



دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة: الفحص بالمنظار والأجزاء محدودة العمر وهامش حرارة العادم



دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة: الفحص بالمنظار والأجزاء محدودة العمر وهامش حرارة العادم

مقدمة:

دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة دورة تمتد 10 أيام، موجهة لفرق هندسة المحركات وورش المحركات والفرق الفنية للأسطول، وتنتهي بإعداد خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات لمشغل افتراضي. فالمشغلون يخسرون ساعات بقاء المحرك على الجناح ومبالغ كبيرة حين تزال محركات متدهورة دون تخطيط، وحين تهدر الأجزاء محدودة العمر أعماراً متبقية مكلفة، وحين يحدد نطاق أعمال الورشة دون أدلة من اتجاهات الأداء أو الفحص بالمنظار، ويتولى المشاركون مراقبة المحركات التوربينية المروحية أو فحصها أو تخطيط صيانتها، ويعملون على دراسات حالة مبنية على سجلات الاتجاهات والمنظار والأجزاء محدودة العمر، وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- شرح بنية وحدات المحرك التوربيني المروحي وكيف يؤثر تصنيف الدفع ونسبة ساعات الطيران إلى الدورات وبيئة التشغيل في تدهور كل وحدة
- إجراء الفحص بالمنظار الداخلي وتوثيقه وفق حدود الصلاحية في دليل المحرك، والمفاضلة بين استمرار التشغيل وتكرار الفحص وإزالة المحرك
- تفسير بيانات مراقبة اتجاهات حالة المحرك، ومنها هامش حرارة غازات العادم EGT وتدفق الوقود والاهتزاز ومؤشرات الزيت، لبناء قائمة متابعة المحركات المرشحة للإزالة
- تتبع الأجزاء محدودة العمر بسجلات تتبع الأصل منذ التصنيع، وتخطيط استبدالها بما يوازن بين العمر المتبقي وهدف بناء المحرك للزيارة التالية
- اختيار نطاق أعمال زيارة الورشة وتقدير محركات تكلفتها وشروط عقودها وشروط إعادة المحرك المؤجر لكل محرك
- إعداد خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات تتضمن أهداف استعادة الأداء وتغطية المحركات الاحتياطية ومؤشرات أداء الأسطول

الفئة المستهدفة:

- فرق هندسة المحركات المسؤولة عن موثوقية المحركات وقرارات إزالتها والحالة الفنية لمحركات الأسطول
- فرق ورش المحركات والعمرات المسؤولة عن الفحص عند الاستلام وإصلاح الوحدات وإعادة البناء والاختبار
- فرق صيانة الخط والقاعدة المسؤولة عن الفحص بالمنظار على الجناح وجمع بيانات اتجاهات المحرك
- فرق سجلات المحركات المسؤولة عن تتبع الأجزاء محدودة العمر والدورات المتبقية ووثائق بناء المحرك
- الفرق الفنية للأسطول وأصول المحركات المسؤولة عن تغطية المحركات الاحتياطية وعقود الورش ومراجعة شروط الإعادة

محاوِر الدورة:

اليوم 1: بنية المحرك التوربيني المروحي ووحداته وأسباب إزالة المحركات

- تصاميم المحركات ثنائية وثلاثية العمود ونسبة الالتفاف الجانبي
- تفكيك وحدات المروحة والضاغط المعزز والضاغط عالي الضغط
- وظائف وحدات غرفة الاحتراق والتوربين عالي الضغط ومنخفض الضغط
- معيار البناء النمطي للمحرك ومنطق تبديل الوحدات
- تحليل باريتو لأسباب إزالة المحركات في أسطول مختلط

اليوم 2: فلسفة صيانة المحركات وحدود الدليل ومحركات استهلاك العمر

- مقارنة الصيانة حسب الحالة بالصيانة محددة العمر للمحركات
- حدود الفحص في دليل المحرك وجدول الأضرار المقبولة
- حدود الدورات للأجزاء محدودة العمر في الأقراص والأعمدة
- أثر نسبة ساعات الطيران إلى الدورات في التآكل
- خفض الدفع وحرارة الهواء الخارجي كعوامل لشدة التشغيل

اليوم 3: ممارسة الفحص بالمنظار الداخلي على الجناح

- اختيار مسبار المنظار الصلب والمرن حسب موقع الفحص في المحرك
- الوصول إلى منافذ المنظار وإجراء تدوير الدوار الأساسي
- تصنيف أضرار ريش التوربين من الاحتراق وفقد الطلاء
- تقييم تشققات بطانة غرفة الاحتراق وتكرين فوهات الوقود
- قياس صور المنظار وقالب تقرير الفحص

اليوم 4: مراقبة اتجاهات حالة المحرك وبيانات صحته

- مجموعة معاملات اللقطة أثناء التطواف لمراقبة اتجاهات حالة المحرك
- تتبع اتجاهات هامش EGT وتدفق الوقود وفرق سرعة القلب
- مسح اهتزاز المحرك ونتائج كاشف الرقائق المغناطيسي
- اتجاه استهلاك الزيت ونتائج التحليل الطيفي للزيت
- حدود تنبيه صحة المحرك وقائمة متابعة الإزالة

اليوم 5: دراسة حالة: مراجعة صحة المحركات للأسبوع الأول

- دراسة حالة لارتفاع اتجاه EGT مع تأكيد بالمنظار
- دراسة حالة لأضرار الأجسام الغريبة في ريش المروحة
- تطبيق مصفوفة القرار بين حد الصلاحية والإزالة
- مقارنة تكلفة الإزالة غير المجدولة بالإزالة المخططة
- ورقة ملخص نتائج صحة المحركات للأسبوع الأول

اليوم 6: تحديد نطاق أعمال زيارة الورشة وتخطيط العمر المتبقي للأجزاء محدودة العمر

- مستويات دليل تخطيط نطاق الأعمال من الحد الأدنى إلى العمر الكاملة
- المفاضلة بين نطاق استعادة الأداء ونطاق تجديد القلب
- تتبع الأجزاء محدودة العمر منذ التصنيع وسجلات الدورات المتبقية
- هدف بناء المحرك حسب العمر المتبقي وتوقيت الاستبدال
- توقع فترة زيارة الورشة من الدورات وتدهور EGT

اليوم 7: محركات تكلفة زيارة الورشة والإصلاحات وضبط الجودة

- تفصيل تكلفة زيارة الورشة بين العمالة والمواد والإصلاحات
- إصلاح ريش وموجهات القسم الساخن مقابل استبدالها
- مخاطر المواد المستعملة الصالحة ومصادر القطع البديلة
- نتائج تقرير التفكيك وضبط تغييرات نطاق الأعمال
- تشغيل القبول في خلية اختبار المحرك ووثائق الإفراج

اليوم 8: عقود الورش وشروط إعادة المحرك المؤجر والتنسيق حول المحركات

- عقود الورش بالوقت والمواد مقابل العقود بسعر ثابت
- توزيع المخاطر في اتفاقيات دعم المحرك بساعة الطيران
- شروط إعادة المحرك المؤجر لعمر الأجزاء وهامش EGT
- تحديد حجم مخزون المحركات الاحتياطية وتغطيتها بالاستئجار قصير الأجل
- تنسيق إزالة المحرك بين التخطيط والعمليات والورشة

اليوم 9: قياس استعادة الأداء ومؤشرات أداء محركات الأسطول

- طريقة التحقق من استعادة هامش EGT بعد زيارة الورشة
- أثر غسيل المحرك بالماء على الجناح في استرداد هامش EGT
- مؤشرات مدة البقاء على الجناح ومعدل زيارات الورشة
- مقارنة تكلفة صيانة المحرك لكل ساعة طيران
- مراجعة السبب الجذري للإزالة المتكررة بأدلة التفكيك

اليوم 10: دراسة حالة ختامية: خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات

- مراجعة صحة محركات المشغل محل الحالة وحالة أجزائها محدودة العمر
- بناء توقعات الإزالة من هامش EGT وحدود الأجزاء محدودة العمر
- اختيار نطاق أعمال زيارة الورشة وإعداد تقدير التكلفة
- مراجعة شروط الإعادة وتغطية المحركات الاحتياطية
- استكمال خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات

المهارات التي ستكتسبها:

- تقييم وحدات المحرك التوربيني المروحي
- توثيق الفحص بالمنظار الداخلي
- تحليل اتجاهات أداء المحرك
- إدارة العمر المتبقي للأجزاء محدودة العمر
- تحديد نطاق أعمال زيارة الورشة
- تقدير تكلفة صيانة المحركات
- مراجعة شروط إعادة المحرك المؤجر
- تخطيط المحركات الاحتياطية

لماذا تحضر هذه الدورة:

- إعداد خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات لمشغل افتراضي ورفعها إلى رئيس هندسة المحركات ومدير الشؤون الفنية للأسطول
- تحديد ما إذا كان المحرك يبقى على الجناح أو يخضع لفحص متكرر بالمنظار أو يزال، ومستوى نطاق الأعمال الذي يحتاجه
- تجنب الإزالات غير المخططة وهدر العمر المتبقي للأجزاء محدودة العمر والنقص عند إعادة المحرك المؤجر، وكلها ترفع التكلفة وتوقف الطائرات
- نقل قوالب تقارير المنظار وأوراق تنبيه الاتجاهات وجدول حالة الأجزاء محدودة العمر ونماذج تكلفة نطاق الأعمال إلى فرق الهندسة والورشة

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يقدم المشارك خطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات إلى رئيس هندسة المحركات ومدير الشؤون الفنية للأسطول وفريق العقود، وتعتمد هذه الجهات على الخطة في إقرار تسلسل إزالة المحركات ومستوى نطاق الأعمال وموازنة كل زيارة ورشة واستبدال الأجزاء محدودة العمر وتغطية المحركات الاحتياطية. وبعد أول زيارة ورشة وفق الخطة، تقارن الوحدة هامش EGT المستعاد والتكلفة الفعلية ومدة الإنجاز بالتقدير، ثم تحدث حدود تنبيه الاتجاهات وتوقعات الإزالة.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشارك قبل دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة؟

يحتاج المشارك إلى خبرة عملية مع المحركات التوربينية المروحية في هندسة المحركات أو ورشة المحركات أو صيانة الخط أو سجلات المحركات، وقدرة على قراءة بيانات الاتجاهات أو تقارير الفحص، ويفيده إحضار رسوم اتجاهات أو صور منظار أو ورقة حالة أجزاء مجهولة الهوية لتطبيق دراسات الحالة على محركاته.

بم تختلف دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة عن دورات التوربينات الغازية الصناعية أو صيانة هياكل الطائرات؟

تركز على محركات الطائرات التوربينية المروحية التي تزال لزيارة الورشة: حدود المنظار ومراقبة الاتجاهات والعمر المتبقي للأجزاء محدودة العمر ونطاق الأعمال وشروط الإعادة. أما دورات التوربينات الصناعية فتتناول آلات محطات الطاقة وعمراتها، وتتناول دورات الهياكل تخطيط الفحوصات وبرامج الصيانة.

لماذا يهم هامش حرارة غازات العادم في صيانة محركات الطائرات وتخطيط زيارات الورشة؟

لأن هامش EGT يبين مقدار الحرارة المتاحة للمحرك قبل بلوغ حده أثناء الإقلاع. ومع تدهور الوحدات يتقلص الهامش، فيستخدم اتجاهه لتوقع الإزالة ولقياس مقدار ما تستعيده زيارة الورشة من أداء.

ماذا يعود به المشارك من دورة صيانة محركات الطائرات وإدارة زيارات الورشة؟

يعود المشارك بخطة نطاق أعمال زيارة الورشة وتوقعات إزالة المحركات لمشغل افتراضي، تضم قالب تقرير المنظار وورقة تنبيه الاتجاهات وجدول حالة الأجزاء محدودة العمر وتقدير تكلفة نطاق الأعمال ومراجعة تغطية المحركات الاحتياطية، قابلة للتكيف مع أسطول جهته.