

УДК 629.7.083

*ДУДКІН І.П., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*

*ХРАМЧЕНКО В.А., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник*

*ВОЗНЮК М.М., заступник начальника науково-дослідного відділу, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*

*АГАМОВ Л.Г., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник*

## **ШЛЯХИ ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО СТАНУ ВИРОБІВ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*Розглянуто послідовність дій та варіанти рішень щодо визначення граничного стану виробу бортового обладнання (БО) військової авіаційної техніки (ВАТ)*

*Ключові слова: бортове обладнання, військова авіаційна техніка, граничний стан, критерій граничного стану, метод технічної експлуатації*

Завдання підтримання справності існуючого парку ВАТ припускає, серед іншого, здійснення комплексу організаційно-технічних заходів і наукових досліджень щодо продовження (збільшення) встановлених показників виробів ВАТ, переведення виробів ВАТ на експлуатацію за технічним станом.

У зв'язку з цим є актуальне завдання визначення для виробу ВАТ граничного стану (ГС) - стану, за яким подальша експлуатація виробу ВАТ неприпустима чи недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе чи недоцільне [1]. Як відомо [1, 2], ГС виробу ВАТ може бути заданий або встановленими (призначеними) показниками (ресурсом та (чи) строком служби), або областю непрацездатних станів, або областю передвідмовних станів.

Перехід виробу БО у граничний стан тягне за собою тимчасове чи остаточне припинення експлуатації виробу. Як тільки виріб БО досягне ГС, його треба зняти з експлуатації, направити у середній або капітальний ремонт, списати, знищити чи передати для застосування не за призначенням. Якщо критерій ГС встановлено з міркувань безпеки зберігання та (чи) транспортування виробу, то, як тільки виріб БО досягне ГС, зберігання та (чи) транспортування виробу треба припинити. В інших випадках треба припинити застосування виробу за призначенням [3].

Завдання визначення ГС може бути поставлено тільки відносно тих виробів БО, для яких ще не визначено методу технічної експлуатації (ТЕ) - сукупності правил визначення критерію граничного стану виробу ВАТ, а також видів і складу робіт з технічного обслуговування та ремонту виробу ВАТ під час експлуатації відповідно до встановленого критерію граничного стану [2]. Річ у тім, що якщо

для деякого виробу БО визначено метод ТЕ, то це означає, що в експлуатаційній документації на виріб (перш за все – у регламенті технічного обслуговування) зазначено притаманний для нього вид граничного стану, відповідний момент заміни (відновлення) та склад робіт з технічного обслуговування і ремонту (ТОіР).

Виходячи з понять “метод ТЕ”, “граничний стан”, “критерій граничного стану” [1, 2], можна запропонувати таку послідовність дій, результатом яких буде опис граничного стану виробу БО й правила визначання моменту заміни (відновлення) та складу робіт з ТОіР (рис.):

визначення методу ТЕ виробу;

формування критерію ГС виробу;

формування режимів ТОіР, тобто умов виконання ТОіР, що містять переліки та періодичності виконання робіт на виробі БО [4].

Під час **визначання методу ТЕ** виробу БО треба враховувати сформульовані в [5] висновки, що впливають із прийнятих методів ТЕ:

а) для методу технічної експлуатації за ресурсом (ТЕР) запроваджують, що ймовірність відмови будь-якого виробу даного типу за визначений інтервал напрацювання в очікуваних умовах експлуатації не перевищить заданого значення. Це відповідає встановленню однакового ресурсу всім виробам даного типу без додаткового контролю технічного стану і умов експлуатації. Значення ресурсу, ранжироване за особливими ситуаціями польоту через відмову даного виробу, встановлюють відомими способами розрахунку;

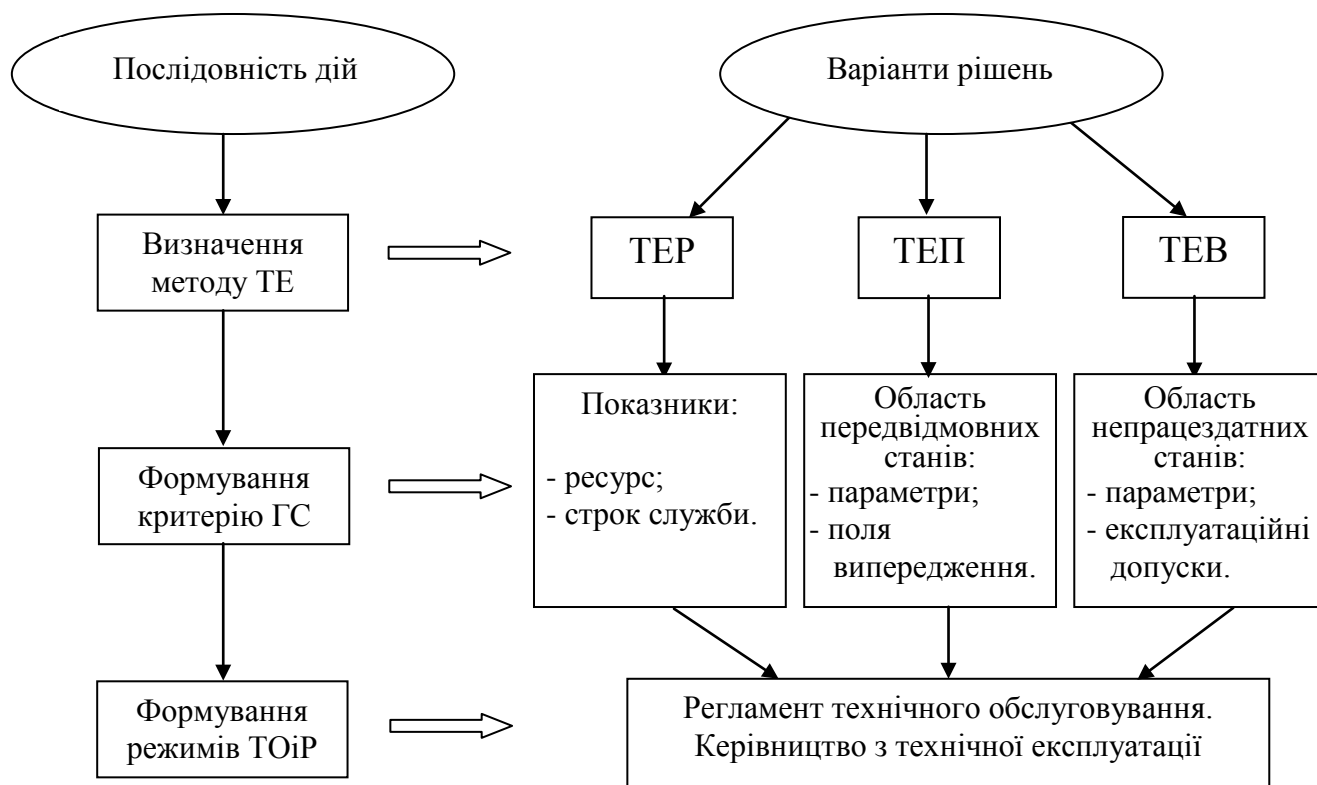


Рис. Послідовність дій та варіанти рішень щодо визначення граничного стану виробу БО

б) для методу технічної експлуатації до передвідмовного стану (ТЕП) запроваджують, що ймовірність відмови кожного конкретного виробу в реальних умовах експлуатації не перевищить заданого значення. Це відповідає встановленню індивідуального ресурсу кожному виробу за результатами параметричного контролю технічного стану і умов експлуатації;

в) для методу технічної експлуатації до відмови (ТЕВ) запроваджують, що кількість відмов виробів за визначений інтервал напрацювання не перевищить заданого значення. Це відповідає встановленню гамма-відсоткового ресурсу парку виробів без додаткового контролю їх технічного стану і умов експлуатації.

Наведені висновки поширюють і на встановлення строків служби виробів.

Вибір методів ТЕ, згідно із рекомендаціями [5], слід виконувати в такій послідовності:

1. Аналізують усі можливі види відмов виробу.
2. Оцінюють їх наслідки.
3. Установлюють необхідність планового контролю працездатності цього виробу під час технічного обслуговування (ТО).
4. Аналізують причини відмов виробу.
5. Установлюють категорії важливості видів відмов.
6. Здійснюють вибір методу ТЕ цього виробу.

З точки зору економічної ефективності очевидною у більшості випадків є така послідовність у виборі методу ТЕ [5]: ТЕВ – ТЕП – ТЕР. Тому вибір методу ТЕ виробу БО необхідно здійснювати передусім на основі так званої функціональної значущості виробу та характеристик його надійності. Функціональна значущість (ФЗ) виробу визначає в основному метод ТЕ, а надійність в поєднанні з ФЗ – частоту чи інтервал проведення контролю технічного стану та можливої заміни за результатами цього контролю виробу, що досяг граничного стану.

З урахуванням викладеного, як методику визначення для виробу БО методу ТЕ можна запропонувати відому Тимчасову методику розподілу комплектувальних виробів літальних апаратів на групи [6]. При цьому для виробів БО, що увійшли до групи № 1, призначаємо метод ТЕР, до груп № 2а і 2б – метод ТЕП, до групи № 3 – метод ТЕВ.

**Формування критерію ГС** виробу БО, для якого визначено метод ТЕР, полягає у встановленні кількісних значень ресурсу (міжремонтного, призначеного) та (чи) строку служби (строку зберігання) до ремонту певного виду чи до списання.

Призначений ресурс – це сумарний наробіток, при досягненні якого експлуатацію виробу належить припинити незалежно від його технічного стану [1]. Тому після закінчення призначеного ресурсу (строку служби, строку зберігання) виріб належить вилучити з експлуатації та повинно бути прийняте одне з рішень, передбачених відповідною нормативною документацією: скерувати в ремонт; списати; знищити; дослідити та встановити новий призначений ресурс.

Для абсолютної більшості виробів ВАТ ресурс – тривалість роботи в годинах. Тому призначений ресурс виробу  $T_{прв}$  можна обчислити за формулою ймовірності того, що ресурс  $t_{рв}$  виробу буде не менше як призначений:

$$P_{pe}(t_{pe} \geq T_{npe}) = \int_{T_{npe}}^{\infty} f(t_{pe}) dt_{pe},$$

де  $f(t_{pe})$  - щільність розподілу ресурсу виробу.

На практиці є можливі ситуації, коли  $t_{pe} > T_{npe}$ , тобто у виробу закінчено призначений ресурс, але він є працездатний. Природно виникає питання про доцільність продовження експлуатації такого виробу. Вирішення цього завдання залежить від результатів більш детального аналізу технічного стану виробу з використанням статистичних даних з експлуатації та теорії прогнозування відмов.

Призначений строк служби і призначений ресурс є техніко-експлуатаційні характеристики, що не належать до показників надійності (показників довговічності). Однак під час установа призначеного строку служби і призначеного ресурсу беруть до уваги прогнозовані (чи досягнуті) значення показників надійності. Якщо встановлено вимогу безпеки, то призначений строк служби (ресурс) повинен відповідати значенням імовірності безвідмовної роботи відносно критичних відмов, близьким до одиниці. З міркувань безпеки може бути також уведено коефіцієнт запасу по часу.

Відносно виробів БО, для яких визначено метод ТЕВ, треба задати область працездатних (або непрацездатних) станів шляхом визначення експлуатаційних допусків для вибраної мінімальної сукупності параметрів, що однозначно характеризують вид технічного стану виробів БО. Тобто, якщо в експлуатаційній документації на виріб визначено набір контрольованих параметрів і їх експлуатаційні допуски, то можна вважати, що для цього виробу БО область працездатних станів задано.

Для кожного типу виробів БО, що їх будуть експлуатувати за методом ТЕП, треба задати області працездатних і передвідмовних станів шляхом визначення відповідно експлуатаційних і випереджуючих допусків для вибраної мінімальної сукупності параметрів, які однозначно характеризують вид технічного стану виробу. Якщо в експлуатаційній документації на виріб область працездатних станів задано, то необхідно визначити випереджуючі допуски, наприклад, за методикою [7].

Заключним етапом у завданні визначення ГС виробу є **формування режимів технічного обслуговування (ремонт)**, що можна здійснити, наприклад, за методикою [7]. При цьому в межах методу ТЕ, що його розглядають, виконують попередній вибір можливих стратегій ТО виробу БО на основі інженерного аналізу впливу характеристик надійності виробу БО на безпеку польотів та з урахуванням логічних схем прийняття рішення.

Якщо за результатами аналізу вибрано тільки одну стратегію ТО виробу, то вона і є остаточно вибрана, й подальший вибір припиняють. Якщо вибрано більше однієї стратегії ТО виробу БО, то подальший вибір оптимальної стратегії виконують у послідовності, наведеній в [7]. Одночасно для визначених обсягів робіт вибирають оптимальні періодичності ТО виробів БО певного типу.

Отримані результати знаходять відображення у вигляді змін до регламентів технічного обслуговування відповідних типів літальних апаратів та керівництв з технічної експлуатації виробів ВАТ.

Таким чином, запропоновано методику визначення (призначення) ГС виробу БО, на підставі чого можна з урахуванням поточного технічного стану виробу БО визначити граничний строк його експлуатації.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
2. ВСТ 01.204.001. Інженерно-авіаційне забезпечення. Порядок переведення військової авіаційної техніки на експлуатацію за технічним станом. Терміни та визначення.
3. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
4. ГОСТ 28056-89. Документация эксплуатационная и ремонтная на авиационную технику. Построение, изложение, оформление и содержание программы технического обслуживания и ремонта.
5. Деркач О.Я. Формирование систем технического обслуживания самолетов при их создании. – М.: Машиностроение, 1993. – 223 с.
6. Тимчасова методика розподілу комплектувальних виробів літальних апаратів на групи. (Уведено в дію вказівкою головного інженера авіації Повітряних Сил Збройних Сил України від 12.02.2009 р. № 420(0009)).
7. Техническая эксплуатация авиационного оборудования / Под ред. В.Г.Воробьева. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.

*Надійшла до редакції 01.10.2014*