

УДК 629.7.083

БОЙКО А.П., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент
МАНУЛІН Ю.О., заступник начальника науково-дослідного відділу
ХІЖУН В.В., старший науковий співробітник
ФУРДИЛО С.А., директор ДП “ЗДАРЗ “МіГремонт”

СИЛОВІ ЕЛЕМЕНТИ ПЛАНЕРА ЛІТАКІВ ТИПУ СУ-27, ЯКІ МОЖУТЬ ОБМЕЖУВАТИ РЕСУРС І СТРОК СЛУЖБИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

Визначені елементи силової конструкції планера літаків типу Су-27, технічний стан яких може обмежувати можливість експлуатації за технічним станом

Ключові слова: ресурс, строк служби, технічний стан, дефекти, пошкодження

За період експлуатації парку літаків Су-27 виконано багато заходів для продовження призначених показників (до 1-го ремонту, міжремонтного і призначеного), які реалізувалися науковими, організаційними, технічними і ремонтними діями, що забезпечило правову основу та порядок подальшої експлуатації старіючого парку.

З 2011 року здійснюються практичні заходи для переведення літаків Су-27 на експлуатацію за технічним станом (було виконано НДР, за якою відпрацьовано спеціальний перелік обов'язкових робіт і відповідна Вказівка головного інженера авіації ПС ЗС України).

Аналіз технічного стану усього парку за результатами досліджень експлуатації і ремонтів виявив деякі досить небезпечні відмови та несправності (пошкодження), які є наслідком: наробітку літаків за призначенням (механічний знос, руйнування втоми, прослаблення кріплень, пошкодження); впливу навколишнього середовища і значного строку експлуатації (корозія, структурне старіння, біологічні пошкодження, релаксація, втрата властивостей захисних покриттів, корозія через попадання вологи у середину конструкції через втрату герметичності ущільнень на кришках люків).

Всі ці заходи визначають можливість подальшої експлуатації за межами встановлених строків і ресурсів, а також дають можливість відпрацювання технічних і організаційних заходів відновлення справності авіаційної техніки.

Силова конструкція планера (крило, фюзеляж, оперення) виконана за моноблочними схемами з багатьма шляхами передачі силових потоків, що забезпечує достатню залишкову міцність навіть при наявності виявлених пошкоджень окремих силових елементів, високі бойову і експлуатаційну живучості.

Експлуатація парку літаків типу Су-27 протягом понад 20 років у різних

кліматичних зонах України в різні періоди становлення ПС ЗС України дали значний важливий матеріал з питань впливу навколишнього середовища і інтенсивності використання літаків за призначенням на технічний стан і рівень надійності. Матеріали були зібрані з АРЗ і військових частин на озброєнні яких, свого часу, перебували літаки типу Су-27.

Значна кількість відмов на літаках пов'язана з наслідками впливу навколишнього середовища (корозійні ураження, втрата захисних властивостей ЛФП і спеціальних покриттів, втрата властивостей мастил, старіння гумотехнічних виробів, ущільнень і неметалевих матеріалів).

Сучасні високоміцні сплави, такі як В95, Д19, АК4-1, 1420, МЛ-5, МЛ-14, що використовуються в силовій конструкції планера, схильні до небезпечної і інтенсивної корозії, особливо при значному навантаженні змінними розтягуючими напруженнями і наявності концентраторів у вигляді корозії і механічних ушкоджень.

Деякі дефекти, відмови та несправності явно мають механічний характер і пов'язані зі зносом і іншими факторами руйнування (знос і руйнування підшипників коліс шасі, знос рухливих з'єднань в механічній проводці управління, тріщини на кронштейнах кріплення агрегатів системи управління, руйнування трубопроводів від вібрацій, відмова замків фіксації стояків шасі, зміщення підшипників половин стабілізатора, послаблення з'єднань та інше), що пояснюються зносом елементів під час застосування літаків за призначенням.

Слід особо виділити дефекти на відповідальних елементах, які пов'язані з виникненням тріщин втомного характеру (тріщини на штоках стояків шасі, на кронштейнах кріплення приводів управління носками, на обоймі внутрішнього підшипника колеса основної опори шасі, тріщини кріплень механізму управління ліхтарем, руйнування трубопроводів через тріщини від вібрацій, тріщина на лонжероні лівої консолі біля вузла кріплення гідроциліндра носка, тріщини обшивки і підсилюючих елементів у вхідних пристроях двигунів, тріщини елементів з'єднуючих поясів панелей крила).

За матеріалами досліджень у ході експлуатації і ремонту визначені проблемні ("слабкі місця"), які були покладені в основу Переліку контрольно-відновних робіт, які виконуються при переведенні літаків типу Су-27 на експлуатацію за технічним станом.

На літаках типу Су-27 тріщини втоми на планері найчастіше з'являються в місцях концентрації високих змінних напружень, місцях дефектів металургійного і технологічного походження і на силових елементах конструкції, які мають значні корозійні ураження. Велику небезпеку для літака представляють тріщини у зварних швах.

Найбільш уразливими на літаках є: планер (крило, фюзеляж, оперення, ліхтар, повітрозабирачі); шасі (стояки, замки фіксації, ступки, колеса, циліндри-підкоси); гідросистема (силові приводи, крани, циліндри, трубопроводи); система управління. "Проблемні місця" для літаків типу Су-27 показано на рисунку 1.

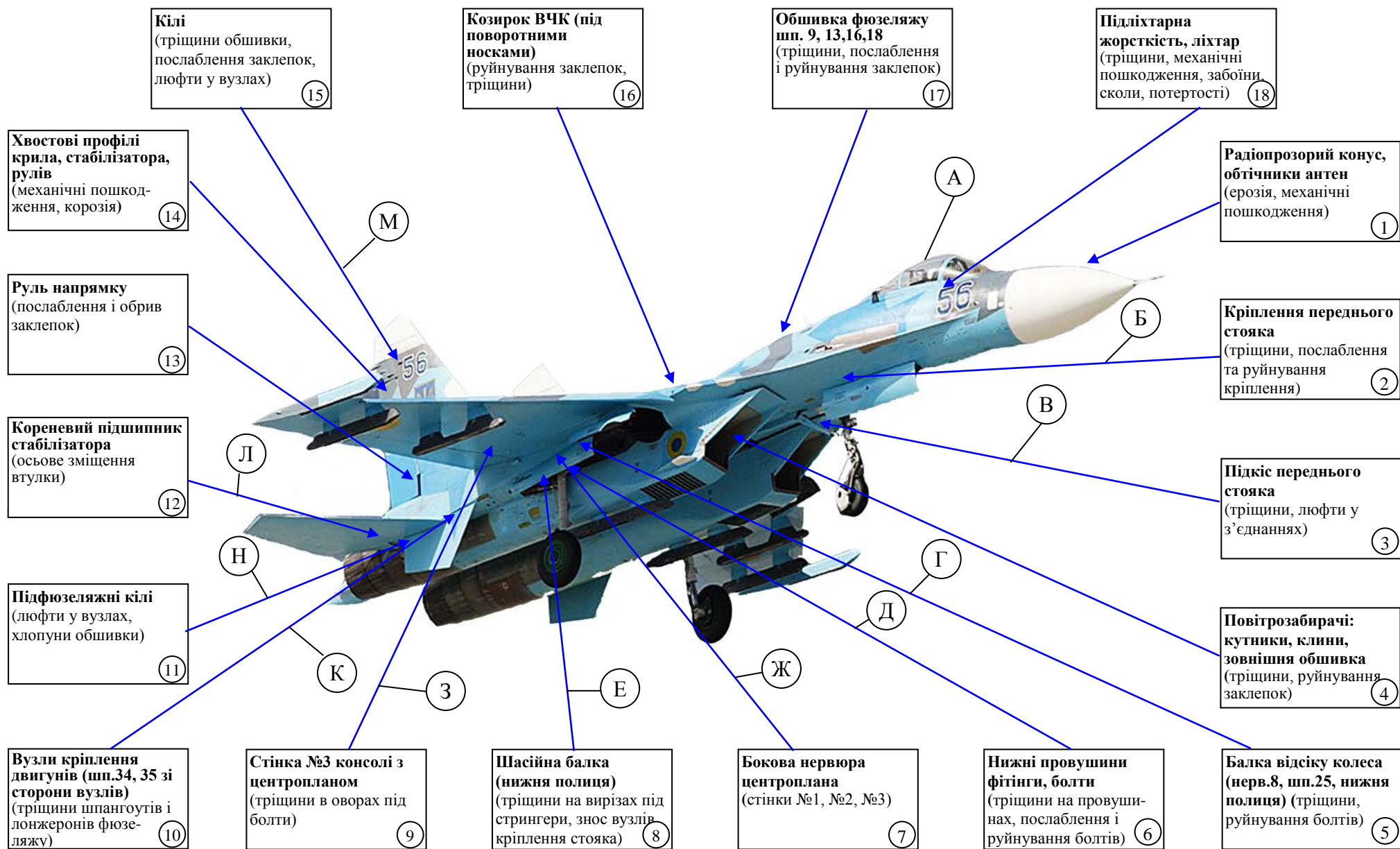


Рис. 1. Місця на планері літаків типу Су-27, що потребують постійного контролю в експлуатації і ті, що можуть обмежувати ресурсні показники з наробітку і строку служби

□ – постійний контроль в експлуатації; ○ – обмежують ресурсні показники

У цілому, аналіз всіх зазначених вище матеріалів досліджень доводить, що в процесі контролю технічного стану планера і його систем засобами неруйнівного контролю при переведенні літака та експлуатації за технічним станом необхідно контролювати такі відповідальні елементи його конструкції:

силові елементи конструкції, які визначають навантажувальну можливість планера (шпангоути, стрингери, лонжерони, силові стикувальні вузли фюзеляжу, вузли стикування консолей крила, вузли кріплення оперення та двигунів до фюзеляжу) – на наявність тріщин, значних корозійних уражень;

заклепкові, різьбові та зварні з'єднання фюзеляжу, крила і оперення, особливо в середині повітрязабирачів двигунів – на наявність руйнування головок заклепок, тріщин і корозійних уражень;

стиківі фітинги крила і фюзеляжу (болти вузлів стикування консолей крила до центроплану, вузли з'єднання передньої і задньої частин фюзеляжу тощо) – на наявність тріщин і корозії;

вузли навішування двигунів і стан шпангоутів в цих зонах – на наявність тріщин, корозійних уражень тощо;

деталі з магнієвих сплавів – на наявність корозійних уражень, тріщин та дефектів лиття;

деталі системи управління літака (тяги та качалки, вузли кріплення рулів, кронштейни, кріпильні деталі, стільникові елементи конструкції тощо) на наявність непроклеювання, механічного зношення, води в стільникових конструкціях, тріщин, забоїв, корозії тощо;

силові стикувальні вузли каркасу хвостового оперення, елементи його заклепкових, різьбових, зварних, і клейових з'єднань – на наявність тріщин і руйнувань.

Критичними до перевантажень елементами, вузлами конструкції літаків типу Су-27 можна вважати:

вхідні пристрої двигунів;

з'єднувальні пояси та їх елементи центроплану і консолей крила (фітинги, болти, штирі);

панелі консолей крила і центроплану;

вузли кріплення флаперонів і носків механізації крила;

підліхтарна жорсткість, вузли ліхтаря, замки;

вузли кріплення переднього стояка;

панелі і стінки центроплану, зона стінок № 1,2,3 у розніму (шасійна балка з вузлами навішування основних стояків);

хвостова частина фюзеляжу у зоні навішування половин стабілізатора;

підшипники навішування половин стабілізатора;

вузли кріплення кілів, навішування рулів напрямку і підфюзеляжних гребенів;

рульові приводи стабілізатора, руля напрямку, флаперонів і носків;

вузли навішування двигунів.

Близько 85% втомленісних руйнувань планера літака здійснюються по стикам і з'єднанням, а це потребує збільшення ресурсу болтових і заклепкових з'єднань, особливо перший ряд з'єднань (стиків).

В сучасних умовах використання літаків типу Су-27 за призначенням можливе тільки за умов забезпечення його справності, запасу ресурсу і дозволеного строку служби. Технічний стан силової конструкції при строках служби понад 20 років, і зі значними запасами ресурсу по напрацюванню, визначається інтегрованою оцінкою насамперед залишковою міцністю найбільш важливих силових елементів планера, на яких виявляються пошкодження, втрата робочих перерізів корозією, механічні зноси, тріщини втомного характеру. Не всі пошкодження доступні для об'єктивного контролю відомими методами, бо знаходяться в закритих зонах і тому можуть проявлятися непрямими ознаками: течією палива, негерметичністю паливної, пневматичної чи гідравлічної систем і системи кондиціонування, параметрами і якістю роботи літакових і спеціальних систем. На планері з'являються ознаки ослаблення з'єднань, зміна шляхів передачі силових потоків навантаження. Аналіз цих явищ може дати правильний напрямок оцінки технічного стану силової конструкції планера.

Доцільно виділити на відповідальних частинах силової конструкції "проблемні місця" по агрегатам, що можуть обмежувати ресурси і строки служби конкретного літака в експлуатації за технічним станом.

Такими елементами планера є: крило (центроплан і консолі), оперення (стабілізатор і кілі), фюзеляж (носова і хвостова частини) та шасі. Але стояки та колеса є комплектуючими виробами, що мають ресурси і строки служби відмінні від літака. Через указані силові елементи планера здійснюється сприймання і передача основних потоків навантаження у польоті при використанні за призначенням.

Елементи силової конструкції планера, технічний стан яких може обмежувати ресурс та строк служби літака, умовно позначені на рисунку 1 великою літерою у колі.

Проблемні місця на передній частині фюзеляжу

1. Відсік кабіни обмежений шпангоутами №4, № 13, похилою стінкою, підлогою та ліхтарем (рис.1, літ. А).

Виріз у фюзеляжі під ліхтар підсилений підліхтарною рамою (жорсткістю), яка є окремим силовим агрегатом, що стикується з двома верхніми лонжеронами.

На підліхтарну раму передається навантаження від ліхтаря, що відхиляється догори на 37° і зсувається назад на 50 см. через ролики замків при відкриванні.

Підліхтарна рама з'єднується з боковою обшивкою фюзеляжу і підсилюється повздовжнім і вертикальним набором. Шпангоут №4 силовий і є передньою стінкою кабіни збірно-клепаної конструкції $\delta_{\bar{n}b} = 0,8 \text{ і } \bar{\bar{}} \text{ з матеріалу В95}$. Каркас кабіни виготовлений герметичним з обшивкою товщиною $\delta_{i\bar{a}} = 1,2 \text{ і } \bar{\bar{}}$.

Між шпангоутами №6 і №13 над підліхтарною рамою розміщується засклений ліхтар кабіни (козирок і підйомний ліхтар). Засклення козирка виготовлено з органічного скла СО-120 $\delta = 12 \text{ і } \bar{\bar{}}$, а рухомого ліхтаря – АО-120 $\delta = 8 \text{ і } \bar{\bar{}}$. При значних строках експлуатації (20 і більше років) були виявлені суттєві корозійні пошкодження підліхтарної рами, засклення і каркасу ліхтаря (значна корозія, тріщини, зколи на заскленні), що створюють значну загрозу руйнування у польоті.

2. Відсік ніши переднього стояка (рис.1, літ. Б)

Під кабіною між шпангоутами №9 і №18 знаходиться ніша передньої опори шасі. На нижній частині шпангоута №9 виконано опорний вузол переднього підйомника літака, на шпангоуті №16 вузли кріплення переднього стояка. Зверху ніша закрита кожухом з композитних матеріалів щільникової конструкції. Шпангоут №16 рамного типу із сплаву В95. Між шпангоутами №12 і №18 встановлені дві вертикальні стінки для підсилення вузла товщиною 1,0 і 1,5мм. В експлуатації були виявлені тріщини на елементах шпангоута №16 (механічний знос вузла, руйнування болтів, тріщини на стінках і поясах шпангоута), які і можуть приводити до зменшення ресурсу літака.

Проблемні місця на центроплані

3. Вузол кріплення підкосу переднього стояка (нижня частина шпангоута №18 по нервюрі №1 та гальмівного щитка, рис.1, літ. В):

значний знос вузла по місцю кріплення підкосу, тріщини на вузлі, стінці шпангоута, прослаблення кріплення, підтікання палива по стику нижніх панелей зі шпангоутами №18-№25;

цілісність вузлів кріплення гальмівного щитка, тріщини, механічний знос елементів шпангоута і щитка.

4. Стінки бокових відсіків від шпангоутів №18 до №25 (рис.1, літ. Г):

тріщини на стінках і панелях, втрата герметичності, підтікання палива, місця кріплення цапф стулок, кріплення замка прибраного положення стояка, тріщини на стінках і поясах шпангоута №25, цілісність переднього вузла підвішування вантажів.

Основна частина центроплана

5. Шасійна балка між стінками №2, №3 (рис.1, літ. Е):

тріщина по поясах і стінках нижньої обшивки панелей, ослаблення болтів кріплення вузла цапфи стояків, підтікання палива по вузлу кріплення вузла цапфи стояка, знос у цапфі, тріщини нижньої обшивки.

6. Бортові нервюри центроплана (стінка №1, №2, №3, рис.1, літ. Ж):

тріщини на гребінках верхнього і нижнього з'єднувальних поясів, на фітингах, болтах і штирях, прослаблення затяжки фланця нервюри, знос з'єднувального штиря на вузлі стінки №2, значна корозія болтів і контрочних шайб.

7. Панелі центроплана в районі стінок №1, №2, №3 і бортових нервюр (рис.1, літ. З):

тріщини, підтікання палива по стінкам і стиках панелей.

Елементи крила, що передають навантаження консолей на центроплан, можуть забезпечувати необхідну міцність тільки за умов їх справності.

Виявлені в експлуатації пошкодження: втомні тріщини, механічні руйнування, деформації, прослаблення з'єднань, корозія) потребують заходів по відновленню справності конструкції ремонтом або заміною ушкоджених деталей на нові. При неможливості відновлення справності конструкції експлуатація літака повинна припинятися.

Таким чином, технічний стан з'єднувальних поясів нижніх і верхніх панелей консолей і центроплана, тріщини гребінок і фітингів фланцевих з'єднань,

пошкодження болтів і штирів є факторами, що обмежують ресурс планера літаків типу Су-27.

Консолі крила в кореневій частині

8. Бортові нервюри №1 консолей (рис.1, літ. Ж).

пошкодження аналогічні як і на центроплані в цій зоні: тріщини в панелях, підтікання палива, прослаблення затягу болтів, корозія болтів і штирів по стінкам №1, №2, №3.

9. Пояси верхніх і нижніх панелей консолей (рис.1, літ. З).

пошкодження аналогічні як і на панелях центроплану: тріщини на елементах гребінок, на фітингах, корозія, прослаблення затяжки з'єднань.

Хвостова частина фюзеляжу

10. Місця кріплення двигунів шп.№38 (рис.1, літ. К):

тріщини, прослаблення кріплення на шпангоуті, корозія, забоїни (концентратори), механічний знос, люфти.

11. Шпангоути №38, 48 кріплення підбалочних кілів (рис.1, літ. Н): тріщини у місцях стикування підбалочних кілів, люфти, знос вузлів, корозія, руйнування стільникової конструкції.

12. Шпангоут №45 закріплення половин стабілізатора (рис.1, літ. Л):

тріщини на елементах шпангоута (стілки, полок); прослаблення вузлів кріплення стабілізатора, корозія, зсув зовнішньої обойми підшипника, тріщина напіввісі, тріщини лонжерона, нервюр, кронштейнів № 38, №42.

13. Шпангоути №38, №48 кріплення кілів двома лонжеронами (рис.1, літ. М):

руйнування на вузлах і шпангоутах, тріщини стійок і поясів лонжеронів, дефекти на болтах (знос, корозія, люфти).

Усі виявлені на планері елементи з небезпечними руйнуваннями і пошкодженнями систематизовані на рисунку 1 і відповідно до місця і суті виявлених пошкоджень відображені стрілками з позначеними у колі великими літерами. Цей матеріал дає підстави на обмеження подальшої експлуатації літаків типу Су-27.

Висновки.

1. Аналіз досліджень технічного стану літаків типу Су-27, що відпрацьовані у експлуатуючих частинах та ДП “ЗДАРЗ “МіГремонт” за період понад 20 років виявив “проблемні місця” на планері, які впливають на можливість подальшої експлуатації за межами призначених показників.

2. Особливості конструкції планера, умови навантаження та виявлені небезпечні дефекти і пошкодження дозволили визначити силові елементи, які можуть обмежувати ресурс і строк служби літака при експлуатації за технічним станом.

3. Для продовження експлуатації літаків за межами призначених показників потрібно здійснювати постійний інструментальний контроль цілісності силових

елементів конструкції для відпрацювання заходів ремонту і відновлення справності планера.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гудков Р.И., Лешаков П.С. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов, М.: - Машиностроение, 1968. – 232 с.
2. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. Цибенко В.М. Конструкція літальних апаратів, Київ, Вища школа, 2001. – 383 с.
3. Перелік характерних дефектів (слабких місць) планера, його складових частин, вузлів, деталей і збірних одиниць, літакових систем літаків типу Су-27, 2012 рік.

Надійшла до редакції 07.10.2014