

Олег Пилипенко

доктор технічних наук, професор

Державний науково-дослідний інститут випробувань
і сертифікації озброєння та військової техніки (Чернігів, Україна)E-mail: opilip@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0590-0107>. ResearcherID: [G-2533-2016](https://orcid.org/0000-0003-0590-0107)**БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ Мі-8 ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЙ**

Стаття є оглядово-інформаційною. Наведені статистичні дані безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 за період з 1996 по 2011 рр., кількість інцидентів і годин нальоту та їх розподіл за 2015-2019 роки. Показана кількість інцидентів, пов'язаних із головним редуктором і спрацьовуванням пожежної сигналізації.

Ключові слова: вертольоти типу Мі-8, безпека польотів.

Рис.: 3. Табл.: 5. Бібл.: 11.

Актуальність теми дослідження. Парк вертольотів експлуатується нині згідно з ресурсом, зумовленим їхнім технічним станом. Тому актуальним є завдання дослідження даних щодо безпеки польотів, технічного стану редукторів вертольотів.

Постановка проблеми. Безпека польотів – стан авіаційної системи, який підтримується шляхом безперервного процесу виявлення джерел небезпеки, їх усунення та контролю за факторами ризику [1].

Безпека польотів при застосуванні стратегії технічного обслуговування за напрацюванням забезпечується призначенням ресурсів (термінів служби) [2] до капітального ремонту і між капітальними ремонтами, у межах яких забезпечується висока ймовірність безвідмовності експлуатації повітряних суден (ПС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Мі-8 – багатоцільовий вертоліт, який є наймасовішим вертольотом у світі з двома двигунами. Широко використовується в багатьох країнах світу для виконання великої кількості цивільних і військових завдань. Як відомо [3], на початок 2014-го року 91 % вертольотів ПС ЗСУ, виготовлені ще за радянських часів, мали терміни експлуатації понад 20 років і об'єктивно потребували оновлення. 45 % вертолітного парку України станом на 2019 рік мали вік до 30 років.

За даними Flight Global [4], Україна станом на початок 2022 року мала на озброєнні 54 вертольоти Мі-8 та його модифікації (Мі-8МТВ-1, Мі-8Т, Мі-8МСБ), що становить 24 % від загальної кількості вертольотів різних марок. Вертольоти типу Мі-8Т уже досягли віку понад 40 років. За інформацією розробника, на сьогодні орієнтовний термін експлуатації вертольотів типу Мі-8, Мі-24 становить до 45 років [5].

Аналіз парку літальних апаратів (ЛА) авіації ЗСУ свідчить [5], що через вичерпання попередньо встановлених строків служби і ресурсів (до першого ремонту, міжремонтних, призначених) більшість ЛА перебуває в несправному стані. Водночас дослідження конструктивних особливостей побудови ЛА військового призначення довели, що планери літаків та вертольотів мають більший запас довговічності порівняно з розрахованими під час їх проектування ресурсними показниками (як за строком служби, так і за напрацюванням).

Досвід розвинених авіаційних держав також свідчить, що на сьогодні основу бойового парку військової авіації провідних країн світу продовжують становити ЛА, виготовлені до початку 90-х рр. При цьому їх співвідношення до загального парку становить від 43 % у військово-повітряних силах США й до 100 % – країн Європи (Нідерландів, Бельгії, Португалії). ЛА, які перебувають на озброєнні ЗСУ, за своїми льотно-технічними характеристиками на сьогодні загалом відповідають сучасним світовим зразкам, але суттєво поступаються за бойовими та функціональними можливостями.

Проте в середньостроковій перспективі [6], з огляду на обставини, що склалися, Україна змушена обмежуватися підтриманням у боєздатному стані наявного парку, передусім вертольотів радянського виробництва за умов їх глибокої модернізації, яка має забезпечити багатofункціональність і необхідний захист, підвищення безпеки польотів та бойової витривалості, уніфікацію бортового обладнання.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Є нагальна потреба у висвітленні питань безпеки польотів залежно від напрацювання на інцидент, ризиків смертельних травм, інцидентів, пов'язаних зі спрацюванням систем сигналізації пожежі і стружки у двигунах або трансмісії вертольотів. Особливої уваги заслуговують показники відносно великих і малих авіакомпаній, які експлуатують вертольоти типу Мі-8.

Мета статті. Дослідження наявних даних безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 та технічного стану їхніх головних редукторів для їх подальшого прогнозування.

Виклад основного матеріалу. Статистика щодо безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 за період з 1996 по 2010 рр. по п'ятирічках представлена в табл. 1, а за період з 2007 по 2011 рр. – у табл. 2 [7]. В обох таблицях К – кількість катастроф, А – аварій, І – інцидентів, РСТ – ризик смертельних травм.

Таблиця 1 – Статистика безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 за період з 1996 по 2010 рр.

Тип ЛА	Період	Наліт (Н)	К	А	І	Наліт на 1 інц.	К-сть загиблих (З)	К-сть осіб на борту (Б)	К ₁₀₀₀₀₀	РСТ	Наліт на 1 смерт. травму
Мі-8Т	1996-2000	736600	14	34	376	2000	84	504	1,9	$1,1 \cdot 10^{-5}$	90000
	2001-2005	1099400	8	22	321	3400	61	294	0,8	$0,56 \cdot 10^{-5}$	178000
	2006-2010	1359800	7	4	343	4000	35	106	0,5	$0,26 \cdot 10^{-5}$	385000

Таблиця 2 – Статистика безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 за період з 2007 по 2011 рр.

Тип ЛА	Період	Наліт (Н)	К	А	І	Наліт на 1 інц.	К-сть загиблих (З)	К-сть осіб на борту (Б)	К ₁₀₀₀₀₀	РСТ	Наліт на 1 смерт. травму
Мі-8Т	2007	309625	2	1	65	4763	12	17	0,65	$0,68 \cdot 10^{-5}$	147000
	2008	280980	1	-	77	3649	9	16	0,36	$0,2 \cdot 10^{-5}$	500000
	2009	235263	-	3	57	4127	0	14	-	-	-
	2010	271564	2	-	80	3395	7	28	0,74	$0,18 \cdot 10^{-5}$	556000
	2011	282193	3	3	47	6413	7	52	1,06	$0,29 \cdot 10^{-5}$	345000
Всього		1379625	8	7	326	4232	35	127	0,58	$0,30 \cdot 10^{-5}$	334000

Ризик смертельної травми (РСТ) за залежністю, відомою як формула Роя Фокса, начальника служби безпеки польотів Bell Helicopter [8]:

$$РСТ = З/Б \times (К+А)/Н = 84/504 \times (14+34)/736600 = 1,1 \times 10^{-5},$$

де З – кількість загиблих; Б – кількість людей на борту; К – катастрофи; А – аварії; Н – наліт, год.

Числові дані взяті з табл. 1 за 1996-2000 рр.

Показники безпеки для вертольотів типу Мі-8Т і Мі-8МТВ-1(АМТ) за два десятилітніх періоди представлені на графіку залежності коефіцієнта РСТ від напрацювання на інцидент (рис. 1) [9].

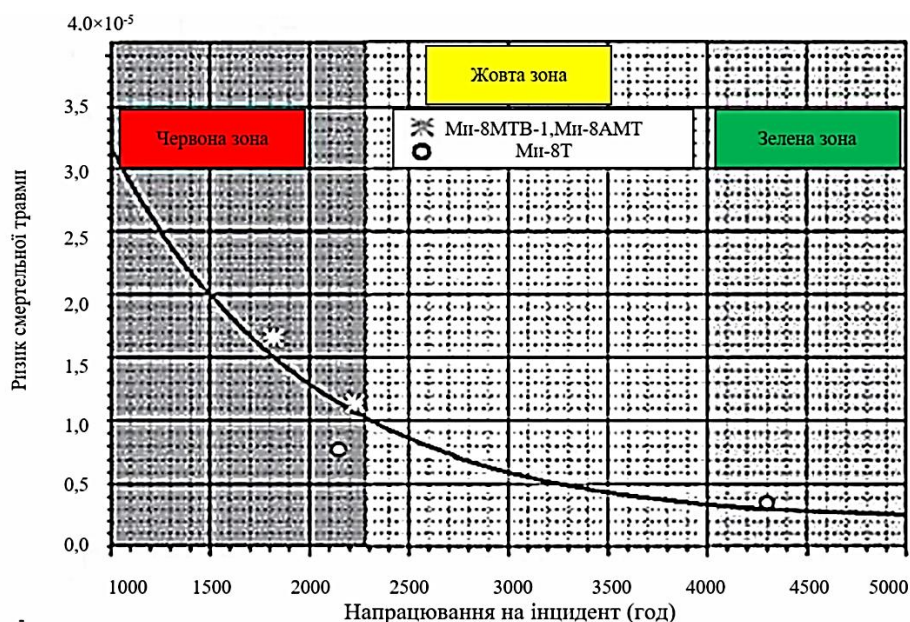


Рис. 1. Показники безпеки для вертольотів типу Мі-8Т і Мі-8МТВ-1(АМТ) за два десятиліття на графіку залежності коефіцієнта РСТ від напрацювання на інцидент

Як бачимо, РСТ змінюється від своїх максимальних значень при напрацюванні на інцидент 1000-2300 год (червона зона) через жовту зону при напрацюванні 2300-4000 год і досягає своїх мінімальних значень, починаючи з напрацювання в 4000 год (зелена зона). При цьому для вертольотів Мі-8Т рівень ризиків смертельних травм істотно менший, ніж для вертольотів Мі-8МТВ-1 та Мі-8АМТ.

У табл. 3 представлені показники відносно великих і малих авіакомпаній, які експлуатують вертольоти типу Мі-8 [7], з яких можна бачити, що кількість катастроф однакова як для великих, так і для малих авіакомпаній, хоча чисельність вертольотів останніх згідно з Реєстром і заявлених до експлуатації суттєво менше. Проте чисельність загиблих при майже однаковій чисельності людей на борту менше в малих авіакомпаній у 1,5 рази.

Таблиця 3 – Показники відносно великих і малих авіакомпаній, які експлуатують вертольоти типу Мі-8 та їх модифікацій [7]

№ п/п	Показник	Авіакомпанії	
		«Великі»	«Малі»
1.	Число а/к	22	63
2.	Число вертольотів у Реєстрі	552	348
3.	Число вертольотів, заявлених до експлуатації	417	190
4.	Наліт (Н), год.	$911,4 \cdot 10^3$	$468,2 \cdot 10^3$
5.	Число катастроф (К)	4	4
6.	Число аварій (А)	4	3
7.	Число інцидентів (І)	188	138
8.	Число загиблих (З)	21	14
9.	Число людей на борту (Б)	63	64
10.	Наліт на 1 інцидент (Н/І)	4850	3500
11.	Число інцидентів на 1 катастрофу	47	35
12.	K_{100000}	0,44	0,85
13.	Ризик смертельної травми (РСТ)	$0,29 \cdot 10^{-5}$	$0,33 \cdot 10^{-5}$
14.	Наліт на 1 смертельну травму	345000	303000

Тут ще треба додати, що середня тривалість польоту складала 45 хв.

З 1994 по 2013 рік на вертольотах типу Мі-8Т у цивільній авіації було зафіксовано 1397 інцидентів, на вертольотах типу Мі-8МТВ-1(АМТ) – 388. Розподіл цих інцидентів у відсотках від загальної кількості (виключаючи пошкодження повітряного судна, електро- і гідросистеми, обладнання зв'язку і т. ін.) по категоріях представлений в табл. 4 [9].

Таблиця 4 – Розподіл інцидентів (% від загальної кількості)

Категорія	Тип вертольота	
	Мі-8Т	Мі-8МТВ-1(АМТ)
Двигун	25	20
Головний редуктор	10	15
Пожежа	10	12

Інциденти, пов'язані зі спрацюванням систем сигналізації пожежі і стружки у двигунах або трансмісії, посідають особливе місце в загальній кількості інцидентів. Їх кількість становить приблизно 25 %, при цьому майже половина з них (близько 49 %) – це помилкові спрацювання цих систем. Статистичні дані щодо таких інцидентів приведені в табл. 5 [9].

Таблиця 5 – Статистичні дані щодо інцидентів, пов'язаних зі спрацюванням систем сигналізації пожежі і стружки у двигунах або трансмісії (в дужках – відсоток від загальної кількості)

Тип вертольоту	Спрацювання систем сигналізації					
	Пожежа		Стружка		Пожежа + Стружка	
	Всього	Помилкових	Всього	Помилкових	Всього	Помилкових
Мі-8Т	129	107 (83%)	186	35 (19%)	315	142 (45%)
Мі-8МТВ-1(АМТ)	50	36 (72%)	72	36 (50%)	122	72 (59%)
Всього	179	143 (80%)	258	71(28%)	437	214 (49%)

Основною причиною інцидентів, пов'язаних зі спрацюванням системи сигналізації пожежі в районі двигунів і головного редуктора, виявилася недостатня герметичність блоків ССП і ПС. У 2004 р. розроблено додатковий захист від впливу вологи, і цю причину було усунуто. Якщо напрацювання на такий інцидент за період з 1994 по 2004 роки становило для вертольотів типу Мі-8Т – 35 000 годин, а для вертольотів типу Мі-8МТВ-1 (АМТ) – 15 000 годин, то за період 2005-2013 рр. ці показники виросли до 54 000 годин і 37 000 годин відповідно [9].

На елементи конструкції силової установки припадає 37 % від загальної кількості інцидентів (59 % від числа інцидентів, пов'язаних з відмовами авіаційної техніки) (табл. 2 [10]). З них 38 % викликано помилковим спрацюванням сигналізаторів наявності стружки в головному та хвостовому редукторах через конструктивний недолік сигналізатора стружки ПС-1. З метою зменшення подібних інцидентів розроблено удосконалений сигналізатор стружки ПС-2, який пройшов успішні випробування і впроваджується в конструкціях вертольотів типу Мі-8 та їх модифікацій.

Відповідно до графіка кількості та розподілу інцидентів за роками (рис. 5) у відношенні до годин нальоту (дані на березень 2019 р. по Україні), на фоні сталого зростання годин нальоту, тенденцію зміни кількості інцидентів з 2014 року неможливо простежити, оскільки показники абсолютної кількості подій постійно змінюються і значно відрізняються один від одного щороку у протилежних напрямках. Такі показники не корелюються з тенденцією до зростання кількості обсягу нальоту (усереднений показник – збільшення на 6 % щороку), що імовірно вказує на недосконалість системи обов'язкових сповіщень про інциденти та відсутність в Україні системи повідомлень про події [11]. Як бачимо з рис. 2, кількість інцидентів має коливний характер і має тенденцію до зниження. На рис. 3 показана вірогідність виникнення інциденту на 1 год польоту для вертольотів Мі-8, яка виявляється меншою, ніж у представлених на графіку літаків.

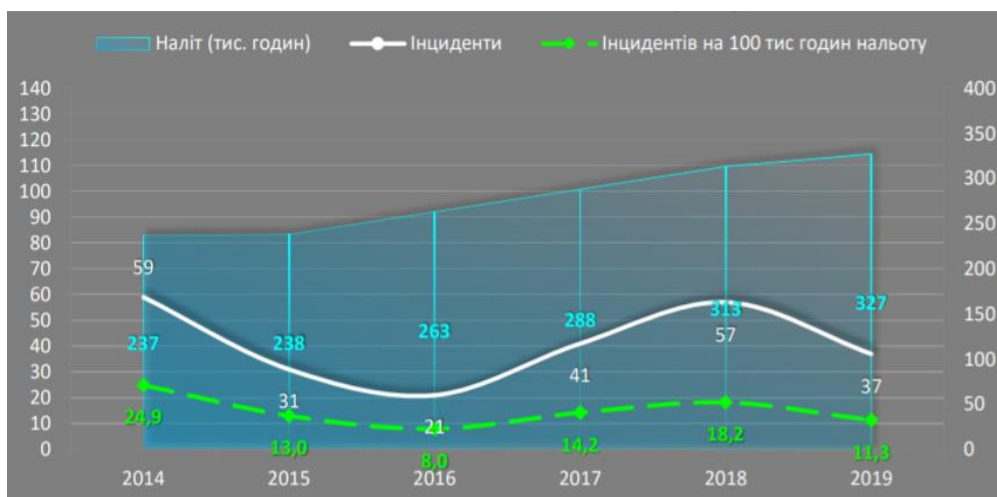


Рис. 2. Кількість інцидентів та годин польоту по роках* [11]

* Не враховує ПС авіації загального призначення (АЗП), оскільки інформація про наліт ПС АЗП відсутня.

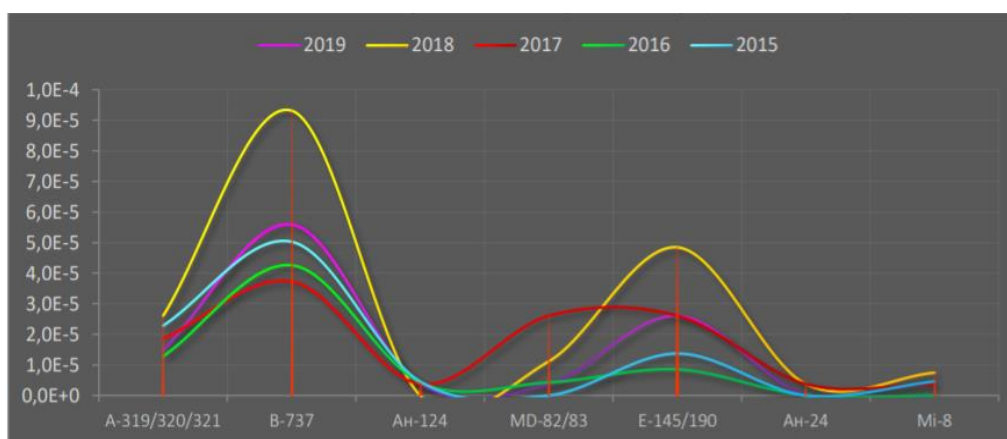


Рис. 3. Розподіл інцидентів за найбільш експлуатованими типами повітряних суден (вірогідність виникнення інциденту за 1 годину польоту в 2014-2018 роках) [11]

* Дані розраховано на основі інформації, що надійшла до НБРЦА протягом 2015-2019 років. На графіку порівнюється один тип ПС за роками, а не типи ПС між собою.

ПС – повітряне судно; НБРЦА – Національне Бюро з Розслідування цивільної авіації.

Висновки. Наведені статистичні дані безпеки польотів вертольотів типу Мі-8 за період з 1996 по 2011 рр., кількість інцидентів і годин польоту та їх розподіл за 2015-2019 роки підтверджують доцільність переходу до експлуатації вертольотів за їхнім технічним станом.

Ризик смертельної травми змінюється від своїх максимальних значень при напрацюванні на інцидент 1000-2300 год і досягає своїх мінімальних значень, починаючи з напрацювання в 4000 год. При цьому для вертольотів Мі-8Т рівень ризиків смертельних травм істотно менший, ніж для вертольотів Мі-8МТВ-1 та Мі-8АМТ. Чисельність загиблих при майже однаковій чисельності людей на борту менше в “малих” авіакомпаній у 1,5 рази.

Кількість інцидентів, пов’язаних з головним редуктором, менше у вертольота Мі-8Т порівняно з вертольотом Мі-8МТВ-1(АМТ). Кількість годин напрацювання на інцидент, пов’язаних зі спрацюванням системи сигналізації пожежі в районі двигунів і головного редуктора, теж свідчить на користь вертольота Ми8Т. Вірогідність виникнення інциденту на 1 год польоту для вертольотів типу Мі-8 менше, ніж представлених на відповідному графіку літаків.

Наведені статистичні дані дають можливість прогнозувати безпеку польотів вертольотів типу Мі-8 під час їх експлуатації за технічним станом.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України : Наказ Міністерства оборони України 05.07.2016 № 343 (із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства оборони № 223 від 03.08.2021).
2. Ресурси, строки служби та оцінка залишкового ресурсу редукторів вертольотів типу Ми-8 / О. І. Пилипенко, В. В. Кохан, Ю. П. Вусатий, О. В. Журахов, Д. В. Сиворакша // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – 2022. – Вип. 12. – С. 109-118.
3. Воронков С. Коли військова авіація розправить крила? [Електронний ресурс] / Сергій Воронков // АрміяInform. – 2020. – 14 листопада. – Режим доступу: <https://armyinform.com.ua/2020/11/14/koly-vijskova-aviacziya-rozpravyt-kryla>.
4. Наукова і науково-технічна діяльність у Збройних силах України 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mil.gov.ua/content/pdf/science_note.pdf.
5. Харченко О. В. Глибока модернізація та переозброєння авіації Збройних Сил України – вимога часу [Електронний ресурс] / О. В. Харченко, С. В. Пашенко. – Режим доступу: <https://www.ukrmilitary.com/2015/12/updateaviationaf.html>.
6. Міністерство оборони України. Командування Повітряних Сил Збройних Сил України. ВІЗІЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ 2035 [Електронний ресурс]. – Травень – 2020. – 42 с. – Режим доступу: [Viziia_Povitrianykh_Syl_2035.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/pdf/Viziia_Povitrianykh_Syl_2035.pdf) (chtyvo.org.ua).
7. Осипов Н. Д. Некоторые вопросы эксплуатации вертолетов Ми-8Т / Осипов Н. Д. // НЦ ПЛГВС ГосНИИ ГА, отдел 132. – 2012. – 21 с.
8. Roy Fox. Improving Helicopter Safety / Roy Fox // International Helicopter Safety Symposium 2005. – Montreal, Quebec, Canada. September 26–29, 2005.
9. Осипов Н. Д. Безопасность авиационной деятельности на вертолетах типа МИ-8 / Н. Д. Осипов // Научный Вестник ГосНИИ ГА. – 2014. – № 5. – С. 64-70.
10. Субботин Р. С. Анализ авиационных событий, произошедших с вертолётами Ми-8МТВ-1 и Ми-8АМТ за 5,5 лет / Р. С. Субботин // Научный Вестник ГосНИИГА. – 2017. – № 16. – С. 82-88.
11. Аналіз стану безпеки польотів за результатами розслідування авіаційних подій та інцидентів з цивільними повітряними суднами України та суднами іноземної реєстрації, що сталися у 2019 році. – К., 2020. – 49 с.

References

1. Pro zatverdgenyia Pravyl ingenerno-aviatsijnogo zabezpechennia dergavnoi aviatsii Ukrainy (iz zminamy, vnesenymy zgidno z Nakazom Ministerstva Oborony № 223 від 03.08.2021) [Concerning the approval of the Rules for the gender and aviation support of the state aviation of Ukraine (from mines, a vessel was introduced with the Order of the Ministry of Defense № 223 dated 02.01.2.2016)], Order of the Ministry of Defense of Ukraine dated 05.07.2016 № 343.
2. Pilipenko, O.I., Kohan, V.V., Vusatyi, Yu.P., Gurahov, O.V., Syvoraksha, D.V. (2022). Resursy, stroky slugby ta otsinka zalyshkovogo resursu reduktoriv vertoletiv typu Mi-8 [Resources, service life and assessment of the residual resource of gearboxes of Mi-8 type helicopters]. *Zbirnyk naukovykh prats Dergavnogo naukovo-doselidnogo instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroennya ta vijskovoï tehniky – Scientific collection Proceedings of the State Research Institute of Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, 12, 109-118.
3. Voronkov, S. (November 14, 2020). Koly viyskova aviatsiia rozpravyt kryla? [When will military aviation spread its wings?]. *ArmiyaInform*. <https://armyinform.com.ua/2020/11/14/kolyvijskova-aviacziya-rozpravyt-kryla>.
4. Naukova i naukovo-tekhnichna diyalnist u Zbroinykh sylakh Ukrainy 2020 [Scientific and scientific and technical activities in the Armed Forces of Ukraine 2020]. (2020). https://www.mil.gov.ua/content/pdf/science_note.pdf.
5. Harchenko, O.V., Paschenko, S.V. (2015). *Glyboka modernizatsija ta pereozbrojennya aviatsii Zbrojnyh Syl Ukrainy – vymoga chasu [Deep modernization and rearmament of the aviation of the Armed Forces of Ukraine is the need of the time]*. <https://www.ukrmilitary.com/2015/12/updateaviationaf.html>.
6. Ministerstvo Oborony Ukrainy. Komanduvannya Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy. VIZIJA POVITRIANYKH SYL 2035 [Ministry of Defence Ukraine. Air Force Command of the Armed Forces of Ukraine. AIR FORCE VISION 2035]. (May 2020). [Viziia_Povitrianykh_Syl_2035.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/pdf/Viziia_Povitrianykh_Syl_2035.pdf) (chtyvo.org.ua).

7. Osipov, N.D. (2012). *Nekotorye voprosy ekspluatatsii vertoletov Mi-8T [Some issues of operation of Mi-8T helicopters]*. NTs PLGVS GosNII GA, department 132.
8. Roy Fox. (September 26–29, 2005). Improving Helicopter Safety. *International Helicopter Safety Symposium 2005*. Montreal, Quebec, Canada.
9. Osipov, N.D. (2014). Bezopasnost aviatsionnoj dejatel'nosti na vertoletah tipa Mi-8. [Safety of aviation activities on MI-8 helicopters]. *Nauchnyi Vestnik GosNII GA – Scientific Bulletin of the State Research Institute of Civil Aviation*, (5), 64-70.
10. Subbotin, R.S. (2017). Analiz aviatsionnyh sobytij, proizoshedshyh s vertoletami Mi-8MTV-1 i Mi-8AMT za 5,5 let [Analysis of aviation events that occurred with MI-8MTV-1 and MI-8AMT helicopters over 5.5 years]. *Nauchnyi Vestnik GosNII GA – Scientific Bulletin of the State Research Institute of Civil Aviation*, (16), 82-88.
11. *Analiz stanu bezpeky poletiv za rezultatamy rozsliduvannya aviatsijnyh podij ta intsydentiv z tsyvil'nymy povitranymy sudnamy Ukrainy ma sudnamy inozemnoi reestratsii, scho stalysja u 2019 rotsi [Analysis of the state of flight safety based on the results of the investigation of aviation events and incidents involving civil aircraft of Ukraine and vessels of foreign registration that occurred in 2019]*. (2020).

Отримано 27.03.2023

UDC 629.735.45

Oleg Pilipenko

Doctor of Technical Sciences, Professor

State Research Institute of Tests and Certification of Armament and Military Technique (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: opilip@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0590-0107>. ResearcherID: [G-2533-2016](https://orcid.org/G-2533-2016)

FLIGHT SAFETY OF MI-8 HELICOPTERS AND THEIR MODIFICATIONS

The article is an overview and information. The presented statistical data on the safety of flights of Mi-8 helicopters for the period from 1996 to 2011, the number of incidents, flight hours and their distribution for 2015-2019 confirm the feasibility of switching to the operation of helicopters according to their technical condition.

The risk of fatal injury changes from its maximum values at 1000-1200 hours of operation per incident and reaches its minimum values starting from 4000 hours of operation.

The number of incidents associated with the main gearbox is less for the Mi-8T helicopter compared to the Mi-8MTV(AMT) helicopter. The number of operating hours per incident associated with the operation of the fire alarm system in the area of the engines and the main gearbox also testifies in favor of the Mi-8T helicopter.

The probability of an incident occurring per 1 hour of flight for a Mi-8 helicopter is less than that of the aircraft presented in the corresponding chart.

Keywords: flight safety; assessment of the residual life of gearboxes of Mi-8 helicopters.

Fig.: 3. Table: 5. References: 11.