

УДК 629.7.083

**БОЙКО А.П.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент  
**МАНУЛІН Ю.О.**, старший науковий співробітник

**ХІЖУН В.В.**, старший науковий співробітник

**БЄЛІНСЬКА Р.Б.**, науковий співробітник

**РЯШИН В.В.**, ад'юнкт, Національний університет оборони України

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІТАКІВ ТИПУ СУ-24 ЗА МЕЖАМИ ПРИЗНАЧЕНИХ ПОКАЗНИКІВ**

*В статті аналізується робота проблемних складових в елементах планера і системах літаків типу Су-24, які визначають можливості їх подальшої експлуатації за межами призначених показників.*

*Ключові слова:* експлуатація літаків, межі призначених показників, продовження подальшої експлуатації, "проблемні місця".

На озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України перебуває значна кількість різних років випуску літаків Су-24 (модифікацій Су-24М і Су-24МР), більшість з яких поступили на експлуатацію в 1983...1991 роках і вичерпали строки служби до першого ремонту. Незначна їх кількість вже ремонтувалася. В той ж час, велика кількість з них близькі до вичерпання призначених строків служби, що показано на рисунку 1.

За весь період експлуатації парку літаків Су-24 виконано багато заходів для забезпечення продовження призначених показників (до першого ремонту, міжремонтного) сумісними діями ремонтного заводу, ДНДІА і військової частини, що забезпечило правову основу та порядок подальшої експлуатації старіючого парку цих літаків.

Увесь парк літаків типу Су-24 умовно можна поділити на три характерні групи за можливостями і економічною доцільністю продовження подальшої експлуатації шляхом ремонту на АРЗ та виконанням робіт з продовження призначених показників і переведення їх на експлуатацію за технічним станом. Перша група літаків – це ті, які зараз експлуатуються за призначенням (вона обмежена), друга – ті що знаходяться на зберіганні, третя – несправні та ті, які підлягають утилізації. За результатами досліджень визначено, що літаки типу Су-24 експлуатуються з низькою інтенсивністю.

Узагальнений аналіз технічного стану усього парку за досвідом обслуговування під час експлуатації і зберігання, досвідом ремонтного заводу виявив деякі досить небезпечні відмови та несправності (пошкодження). Вони є наслідком фізичного зносу при використанні, а також впливу агресивного навколишнього середовища при значних строках експлуатації. Виявлено, що фізичних знос від напрацювання значно збільшується від факторів пошкодження при строках експлуатації, близьких до встановлених.

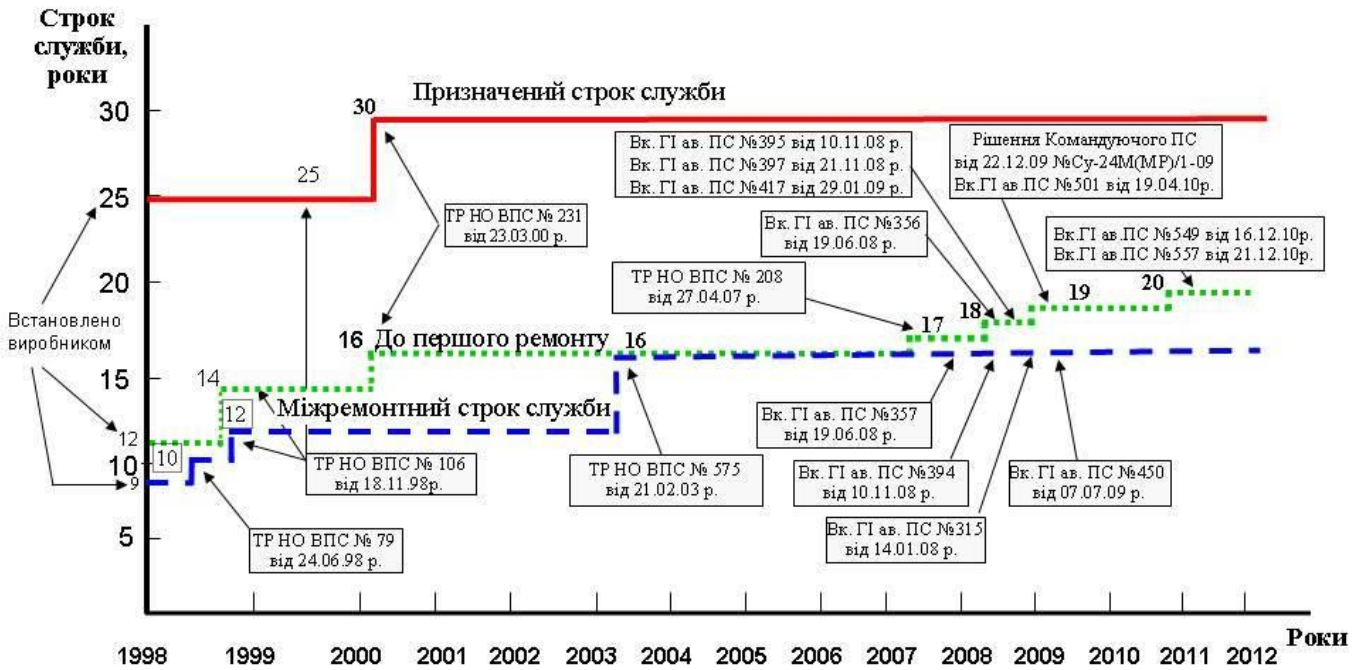


Рис. 1. Встановлені строки служби літаків Су-24 та етапи їх продовження

Виявлені відмови, пошкодження, несправності та втомленісні руйнування визначають доцільність подальшої експлуатації літаків типу Су-24 за межами встановлених показників (строків служби і ресурсів), а також дають підстави для відпрацювання технічних, організаційних та правових заходів при відновленні справності авіаційної техніки. Схему місць (“проблемних місць”), де виявлені найбільш небезпечні відмови, пошкодження та несправності показано на рисунку 2.

Визначені у ході експлуатації і ремонту “проблемні місця” літаків типу Су-24 будуть покладені в основу створення тимчасового переліку контрольно-відновних робіт, які повинні виконуватися при переведенні на експлуатацію за технічним станом, що є предметом досліджень у відповідній НДР.

Конструктивно літак Су-24 виконано за класичної схемою (рис.2) компоновання і складається з фюзеляжу, крила змінної стрілоподібності ( $c_{min} = 16^\circ$ ,  $c_{max} = 69^\circ$ ) з верхнім розміщення на фюзеляжі, стрілоподібним однокільовим вертикальним оперенням, стабілізатором що керується і триопорним шасі. Крило, оперення і фюзеляж розраховані на політ з надзвуковою швидкістю на малих висотах з інтенсивним маневруванням.

Одним з основних бойових режимів літаків Су-24 є режими польоту на надзвуковій швидкості на малих висотах з огинанням перешкод за рахунок маневрів в горизонтальній і вертикальній площинах. Ці режими виконуються автоматично, для чого є спеціальна бортова апаратура, що забезпечує ефективне подолання засобів протиповітряної оборони супротивника. На таких режимах ускладнюється виявлення літака і застосування проти нього засобів ураження.

Високі бойові можливості літака, його бойова ефективність і живучість реалізовані вдалою конструктивно-компоновочною схемою, вибором конструктивних матеріалів (МД-5, МЛ4, Д16, Д19, В95, 30ХГСНА), раціональної силової схеми елементів планера і досконалим обладнанням.

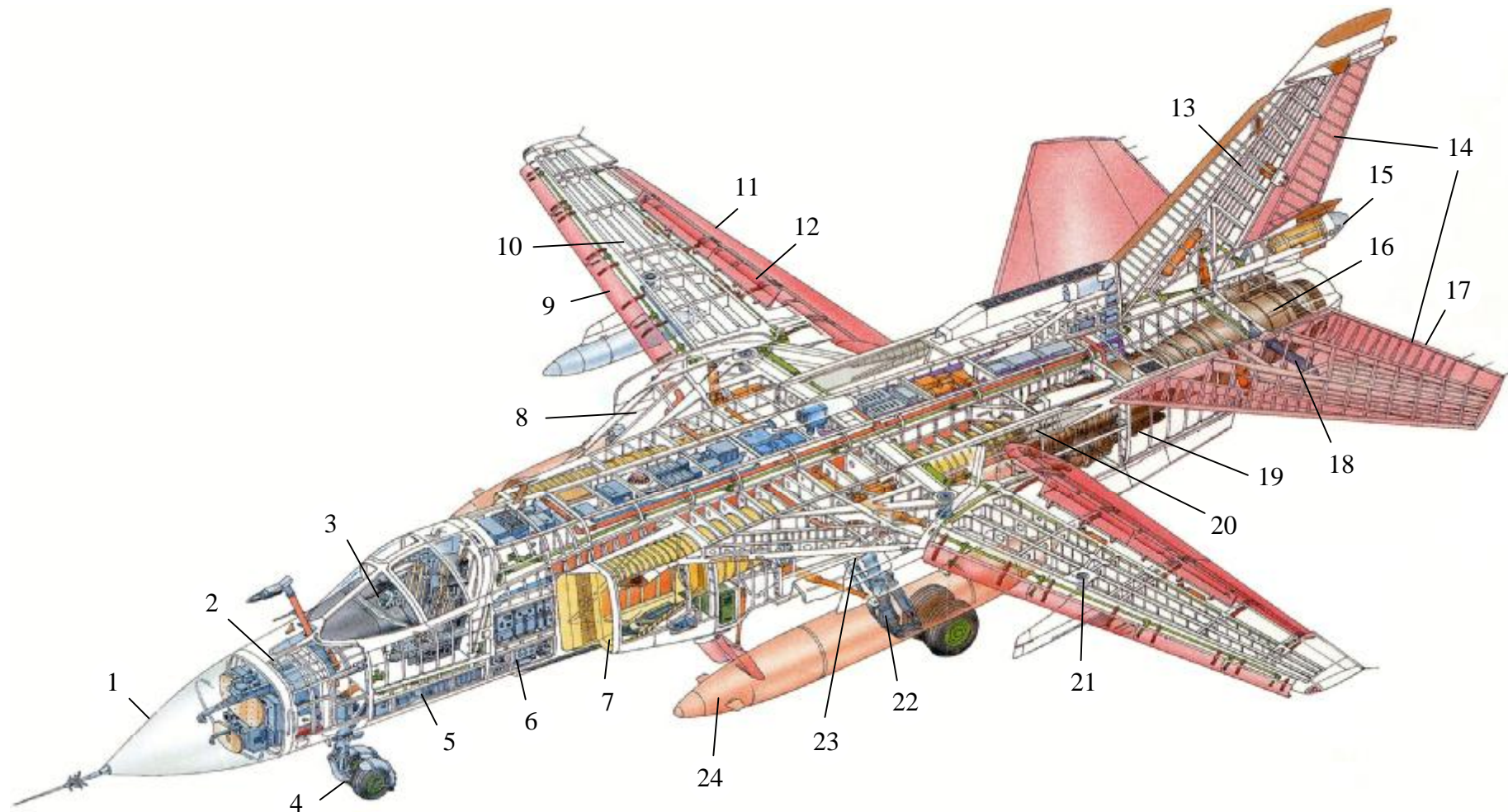


Рис. 2. Компонування літака Су-24. Основні елементи планера з “проблемними місцями”.

1 – конус; 2 – передній відсік обладнання; 3 – кабіна; 4 – передня опора шасі; 5 – ніша передньої опори шасі; 6 – закабінний відсік обладнання; 7 – боковий повітрозабирач; 8 – центроплан з головним шарніром; 9 – секції передкрилка; 10 – поворотна консоль крила; 11 – секція закрилка; 12 – інтерцептор; 13 – кіль; 14 – кінцеві профілі рулів (стабілізатора); 15 – контейнер тормозного парашута; 17 – поворотний стабілізатор; 18 – балка стабілізатора; 19 – відсік двигуна; 20 – середня частина фюзеляжу; 21 – вузол поворотного тримача; 22 – ніша основної опори шасі; 24 – підвісний паливний бак

Усі літаки Су-24 парку мають значний запас ресурсу (приблизно 1400 годин, найбільший 2144 годин, найменший 933 годин).

Експлуатація парку літаків типу Су-24 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.

Більшість 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).

Деякі дефекти, відмови та несправності явно мають механічний характер, пов'язаний зі зносом і іншими факторами руйнування (знос і руйнування підшипників, знос рухливих з'єднань в механічній проводці управління, тріщини на кронштейнах кріплення агрегатів системи управління, перетирання трубопроводів при вібраціях, відмова замків фіксації стояків шасі, пошкодження підшипників половин стабілізатора, послаблення з'єднань та інше).

Слід особо виділити дефекти на відповідальних елементах, які пов'язані з виникненням тріщин втомного характеру (тріщини на елементах стояків шасі, на кронштейнах кріплення приводів, на обоймах підшипників коліс опор шасі, тріщини кріплення механізму управління ліхтарем, руйнування трубопроводів через тріщини, тріщини обшивки і підсилюючих елементів у вхідних пристроях двигунів, тріщини елементів панелей крила та бачків-акумуляторів паливної системи).

Особлива група дефектів пов'язана з зовнішньою негерметичністю гідравлічної і паливної систем. Багато дефектів, що характеризують внутрішню негерметичність (зменшення швидкості спрацювання через втрати властивостей ущільнень і збільшення зазорів, негерметичність гідроакумуляторів).

Матеріали відображають динаміку впливу навколишнього середовища під час експлуатації літаків при їх використанні за призначенням та зберіганні, дають можливість проаналізувати зміни показників надійності агрегатів планера і систем, вплив на технічний стан літака наслідків зносу при напрацюванні в процесі використання за призначенням.

Виявлені у ході експлуатації і ремонту проблемні місця ("слабкі місця") покладені в основу тимчасового переліку контрольно-відновних робіт, які необхідно виконувати для переведення літаків типу Су-24 на експлуатацію за технічним станом.

Для літаків типу Су-24 тріщини втоми на планері найчастіше з'являються в місцях концентрації високих змінних навантажень. Тріщини з'являються також в місцях дефектів металургійного і технологічного походження чи в місцях грубої механічної обробки поверхні (глибоких рисок, слідів різців), а також при наявності конструктивних недосконалостей деталей та вузлів. Частіше тріщини втоми з'являються і на силових елементах конструкції, які мають значні корозійні ураження. Велику небезпеку для літака представляють тріщини в зварювальних швах.

Найбільш уражаємими на літаках є: планер (крило, фюзеляж, оперення, ліхтар, повітрозабирачі); шасі (стояки, замки фіксації, стулки, колеса, циліндри-

підкоси); гідросистема (силові приводи, крани, циліндри, трубопроводи); система управління.

Перелік елементів планера, на яких у ході досліджень технічного стану літаків типу Су-24 виявлені небезпечні види дефектів і пошкоджень, представлено у таблиці 1.

Таблиця 1

Перелік елементів конструкції планера, на яких виявлені небезпечні дефекти у ході дослідження технічного стану літаків типу Су-24

№ з/п	Найменування елемента	Вид виявленого пошкодження
1	2	3
1.	Конус	Механічні пошкодження поверхні конуса, потертості, порушення ЛФП, корозія, руйнування ущільнень
2.	Передній відсік обладнання	Корозія, знос замків кріплення конуса, втрата гумових ущільнень, попадання вологи у відсік, руйнування чохла джгутів.
3	Кабіна	Перетертості шлангів герметизації, (проникнення вологи при зберіганні) механічні пошкодження засклення, срібло, пошкодження магнієвих кронштейнів, елементів запакування засклення, потертості, тріщина труби зовнішнього обдуву скла ліхтаря, негерметичність зворотнього клапану системи наддуву кабіни, дефекти елементів крісел.
4.	Передня опора шасі	Корозія зварних швів, підтікання гідрорідини по штоках, руйнування захисних чохла, руйнування ГТВ.
5.	Ніша передньої опори шасі	Корозія магнієвих колодок трубопроводів та сталюї арматури, розтріскування та руйнування ГТВ, тріщини на крайках стулок, руйнування тяги ричага підкосу механізму управління стулками.
6.	Закабінний відсік	Розтріскування та руйнування ГТВ по контуру люків, наявність вологи, сліди корозії на елементах конструкції
7.	Повітрозабирач	Механічні пошкодження на крайках елементів забирача, сліди корозії на обшивці, сколи на головках заклепок, потертості
8.	Центроплан	Корозія на елементах ГШ і на вузлах кріплення головної балки, засміченість, сліди корозії на обшивці центроплана та сталюих болтах, негерметичність рульового приводу РП-60-3
9.	Передкрилок	Корозія болтів, обшивки, механічні пошкодження обшивки секцій передкрилка, ушкодження кінцевих профілів, руйнування чохла на елементах приводів
10.	Консоль ПЧК	Корозійні ураження нижньої обшивки і головок сталюих гвинтів, руйнування захисних чохла на механізмах приводів передкрилків, закрилків, інтерцепторів.
11.	Закрилок	Корозія на кронштейнах дефлекторів, законцовочного профіля, руйнування захисних чохла, корозія обшивки, тріщини сферичного підшипника заднього вузла кріплення секції закрилків
12.	Інтерцептор	Корозія болтів вузлів інтерцепторів, механічні пошкодження профілів, негерметичність (підтікання) гідрорідини по штоку гідроциліндра РМ-120
13.	Кіль	Корозія сталюих гвинтів на лючках, потертості обшивки, корозія на вузлах навішування руля напрямку, засміченість підшипників, механічні пошкодження обтічників антен, пошкодження ЛФП, відмова замка гальмівного парашуту
14.	Кінцеві профілі рулів	Механічні пошкодження і корозія профілів, деформації і тріщини, обрив заклепок

1	2	3
15.	Контейнер гальмівного парашуту	Вм'ятини, наявність вологи, дефекти і пошкодження замків, обрив головок заклепок, корозія сталевих і дюралевих елементів.
16.	Кінцевий кок фюзеляжу	Забоїни, вм'ятини, тріщини по зварним швам, негерметичність РМ-130.
17.	Поворотна половина стабілізатора	Корозія магнієвої качалки змішувального механізму управління стабілізатором та обшивки, вм'ятини на обшивці, забоїни на кінцевих профілях
18.	Балка стабілізатора	Корозія, забоїни в місцях встановлення підшипників, прослаблення внутрішньої обойми, забоїни обшивки в районі підшипників, негерметичність комбінованого агрегату управління КАУ-125
19.	Відсік двигуна	Підтікання палива через дренаж клапана наддува, забруднення фільтроелементів, відмова електромеханізму 525-4; перетирання фторопластового рукава гідросистеми; негерметичність трубопроводу наддуву ГС, негерметичність з'єднання ГС і ПС
20.	Середня частина фюзеляжу	Негерметичність мембрани бачка акумулятора; підтікання гідросуміші по штоку агрегату РМ-130 каналу курсу, негерметичність гідробаку підтискування гідросистеми
21.	Вузол утримувача на консолі крила	Корозія на сталевих деталях, забоїни обшивки біля вузла, пошкодження контактних поверхонь
22.	Основна опора шасі	Порив ущільнювальної гуми на бокових стулках; підтікання гідросуміші по штоку амортизатора стояка шасі; тріщини нижнього зварного шву балок основних стояків шасі, відмови гідрокрану ГА 142-2
23.	Ніша основної опори шасі	Корозія накидних гайок трубопроводів, корозія магнієвих відбортовочних колодок трубопроводів, вм'ятини обшивки гальмівного щитка, негерметичність гідроциліндру, знос осі Т6-2-0595-196 у вузлах навіски стулок основних стояків шасі, внутрішня негерметичність системи аварійного випуску шасі, відмови кінцевих вимикачів.
24.	Підвісний паливний бак	Забоїни, вм'ятини, корозія, механічні пошкодження бака та вузлів навішування

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

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

заклепкові, різьбові та зварні з'єднання фюзеляжу, крила і оперення – на наявність руйнування гвинтів, головок заклепок, тріщин і корозійних уражень;

стикові фітинги крила і фюзеляжу, болти вузлів стикування, вузли з'єднання частин фюзеляжу - на наявність тріщин і корозії;

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

деталі систем управління літака (тяги та качалки, вузли кріплення рулів, кронштейни, деталі кріплення, стільникові елементи конструкції тощо) на наявність

непроклеювання, механічного зношення і води в стільникових конструкціях, тріщин, забоїн, корозії тощо;

деталі шасі (галтельні переходи, вузли навішування опор, деталі амортизаторів, циліндрів-підйомників, качалки та провущини циліндрів механізму розвороту переднього колеса, підкоси, шліц-шарніри, замки фіксації стояків, стулки та вузли їх навішування, осі коліс тощо) – на наявність тріщин, руйнування, корозії;

силові вузли кріплення озброєння (утримувачі та силові вузли підвішування) на наявність тріщин, корозійних уражень, забоїн та інших пошкоджень.

Прогноз зміни технічного стану літаків типу Су-24 при експлуатації за межами призначених показників наведено на рисунку 3.

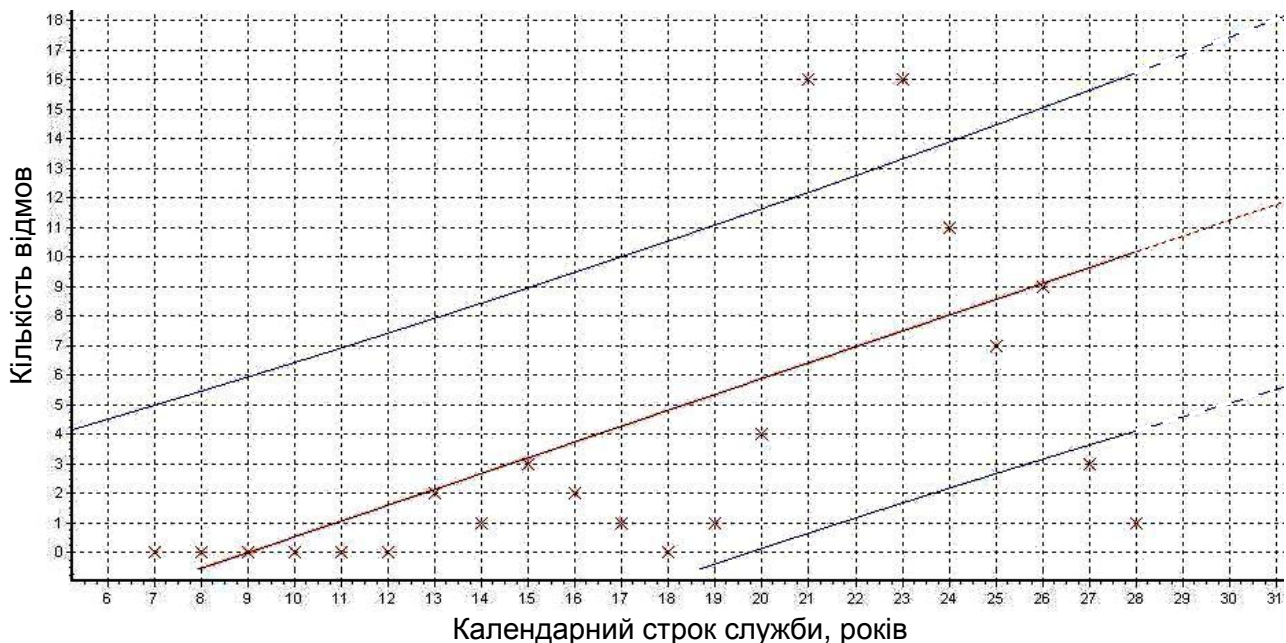


Рис. 3. Загальний розподіл характерних несправностей планера літака і агрегатів його систем за роками експлуатації

## **Висновки**

1. Аналіз матеріалів досліджень технічного стану літаків типу Су-24, що відпрацьовані у експлуатуючих частинах та Державному підприємстві “Миколаївський авіаремонтний завод “НАРП” під науково-методичним керівництвом ДНДІА за період понад 20 років виявив “проблемні місця” на планері, які впливають на можливість подальшої експлуатації за межами призначених показників.

2. Пошкодження та несправності конструкції в “проблемних місцях” є наслідком дії агресивного навколишнього середовища та зносу конструкції елементів планера при використанні літаків за призначенням протягом значних строків експлуатації.

3. Наявність “проблемних місць” потребує постійного інструментального контролю технічного стану силових елементів планера для відпрацювання заходів

відновлення справності літаків при їх експлуатації за межами призначених показників.

4. Суттєвого зростання кількості відмов у подальшій експлуатації за межами призначених показників протягом декількох наступних років не очікується, що дозволяє позитивно оцінювати перспективи переведення окремих літаків типу Су-24 на експлуатацію за технічним станом.

5. Продовження експлуатації літаків типу Су-24 за межами призначених показників методом переводу на експлуатацію за технічним станом можливо тільки персонально для обмеженої кількості літаків, які використовуються за призначенням і знаходяться у справному стані та мають запас ресурсу і призначених строків служби.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Руководство по технической эксплуатации № 6, Кн.3, 1980 г.
2. Єдиний регламент технічного обслуговування Т-6М, МР.
3. Житомирский Т.Н., Конструкция самолетов, М.: - Машиностроение, 1991. – 364 с.
4. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. Цибенко В.М. Конструкція літальних апаратів, Київ, Вища школа, 2001. – 383 с.

*Надійшла до редакції 17.10.2012*