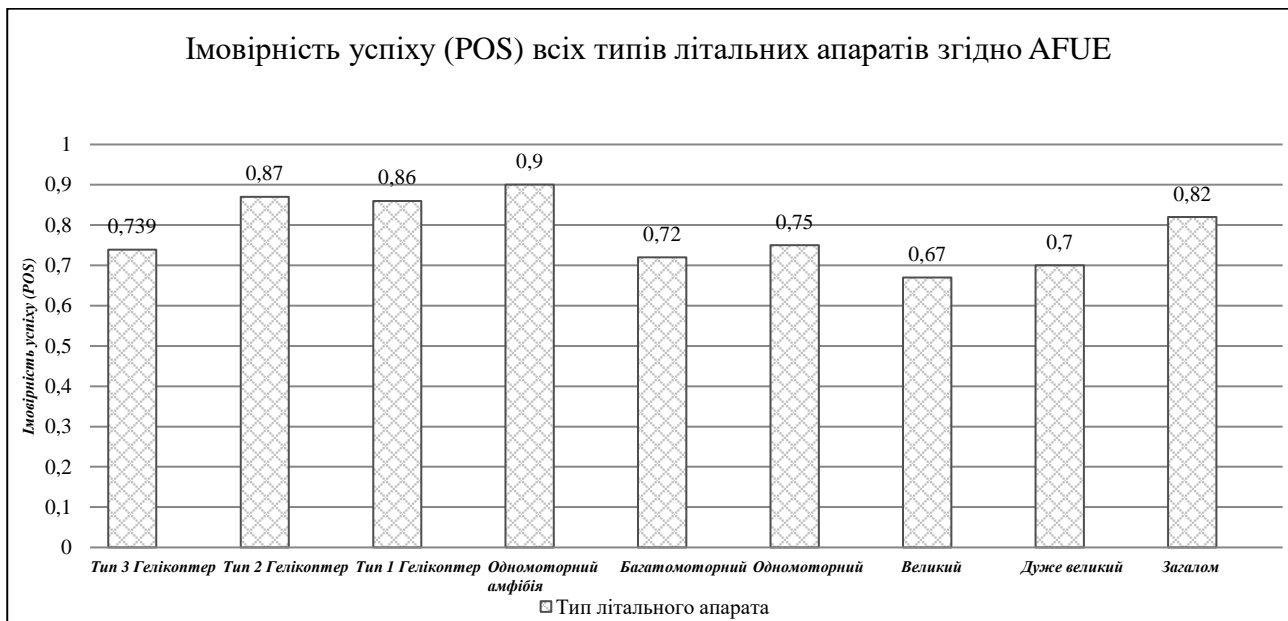


Рисунок 1 – Результати (POS) імовірності успіху скидань вогнегасних речовин з літальних апаратів, 2015-2018

Зменшення інтенсивності пожежі під час первинної атаки охолоджує зону горіння для рятувальних підрозділів на землі, надаючи їм більше шансів придушити вогонь до того, як він стане руйнівним та викине в атмосферу величезну кількість вуглекислого газу та твердих частинок. Коли пожежа стає занадто великою для швидкого придушення, її слід спрямовувати в бік від населених пунктів та стримувати. Координатори на місці пожежі закликають LAT і VLAT для припинення розповсюдження пожежі та захисту життя людей. Щодо цих цілей, у

дослідженні зазначено, що LAT та VLAT рідко використовувались для зменшення інтенсивності вогню, а натомість використовувались більше для зупинки розповсюдження вогню (від 41 % до 45 % усіх скидань); результати вказують на меншу ймовірність успіху (POS) для цієї тактики (POS = 0,55-0,67). LAT та VLAT використовувались дещо частіше, ніж інші літаки, щоб забезпечити точковий захист (8 % крапель).

Ці скидання води мали вищі значення POS порівняно з іншими цілями (POS = 0,78 - 0,87). Імовірність успіху (POS – Probability of Success): POS обчислюється як кількість ефективних скидань, поділене на загальну кількість крапель із відомими та взаємодіючими результатами. Цей показник можна розрахувати для будь-якого набору умов, щоб побачити, як імовірність успіху може змінюватися залежно від таких факторів як цілі гасіння, типу літака та інтенсивності вогню. Імовірність успіху для кожного літака – результат ділення вибірки кількості ефективних скидань на сумарну кількість ефективних та неефективних скидань, іншими словами пропорція між ефективними та всіма іншими скиданнями. Результати показують, що під час загрози населеним пунктам, найкращим поєднанням літальних апаратів для цієї роботи є пожежні одномоторні літаки та вертольоти, які відправляються під час початкової атаки. Ці літаки є більш ефективними та економічно вигідними на даному етапі гасіння пожежі порівняно з LAT та VLAT під час великих пожежних операцій [22].

Висновки. Отже, парк авіаційної техніки дозволяє використовувати її у широкому спектрі завдань, мати можливість для її використання у ряді найрізноманітніших НС від лісових до міських пожеж. Так, наприклад, в США зосереджені літаки з особливостями, які враховують різноманітні типи авіаційних виливних систем. Виливні пристрої літаків, а також вертольотів дозволяють використовувати різні системи підходів до гасіння всіх типів лісових пожеж, що є перевагою таких парків. Одним із напрямів покращення ефективності використання авіаційних систем для гасіння пожеж є модернізація та розширення парку авіаційної техніки. Однією складовою з напрямів можливого розширення парку авіаційної техніки є використання легкої авіації для гасіння пожеж. Мова йде про авіаційну техніку, що здатна переносити різні типи вогнегасних речовин, а саме літаки та гелікоптери з місткістю баків від 1 до 3 тонн. Серед переваг легкої авіації зазначаємо відсутність потрібної довжини злітно-посадкової смуги понад 2000 метрів як, наприклад, для літака АН-32П. Використання такого типу авіаційної техніки дозволить підвищити ефективність використання вогнегасних речовин, зменшити вартість льотної години, розширити коло придатних до використання злітно-посадкових майданчиків, завдяки чому збільшиться швидкість реагування сил та засобів, оперативність доставки вогнегасної речовини в район пожежі.

Перспективи подальших досліджень. Необхідним в подальших дослідженнях вбачається розгляд особливостей впливу конвективних потоків на масив рідини, яка скидається з літального апарата. Процеси поводження та трансформації краплі під час її падіння в осередок пожежі є характеристикою, яка дозволяє підвищити ефективність гасіння пожеж авіаційною технікою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kightly J. 50 years of firebombing operations. The National Aerial Firefighting Centre (NAFC), East Melbourne, Victoria, Australia, 2017.
2. Petite B. Buckets & belly tanks // Vertical Magazine, July, 2016.
3. M. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis Bushfire The effectiveness and efficiency in australia (Part 1) Cooperative Research Centre 2007. – 63 p.
4. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (France) /International Handbook on Forest Fire Protection Technical guide for the countries of the Mediterranean basin 2020. – 149 p.

5. Office of Aviation Research and Development Washington, D. C. 20591 Consolidation and Analysis of Loading Data in Firefighting Operations Analysis of Existing Data and Definition of Preliminary Air Tanker and Lead Aircraft Spectra, October, 2005. – 285 p.
6. NWCG (National Wildfire Coordinating Group) /Standards for Aerial Supervision, February, 2020. – 120 p.
7. Н. П. Копилов, А. Е. Кузнецов, Д. В. Федоткин Боротьба з природними пожежами з використанням авіації і перспективні способи прокладки загороджувальних смуг // Хвойні бореальної зони, XXXVII, № 5-6, 2016.
8. «Modular Airborne FireFighting Systems» [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.fs.usda.gov/managing-land/fire>.
9. В. В. Ніжник, С. О. Панченко Аналіз вогнегасних речовин для гасіння за допомогою пожежної авіації // Надзвичайні ситуації: безпека та захист 29 – 30 жовтня 2020 року, м. Черкаси, С. 181.
10. Aerial Firefighting Use and Effectiveness (AFUE) Report/The Forest Service, an agency of the U.S. Department of Agriculture (USDA), March, 2020.
11. Н. П. Копилов, В. М. Карпов, А. Е. Кузнецов, Д. В. Федоткин, І. Р. Хасанов, Є. Ю. Сушкіна Особливості гасіння лісових пожеж з використанням авіації // Вісник Томського державного університету, 2019, №59, С. 79-86.
12. Р. Г. Мелещенко, В. К. Мунтян, О. А. Тарасенко Оцінка ефективності застосування пожежних літаків Ан-32П та критерій доцільності їх залучення при локалізації природної пожежі // Проблеми пожежної безпеки, Випуск №39, 2016, С. 171-178.

REFERENCES

1. Kightly J. 50 years of firebombing operations. The National Aerial Firefighting Centre (NAFC), East Melbourne, Victoria, Australia, 2017.
2. Petite B. Buckets & belly tanks // Vertical Magazine, July, 2016.
3. M. Plucinski, J. Gould, G. McCarthy, J. Hollis Bushfire The effectiveness and efficiency in australia (Part 1) Cooperative Research Centre 2007. – 63 p.
4. Ministère de laménagement du territoire et de lenvironnement (France) /International Handbook on Forest Fire Protection Technical guide for the countries of the Mediterranean basin 2020. – 149 p.
5. Office of Aviation Research and Development Washington, D.C. 20591 Consolidation and Analysis of Loading Data in Firefighting Operations Analysis of Existing Data and Definition of Preliminary Air Tanker and Lead Aircraft Spectra, October, 2005. – 285 p.
6. NWCG (National Wildfire Coordinating Group) /Standards for Aerial Supervision, February, 2020. – 121 p.
7. N. P. Kopylov, A. E. Kuznietsov, D. V. Fedotkyn Borotba z pryrodnymy pozhezhamy z vykorystanniam aviatsii i perspektyvni sposoby prokladky zahorodzhualnykh smuh // Khvoini borealnoi zony, XXXVII, № 5-6, 2016.
8. «Modular Airborne FireFighting Systems» [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://www.fs.usda.gov/managing-land/fire>.
9. V. V. Nizhnyk, S. O. Panchenko Analiz vohnehasnykh rehovyn dlia hasinnia za dopomohoiu pozhezhnoi aviatsii // Nadzvychaini sytuatsii: bezpeka ta zakhyst 29 – 30 zhovtnia 2020 roku, m.Cherkasy, S.181.
10. Aerial Firefighting Use and Effectiveness (AFUE) Report/The Forest Service, an agency of the U.S. Department of Agriculture (USDA), March, 2020.
11. N. P. Kopylov, V. M. Karpov, A. E. Kuznetsov, D. V. Fedotkyn, I. R. Khasanov, Ye. Iu Sushkina Osoblyvosti hasinnia lisovykh pozhezh z vykorystanniam aviatsii // Visnyk Tomskoho derzhavnogo universytetu, 2019, №59, S. 79-86.
12. R.H. Meleshchenko, V.K. Muntian, O.A. Tarasenko Otsinka efektyvnosti zastosuvannia pozhezhnykh litakiv An-32P ta kryterii dotsilnosti yikh zaluchennia pry lokalizatsii pryrodnoi pozhezhi // Problemy pozhezhnoi bezpeky, Vypusk №39, 2016, S. 171-178.

Serhii Panchenko¹,

Vadim Nizhnyk², Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,
Artem Bychenko¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

¹Cherkassy Institute of Fire Safety Named after Chernobyl Heroes
of National University of Civil Defense in Ukraine,

²Institute of Public Administration and Research in Civil Protection

TRENDS OF APPLICATION AN AVIATION FOR EXTINGUISHING FIRES

An analytical review of technical characteristics about aircraft for firefighting. Classifications of fire planes and helicopters used for firefighting in Ukraine and abroad are considered. Relevant classifications of drainage systems was formed in the considered aviation. The results about different types of aircraft was analyzed during extinguishing fires. Ways to improve firefighting aviation in Ukraine are proposed.

According to the results of study, probabilities of success in discharge of extinguishing agents using different types of aircraft were determined on the basis of AFUE statistical studies, taking into account the sampling rate of collected data. Indicators were calculated for a typical set of conditions and showed how the probability of success may depend on factors such as purpose of extinguishing, type of aircraft and intensity of fire. In general, helicopters and single-engine aircraft had a higher effective discharge rate (from 62% for multi-engine aircraft to 87% for single-engine aircraft [Fire Bosses]) compared to tankers (from 43% for LAT to 54% for VLAT). During the initial attack, single-engine aircraft and helicopters of type 2 were found to be the most effective of all aircraft in delaying fire and reducing its intensity, making these aircraft the bestest option when the aim of fire control units are quickly suppress, reduce destruction and avoiding large-scale negative consequences. Reducing intensity of fire during the initial attack cools a combustion zone for rescue units on the ground, giving them a better chance of suppressing fire before it becomes destructive and releases huge amounts of carbon dioxide and particulate matter into the atmosphere. The results showed that the best combination of aircraft for this work are single-engine fire aircraft and helicopters, which are sent during the initial attack. It was found that these types of aircraft are more efficient and cost-effective at this stage of firefighting compared to LAT and VLAT during large fire operations.

Key words: aviation, fire extinguishing aviation, fire extinguishing substances, aviation pouring systems, increase of fire extinguishing efficiency.