JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

دورة متقدمة في تحليل الاهتزازات

info@jupiterprime.uk

jupiterprime.uk

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

دورة متقدمة في تحليل الاهتزازات

تحليل الاهتزازات في هذه الدورة المتقدمة تدريب لمدة أسبوعين موجه إلى محللي الاهتزازات ومهندسي المعدات الدوارة وقادة مراقبة الحالة، وينتهي بإعداد ملف تمييز عيوب المعدات لخط تشغيل حرج. فالتوقف المفاجئ للضواغط والمضخات وصناديق التروس يحمل كلفة إنتاجية وسلامة عالية، لذا يجب أن يأتي حكم العيب مبكرا ومدعوما بالأدلة. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب دورة تحليل الاهتزازات هذه للمتخصصين الذين يقرؤون الطيف الأساسي.

لماذا يهم تحليل الاهتزازات الآن

ثلاث قوى تعيد تشكيل ممارسة تحليل الاهتزازات اليوم. فالحساسات اللاسلكية وأنظمة المراقبة المستمرة تبث بيانات تفوق قدرة المحلل على الفحص بالعين، فتصبح منطقية الإنذار وقواعد الفرز هي ما يوجه الانتباه. ومحركات السرعة المتغيرة تجعل الطيف ذا التردد الثابت غير موثوق، فتدفع الفرق نحو أساليب الرتب. كما يتوقع قادة الخدمة رأيا واضحا في العمر المتبقي لا قائمة قمم. والموقع الذي يميز العيوب جيدا يجدول الإصلاح ضمن التوقفات المخططة، أما الموقع الذي يخطئ فيفتح معدات سليمة أو يغفل محملا حتى ينحشر. وتستند الدورة إلى مبادئ مراقبة الحالة والصيانة المرتكزة على الموثوقية RCM المعتمدة في الصناعة.

المستفيدون من تحليل الاهتزازات

- محللو المسارات الذين يجمعون القراءات الدورية لمعدات المرافق المساندة ويفسرونها
- مهندسو المعدات الدوارة الذين يعتمدون نطاقات الإصلاح وفترات العمرة
- قادة مراقبة الحالة الذين يضبطون حدود الإنذار ويرفعون تقارير صحة المعدات إلى الخدمة
- مهندسو الموثوقية الذين يربطون أدلة الاهتزاز بدراسات أنماط الفشل والسبب الجذري
- متخصصو المعدات التوربينية الذين يراجعون بيانات مجسات القرب على المحامل الانزلاقية

تستفيد مجموعات المراقبة من الموقع الواحد أكثر حين يحضر المحلل والمهندس والقائد معا ويتفقون على لغة عيوب موحدة.

قدرات تحليل الاهتزازات

ينتقل المشاركون من قراءة القمم إلى الدفاع عن حكم العيب بأدلة زاوية الطور والموجة الزمنية والحالات العابرة.

- تطبيق أدلة الطيف والموجة وزاوية الطور معا للتمييز بين عدم الاتزان وسوء المحاذاة والارتخاء — اعتماد نطاق الإصلاح
- حساب ترددات عيوب المحامل وتعشيق التروس وتتبع حزمها الجانبية — توقيت العمرة
- تفسير مخططات المدار وخط مركز العمود من مجسات القرب — مراجعة فصل المعدات التوربينية
- اختبار الرنين ببيانات التسارع والتباطؤ والطرق — قرارات التعديل الإنشائي
- تحديد حدود إنذار إحصائية ومرجعية حسب فئة المعدة — تصميم مسارات المراقبة
- إيصال شدة العيب والعمر المتبقي بلغة واضحة — مخططو الخدمة

مصطلحات تحليل الاهتزازات الأساسية

- الموجة الزمنية — الإشارة الخام للسعة مقابل الزمن، تكشف الصدمات والاحتكاك والتعديل الذي يخفيه الطيف.
- تتبع الرتب — تحليل يعبر عن التردد بمضاعفات سرعة الدوران فتبقى قمم العيوب ثابتة حين تتغير السرعة.
- مخطط المدار — مسار مركز العمود المرسوم من مجسي قرب متعامدين عند محمل واحد.
- مخطط بود — رسم للسعة وزاوية الطور مقابل السرعة يستخدم لتحديد السرعات الحرجة خلال الحالات العابرة.
- شكل الانحراف التشغيلي — نمط حركة هيكل المعدة عند تردد مختار خلال الخدمة الفعلية.
- إزالة تعديل الغلاف — معالجة إشارة تستخرج معدلات الصدمات المتكررة مثل عيوب المحامل المبكرة من النطاقات العالية.

تحليل الاهتزازات يوما بيوم

اليوم 1: مراجعة أسس الإشارة

- اختيار المحولات وطريقة تثبيتها — جودة البيانات لكل فئة معدات
- معدل أخذ العينات وعدد الخطوط والنوافذ — الدقة مقابل زمن الجمع
- أنواع المتوسطات والتداخل — رفض الضجيج في المعدات غير المستقرة
- الوحدات وأخطاء التكامل — اختيار الإزاحة أو السرعة أو التسارع
- ترتيب حرجية المعدات — توجيه جهد المراقبة

اليوم 2: قراءة الطيف بعمق

- عائلات التوافقيات والحزم الجانبية — فصل المصادر داخل طيف واحد
- المقياس اللوغاريتمي مقابل الخطي — رصد العيوب المبكرة منخفضة المستوى
- القمم تحت المتزامنة — مؤشرات دوامة الزيت والسيور والاحتكاك
- ارتفاع أرضية الضجيج — دلائل التزييت والتكهف
- مكتبة الأنماط الطيفية — توحيد أحكام العيوب بين المحللين

اليوم 3: أدلة الموجة الزمنية

- إعدادات طول الموجة ودقتها — التقاط الصدمات بموثوقية
- القمة ومعامل الذروة والتفلطح — فرز شدة الصدمات
- أنماط القطع والتعديل — التمييز بين الارتخاء والاحتكاك
- المتوسط الزمني المتزامن — عزل سن ترس واحد
- مزاوجة الموجة والطيف — تأكيد أقوى للعيب

اليوم 4: تحليل زاوية الطور في الموقع

- مقياس سرعة الدوران وزاوية الطور بين القنوات — خيارات إعداد المرجع
- مقارنة زاوية الطور بين المحامل — تأكيد نوع سوء المحاذاة
- بصمات العمود المنحني والمحمل المائل — تصحيح نطاق الإصلاح
- فحوص القدم الرخوة وتشوه الهيكل — أولويات تصحيح القاعدة
- صحائف بيانات زاوية الطور — قراءات قابلة للتكرار عبر المسارات

اليوم 5: تمييز المحامل الدحرجية

- حساب ترددات العيوب — الحلقة الخارجية والداخلية والقفص والكرات
- إعدادات إزالة تعديل الغلاف — نطاقات كشف العيوب المبكرة
- نموذج مراحل عيوب المحامل — رأي العمر المتبقي
- قصور التزييت مقابل عيوب المعدن — الاستجابة الصحيحة للصيانة
- التخدد الكهربائي وتيارات المحامل — مواصفات إصلاح المحركات

اليوم 6: تمييز صناديق التروس

- ترددات التعشيق وتكرار التقاء الأسنان — تحديد المرحلة المتضررة
- تحليل تباعد الحزم الجانبية — كشف الترس اللامركزي أو المتشقق
- أنماط صناديق التروس الكوكبية — تفسير عائلات التعشيق المعقدة
- تحليل السبستروم — كشف عائلات الحزم الجانبية المخفية
- ربط حطام الزيت بالاهتزاز — توقيت التدخل في صندوق التروس

اليوم 7: ديناميكا العمود ومجسات القرب

- تفسير شكل المدار — التحميل المسبق والاحتكاك وعدم الاستقرار
- مخططات خط مركز العمود — خلوص المحمل واتجاه الحمل
- تعويض انحراف الدوران البطيء — قراءات أنقى للمحامل الانزلاقية
- تحليل الطيف الكامل — الدوران الأمامي والعكسي
- مراجعة فصل نظام الحماية — قرار إعادة الخدمة أو الإيقاف

اليوم 8: الحالات العابرة والسرعة المتغيرة

- التقاط بيانات التسارع والتباطؤ — تحديد السرعة الحرجة
- مخططات بود والمخططات القطبية — تقييم هامش الفصل
- تتبع الرتب والمخططات الشلالية — معدات محركات السرعة المتغيرة
- اختبار الطرق والترددات الطبيعية — تأكيد الرنين
- أشكال الانحراف التشغيلي — اختيار التقوية أو إزاحة التردد

اليوم 9: حدود الإنذار واستراتيجية المراقبة

- ضبط الإنذار الإحصائي — حدود مرجعية مقابل حدود المجموعة
- نطاقات الإنذار الضيقة — إنذار مبكر خاص بكل عيب
- المراقبة المستمرة مقابل المسارات — التغطية لكل مستوى حرجية
- تحليل الاتجاه ومعدل التغير — تعديل فترات الفحص
- صيغة تقرير صحة المعدة — لغة الشدة للمخططين

اليوم 10: ممارسة إعداد ملف تمييز عيوب المعدات

- تحليل حالة متعددة العيوب — تطبيق أدلة الطيف والموجة وزاوية الطور
- مراجعة حالة محامل وتروس — تطبيق أساليب ترددات العيوب
- حالة بيانات عابرة — تطبيق تفسير الرنين والمدار
- مراجعة الأقران لأحكام العيوب — تصنيف الثقة قبل الإصدار
- ملف تمييز عيوب المعدات — استكمال سجل خط الخدمة الحرج

تطبيق تحليل الاهتزازات بعد الدورة

- مراجعة حدود الإنذار لأكثر عشر معدات حرجية باستخدام المراجع الإحصائية ونطاقات العيوب الضيقة
- قيادة مسح لزاوية الطور والموجة الزمنية على معدة واحدة متكررة المشكلات وإصدار حكم عيب مصنف الثقة

أسئلة حول تحليل الاهتزازات

ما تحليل الاهتزازات المتقدم ولماذا يهم الآن؟

تحليل الاهتزازات المتقدم يجمع بيانات الطيف والموجة وزاوية الطور والمدار والحالات العابرة لتمييز عيوب المعدات بثقة. ويهم الآن لأن حجم بيانات الحساسات ومحركات السرعة المتغيرة يجعلان قراءة القمم وحدها غير موثوقة، وتتوقع فرق الخدمة رأيا واضحا في الشدة والتوقيت.

ما الأدوار الأكثر استفادة من تحليل الاهتزازات المتقدم؟

يستفيد المحللون ومهندسو المعدات الدوارة وقادة مراقبة الحالة أكثر من غيرهم. ويفترض أنك تجمع البيانات وتقرأ الطيف الأساسي، فتبني الدورة الأدلة اللازمة للدفاع عن نطاقات الإصلاح وحدود الإنذار وقرارات إعادة الخدمة للمعدات الحرجة.

كيف يختلف تحليل الاهتزازات المتقدم عن دورة تمهيدية في مراقبة الحالة؟

يفترض تحليل الاهتزازات المتقدم إلمامك بقراءة الطيف ويتعمق في زاوية الطور والموجة والمدار وتتبع الرتب واختبار الرنين. أما الدورة التمهيدية في مراقبة الحالة فتستعرض عدة تقنيات باختصار، بينما تتعمق هذه في التمييز ومنطقية الإنذار للمعدات الدوارة.

ماذا تعود به من تحليل الاهتزازات المتقدم؟

تعود بسجل منظم لتمييز عيوب خط تشغيل حرج. ويضم أدلة من عدة أساليب وتصنيفا للثقة ورأيا في الشدة وحدود إنذار جاهزة للمراجعة مع زملاء الهندسة والخدمة.

تحليل الاهتزازات: الطريق إلى الأمام

يمنح ملف تمييز عيوب المعدات خط الخدمة الحرج سجلا واحدا موثقا للعيوب وشدتها وحدود إنذارها. وأول استخدام له هو قرار الإصلاح أو الاستمرار في التوقف المخطط التالي، ويتخذه مهندسو المعدات الدوارة ومخططو الخدمة معا. وبعد ذلك تراجع حدود الإنذار وتصنيفات الثقة مقابل ما كشفه الفك الفعلي، وتحدث مكتبة العيوب تبعا لذلك.