

Пилипенко О.І., Кохан В.В., Вусатий Ю.П., Журахов О.В., Сиворакиа Д.В. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

РЕСУРСИ, СТРОКИ СЛУЖБИ ТА ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ РЕДУКТОРІВ ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ Ми-8

Представлені ресурси і строки служби (в бік їх збільшення щодо 1-го ремонту, міжремонтного і призначеного) головних, проміжних та хвостових редукторів вертольотів Ми-8 і їх модифікацій згідно відповідних бюлетенів та рішень по їх уточненню. Приведені дані щодо розподілу за напрацюванням з початку експлуатації парку двигунів та головних редукторів. Показана можливість прогнозування залишкового ресурсу вузла діагностування за значеннями граничного і поточного рівнів вібрації.

Ключові слова: *ресурси, строки служби, безпека польотів, оцінка залишкового ресурсу редукторів вертольотів типу Ми-8.*

Постановка проблеми. Ресурсні показники вертольотів, випущених в кінці 70-х – на початку 80-х років минулого століття і розрахованих на 35 років експлуатації, давно вичерпані. Витрати на проведення їх модернізації у 6...10 разів нижче витрат на закупівлю нової авіаційної техніки [1]. Наявний парк вертольотів експлуатується в даний час згідно ресурсу, зумовленого їхнім технічним станом. Тому постає гостра проблема оцінки технічного стану і залишкового ресурсу як транспортно-бойових вертольотів у цілому, так і зубчастих передач основного кінематичного ланцюгу головних, проміжних і хвостових редукторів, приводів коробки агрегатів газотурбінних двигунів.

Аналіз досліджень і публікацій. У [2] розглядається проблема льотної придатності передач вертольотів Великобританії, де приведені статистичні дані щодо катастроф вертольотів за 15 років, а також аналіз причин руйнування редукторів двох вертольотів. Згідно статистичних даних, кількість катастроф вертольотів, зумовлених несправністю систем трансмісії та несучого гвинта, складає 89 %.

У цивільній авіації США продовжують масово використовуватися вертольоти Bell UH-1 Huey, випущені в період в'єтнамської війни в 60-х роках (наприклад, вертоліт UH-1M серійний номер 66-0608, реєстраційний номер N414NA, випущений у 1966 році). Одним із старіших вертольотів цивільної авіації США є вертоліт Bell 47 (серійний номер 830, реєстраційний номер N10065), випущений у 1949 році, який дотепер експлуатується авіакомпанією Golden Ranch Aviation Inc. [3].

На початок 2019 року у Державному реєстрі цивільної авіації рф нараховувалось 862 вертольоти типу Ми-8, причому в активній експлуатації знаходилося тільки 499 (тобто мали діючий сертифікат льотної придатності і виконували польоти впродовж року). Слід зазначити, що у цивільній авіації експлуатуються наступні типи вертольотів Ми-8 з двигунами ТВ2-117А (АГ): Ми-8Т, Ми-8П, Ми-8ПС, з них тільки 5 мають строк служби менше 25 років [3].

Деяко новіші модифікації вертольотів типу Ми-8МТВ-1, Ми-8АМТ, Ми-171, Ми-171А та ін. випускаються до цього часу і є по суті модернізацією вертольотів типу Ми-8 з двигунами ТВ3-117. У цивільну авіацію Ми-8МТВ-1 і Ми-8АМТ почали надходити з початку 90-х років, у державній авіації Ми-8МТ з ТВ3-117 почали експлуатуватися на 10 років раніше і успішно застосовувалися у бойових діях в Афганістані.

На Ми-8МСБ-В під час модернізації встановлюють нові двигуни ТВ3-117ВМА-СБМ1В виробництва “Мотор-Січ” замість ТВ2-117. Це дає можливість покращити характеристики вертольоту, наприклад, витрата палива знижується з 620 кг/год до 592 кг/год.

Показники надійності експлуатації знаходяться в аналогічному співвідношенні:

за період 2008–2017 років наліт на інцидент з технічних причин складає: для “старих” вертольотів типу Ми-8 – 7800 годин, а для “нових” типу Ми-8МТВ-1 – 2300 годин, Ми-8АМТ – 3250 годин. За 2018 рік наліт на інцидент з технічних причин склав 8487 годин для “старих” вертольотів, 2901 годин для “нових” Ми-8АМТ і 2140 годин для “нових” Ми-8МТВ-1 [3].

Досвід експлуатації, з урахуванням реальних умов, однозначно вказує на те, що вартість льотної години вертольоту Ми-8Т у 2–3 рази нижче вартості льотної години вертольотів Ми-8МТВ-1 або Ми-8АМТ [3].

Отже, в умовах реальної експлуатації в цивільній авіації рф “старі” вертольоти типу Ми-8, у порівнянні з вертольотами “нових типів”, демонструють помітно кращі показники безпеки польотів, надійності та економічної ефективності. Вимоги щодо обмеження призначеного строку служби парку вертольотів не вирішують задачі з підвищення безпеки польотів.

Парк вертольотів експлуатується в даний час згідно ресурсу, зумовленого їхнім технічним станом. Вага діагностики і прогнозування технічного стану цієї авіаційної техніки з часом невпинно зростає. Тому, актуальною є задача дослідження ресурсів, строків служби, безпеки польотів, технічного стану редукторів вертольотів, а також оцінки їх залишкового ресурсу.

Мета статті. Дослідження ресурсів, строків служби, технічного стану редукторів вертольотів та оцінка їх залишкового ресурсу.

Виклад основного матеріалу. Загальною рисою всіх вертольотів Ми-8 та їх модифікацій є наявність складної розгалуженої механічної трансмісії. Силова установка вертольоту складається (рис.1) [4] з двох газотурбінних двигунів (ГТД), головного редуктора, хвостового валу 3, проміжного редуктора і хвостового редуктора. Конструкції і кінематичні схеми головних, проміжних та хвостових редукторів розглянуті нами в [4].

Надійність вертольотів багато в чому визначається надійністю таких його роторних динамічних систем, як елементи силової установки – двигуни, приводи агрегатів, зубчасті передачі редукторів. Основою трансмісії вертольоту є головний редуктор. Роторні агрегати є уразливими з точки зору забезпечення безпеки польотів, тому, що вони відносяться, як правило, до нерезервованих і не мають дублюючих систем. Порушення роботи зубчастих передач редукторів може призвести як до відмови окремих агрегатів, так і до припинення роботи авіаційного двигуна.

На головному редукторі встановлюються механізми управління несучими гвинтами, а також монтується більшість допоміжних агрегатів, привід яких вони здійснюють: гідронасоси, генератори, компресори (рис.13.7) [5].

Згідно статистичних даних щодо дефектності великого парку авіаційної техніки більшість її виробників і авіакомпаній відносять втомне руйнування до найбільш суттєвого експлуатаційного пошкодження (31% від загального числа дефектів у металічних конструкціях). Тому під час контролю технічних систем вертольотів особливе місце займає проблема моніторингу вироблення втомного ресурсу найбільш відповідальних (критичних) елементів конструкції [6].

До цього часу існують два підходи до реалізації ресурсних показників експлуатованих авіаконструкцій, які закладаються ще під час проектування: за безпечним ресурсом і за безпечним пошкодженням [6].

За першим підходом конструкція експлуатується заданим обмеженим часом, що вимірюється в годинах або кількістю циклів польоту. При подальшій експлуатації понад цей обмежений час, накопичені пошкодження можуть призвести до руйнування елементів конструкції, тому, застосовується принцип поетапного встановлення і продовження призначених ресурсів аж до списання конструкції за умовами міцності при довготривалій експлуатації.

За другим підходом передбачають, що дефекти існують завжди, навіть в нових конструкціях. Виходячи з цього, ще під час проектування передбачається можливість

пошкодження або руйнування елементів конструкції і забезпечується неможливість втрати їх працездатності по причині таких пошкоджень. В цьому випадку забезпечення безпеки польотів базується на припущенні можливої появи і розповсюдженні втомних тріщин до досягнення ними обмеженої довжини в тих чи інших зонах двигуна або планера [6].

Ресурси і строки служби редукторів вертольотів Ми-8 та їх модифікацій. В таблиці 1 згідно Бюлетеня № М 2674-БЭ-АБ від 24.12.2009 р., затвердженого Генеральним конструктором ТОВ “МВЗ ім. М.Л. Міля”, який поширюється на вертольоти типу Ми-8 та їх модифікації, що знаходяться за межами рф, детально представлені ресурси і строки служби головних, проміжних і хвостових редукторів вертольотів Ми-8 та їх модифікацій.

Таблиця 1

Ресурси і строки служби головних, проміжних і хвостових редукторів вертольотів Ми-8

Головний редуктор ВР-8А (ВР-8)							
№ серії	До 1-го ремонту		Міжремонтний		Призначений		Примітки
	Годин	Років	Годин	Років	Годин	Років	
з № СР 851001 до № СР 871004	400	5	400	6	7500	-	
з № СР 871004 до № СР 8911001	750	5	750	6	7500	-	
з № СР 8911001	1000	12*	1000	12*	12000	-	* 10 років безпосер. експл-ції
з № СР 8231001	1500	12*	1500	12*	12000	-	
Проміжний редуктор							
8А-1515-000	3000	10	3000	8	15000	-	
8М-1515-000	3000	15	3000	15	12000	-	
Хвостовий редуктор							
24-1517-000	1500	10	1000	8	8000*	-	*Після відпрацов. признач. ресурсу списати
246-1517-000	3000	10	3000	8	15000	-	
8М-1517-000	3000	15	3000	15	12000	-	

Згідно Рішення № РБ.Ми-8 МСБ-В.001.2015 по уточненню бюлетеня № В 08-001-БЭ-В “ресурси та строк служби вертольотів Ми-8МСБ В, їх агрегатів та комплектуючих виробів” стосовно проміжних і хвостових редукторів представлено в табл.2.

Таблиця 2

Ресурси і строки служби проміжних і хвостових редукторів вертольотів Ми-8МСБ-В

Проміжний редуктор							
8А-1515-000	3000– 4500	10–15	3000– 4500	8–15	-	-	
8М-1515-000	3000	15	3000	15	12000	-	
Хвостовий редуктор							
24-1517-000	1500	10	1000	8	8000	-	
246-1517-000	3000 – 4500	10–14	3000 – 4500	8–14	-	-	
8М-1517-000	3000	15	3000	15	12000	-	

Проміжний редуктор 8А-1515-000 і хвостовий редуктор 246-1517-000 до першого ремонту (міжремонтний) з 3000 до 4500 годин етапами по 500 годин.

Строк служби до першого ремонту з 10 (міжремонтний – з 8) років до 14 років (для проміжного редуктора – до 15 років) етапами по 1 – 1,5 роки.

Бюлетенем № М 2674-БЭ-АБ, затвердженим Генеральним конструктором ТОВ “МВЗ ім. М.Л. Міля” 24.12.2009 р., ставлять вимоги до відома авіакомпанії, що експлуатує вертольоти Ми-8 та їх модифікації в цивільному варіанті виконання, про встановлені ресурси і строки служби випуску з 01.05.1977 р.:

- призначений ресурс 26000 годин;
 - призначений строк служби 35 років;
 - ресурс до першого ремонту 2000 годин;
 - строк служби до першого ремонту 8 років;
 - міжремонтний ресурс 2000 годин;
 - міжремонтний строк служби 8 років;
- випуск до 01.05.1977 р.:

- призначений строк служби 35 років;
- міжремонтний строк служби 8 років;

- призначений ресурс 15000 годин і міжремонтний ресурс 1000 годин зберігаються без змін.

За результатами оцінки спеціалістами ТОВ “МВЗ ім. М.Л. Міля” технічного стану конкретного вертольоту можливе збільшення йому вказаних вище ресурсів і строків служби. Роботи з індивідуального збільшення ресурсів і строків служби виконуються на контрактній основі.

Головний редуктор ВР-8А (ВР-8) експлуатувати у відповідності до ресурсів і строків служби, вказаними в їх формулярах.

Проміжний 8АТ-1520-00 і хвостовий 8АТ-1730-000 (8АТ-1720-000) редуктори експлуатації не підлягають.

В індивідуальному порядку можливе збільшення ресурсів і строків служби до першого ремонту і міжремонтних проміжного і хвостового редукторів (головного – ні) за результатами оцінки їх технічного стану спеціалістами ТОВ “МВЗ ім. М.Л. Міля”.

З порівняння ресурсів і строків служби (Бюлетеня № М 2674-БЭ-АБ від 24.12.2009 р. і Рішення № РБ.Ми-8 МСБ-В.001.2015 по уточненню бюлетеня № В 08-001-БЭ-В) можна зробити наступні висновки:

- для проміжного редуктора 8А-1515-000 строк служби до 1-го ремонту і міжремонтний підвищені з 3000 до 4500 годин (з 10 до 15 років); здійснюється етапами по 500 годин (за 1–1,5 роки);

- для проміжного редуктора 8М-1515-000 вказані строки залишилися незмінними.

Що стосується призначених строків служби, то для проміжного редуктора 8А-1515-000 він не призначений, а для редуктора 8М-1515-000 залишився на попередньому рівні (12000 годин).

Для хвостових редукторів:

- 24-1517-000 всі строки служби залишилися незмінними;

- 246-1517-000 строк служби до 1-го ремонту посунутий в бік збільшення з 3000 до 4500 годин (з 10 до 14 років), а міжремонтний – аналогічно з 3000 до 4500 годин (з 8 до 14 років).

- 8М 1517-000 всі строки залишилися на попередньому рівні.

Щодо призначеного строку служби, то для редуктора 246-1517-000 прочерк в таблиці означає, що він не призначений. Для хвостового редуктора 24-1517-000 після відпрацювання призначеного ресурсу (8000 годин) треба його списати (згідно бюлетеню № М 2674-БЭ-АБ), а ось в Рішенні після відпрацювання такого ж строку (8000 годин) про це не сказано.

Що стосується головного редуктора (див. табл.1), то в Рішенні про це нічого не сказано, тобто його експлуатацію у складі вертольотів Ми-8МСБ-В слід виконувати в межах показників, зазначених у відповідних формулярах.

Розподіл парку двигунів та головних редукторів за напрацюванням і статистика безпеки польотів вертольотів типу Ми-8. Розподіл парку двигунів типу ТВ2-117 за напрацюванням з початку експлуатації (ЗПЕ) представлений на рис.1 [6]. При цьому загальне напрацювання існуючого парку складало 16,7 млн. годин. Наявний ресурс при діючому призначеному ресурсі 12000 год. складає 28,6 млн. год. Наявний ресурс при діючому призначеному ресурсі 13500 годин – 32,2 млн. год.

Як бачимо з рис.1, під час нарощування кількості двигунів (понад 240) йде відповідне зростання напрацювання, яке досягає 4...5 тисяч годин (10,2 % від загальної кількості). При подальшому спаді кількості двигунів (біля 190) напрацювання складає 5...7 тисяч годин. Зростання кількості двигунів до більш, ніж 280, супроводжується зростанням напрацювання від 7 до майже 11 тисяч годин, максимальний показник (11,9 %) має місце при напрацюваннях в межах 10...11 тисяч годин. Після цього залишається більше 220 двигунів з напрацюванням до майже 12000 годин (9,5 %).

Розподіл парку головних редукторів ВР-8 за напрацюванням з початку експлуатації представлений на рис.2 [6]. Загальне напрацювання існуючого парку складає 6,8 млн. годин. Належний ресурс при діючому призначеному ресурсі 12000 год. – 11 млн. год. Належний ресурс при діючому призначеному ресурсі 13500 годин – 12,4 млн. год.

Майже аналогічна двигунам картина спостерігається і в розподілі парку головних редукторів за напрацюванням (рис.2). Під час нарощування кількості головних редукторів (більше 95) йде відповідне зростання напрацювання, яке досягає 4...5 тисяч годин (10,4 % від загальної кількості). При подальшому спаді кількості головних редукторів (майже 70) напрацювання складає 5...7 тисяч годин. Тимчасове зростання кількості головних редукторів до біля 90 з напрацюванням 7...8 тисяч годин переважається падінням кількості головних редукторів до майже 65 з напрацюванням в межах 8...9 тисяч годин. Але подальше зростання кількості головних редукторів до понад 120 супроводжується відповідним зростанням напрацювання до майже 12000 годин (13,3 % від загальної кількості). Після цього залишається ще понад 30 головних редукторів з напрацюванням до 13 тисяч годин (3,5 %) і навіть три редуктори з напрацюванням більше 13000 годин (0,3 %).

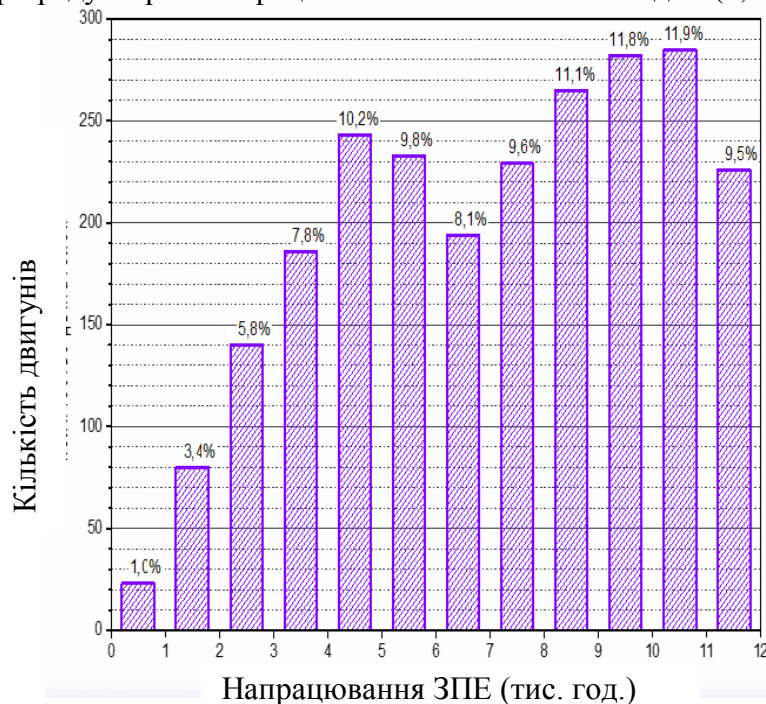


Рис.1. Розподіл парку двигунів типу ТВ2-117 за напрацюванням з початку експлуатації

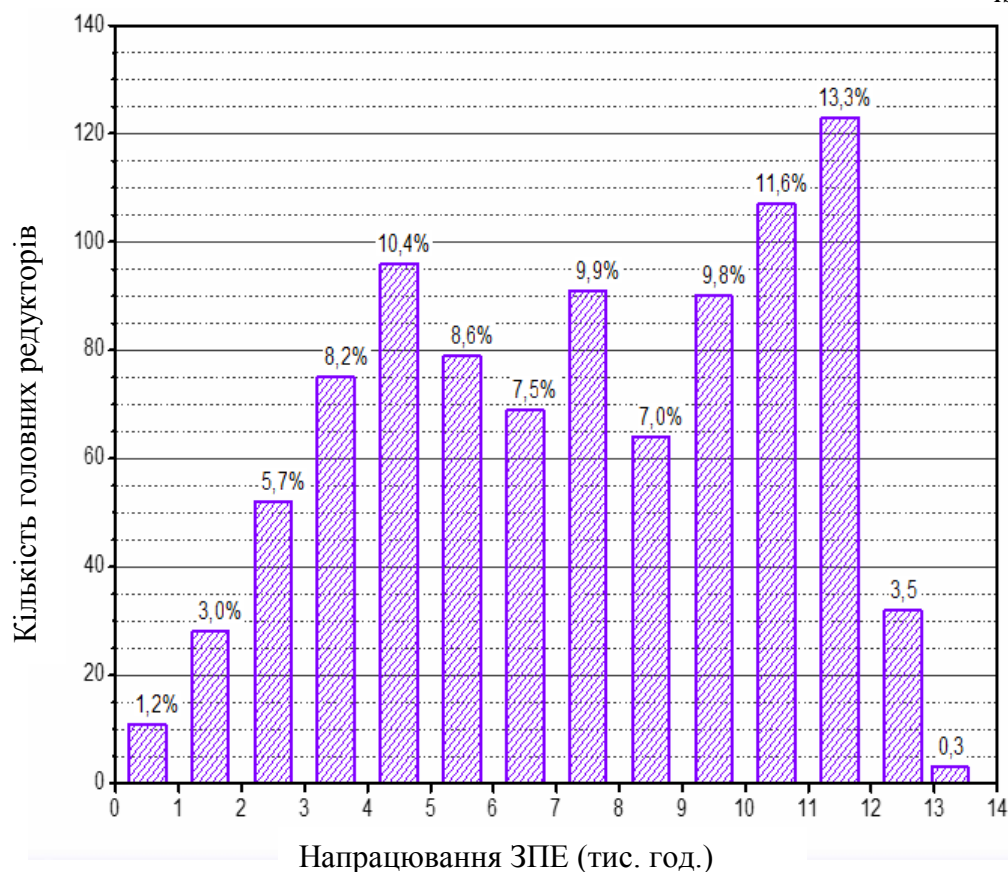


Рис.2. Розподіл парку головних редукторів ВР-8 за напрацюванням

Під час реалізації підходу за принципом безпечного пошкодження найважливішим фактором стає необхідність моніторингу технічного стану кожного важливого вузла і можливість прогнозування його залишкового ресурсу.

Оцінка залишкового ресурсу вузла діагностування за значеннями граничного і поточного рівнів вібрації. В результаті проведення вимірів вібрацій головного редуктора вертольоту були отримані масиви значень рівня вібрації по п'яти інформаційних смугах вібрацій вузлів діагностування – роторні вібрації, вібрації, що збуджуються підшипниками і зубчастими колесами. Вимірюванням підлягали дві групи агрегатів – редуктори, які не проходили ремонт, і редуктори після ремонту. Їх загальна чисельність складала 15 головних редукторів ВР-14 [8].

На основі результатів застосування методу найменших квадратів до масивів даних були отримані залежності, представлені на рис.3. Регресійні залежності характеризують динаміку росту рівня вібрації для конкретних елементів конструкції досліджуваних редукторів. Оціночні значення рівнів вібрацій для різних значень часу напрацювання головних редукторів на рис.6 показані суцільною лінією. Межі довірчого інтервалу (при довірчій ймовірності $P_{\partial}=0,95$) і апроксимації відхилення експериментальних даних від лінії регресії нормальним розподіленням виділені штриховими лініями [8].

З рис.3 видно що зміна рівня вібрацій на частоті проявлення дефектів тіл кочення підшипників близька до лінійного закону. Рівень вібрації редукторів вертольотів у контрольних точках не повинна перевищувати допустимої величин $[L_p]$, яка нормується в технічній документації. При достроковому досягненні рівня вібрації в контрольній точці експлуатація редуктора припиняється. У випадку вичерпання нормованого ресурсу редуктора та недостиження допустимого рівня вібрації, його експлуатація може бути продовжена.

На рис.4 приведена розрахункова схема для визначення продовженого та залишкового ресурсів. Для прогнозування ресурсу достатньо проводити вимірювання рівня вібрації через певні проміжки часу.

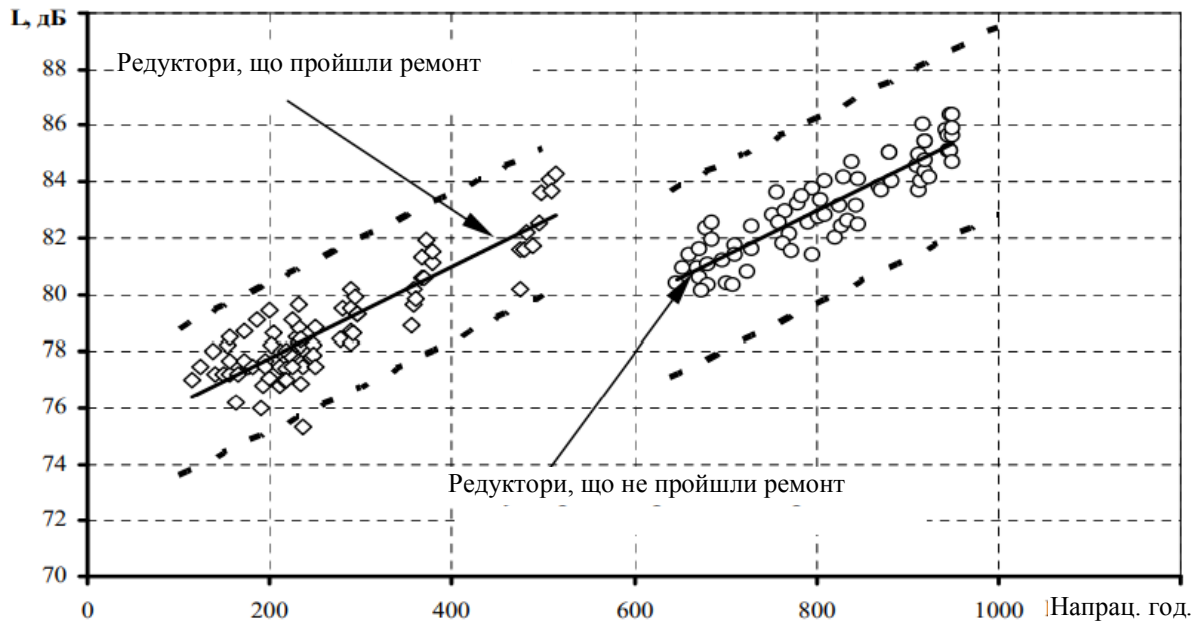


Рис.3. Зміна рівня вібрацій на частоті проявлення дефектів тіл кочення підшипників [8]

На рис.4 позначено час вимірювання T_0, T_1 , рівні вібрації редуктора в контрольних точках L_1, L_2, L_p .

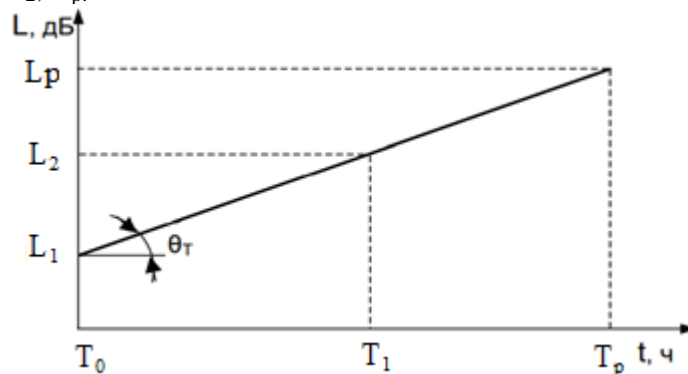


Рис.4. Залежність рівнів вібрації від напрацювання [8]

Використовуючи властивості лінійної залежності, зв'язок допустимого рівня вібрації та ресурсу має наступний вигляд:

$$L_p = L_1 + \operatorname{tg}(\theta) \cdot T_p = L_1 + \frac{(L_2 - L_1)}{(T_2 - T_1)} \cdot T_p. \quad (1)$$

Очікуваний час напрацювання до ресурсу визначиться виразом:

$$T_p = \frac{(L_p - L_1)}{(L_2 - L_1)} \cdot (T_2 - T_1). \quad (2)$$

Величина залишкового ресурсу визначиться виразом:

$$T_s = T_p - T_2. \quad (3)$$

При недосягненні допустимого рівня вібрації виробу термін його експлуатації можливо продовжити на термін, який не повинен перевищувати 20 % часу спостереження за рівнем вібрації при експлуатації.

Принцип безпечного пошкодження дозволяє перейти до експлуатації конкретного екземпляру вертольоту за фактичним технічним станом, за умови застосування ефективних засобів і методики контролю елементів конструкцій під час експлуатації. Це дає можливість більш повного використання ресурсних можливостей парку ЛА, збільшення нальотів і зниження експлуатаційних витрат.

Висновки. Ресурси і строки служби вертольотів типу Ми-8, випущених ще в кінці 70-х – на початку 80-х років минулого століття і розрахованих на 35 років експлуатації, давно вичерпані. Тому цілком доцільним є перехід до експлуатації наявного парку вказаних вертольотів за їх технічним станом. Такий перехід підтверджений досвідом експлуатації аналогічної авіаційної техніки провідними державами світу.

Представлені подовжені ресурси і строки служби щодо 1-го ремонту, міжремонтного і призначеного головних, проміжних та хвостових редукторів вертольотів Ми-8 і їх модифікацій згідно відповідних бюлетенів та рішень по їх уточненню дають можливість продовжити експлуатацію наявного парку вертольотів за їх технічним станом.

Приведені дані щодо розподілу за напрацюванням з початку експлуатації парку двигунів та головних редукторів, годин нальоту та їх розподіл підтверджують доцільність переходу до експлуатації вертольотів за їх технічним станом.

Показана можливість оцінки залишкового ресурсу за значеннями граничного і поточного рівнів вібрації головного редуктора ВР-14, для вихідних даних якого застосовуються експериментальні результати вимірювання конкретного редуктора.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Фінадорін Г.О. Возможные пути модернизации боевой авиационной техники ВПС Украины / Г.О. Фінадорін, В.Д. Кудрицький, О.В. Самков // Наука і оборона. – 2001. – Вип. № 4. – С. 55–58.
2. Ulrich T.J. Bishop T. N. Maximum entropy spectral analysis and autoregressive decomposition. Rev. Geophysics, vol. 13, 1975. PP. 183–200.
3. Уваев С.Ф. Сравнительный анализ основных показателей двигателей ТВ2-117 и ТВ3-117, определяющих эффективность безопасного применения вертолетов семейства Ми-8 / С.Ф. Уваев, А.Ф. Цихоцкий, С.П. Юрин, О.В. Лисин. // Научный Вестник ГосНИИГА. – 2020. – Вып. № 30. – С. 9–19.
4. Шаповалов О. Конструкції, кінематичні схеми та технічні характеристики вертольотних редукторів / Олег Шаповалов, Денис Колесник, Олег Пилипенко. // Науковий журнал Технічні науки та технології. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – Вип. № 2(12). – С. 34–48.
5. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: справочник; под ред. Э.Б. Вулгакова. – м.: Машиностроение, 1981. – 375 с.
6. Осипов Н.Д. Некоторые вопросы эксплуатации вертолетов Ми-8Т. – НЦ ПЛГВС ГосНИИ ГА, отдел 132. – 2012. – 21 с.
7. Roy Fox. Improving Helicopter Safety. International Helicopter Safety Symposium 2005. Montreal, Quebec, Canada. September 26–29, 2005.
8. Осипов Н.Д.. Безопасность авиационной деятельности на вертолетах типа МИ-8 / Н.Д. Осипов // Научный Вестник ГосНИИ ГА. – 2014. – Вып. № 5. – С. 64–70.
9. Субботин Р.С. Анализ авиационных событий, произошедших с вертолетами МИ-8МТВ-1 и МИ-8АМТ за 5,5 лет / Р.С. Субботин // Научный Вестник ГосНИИГА. – 2017. – Вып. №16. – С. 82–88.

10. 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. – Київ, 2020. – 49 с.

11. Войтов В.А. Переход к эксплуатации по техническому состоянию главного редуктора вертолета с контролем вибрационных характеристик / В.А. Войтов, М.Н. Орловский, В.Н. Чернявский // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2009. – Вып. № 42. – С. 97–102.

12. Игнатович С. Перспективы использования бортовых автоматизированных систем контроля усталостного ресурса авиационных конструкций / С. Игнатович, М. Карускевич, Н. Бурау, В. Краснопольский // Вісник ТНТУ. – 2011. – Спецвипуск (механіка та матеріалознавство). – Ч. 2. – С. 136–143.

Пилипенко Олег Іванович

доктор технічних наук, професор,
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації озброєння та
військової техніки, Чернігів, Україна.
<https://orcid.org/0000-0003-0590-0107>
E-mail: opilip@ukr.net
+38050-176-46-87

Кохан В'ячеслав Володимирович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації озброєння та
військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3372-7612>
E-mail: khnvcslv@gmail.com
+38063-944-20-27

Вусатий Юрій Павлович

науковий співробітник Державного
науково-дослідного інституту випробувань
і сертифікації озброєння та військової
техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2172-6129>
E-mail: urri1302@gmail.com
+38097-347-20-15

Журахов Олексій Васильович

науковий співробітник Державного
науково-дослідного інституту випробувань
і сертифікації озброєння та військової
техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4547-1546>
E-mail: laos00000@gmail.com
+38066-284-06-44

Oleg Pilipenko

Doctor of Technical Sciences, Professor, Lead
Researcher of State Scientific Research
Institute of Armament and Military Equipment
Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine.
<https://orcid.org/0000-0003-0590-0107>
E-mail: opilip@ukr.net
+38050-176-46-87

Viacheslav Kokhan

Senior researcher of State Scientific Research
Institute of Armament and Military Equipment
Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3372-7612>
E-mail: khnvcslv@gmail.com
+38063-944-20-27

Yurii Vusatui

Researcher of State Scientific Research
Institute of Armament and Military Equipment
Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2172-6129>
E-mail: urri1302@gmail.com
+38097-347-20-15

Oleksii Zhurakhov

Researcher of State Scientific Research
Institute of Armament and Military Equipment
Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4547-1546>
E-mail: laos00000@gmail.com
+38066-284-06-44

Сиворакша Дмитро Вікторович
науковий співробітник Державного
науково-дослідного інституту випробувань
і сертифікації озброєння та військової
техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0715-7858>
E-mail: SDV1976@ukr.net
+38093-148-92-18

Dmytro Sivoraksha
Researcher of State Scientific Research
Institute of Armament and Military Equipment
Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0715-7858>
E-mail: SDV1976@ukr.net
+38093-148-92-18

**RESOURCES, SERVICE LIFE AND ASSESSMENT OF THE
RESIDUAL LIFE OF MI-8 HELICOPTER REDUCERS
O Pilipenko, V Kohan, Y Vusatui, O Zhurakhov and D Sivoraksha**

The resources and service life of Mi-8 helicopters, produced back in the late 70s – early 80s of the last century and designed for 35 years of operation, have long been exhausted. Therefore, it is quite expedient to switch to the operation of the existing fleet of these helicopters according to their technical condition. Such a transition is confirmed by the experience of operating similar aircraft by the leading world powers.

The presented extended resources and service life up to the 1st overhaul, overhaul and designated main, intermediate and tail gearboxes of Mi-8 helicopters and their modifications in accordance with the relevant bulletins and decisions to clarify them, make it possible to extend the operation of the existing fleet of helicopters according to their technical condition.

The possibility of estimating the residual life by the values of the boundary and current levels of vibration of the main gearbox VR-14 is shown, for the initial data of which the experimental results of measuring a particular gearbox are used.

Keywords: *resources, service life, flight safety, assessment of the residual life of gearboxes of Mi-8 helicopters.*