

О.М. Добриденко, М.С. Стрела, О.В. Карпенко

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАКІВ ТИПУ СУ-27, ЯКІ ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ В УМОВАХ ДІЇ ПРАВОВОГО РЕЖИМУ ВОЄННОГО СТАНУ

Інтенсивність сучасних бойових дій викликала необхідність задіяння літаків Повітряних Сил, які знаходились на довготривалому зберіганні. Фахівці інженерно-авіаційної служби виконують роботи з відновлення справного стану, оцінюють технічний стан конструкції спираючись на власний досвід експлуатації цих літаків під час особливого періоду. Проте, це може призвести до суб'єктивізації таких оцінок та інцидентів (аварій).

Метою статті є висвітлення результатів досліджень щодо розробки методичних рекомендацій з прийняття рішення щодо допуску до чергового етапу експлуатації виробів авіаційної техніки Повітряних Сил Збройних Сил України в умовах дії правового режиму воєнного стану на прикладі літака типу Су-27.

В статті наведено дослідження основних проблем, із якими зустрічаються фахівці інженерно-авіаційного складу під час виконання робіт з продовження ресурсних показників; дослідження впливу терміну простою авіаційної техніки на її технічний стан; проаналізовано етапи відновлення, та особливо перший, найбільш затратний та важкий етап відновлення; проаналізовано чинники, які впливають на фінансові, трудові та матеріальні затрати відновлення; створено дієвий алгоритм прийняття рішення щодо можливості подальшого продовження ресурсних показників літакам типу Су-27 на етапах продовження ресурсних показників в умовах дії правового режиму воєнного стану.

Ключові слова: визначальні параметри, технічний стан, ресурс, воєнний стан, Су-27, відновлення, продовження ресурсних показників.

Вступ

У зв'язку із веденням повномасштабних бойових дій Збройними Силами України (далі – ЗСУ) з активним залученням авіаційної техніки Повітряних Сил (далі – ПС) ЗСУ є актуальним завдання щодо забезпечення авіаційних військових частин максимально можливою кількістю літальних апаратів, які здатні виконувати бойові завдання. Зокрема, одним із найбільш затребуваних типів літальних апаратів є літак типу Су-27, який охоплює широкий функціонал від винищувача-бомбардувальника до спецлітака, з якого виконуються спеціальні бойові завдання.

Фахівці інженерно-авіаційної служби (далі – ІАС) авіаційних військових частин разом із фахівцями авіаційних ремонтних підприємств вирішують завдання допуску до подальшої експлуатації авіаційної техніки (далі – АТ), зокрема і тієї, яка перебувала на тривалому зберіганні, на підставі положень Правил інженерно-авіаційного забезпечення під час приведення авіаційних військових частин у вищі ступені бойової готовності та в умовах особливого періоду, затверджених наказом Генерального штабу ЗСУ від

05.12.2017 № 427, наказу командувача Повітряних Сил ЗСУ від 19.04.2022 № 52, а також вказівок головного інженера, які ввели Перелік обов'язкових робіт та перевірок працездатності авіаційної техніки, що виконуються під час виконання робіт зі збільшення ресурсу (продовження строку служби) за типами (далі – Перелік робіт).

Проте, при виконанні робіт під час продовження ресурсних показників авіаційної техніки, фахівці ІАС виконують оцінку її поточного технічного стану, зазвичай, опираючись на власний досвід. Це призводить до суб'єктивізації таких оцінок, що може негативно вплинути на точність оцінки технічного стану.

Постановка проблеми. Метод експертів, що застосовується під час таких оцінок, зазвичай є найшвидшим та єдиним засобом виконання таких оцінок. Суб'єктивність суджень експертів у таких випадках намагаються зменшити за рахунок застосування різних методів технічного контролю. Зазвичай це засоби неруйнівного контролю та системи обліку інтенсивності виробітку ресурсних показників.

Наразі ті засоби технічного контролю, що застосовують в авіаційних частинах, вже є фізично і

морально застарілі та не надають необхідної інформації про технічний стан техніки, якій необхідно продовжувати ресурсні показники. Система обліку виробітку ресурсних показників наразі теж не повною мірою забезпечує експертів необхідною інформацією про поточний технічний стан авіаційної техніки.

Всі ці фактори можуть призвести до різного роду інцидентів, та навіть аварій, що також можуть спричинити зрив виконання бойового завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж тривалого часу супроводженням експлуатації та ремонту парку літаків ПС ЗСУ займається Державний науково-дослідний інститут авіації (далі – ДНДІА).

Відповідно, старіння парку літаків потребувало все більше нових методів підтримання справності та безпечної експлуатації літаків. Тому, із кожним новим циклом продовження ресурсних показників науковці ДНДІА створювали нові та удосконалювали існуючі методи визначення технічного стану авіаційної техніки (далі – АТ) як в мирний час [1; 4, с. 26, 27, 32, 60...71; 6, п.1.2, п.1.4, п.1.5, п.2; 8, с. 29...53, 76, 79...101], так і в

особливий період [2; 3, с. 107...116, 119...121, 134...137, 147...149, 178...230; 5, с. 33, 77, 117; 7, с. 33...37, 44...55]. Із початком повномасштабних бойових дій науковці ДНДІА виконували оцінку технічного стану АТ і в умовах дії правового режиму воєнного стану (далі – ПРВС).

Мета статті – виявлення визначальних параметрів технічного стану літаків типу Су-27 для прийняття рішення щодо допуску до чергового етапу експлуатації виробів авіаційної техніки ПС ЗСУ в умовах ПРВС.

Виклад основного матеріалу

Літаки типу Су-27, що експлуатуються в умовах ПРВС, мають різні напрацювання у продовжених строках служби та нальоту, і так само різну кількість етапів продовження ресурсних показників (далі – Етапи).

При відпрацюванні Переліку робіт на тих літаках, які мали значний часовий простій без напрацювання у групі зберігання авіаційної техніки або в резерві (від 3 до 15 років) виникала значна кількість відмов та виявлялась велика кількість пошкоджень та несправностей (рис. 1).



Рис. 1. Відновлення літака (час простою понад 6 років) під час відпрацювання Переліку робіт на Етапі та усунення бойових уражень

Джерело: розроблено авторами

Уже під час експлуатації на деяких цих літаках виявлення відмов та пошкоджень починало значно зростати, у порівнянні з іншими літаками (як продовженими на Етапах, так і тих, які мали запаси ресурсних показників). З аналізу надійності літаків типу Су-27 можливо зробити висновок, що кількість відмов та пошкоджень, які виникають під час ведення бойових дій, збільшилась приблизно в 6...8 разів, приблизно у два рази збільшився

загальний наліт, та наліт на несправність знизився приблизно у 3 рази.

По-перше, це пов'язано з відновленням літаків на Етапах. Під час виконання Переліків робіт на зазначених літаках виникає значна кількість відмов (зазвичай, чим довше літак мав часовий простій – тим більша кількість відмов та пошкоджень виявляється на цьому літаку особовим складом ІАС).

По-друге, чим більше Етапів пройшов літак, тим більше на ньому виникає відмов та

пошкоджень. Однак це твердження є досить загальним, оскільки кожен літак має власний індивідуальний “потік несправностей та пошкоджень”, який на пряму корелюється з умовами експлуатації кожного літака окремо (кліматичні умови, умови зберігання, інтенсивність нальоту, бойове застосування, серія, особливості конструкції та інше).

Під час проходження Етапів за спеціальностями виникає низка характерних проблем, які наведені нижче.

Планер та його комплектуючі. Найпоширеніше явище – це виникнення тріщин та люфтів у місцях кріплення підйомників (гідроциліндрів) стояків та стулок, а також кріплення стояків та стулок, виникнення тріщин та послаблення (випадіння) заклепок гаргроту (гальмівного щитка). Особливо гостро виникла проблема відсутності постачання витяжних заклепок для ремонту обшивки та гаргроту. Також критичним недоліком при досягненні 200 ± 50 годин нальоту під час відновлення є поступова втрата герметичності паливних баків (підтікання в з'єднаннях), руйнування пінополіуретану в паливних баках (у вигляді крихти) та відповідно забруднення фільтрів палива (в окремих випадках експлуатації необхідно виконувати промивку фільтрів після кожного польоту). Відсутність можливості ремонту електричного якоря механізму приводу флаперонів МПФ-10С підприємствами України значно вичерпує їх запаси, які наразі є критично малими.

Авіаційні двигуни. Основна проблема – значна кількість відмов комплексного регулятора двигуна КРД-99А та виникнення різного роду втрати герметичності ущільнень через неякісні гумо-технічні вироби.

Авіаційне озброєння. Найпоширеніша проблема виникає в системі управління зброєю, а саме в блоках БУР2-10ПМ та БАР-10ПМ. Зазначені блоки мають досить малий ресурс при використанні ракет і авіабомб іноземного виробництва. Також слабкі місця існують в контактній групі монтажної рами блоків 10ПМ, яка руйнується та покривається корозією.

Авіаційне обладнання, електронна автоматика, радіоелектронне обладнання, авіаційний прицільно-навігаційний комплекс. Основним та загальним недоліком для цих спеціальностей можливо виділити застарілу елементну базу (наприклад, конденсатори К52), для якої немає альтернатив. Через значний строк служби та вібраційні навантаження більшість монтажних плат та з'єднань втрачають несучі властивості та руйнуються. Також можливо виділити окислення контактної групи штепсельних

роз'ємів та інших електричних з'єднань через значний строк експлуатації в різних кліматичних умовах, а також критичну недостатність засобів наземного обслуговування.

Засоби аварійного покидання літака. Для цієї спеціальності слід зазначити критичне питання у відсутності піропатронів УДП-2-1 та ПСУ, а також найбільш критичним є стан гумового шлангу герметизації кабіни, який найчастіше має пошкодження трибологічного та втомного характеру.

Досвід експлуатації літаків типу Су-27 із продовження ресурсних показників під час особливого періоду (2014-2020 роки), а також під час дії ПРВС, дозволив зробити висновок, що на літаку зазначеного типу після 200 ± 50 годин нальоту (на Етапах) значно збільшується потік несправностей та пошкоджень, особливо таких як: підтікання паливних баків, втрата герметичності ущільнюючих пакетів, виникнення тріщин та люфтів, послаблення та випадіння заклепок.

Зазначені вище 200 ± 50 годин нальоту складають приблизно 30 % від міжремонтного ресурсу, та при додаванні до нього становлять повний ресурс до першого ремонту.

Аналізуючи отримані дані, можливо зробити висновок, що **наразі більший вплив на технічний стан літака мають саме години нальоту, а не строк служби**. Цей факт можливо обґрунтувати наявністю великого спектру знакозмінних навантажень, що отримує літак під час польоту, та які майже неможливо отримати під час стоянки (простою).

Також з аналізу Переліку робіт літака типу Су-27 можливо зробити висновок, що він є наразі достатнім, та суттєво збільшувати або зменшувати його є нераціональним. Зміна переліків можлива при подальшій експлуатації та виявленні додаткових слабких і критичних місць.

Аналіз залучення матеріально-технічних та людських ресурсів під час відновлення літаків. Виконання Переліку робіт на деяких літаках виконується вперше, а на деяких вже виконано більше 10 етапів. Цей факт призводить до необхідності розгляду задіяння матеріально-технічних та людських ресурсів для виконання зазначеного вище Переліку робіт. Ресурси, які виділяються для виконання Етапів, можливо умовно поділити на трудові, економічні й часові затрати.

Трудозатратні ресурси робіт із відновлення на Етапах можливо вираховувати у людино-годинах. Для виконання цих робіт особовий склад необхідно забезпечити часом та засобами наземного обслуговування та ремонту (далі – ЗНОтаР). Під час досліджень порівняно нормативні та реальні

трудозатрати на етапи відновлення. Так, згідно з нормативними документами, для виконання найпершого етапу відновлення літака, виконуються роботи відповідно до Переліку робіт (загально – 215,46 людино-годин) та роботи відповідно до 48-місячних регламентних робіт (загально – 771,05 людино-годин для бойового літака та 831,27 людино-годин для навчально-бойового літака). Для виконання Переліку робіт, зазвичай, виділяється 17 ± 2 людини, а для виконання регламентних робіт 22 ± 2 людини. Загальні роботи для першого відновлення літака не повинні перевищувати терміну в 14 днів. На подальших етапах відновлення виконуються лише роботи відповідно до Переліку робіт в термін, який не повинен перевищувати 7 днів.

Проте, дослідження свідчать, що можливість витримати зазначені строки при першому відновленні літака майже неможливо. Зазвичай, перше відновлення літака відбувається протягом 4-8 місяців. Це обумовлено переліком деяких факторів:

- фактор логістики – це очікування поставки запасних частин, проведення ремонту блоків та агрегатів на авіаремонтному підприємстві (далі – АРП), відсутність достатньої кількості засобів наземного обслуговування та ремонту (далі – ЗНОІР);
- фактор особового складу – це розосередження особового складу на інші оперативні аеродроми, його задіяння на інші види робіт, що не є технічними (несення служби з охорони, усунення наслідків обстрілів, задіяння в заходах забезпечення бойових дій та інше);
- фактор технічного стану – це фактор, який залежить від конкретного літака, що надходить на відновлення. Їх технічний стан тим складніший, чим більше літак мав простою на землі (збільшення корозії, руйнування гумотехнічних виробів, окислення і руйнування контактної групи та елементної бази тощо), наявність бойових уражень,

наявність на кожному окремому літаку своїх “слабких місць” (наприклад, на деяких літаках найчастіше відмовляють блоки радіоелектронного обладнання, на інших – блоки електронної автоматики тощо);

- фактор особливостей воєнного стану – велика кількість тривоги, що відривають особовий склад від виконання робіт, обстріли інфраструктури аеродрому та руйнування приміщень, ЗНОІР тощо.

Слід зауважити, що відновлення на подальших Етапах відбуваються достатньо швидко та без особливих проблем, і термін відновлення не перевищує нормативні значення (не більше 7 діб).

Економічні ресурси важко обчислювати в конкретних значеннях, оскільки вони є здебільшого постійними та неперервними в часі. Водночас інтенсивність витрат залежить від кількості заявок на ремонт блоків і агрегатів, логістики, витрати пально-мастильних матеріалів (далі – ПММ), та інше.

Ціну відновлення на етапи можливо скласти з наступних пунктів:

- заробітної плати особовому складу;
- затрат на ПММ, електроенергію та інші види комунальних послуг;
- затрат на дрібний та поточний ремонт (розхідна частина: заклепки, гвинти, хомути..., ЗНОІР, логістичне забезпечення тощо);
- затрат на основний ремонт (відновлення або ремонт у військовій частині або на АРП блоків, агрегатів, частин планера, його основних частин та комплектуючих);
- особливостей ремонту конкретного літака (в залежності від серії, технічного стану, укомплектованості справними блоками та агрегатами тощо).

Дослідження етапів відновлення.

Дослідження найбільш затратного першого етапу відновлення дозволили виконати розподіл трудових, економічних та часових затрат на декілька зон (рис. 2).

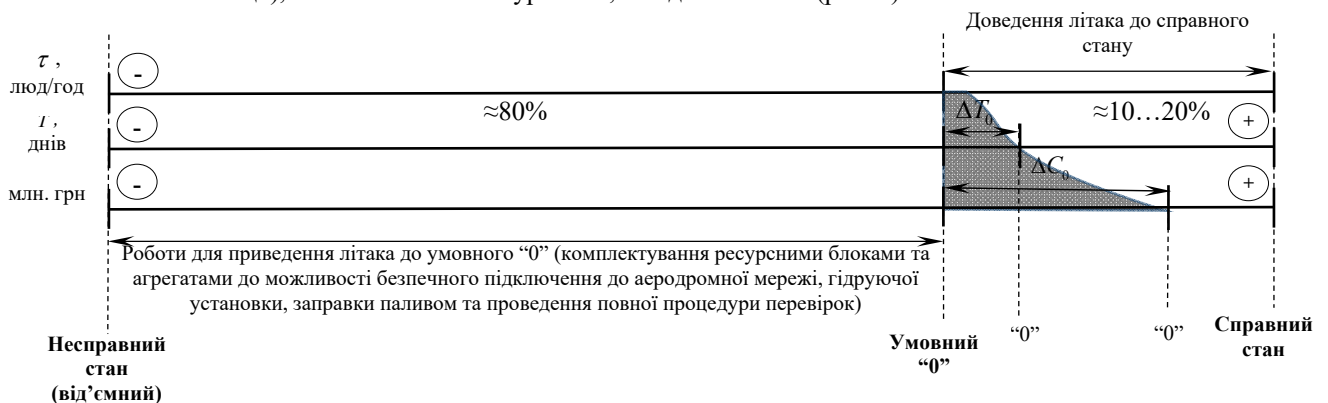


Рис. 2. Зони затрат на відновлення літака, що виконується під час першого Етапу
Джерело: розроблено авторами

Відповідно до рисунку 2 можливо виділити дві основні зони проведення робіт: зона робіт для приведення літака до умовного "0" та зона доведення літака до справного стану. Також можливо виділити три основні стани літака: несправний стан (або від'ємний), стан умовного "0" та справний стан.

Несправний (або "від'ємний") стан на Етапі – стан літака у процесі відновлення на Етапі, який не відповідає вимогам нормативної документації, та з яким він надійшов до техніко-експлуатаційної частини (далі – ТЕЧ) АТ військової частини. Зазвичай, цей стан є досить різним та має різну ступінь "від'ємності" (ця "від'ємність" залежить від кількості днів простою, комплектації ресурсними блоками та агрегатами, наявності корозії та багатьох інших технічних факторів), яка впливає на кількість робіт, що необхідно виконати для приведення літака до стану умовного "0".

Умовний "0" на Етапі – стан літака в процесі відновлення на Етапі, під час якого він набуває повної комплектації ресурсними блоками та агрегатами, що надає можливість виконати заправку паливом та іншими спецрідинами і газами, безпечно приєднати літак до аеродромної мережі і гідруючої установки для можливості проведення повної процедури перевірок працездатності всіх систем. Цей стан надає можливість виявити дрібні

недоліки, відмови та пошкодження, які необхідно усунути для приведення літака у справний стан.

Справний стан на Етапі – стан літака, що відповідає вимогам нормативної документації та готовий до експлуатації за призначенням.

Аналіз Рис. 1 показує, що основні трудові, економічні та часові затрати припадають на роботи, які необхідно виконати для приведення літака від несправного (або "від'ємного") стану, до стану умовного "0" ($\approx 80\%$ від загальної кількості та вартості робіт). Інша кількість робіт припадає на роботи з доведення літака до справного стану. Слід звернути увагу на те, що кількість трудозатрат τ має здебільшого сталі значення в розмежуванні зон (можливе незначне відхилення на $3\ldots 5\%$), але час T та економічні ресурси C мають досить широкі межі змінення (ΔT_0 та ΔC_0 , можливе змінення на $5\ldots 15\%$).

Дослідження подальших етапів відновлення дозволили виділити тенденцію ресурсних затрат на початкове (перший Етап) та подальше (всі наступні Етапи) відновлення на Етапах (рис. 3).

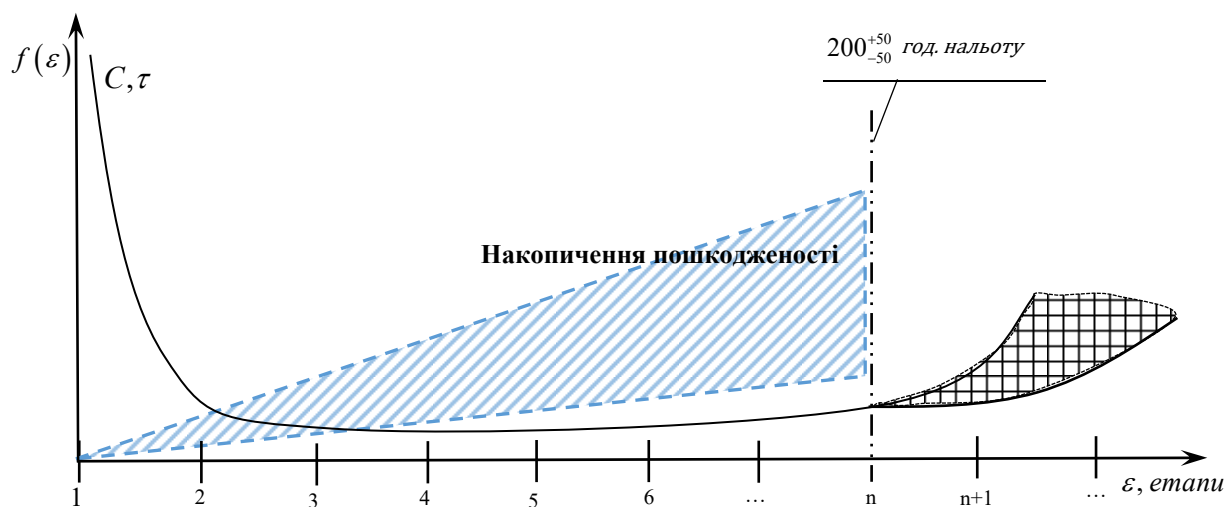


Рис. 3. Ресурсні затрати на відновлення, в залежності від Етапу, накопиченої пошкодженості та напрацювання

Джерело: розроблено авторами

Аналізуючи дані рисунку 3 зрозуміло, що найбільш затратним є перший Етап відновлення. В подальших Етапах для підтримання справності та можливості експлуатувати літак з продовженими ресурсними показниками виконання Переліку робіт не потребує настільки великих затрат, та має співвідношення приблизно 9:1.

Експлуатація літака у продовжений період на Етапах супроводжується накопиченням

пошкодженості зі збільшенням напрацювання. Під час деякого етапу напрацювання літака в продовжений період набуває критичних значень в 200 ± 50 годин нальоту, після яких кількість потрібних трудозатрат та економічних ресурсів набуває суттєвого збільшення. Це корелюється із попередніми дослідженнями, оскільки після зазначеного напрацювання у продовжений період

на літаку значно збільшується потік несправностей та пошкоджень.

Також слід зазначити, що тенденція збільшення затрат на відновлення значно залежить від накопиченої пошкодженості, яка, у свою чергу, залежить від умов та інтенсивності експлуатації. Наприклад, напрацювання у 200 ± 50 годин нальоту збільшить накопичену пошкодженість для навчально-бойових літаків у дещо більшому об'ємі, ніж для бойових літаків. Саме тому для бойових літаків збільшення затрат на подальше відновлення на етапах може мати більш полого значення, а для навчально-бойових літаків – більш стрімке значення.

Отримані дані мають кореляцію із класичними науковими поглядами на експлуатаційну надійність літаків (Рис. 4). На початку експлуатації параметр потоку відмов зменшується (період приробітку – I), потім досягає сталих, або майже сталих значень (період нормальної експлуатації – II), і наприкінці значно збільшується (період зносових відмов – III).



Рис. 4. Типова якісна залежність параметра потоку відмов $\omega(t)$ від часу експлуатації
Джерело: розроблено за матеріалами [6]

Задачею експлуатації є недопущення виходу виробів на режим зносових, або “стрімких” відмов. Саме з такою метою і проводиться прогнозування надійності (безвідмовності) та технічного стану виробів.

Вищенаведені дослідження щодо визначальних параметрів свідчать про необхідність розроблення алгоритму, відповідно до якого визначається можливість подальшого виконання Переліку робіт при продовженні ресурсних показників на Етап на літаках типу Су-27, за умови безпечної експлуатації.

Побудова загального алгоритму прийняття рішення щодо можливості подальшої експлуатації літаків, що відновлюються на Етапах, потребує вирішення трьох основних питань: трудозатратні можливості, економічні можливості та можливості технічного відновлення літака.

Економічні можливості. За досвідом відновлення [10], вартість відновлювальних робіт

однієї одиниці ЛА в умовах військової частини вираховується за формулою:

$$C_{в.р.} = C_{регл} \cdot k_{стр}^C \cdot k_{б.ур.}^C,$$

де $C_{в.р.}$ – вартість відновлювальних робіт в умовах частини; $C_{регл}$ – вартість виконання регламентних робіт “важкої форми” із Переліком робіт на етап; $k_{стр}^C$ – коефіцієнт старіння, який залежить від технічного стану відновлювального літака, попередніх умов зберігання, серійності, досвіду експлуатації та ремонту цього підтипу літака та інше (зазвичай, складає 5...45 одиниць); $k_{б.ур.}^C$ – коефіцієнт бойових уражень літака, що відображає вартісні затрати на усунення бойових пошкоджень.

Вартість відновлювальних робіт C однієї одиниці літального апарату (далі – ЛА) типу Су-27 в умовах військової частини (без урахування усунення уражень) складає 5-10 млн. грн. Це складає до 10 % від вартості ремонту літака в умовах АРП $C_{АРП}$. Наявність уражень може збільшувати вартість відновлення в досить широких межах ($\approx 5-40\%$) вартості відновлення, що залежить від складності і групи уражень, а також від їх кількості. Доцільність відновлення ЛА в умовах військової частини має місце лише при $C_{в.р.} \leq 0,1 C_{АРП}$.

Трудозатратні можливості. Трудомісткість відновлювальних робіт [22] однієї одиниці ЛА в умовах військової частини можливо вирахувати за формулою:

$$\tau_{тр. в.} = \tau_{регл} \cdot k_{стр}^r \cdot k_{б.ур.}^r,$$

де $\tau_{тр. в.}$ – трудомісткість відновлювальних робіт в умовах військової частини; $\tau_{регл}$ – трудомісткість виконання регламентних робіт “важкої форми” та Переліку робіт на етап; $k_{стр}^r$ – коефіцієнт старіння, який залежить від технічного стану відновлювального літака, попередніх умов зберігання, серійності, досвіду експлуатації та ремонту цього підтипу літака та інше (зазвичай, складає 1...3 одиниць); $k_{б.ур.}^r$ – коефіцієнт бойових уражень літака, що відображає трудові затрати на усунення бойових пошкоджень.

Трудомісткість відновлювальних робіт на першому Етапі в умовах військової частини повинно дорівнювати трудомісткості виконання регламентних робіт “важкої форми” ($\tau_{тр. п.} = \tau_{регл}$), що складає 1500 людино-годин. Проте, через значний вплив старіння матеріалу, а в деяких

випадках і бойових уражень, постійного змінення кількості особового складу, який виконує відновлювальні роботи (через розосередження на аеродромах та задіяння в заходах оборони), $\tau_{\text{тр. в.}}$

вирахувати складно. Проте відомо, що одна одиниця ЛА типу Су-27 відновлюється протягом 4...8 місяців. Доцільність відновлення ЛА в умовах військової частини має місце лише при $\tau_{\text{тр. в.}} \leq 0,1\tau_{\text{тр. в.}}$.

Можливості технічного відновлення. Основне питання технічних можливостей відновлення можливо сформулювати таким чином: чи дозволяє поточний технічний стан літака відновити його планер та обладнання взагалі? Відповідей можливо виділити лише дві: можливо (в умовах частини або на АРЗ), або ж неможливо, і АТ підлягає списанню (втрачено, або ремонт недоцільний). Для вирішення цього питання сформовані обмеження, що наведені нижче.

По-перше, необхідно визначити категорії використання літаків. Наразі літаки типу Су-27 використовують за двома основними напрямками: за прямим призначенням (винишувач або бомбардувальник, де використовується вся бортова авіоніка), а також в якості спецлітака для інших засобів ураження. Ці фактори дозволяють виділити низку блоків та агрегатів, які дозволяють використовувати літак за одним із напрямів. Отже, кінцевий результат роботи алгоритму можливо представити у вигляді трьох позицій:

- подальше використання літака можливе за прямим призначенням без обмежень;
- подальше використання літака можливе в якості спецлітака;
- подальше використання літака не рекомендовано, літак потребує капітального ремонту.

По-друге, літак типу Су-27 є іноземного виробництва, авіаційна промисловість України освоїла ремонт планера та деяких видів блоків і агрегатів, а також виробництво деяких нескладних комплектуючих. Це призводить до необхідності розділення всіх блоків та агрегатів планера на такі, які можливо виробити авіаційною промисловістю (також ті, що потенційно можливо), та на ті, які неможливо виробити за всіма спеціальностями.

По-третє, критичне є напрацювання літака (години нальоту) на Етапах, після вичерпання встановлених ресурсних показників.

Друге обмеження також потребує визначення переліку питань, які надалі формуватимуть один із

трьох варіантів відповідей в загальному алгоритмі прийняття рішення. Опираючись на перше обмеження, а також попередні евристичні та теоретичні дослідження, сформовано перелік питань, який умовно названо "Планер".

Питання "Планер":

- чи є наявність тріщин, люфтів в стояках шасі, їх створок та гідроциліндрів, в їх кріпленні, гаргроту (тормозному щитку)?
- чи є наявність негерметичності з'єднань трубопроводів і агрегатів?
- чи є недопустиме підтікання паливних баків через їх негерметичність?
- чи є необхідність проводити очищення паливних фільтрів частіше, ніж один раз у три польоти?
- чи є можливість заміни агрегатів та інших комплектуючих планера, які не виготовляються (або не ремонтуються) в Україні?

Також в процесі прийняття рішення необхідно надати відповіді на два питання з авіоніки та озброєння:

- чи є можливість відновлення працездатності авіоніки та озброєння до стану, що дозволить використовувати літак за призначенням?
- чи є можливість відновлення працездатності авіоніки та озброєння до стану, що дозволить використовувати літак для спецзадань?

Отже, враховуючи попередні теоретичні та практичні дослідження щодо технічних, трудозатратних та економічних чинників, можливо побудувати алгоритм прийняття рішення щодо можливості подальшого продовження ресурсних показників літакам типу Су-27 на Етапах під час дії ПРВС (рис. 5).

Висновки

Проведені дослідження, що наведені у статті, надали можливість більш об'єктивно та в більшому обсязі використовувати ресурсні можливості літаків тактичної авіації типу Су-27, що відновленні в умовах дії правового режиму воєнного стану, а також більш об'єктивно визначати їх передвідмовний (граничний) технічний стан.

Подальші дослідження в цьому напрямі можливі у визначенні та пошуку більш якісних параметрів, які б характеризували граничний стан конструкції; в пошуках нових методів неруйнівного контролю та подальших дослідженнях (у вигляді спостерегань) на натурних об'єктах, а саме на літаках типу Су-27, які експлуатуються на Етапах.

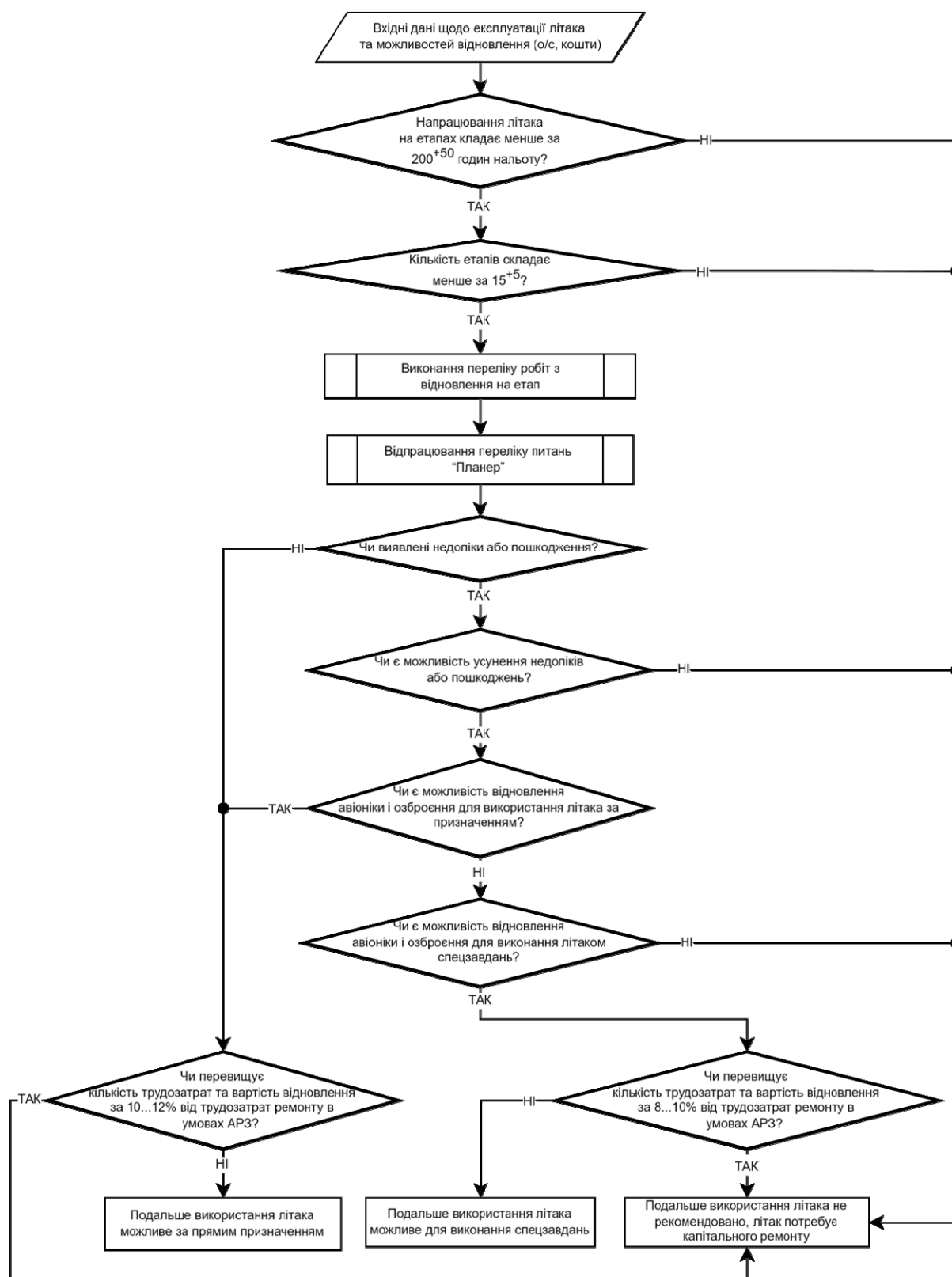


Рис. 5. Алгоритм прийняття рішення щодо можливості подальшого продовження ресурсних показників літакам типу Су-27 на Етапах під час дії ПРВС

Джерело: розроблено авторами

Список літератури

1. Пашенко С.В., Хільченко М.Ф., Юхачов В.В. Методологія збільшення ресурсів авіаційної техніки : Зб. наук. праць ДНДІА. 2012. № 8(15). – С. 161-166.
2. Карпінос Б.С., Горохов Г.Т. Прогнозування залишкової довговічності елементів планера повітряних суден з урахуванням експертних оцінок умов експлуатації. Зб. наук. праць ДНДІА. 2016. № 12(19). С. 186-190.
3. Звіт про НДР “Дослідження щодо визначення граничних ресурсних показників та прогнозування термінів безпечної експлуатації старіючого парку авіації Повітряних Сил Збройних сил України”: Шифр “Конвалія”. Київ: ДНДІА, 2015. 262 с.
4. Звіт про НДР “Дослідження з визначення граничних строків служби, до яких можлива безпечна індивідуальна експлуатація літаків типу Су-27”: Шифр “Галеон”. Київ: ДНДІА, 2012. 257 с.
5. Звіт про науково-дослідну роботу “Обґрунтування можливості збільшення встановленого ресурсу агрегатів шасі літака типу Су-27 в умовах особливого періоду”: шифр “Опора”. Київ: ДНДІА, 2017. 155 с.
6. Звіт про НДР “Розробка загальних методик оцінки параметрів технічного стану виробів АТ і О та прогнозування зміни цих параметрів в процесі виконання робіт по продовженню призначених показників”: Шифр “Параметр”. Київ: ДНДІА, 1998.
7. Звіт про НДР “Методика оцінки експлуатаційної міцності конструкції крила літаків типу Ил-76”: Шифр “Панель”. Київ: ДНДІА, 2021. 193 с.
8. Звіт про НДР “Дослідження шляхів продовження ресурсу авіаційних двигунів та літаків ВПС України”: Шифр “Ресурс”. Київ: ДНДІА, 1998. 139 с.
9. Звіт за результатами виконання оперативного завдання щодо формування основних визначальних критеріїв технічного стану виробів авіаційної техніки при прийнятті рішень щодо їх допуску до подальшої експлуатації. Київ: ДНДІА, 2024, 162 с.
10. Добриденко О.М. Стрела М.С. Аналіз бойових уражень та досвід відновлення літаків типу Су-27 авіації Повітряних Сил Збройних Сил України: Труди Університету. 2024. № 5(187). С. 201-210.

Надійшла до редколегії 08.10.2024

Схвалена до друку 18.11.2024

Відомості про авторів:

Добриденко Олег Миколайович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2029-1488>

Стрела Максим Сергійович

доктор філософії
старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4055-1600>

Карпенко Олександр Валерійович

начальник науково-дослідної лабораторії
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9507-3573>

Information about the authors:

Oleg Dobridenko

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2029-1488>

Maxim Strela

Doctor of Philosophy, PhD
Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4055-1600>

Oleksandr Karpenko

Head of Research Laboratory
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9507-3573>

**RESEARCH ON THE DETERMINING PARAMETERS OF ASSESSING THE TECHNICAL
CONDITION OF SU-27 TYPE AIRCRAFT WHICH ARE OPERATED UNDER THE CONDITIONAL
EFFECT OF THE LEGAL REGIME OF MARTIAL STATE**

O. Dobridenko, M. Strela, O. Karpenko

The intensity of modern hostilities necessitated the use of Air Force aircraft that were in long-term storage. Specialists of the aviation engineering service carry out restoration work, assess the technical condition of the structure based on their own experience of operating these aircraft during a special period. However, this may lead to subjectivization of such assessments and incidents (accidents).

The purpose of the article is to highlight the results of research on the development of methodological recommendations for making a decision on the admission to the next stage of operation of aircraft equipment of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine under the conditions of the legal regime of martial law, using the example of the Su-27 type aircraft.

The article provides a study of the main problems encountered by specialists of the engineering and aviation staff during the performance of work on the extension of resource indicators; study of the influence of the period of downtime of aviation equipment on its technical condition; the recovery stages were analyzed, and especially the first, most costly and difficult recovery stage; the factors affecting the financial, labor and material costs of restoration were analyzed; an effective decision-making algorithm has been created regarding the possibility of further extension of the resource indicators of Su-27 type aircraft at the stages of extension of resource indicators during the operation of the legal regime of martial law.

Keywords: defining parameters, technical condition, resource, military condition, Su-27, restoration, continuation of resource indicators.