

УДК 629.7.083.

ГРЕНЬ В.М., старший науковий співробітник

ЛЯШЕНКО В.О., старший науковий співробітник

САМУЛЄВ В.В., провідний науковий співробітник, доцент

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ВИНИКНЕННЯ І РОЗВИТКУ УШКОДЖЕНЬ ПЕРЕДНІХ КОРПУСІВ ВЕНТИЛЯТОРА ДВИГУНІВ РД-33 ТА РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗАПОБІГАННЯ

У статті наведено аналіз експлуатаційних пошкоджень переднього корпусу двигуна РД-33 та заходи щодо їх запобігання

Ключові слова: передній корпус, стійка, РД-33

Забезпечення справності парку бойових літальних апаратів бойового складу авіації Збройних Сил України, як основних носіїв бойового потенціалу і, в першу чергу, справності їх авіаційних силових установок, є однією з актуальних проблем, від якої залежить боєздатність Збройних Сил України та воєнна безпека держави.

Необхідність вирішення проблеми забезпечення справності парку авіаційних двигунів іноземної розробки і виробництва загострюється відсутністю авторського нагляду з боку розробників та виробників у процесі експлуатації цього парку.

На даний час стоїть питання щодо підтримання справності згаданого парку авіаційних двигунів РД-33 належності Повітряних Сил Збройних Сил України.

Сучасні авіаційні двигуни являють собою складну конструкцію, що містить в собі велику кількість різних за формою, розмірами, матеріалами, умовами роботи й призначенням деталей. В процесі експлуатації під впливом статичних та динамічних навантажень, температур, внаслідок конструктивних і виробничих дефектів, а також можливих порушень умов технічного обслуговування деталі ушкоджуються [1]. Як правило, більшість ушкоджень призводять до втрати їх працездатного стану.

Головними причинами дефектів є: ступінь зносу елементів конструкції, конструктивні недоліки та виробничі дефекти, порушення правил експлуатації. Одним із різновидів природного зносу є розвиток втомних явищ в металі конструкцій двигунів, які виникають під дією знакозмінної напруги в процесі їх роботи. Такі явища розвиваються, як правило, в місцях концентрації напружень.

Втомний ступінь зносу металу проявляється в появі сітки дрібних тріщин на поверхні деталі. Ці тріщини, концентруючи напругу на своїх кінцях, розвиваються в довжину і глибину, значно послабляючи уражену ними деталь і викликаючи, врешті-решт, її руйнування.

Характерними виробничими дефектами деталей двигунів є недосконалість структури металу, яка утворюється в результаті недоліків технології зварювання або термообробки; залишкова напруга в зварних конструкціях, поверхневі тріщини, які з'являються в результаті порушень технології шліфування; відшаровування

гальванопокриття за рахунок невірної заточування і заправки шліфувальних кругів тощо.

Порушення правил експлуатації та пілотування (тривале використання форсажних режимів роботи двигуна тощо) призводять до перевантажень елементів конструкції. До таких же результатів призводять грубі посадки літаків. В результаті прискорюється розвиток втомних явищ і вихід конструкції з ладу [2].

За час експлуатації літаків МиГ-29 виявлено значну кількість тріщин та розтріскувань вздовж зварних швів на передніх корпусах авіаційних двигунів РД-33 (рисунок 1 а, б).

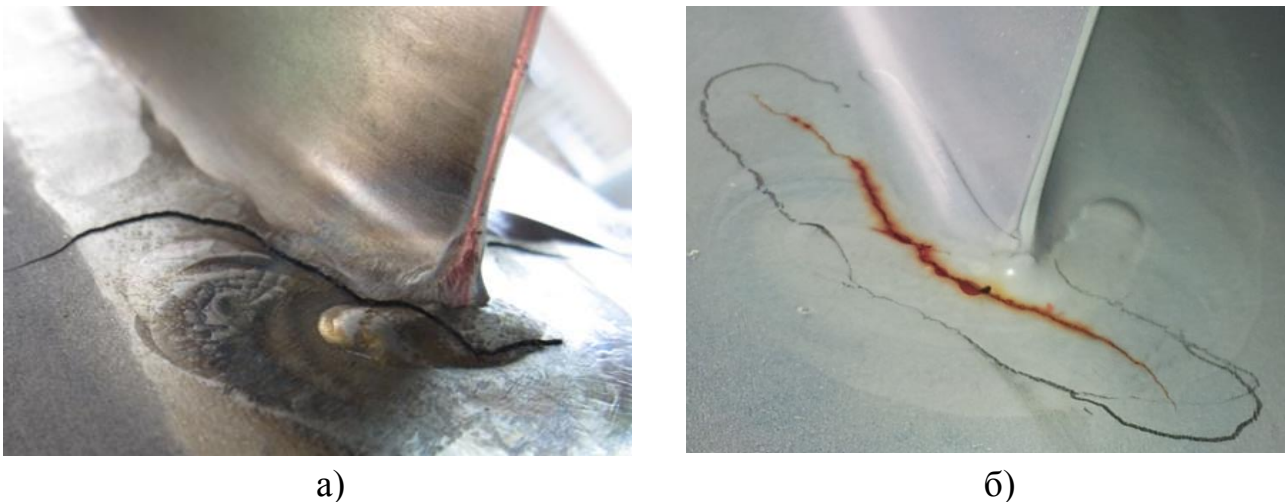


Рис. 1. Тріщина вздовж зварного шва стійки і корпусу опори двигуна (вид із заду стійки).

Аналіз виявлених експлуатаційних пошкоджень на авіаційних двигунах РД-33 показує, що вражені ними двигуни виготовлені в період з 1985 по 1991 роки й мають наробіток з початку експлуатації від 224 до 1007 год. та наробіток після останнього ремонту від 7 до 698 год. Виявлені тріщини розташовані вздовж зварних швів стійок із зовнішньою поверхнею переднього корпусу (рисунок 2 а, зона розміщення дефектів А, Б), а також вздовж зварних швів стійок з обтікачем переднього корпусу (рисунок 2 б, зона розміщення дефектів А, Б).

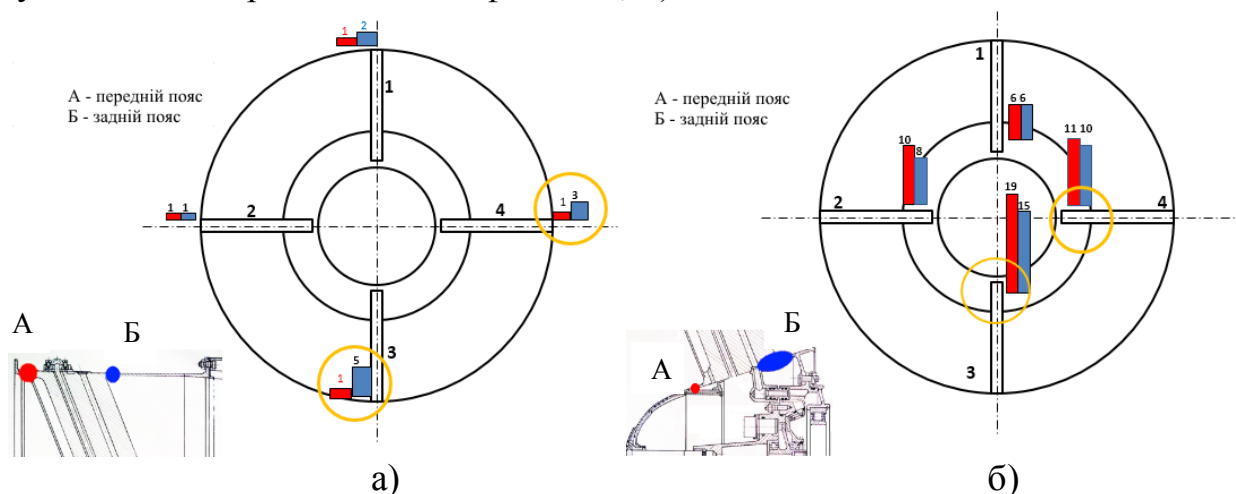


Рис. 2. Статистика виявлення тріщин вздовж зварних швів стійок із зовнішньою поверхнею переднього корпусу

Найбільшу кількість тріщин виявлено в розташуванні третьої та четвертої стійок. Розміри виявлених тріщин досягають від 9 до 17 мм.

Втомні тріщини зароджуються, як правило, на поверхні (в галтелі виробу) або, найчастіше, одночасно в декількох місцях і мають форму півовала. При злитті декількох локальних півовальних тріщин утворюється магістральні тріщини [3]. Втомні тріщини з'являються в точці металу, де відношення місцевого напруження до межі витривалості металу найнижче. Зазвичай ці точки знаходяться на поверхні деталі. Пояснюється це тим, що міцність металу вздовж його поперечного перерізу приблизно однакова, а максимальне напруження при крученні або вигині знаходиться в крайніх волокнах.

За допомогою сучасних комп'ютерних програм (ANSYS, SOLIDWORKS) та конструкторської документації авторами побудовано модель переднього корпусу двигуна РД-33 та проведено розрахунок його напружено деформованого стану методом скінчених елементів (рисунок 3).

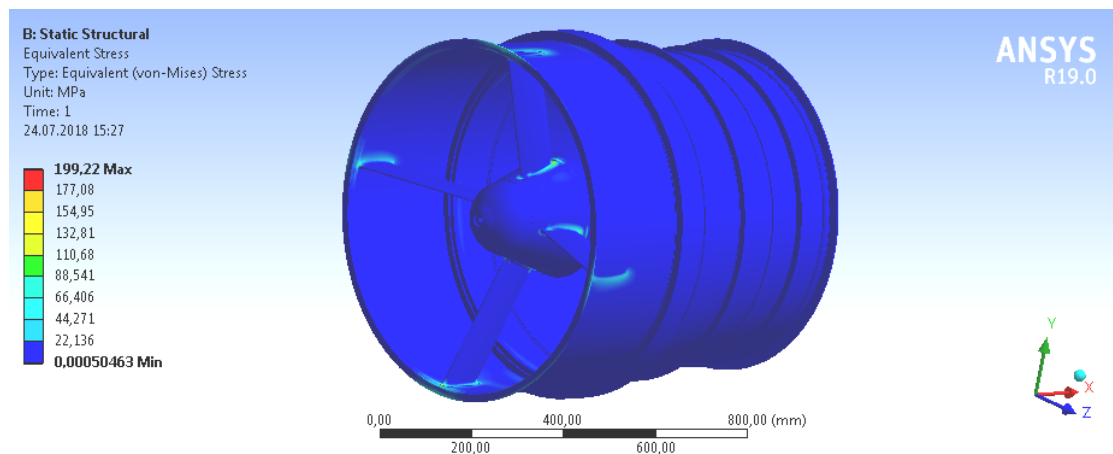


Рис. 3. Розподіл еквівалентних напружень переднього корпусу РД-33 по Мізесу

Параметри розбиття моделі, механічні граничні умови, властивості матеріалів задавались відповідно до можливості програми й наближені до реальних умов експлуатації. Для забезпечення отримання найбільш точних результатів в зоні великих градієнтів напружень здійснювалось подрібнення сітки. Розрахунок напруженого стану здійснювався на основі аналізу параметрів його силової схеми.

Встановлено, що при розгоні або гальмуванні літака з'являється осьова інерційна сила, навантажуюча ротор двигуна, яка передається на корпус через опорний підшипник. Величина сили залежить від прискорення літака. Ця сила навантажує корпус опори підшипника, а також вузли кріплення двигуна до літака.

При відхиленні від прямолінійної траєкторії виникає поворотне прискорення, яке може визивати появу гіроскопічного моменту ротору та інерційних перенавантажень. Крім того, впливає специфіка роботи антизаледенільної системи, яка вимикається та вмикається за певних умов польоту і, як наслідок, окремі ділянки, дотичні до каналів підведення гарячого повітря, зазнають термоциклічного впливу.

Виявлені тріщини є характерними для передніх корпусів усіх двигунів РД-33, що обумовлено недосконалістю конструкції переднього корпусу.

Проведені дослідження дозволяють запропонувати заходи щодо запобігання утворення в експлуатації тріщин на передньому корпусі двигуна РД-33:

розробка методичних рекомендацій військовим частинам, які експлуатують винищувачі МиГ-29, щодо застосування режимів роботи двигунів РД-33 при маневруванні літаків на землі і в повітрі та діагностуванні передніх корпусів вентиляторів при та після польотних, цільових оглядах;

розробка пропозицій до технічних заходів та технологічного процесу ремонту передніх корпусів вентиляторів двигунів РД-33 в умовах функціонування державного підприємства “Луцький ремонтний завод “Мотор”;

розробка пропозицій щодо посилення місць кріплень стійок переднього корпусу шляхом підварювання відповідних косинців, або встановлення двох півкілець.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хронін Д.В. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Машиностроение, 1989. – 564 с.
2. Старцев Н.И. Конструкция и проектирование основных узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок – С.: СГАУ, 2013. – 399 с.
3. Мавлютов Р.Р. Концентрация напряжений в элементах авиационных конструкций. – М.: Наука, 1981. – 140 с.

Надійшла до редакції 26.11.2018

Рецензент: професор Карпінос Б.С.