

УДК 629.735:539.43

Е.В.Аболіхіна<sup>1</sup>, С.М.Чернега<sup>2</sup><sup>1</sup>АНТК ім. О.К. Антонова (АНТК)<sup>2</sup>НТУ України "КПІ"

## ДЕГРАДАЦІЯ СПЛАВУ В95Т ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІТАКІВ Ан.

*В роботі розглянуто корозійний стан зовнішньої поверхні верхніх панелей крил літаків Ан-24 і Ан-26. Використані дані з технічного стану 1200 літаків, що зібрані за період більше 40 років експлуатації у різних регіонах і кліматичних зонах, з різною інтенсивністю польотів. Аналізуються причини появи корозії, її види, зони розташування осередків корозії і визначена швидкість розвитку корозії по глибині матеріалу залежно від зон базування літаків.*

Ключові слова: міжкристалітна корозія, піттинг, корозійне розтріскування, тріщини, розшарування.

При забезпеченні експлуатації старіючого парку літаків, до яких належать і літаки Ан-24 і Ан-26, авіаційним фахівцям доводиться зіштовхуватися крім фактора втоми конструкції, також і з фактором її корозійного ушкодження. Обидва фактори є практично неминучими, і їхній прояв в експлуатації залежить тільки від наробку літака і його терміну служби. Однак якщо фактор втоми можна вважати добре вивченим, то фактор корозії можна віднести скоріше до випадкових явищ. Можливі місця появи корозії можна прогнозувати, в основному, спираючись на досвід експлуатації літаків, конструктивно подібних за застосовуваними матеріалами і технологіями протикорозійного захисту. Головним завданням при цьому є своєчасне виявлення зон корозійних ушкоджень, поки вони не приведуть до зниження міцності силової конструкції планера нижче припустимого рівня, або їхнє видалення не потребує дорогого ремонту. Важливо також знати, чи може корозійне ушкодження переходити у втомне, і якщо так, то за яких умов.

У цьому плані, з погляду виникнення і розвитку корозії, становить інтерес тривалий досвід експлуатації (20-40 років) літаків Ан-24 і Ан-26.

### ВИДИ І ПРИЧИНИ УТВОРЕННЯ КОРОЗІЇ

Верхні панелі крил літаків Ан-24, Ан-26 виготовлені з великогабаритних пресованих напівфабрикатів і катаних листів алюмінієвого сплаву В95Т. Панелі захищені від корозії комплексом покриттів, що складаються зі штучної оксидної плівки, плакуючого шару і лакофарбового покриття (звичайно багатшарового), що безпосередньо захищає конструкцію від впливу зовнішнього середовища.

Для обшивань верхніх панелей крил характерні розшарувальна, піттингова, міжкристалітна корозія і корозійне розтріскування.

Рівномірна піттингова корозія часто супроводжується виразковим корозійним ушкодженням різної глибини. Внаслідок малих розмірів вона важко виявляється і може сприяти розвитку інших видів корозії. Переважне утворення корозійних виразок спостерігається на ребрах торцевих поверхонь, біля рисок, границь лакофарбового покриття, у місцях механічних ушкоджень захисного покриття.

Осередки розшарувальної корозії виявляються, як правило, біля зенкованих отворів під заклепки і болти кріплення панелей. Факторами, що сприяють виникненню даного виду корозії, служать порушення захисного покриття, локальні механічні ушкодження поверхні, початкові ушкодження піттинговою, міжкристалічною або щільною корозією.

При розкритті осередків розшарувальної корозії крім порошку сірого кольору, виявляються також продукти корозійного розшарування металу у вигляді твердих крихких лусочок, пластин або волокон; у початковій стадії корозійного розшарування ці лусочки можуть зберігати металевий блиск (рис. 1).

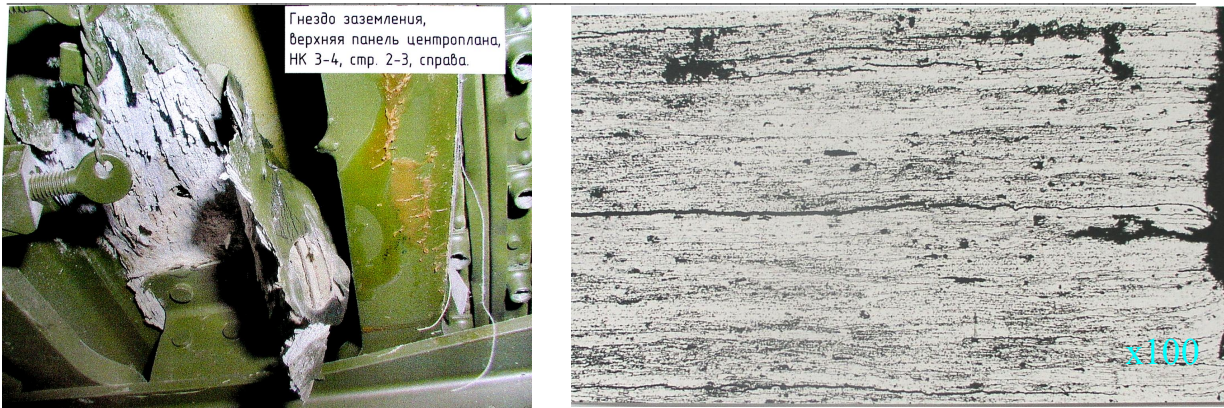


Рис. 1. Ушкодження розшарувальною корозією верхніх панелей СЧК після 15 років експлуатації літака Ан-24 в умовах вологого тропічного клімату

За умов експлуатації відзначаються випадки, коли одночасно з піттинговою і розшарувальною розвивається міжкристалітна корозія, наприклад, у заправних горловин і люків паливовимірів (рис.2).

У з'єднаннях внапуск (наприклад, під посилюючими накладками), під голівками болтів і заклепок, під нальотом бруду або продуктів корозії виявляються ушкодження, що виникли в результаті щілинної корозії. Однак, найбільш масовими, як за кількістю, так і за площею уражень, є осередки розшарувальної корозії.

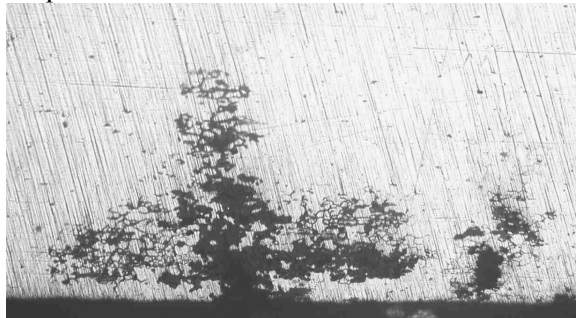


Рис. 2. Вигляд ушкодження міжкристалітною корозією на зачищеній поверхні обшивання після тривалої експлуатації в умовах вологого тропічного клімату. (x200)

Утворення тріщин корозійного розтріскування (КР) відбувається під впливом таких факторів, як монтажні напруги і довгострокові, діючі при стоянках літака, напруги розтягування. Виниклі корозійні тріщини надалі можуть розвиватися як за змішаним корозійно-втомним, так і за втомним механізмом. На рис. 3,б чітко видно, що мікрорельєф тріщини у зоні корозії інтеркристалітний, вкритий продуктами корозії при наявності вторинних мікротріщин по границях зерен на відміну від втомного транскристалітного мікрорельєфу з кільцевими лініями просування, показаного на рис. 3в. Тріщини виявляються на літаках після 20 років експлуатації.

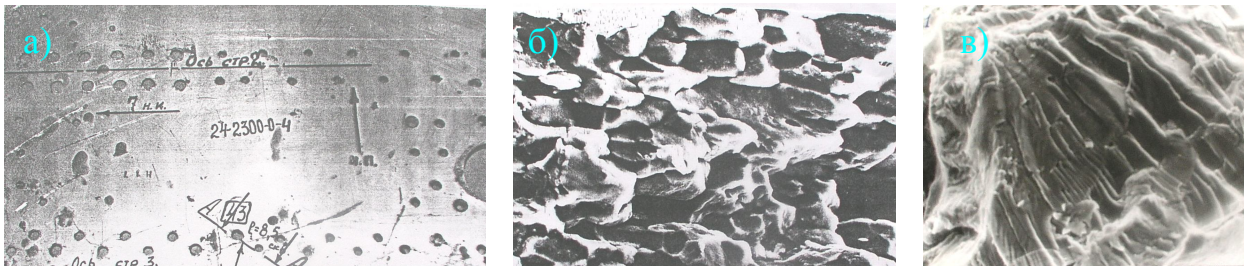


Рис. 3. Тріщина КР верхньої панелі літака Ан-24 після 15 років експлуатації в умовах вологого тропічного клімату (а, x1,2); особливості мікрорельєфу тріщини в зоні корозії (б, x860) і на ділянці втомного підростання (в, 1500).

Істотно знизити виникнення тріщин КР можна, знижуючи напруги при стоянках літака нижче граничних значень та забезпечувати складання літака без монтажних напруг, використовуючи сучасний високоякісний антикорозійний захист.

### СИСТЕМАТИЗАЦІЯ УШКОДЖЕНЬ

У процесі виконання роботи на зовнішній поверхні обшивань панелей крила були встановлені зони, максимально піддані корозії. Найбільше число випадків корозійних ушкоджень виникає на обшиванні центроплана. Значно менше, навіть в умовах вологого тропічного клімату, ушкоджується обшивання середньої частини крила (СЧК) і від'ємної частини крила (ВЧК). Це можна пояснити наступними факторами. Панелі СЧК і ВЧК виготовлені із листів, що мають меншу схильність до розшарувальної корозії в порівнянні із пресованими панелями центроплана. Крім того, частота демонтажу знімних панелей центроплана більша, ніж СЧК, що сприяє порушенню лакофарбового покриття в місцях установки кріплення і ушкодженню поверхні зенкованих отворів. ВЧК взагалі не має знімних панелей. Варто також брати до уваги вплив знакоперемінних напруг на верхні панелі крила, що може призводити до появи мікротріщин у захисному покритті.

Систематизація ушкоджень зовнішньої поверхні панелей крила за кліматичними зонами показала, що коли корозія виникала в умовах помірного клімату, то вона виявлялась тільки на обшиванні центропланів. В умовах агресивних атмосфер (морські, промислові атмосфери) ушкодження виникали на центроплані і в 10% випадків - на СЧК. Умови вологих тропіків сприяли виникненню ушкоджень на центроплані, СЧК і ВЧК.

Порівняння значень глибини корозійних ушкоджень, які виникли у різних зонах конструкції, показало, що ушкодження, які виникають в однакових кліматичних умовах приблизно за однакові проміжки часу, мало відрізняються за глибиною і перебувають у межах інтервалу відхилення даних. Це дозволило побудувати графічні залежності глибини корозії, що виникає на обшиванні верхніх панелей крил, від терміну служби літаків між ремонтами (рис. 4).

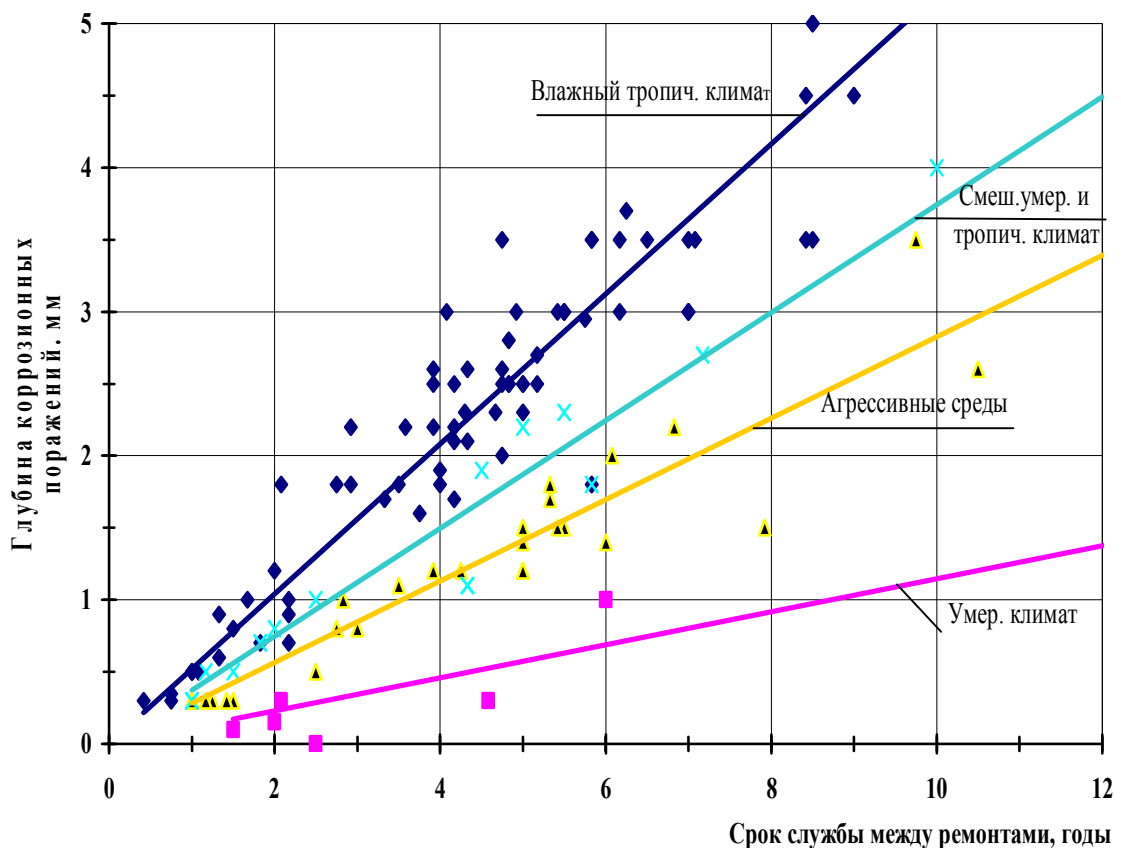


Рис. 4. Залежність глибини корозійних ушкоджень від терміну служби між ремонтами літаків у різних умовах їх експлуатації.

Таким чином, за даними оглядів конструкцій в експлуатації вироблена наближена оцінка середньої швидкості розвитку корозійних дефектів. Відповідно до результатів статистичної обробки дані швидкості розвитку корозії на зовнішній поверхні верхніх панелей із сплаву В95Т становлять:

	<b>Ан-24</b>	<b>Ан-26</b>
- помірний клімат -	~0,12 мм/рік;	~0,11 мм/рік;
- агресивні середовища -	~0,27 мм/рік;	~0,28 мм/рік;
- змішані умови експлуатації -	~0,36 мм/рік;	~0,38 мм/рік;
- вологі тропіки -	~0,56 мм/рік;	~0,55 мм/рік.

### **Висновки**

1. На верхніх панелях крил літаків Ан-24 і Ан-26 із сплаву В95Т1 виявлено місця можливого утворення ушкоджень і тріщин, що обумовлені пітинговою, розшарувальною корозією і корозійним розтріскуванням. Відзначено випадки розвитку корозійних тріщин за коррозійно-втомним або за втомним механізмами.

2. Встановлено основні причини появи корозії: підвищена схильність до розшарувальної корозії елементів конструкції із пресованих напівфабрикатів сплаву В95Т; недостатній захист місць постановки кріплення; недосконалість протикорозійного захисту агрегатів, ушкодження захисних покриттів у процесі експлуатації; несприятливі впливи агресивних середовищ і кліматичних умов експлуатації.

3. Здійснено оцінку швидкості росту корозійних ушкоджень на обшиваннях верхніх панелей крил літаків Ан-24 і Ан-26 з сплаву В95Т.

1. Звіт №1137 по темі «Дослідження механізму розшарувальної корозії алюмінієвих сплавів». - Москва: ВІЛС, 1983, 149 с.
2. Звіт №889 по темі «Дослідження КПП і РК напівфабрикатів зі сплавів Д16год, В95пч, В93 пч». - Москва: ВІЛС, 1977, 38 с.