

УДК 629.7.083

**КОРИТЬКО О.І.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,  
доцент, старший науковий співробітник

**ХІЛЬЧЕНКО М.Ф.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,  
доцент, старший науковий співробітник

**СИСУЄВА Л.Г.**, науковий співробітник

## **ДОСЛІДЖЕННЯ В НАПРЯМКУ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ОСЕЙ ПОВОРОТНОГО СТАБІЛІЗАТОРА ЛІТАКА МіГ-27**

*Стаття присвячена розробці технології поновлювального ремонту осей поворотного стабілізатора літака МіГ-27. Представлена послідовність та сутність усіх етапів робіт щодо вказаної технології*

При виконанні ремонту літаків типу МіГ-27 на ДП "Львівський авіаційно-ремонтний завод" виникла проблема, пов'язана з визначенням можливості продовження експлуатації осей поворотного стабілізатора 2.51.0305.0210.91 (2.51.0305.0210.92) (рис.1) після виконання капітального ремонту літака і встановленням цим елементам міжремонтного ресурсу 750 годин, оскільки ці елементи раніше вважали не придатними для ремонту. Водночас вони є і вкрай дефіцитними та дорогими.



Рис. 1. Конструкція вісі стабілізатора літака типу МіГ-27

Вісь вироблена з мало легованої сталі 30ХГНСА і складається з двох штампованих частин, з'єднаних сваркою. Потенційно небезпечним елементом даної конструкції є перехідна частина від "підшви" до галтелі посадкового місця під підшипник. Річ в тому, що це місце є найбільш напруженим під час роботи

конструкції під впливом згинальних моментів, що діють у двох площинах і створюють складний напружений стан в указаній перехідній частині.

Як це відомо з теорії "крихкої міцності" [1], в разі такого двохосного навантаження матеріал конструкції стане крихким і дуже схильним до розвитку тріщин втоми. Саме це і спостерігалось під час експлуатації виробів указанного типу.

Певну небезпеку розвитку тріщин втоми створює і зварювальний шов, що з'єднує обидві частини вісі.

З практики ремонту літаків цього ж типу відома технологія "омолодження" [2], яка має практичне застосування на балках стояків шасі, виготовлених з аналогічного матеріалу і які мають схожу розрахункову схему.

Суть технології "омолодження" полягає у проведенні комплексу операцій механічної та термічної обробки, в ході яких усувається поверхневий шар матеріалу конструкції, котрий під час експлуатації піддавався дії найбільших за рівнем повторних навантажень розтягу і міг мати зародки втомних пошкоджень, які з часом могли би перетворитися у тріщини втоми.

Товщина шару матеріалу, що усувається, має порядок 0,3 мм, а якщо неруйнівний контроль показав наявність незначних пошкоджень у поверхневому або під поверхневому шарі матеріалу на глибині до 1мм, допускається усунення цих пошкоджень місцевим шліфуванням з послідуєчим поліруванням.

Повнота усунення пошкоджень перевіряється шляхом проведення неруйнівного контролю.

До комплексу операцій механічної обробки додаються дві операції термічної обробки – одна для зняття залишкових напружень, накопичених у попередньої експлуатації і друга – для зняття теж залишкових напружень, які виникли у ході проведення операцій механічної обробки – шліфування та полірування.

Ефективність запропонованої технології планувалось перевірити шляхом проведення втомних і статичних випробувань в умовах ДП "Антонов" за методологією, яка установлена нормами міцності [3].

Для синтезу програми цих випробувань проведено розрахунки повторюваності граничних значень навантажень на стабілізатор згідно зі згадуваними нормами міцності.

### **1. Розрахунок повторюваності граничних значень навантажень на стабілізатор**

Спектр нормованої повторюваності навантажень визначено, виходячи з обмежень по експлуатаційному перевантаженню літака  $n_y^e$ , (у даному випадку  $n_y^e=7$ ) і стандартного 200-годинного блоку навантажень, який за звичай

застосовується при проведенні ресурсних випробувань [4]. Результати розрахунків наведені в таблиці 1.

Ця таблиця застосовується для визначення інтервалів, на яких підраховується повторюваність рівнів навантажень, при проведенні втомних випробувань.

Таблиця 1.

Нормовані значення повторюваності рівнів перевантаження маневреного літака в розрахунку на 200 годин нальоту

Середні рівні перевантажень при $n_y^e = 9$ (вихідні дані)	Середні рівні перевантажень при $n_y^e = 7$	Нормована повторюваність рівнів перевантажень	Інтервали перевантажень	Інтервали навантажень на ГО, кГс
2,16	1,68	100	1,34..2,02	2152...3374
2,97	2,31	580	2,02..2,60	3374...4432
3,78	2,94	36	2,60..3,28	4432...5912
4,59	3,57	124	3,28..3,86	5912...6759
5,4	4,2	88	3,86..4,54	6759...7923
6,21	4,83	58	4,54..5,12	7923...8989
7,02	5,46	32	5,12..5,80	8989...10228
7,83	6,09	12	5,80..6,38	10228...11607
8,64	6,72	6	6,38..7,00	11607...12334

## **2. Розрахунок реальних значень повторюваності навантажень на стабілізатор згідно з даними бортових засобів реєстрації параметрів польоту**

Літаки типу МіГ-27 обладнані бортовими реєстраторами параметрів польоту типу "Тестер УЗ", що дає можливість використовувати записи цих параметрів під час проведення ресурсних розрахунків і розрахунків міцності елементів конструкції літака.

Для визначення реальної повторюваності навантажень прийнятий такий алгоритм дій:

1. Проведення аеродинамічних розрахунків за допомогою чисельного методу дискретних вихорів, метою яких є визначення аеродинамічних похідних коефіцієнтів  $C_{y_{го}}^{\alpha}$  і  $C_{y_{го}}^{\varphi}$ , необхідних для визначення навантажень на горизонтальне оперення (ГО)  $P_{го}$  та координат місця їх прикладення. Методика виконання указаних розрахунків наведена в статті цього збірника [5].

2. Розроблення допоміжного програмного забезпечення, котре дозволяє застосовувати для проведення ресурсних розрахунків та міцності інформацію, яку містять файли з розширенням **\*\*.txt**, одержані після первинної обробки носіїв інформації бортових реєстраторів параметрів польоту за допомогою апаратури "Славутич".

3. Розроблення програмного забезпечення, яке дозволяє проводити розрахунки поточних значень навантажень ГО, приводити ці значення навантажень до еквівалентних циклів з використанням відомих залежностей теорії втомної міцності і розподіляти еквівалентні цикли за розмахом на інтервали, які співпадають з інтервалами, визначеними в таблиці 1.

Це дає можливість порівнювати повторюваність граничних значень навантажень на ГО, одержаних з застосуванням норм міцності і їх реальних значень, отриманих за допомогою зареєстрованих даних бортових засобів об'єктивного контролю типу "Тестер 3У".

### **3. Синтез програми втомних випробувань**

Необхідність проведення втомних і статичних випробувань осей 2.51.0305.0210.91 (2.51.0305.0210.92) стабілізатора виробу 2У, на яких виконані технологічні операції процесу "омолодження", пов'язана з необхідністю підтвердження ефективності цього процесу для забезпечення можливості встановлення літаку міжремонтного ресурсу 750 годин, оскільки обмеження, з різних причин, викликані саме цими елементами конструкції літака.

Проведення руйнівних статичних випробувань потрібно для аналізу характеру руйнування – пластичне руйнування свідчить про наявність залишку втомної міцності після закінчення втомних випробувань, а, значить, і наявність залишку ресурсу. Крихке ж руйнування свідчить про граничний стан виробу після проведення втомних випробувань і відсутність залишку ресурсу.

Роботи по реалізації описаної технології тимчасово припинені по об'єктивним причинам на етапі початку безпосереднього проведення стендових втомних випробувань. Продовження та завершення цієї роботи з подальшим запровадженням в практику роботи ремонтних підприємств дасть суттєвий позитивний економічний ефект.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Усталось и вязкость разрушения металлов. Сборник трудов под редакцией В.С. Ивановой, С.Е. Гуревич. – М: Наука, 1974.
2. Изделия 23БМ, 32.26, 32.29 Руководство по капитальному ремонту 2.25.4100.0000.00.РК. – М: РСК "МиГ".
3. Гудков А. И., Лешаков П.С. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов. – М: М-е, 1968.
4. Райхер В.Л., Француз Т.А. Рекомендации ЦАГИ по способам расчёта усталостных повреждений и оценки ресурсов конструкции самолётов. – М: Изделие ЦАГИ, 1972.
5. Коритько О.І. До розрахунку польотного аеродинамічного навантаження стабілізатора літака типу МіГ-27 // Збірник наукових праць ДНДІА України, 2010, вип. 6(13).

*Надійшла до редакції 29.10.2010*