JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

# دورة متقدمة في تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل

21 فبراير – 4 مارس 2027

المنامة

info@jupiterprime.uk

**jupiterprime.uk**

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

# دورة متقدمة في تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل

**المرجع:** 20079_542 **التاريخ:** 21 فبراير – 4 مارس 2027 **المكان:** المنامة **الرسوم:** GBP 8000

تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل دورة تدريبية متقدمة مدتها أسبوعين لمهندسي الاعتمادية ومهندسي الصيانة وأخصائيي مراقبة الحالة الذين يقرؤون المحامل التالفة بوصفها أدلة، ويخرج المشاركون منها بتقرير التحقيق في عطل المحمل مع الإجراءات التصحيحية. فما زالت التوقفات غير المخطط لها في المضخات والمحركات وصناديق التروس والمراوح تعود إلى محامل انهارت قبل أوانها. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة للمهندسين الذين يريدون أن يفسر كل محمل مستبدل سبب تلفه.

## لماذا يهم تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل الآن

ثلاث قوى ترفع قيمة القراءة الصحيحة لأضرار المحامل: خطوط إنتاج تعمل قرب طاقتها القصوى مع احتياطي أقل من المعدات البديلة، ومحركات متغيرة السرعة تمرر تيارات كهربائية عبر المحامل، وأنظمة مراقبة حالة تكشف العيوب مبكرا دون أن تفسر سبب نشوئها. والمنشآت التي تصنف الأضرار بثبات وتردها إلى أسباب التزييت أو التركيب أو الأحمال أو الكهرباء تطيل عمر المحامل وتوقف الاستبدال المتكرر، أما المنشآت التي تكتفي بتبديل المحمل فتدفع ثمن العطل نفسه مرة أخرى. وتستند الدورة إلى المعيار ISO 15243 الذي يصنف أضرار المحامل الدوارة وأعطالها حسب المصطلحات والخصائص والأسباب، وإلى أدلة الاهتزاز المستخرجة من تحليل الغلاف والطيف.

## المستفيدون من تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل

- مهندسو الاعتمادية الذين يقررون ما إذا كان عطل المحمل يستدعي تحقيقا رسميا
- مهندسو الصيانة المسؤولون عن تركيب المحامل وفكها وتوافقاتها وممارسات تزييتها
- أخصائيو مراقبة الحالة الذين يفسرون إشارات الاهتزاز والزيت والحرارة في الآلات الدوارة
- مهندسو المعدات الدوارة الذين يحددون ترتيبات المحامل والموانع والمساكن حسب ظروف التشغيل
- أخصائيو التزييت الذين يختارون الشحوم والزيوت ويحددون فترات إعادة التشحيم

تستفيد مجموعة المعدات الدوارة التي ترسل مهندسي مراقبة الحالة ومهندسي الصيانة معا أكثر من غيرها، لأن الطرفين يتعلمان مطابقة بصمة الاهتزاز مع العلامات الظاهرة على مجرى الدوران.

## قدرات تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل

يتدرب المشاركون على تحويل علامات مجاري الدوران وتآكل القفص وبقايا مادة التزييت إلى تفسير متماسك لسبب تلف المحمل.

- تطبيق تصنيف الأضرار وفق ISO 15243 على المحامل المفكوكة — قادة التحقيق عند الاتفاق على نمط العطل الأساسي
- تقييم أنماط منطقة الحمل ومسارات الدوران لكشف عدم المحاذاة أو الأحمال غير الطبيعية — مهندسو المعدات الدوارة عند تصحيح التصميم
- فحص أدلة التزييت ومنها حالة الشحم والتلوث وانهيار الطبقة الزيتية — أخصائيو التزييت عند مراجعة الممارسات
- حساب ترددات عيوب المحامل ومطابقتها مع أطياف الغلاف — فرق مراقبة الحالة عند تأكيد التشخيص
- تحديد تصحيحات التركيب والتوافق والعزل الكهربائي — مخططو الصيانة عند منع تكرار الضرر
- بناء سجل تحقيق للمحمل بالصور والإجراءات التصحيحية — مديرو المصانع عند اعتماد التغييرات

## مصطلحات تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل الأساسية

- الكلال تحت السطحي — تشققات تبدأ أسفل سطح مجرى الدوران تحت إجهاد التلامس الدوري وتنتهي بتقشر المعدن.
- الكلال السطحي المنشأ — تنقر دقيق أو تقشر يبدأ من السطح حين يكون التزييت غير كاف أو السطح متضررا.
- التآكل الكهربائي — حفر صغيرة أو تخدد على مجاري الدوران والعناصر الدوارة بسبب مرور تيار كهربائي عبر المحمل.
- التنقير الحقيقي — انبعاجات دائمة في مجرى الدوران بمسافات العناصر الدوارة ناتجة عن حمل ساكن زائد أو صدمة.
- التنقير الزائف — علامات تآكل عند مواضع العناصر الدوارة ناتجة عن اهتزاز المحمل وهو متوقف.
- مسار الدوران — الأثر الظاهر على مجاري الدوران الذي يبين مواضع حمل العناصر الدوارة ويدل على اتجاه الحمل والمحاذاة.

## تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل يوما بيوم

### اليوم 1: المحامل شاهدة على العطل

- تشريح المحمل الدوار — ربط الحلقات والعناصر الدوارة والقفص بأنماط الضرر
- العمر الاسمي مقابل العمر الفعلي — تمييز التلف المبكر للمحمل
- ملفات تكلفة الأعطال في المعدات الدوارة — ترتيب أولوية المحامل للتحقيق
- هيكل المعيار ISO 15243 — تجميع الأضرار حسب النمط والسبب
- محفزات التحقيق ونطاقه — تحديد متى يستحق المحمل التحليل

## اليوم 2: جمع أدلة المحمل

- سجلات ما قبل الفك — توثيق الاهتزاز والحرارة وظروف التشغيل
- الفك دون إضافة ضرر — حماية الأدلة على مجاري الدوران
- أخذ عينات الشحم والزيت — حفظ قرائن مادة التزييت قبل التنظيف
- التصوير المقرب لمجاري الدوران — توثيق مسارات الدوران والعلامات
- طلبات تقطيع المحمل مقطعيا — تحديد الحاجة إلى الفحص المعدني المختبري

## اليوم 3: قراءة مسارات الدوران ومناطق الحمل

- أنماط مسار الدوران الطبيعي — تثبيت المرجع للمقارنة
- بصمات الحمل المحوري والشعاعي — كشف الدفع غير المتوقع
- أنماط المسار عند عدم المحاذاة — تتبع أخطاء العمود والمسكن
- أدلة تشوه استدارة المسكن — تمييز التشوه عن الحمل الزائد
- مؤشرات التحميل المسبق والخلوص الداخلي — الحكم على أثر التوافق والحرارة

## اليوم 4: أضرار الكلال

- تقشر الكلال تحت السطحي — فصل حدود المادة عن الحمل الزائد
- التنقر الدقيق السطحي المنشأ — ربط الإجهاد بسماكة الطبقة الزيتية
- منشأ الشوائب وعيوب المادة — تصعيد الحالة إلى جودة المورد
- مراحل تقدم التقشر — تقدير مدة تطور الضرر
- مصفوفة أسباب الكلال — ترتيب أسباب الحمل والتزييت والمادة

## اليوم 5: البلى والصدأ وأخطاء التزييت

- أنماط البلى الكاشط والالتصاقي — تحديد مصادر التلوث والانزلاق
- الصدأ الرطوبي وصدأ الاحتكاك الدقيق — تتبع إخفاق الموانع والتوافقات
- أدلة تدهور الشحم — مراجعة اختيار المنتج وفترات إعادة التشحيم
- علامات نقص التزييت والإفراط في التشحيم — تصحيح ممارسات الكمية
- مسارات التلوث والموانع — تحديد تغييرات ترتيب منع التسرب

## اليوم 6: التآكل الكهربائي والتشوه والكسر

- التخدد الكهربائي والحفر الدقيقة — ربط الضرر بالمحركات متغيرة السرعة
- قياس جهد العمود والتأريض — اختيار المحامل المعزولة أو فرش التأريض
- التنقير الحقيقي والزائف — فصل الصدمة عن اهتزاز النقل
- تشققات الحلقات والكسر القسري — تمييز إجهاد التوافق عن الحمل الزائد
- آليات تلف القفص — قراءة أثر السرعة والتسارع والتزييت

## اليوم 7: أخطاء التركيب والتوافق والمناولة

- فحص توافقات العمود والمسكن — تصحيح زحف الحلقات وحركتها
- التسخين الحثي والتركيب الهيدروليكي — منع ضرر التركيب
- سجلات محاذاة العمود — ربط أخطاء الوصلة بإجهاد المحمل
- أضرار التخزين والمناولة — ضبط الصدأ والانبعاج قبل الاستخدام
- قوائم فحص جودة التركيب — وضع معايير التركيب للفنيين

## اليوم 8: أدلة الاهتزاز على أضرار المحامل

- ترددات عيوب المحامل — حساب معدلات الحلقة الخارجية والداخلية والقفص
- أطياف الغلاف وإزالة التضمين — كشف عيوب مجرى الدوران مبكرا
- أنماط الصدمات في الموجة الزمنية — تأكيد شدة العيب
- اتجاهات جزيئات الزيت والحرارة — تعزيز نتائج الاهتزاز
- ربط البصمة بالضرر — مطابقة بيانات المراقبة مع الأجزاء المفكوكة

## اليوم 9: من نمط الضرر إلى الإجراء التصحيحي

- فصل الضرر الأولي عن الثانوي — تجنب الاستنتاجات المضللة
- اختبار فرضيات أسباب المحمل — استبعاد الأسباب بالأدلة المادية
- اختيار الإجراء التصحيحي — المفاضلة بين تغيير التصميم أو التزييت أو الممارسة
- خيارات ترقية المحامل — موازنة الطلاءات والعناصر الخزفية والموانع
- تتبع الأعطال المتكررة — التحقق من بلوغ المحامل المصححة عمرها المتوقع

## اليوم 10: ممارسة تقرير التحقيق في عطل المحمل

- تطبيق تصنيف ISO 15243 — تسمية الضرر على محامل الحالات الدراسية
- تطبيق قراءة مسار الدوران — تحديد ظروف الحمل والمحاذاة
- تطبيق تحليل ترددات العيوب — ربط الأطياف بضرر الحالات الدراسية
- المراجعة النقدية من الزملاء لاستنتاجات الحالات — اختبار الأدلة قبل الاعتماد
- تقرير التحقيق في عطل المحمل — تسجيل الأدلة والأسباب والإجراءات التصحيحية

## تطبيق تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل بعد الدورة

- جمع آخر ثلاثة محامل تالفة من المضخات أو المحركات الحرجة وتصنيف أضرارها بمصطلحات ISO 15243 وعرض النتائج على مجموعة تخطيط الصيانة.
- إعداد حقيبة أدلة المحامل وإجراء للفك يضمن أن يحفظ الفنيون مجاري الدوران وعينات مادة التزييت والصور عند العطل التالي.

## أسئلة حول تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل

### ما تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل ولماذا يهم الآن؟

تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل هو قراءة العلامات على المحامل الدوارة التالفة لتحديد سبب تلفها. ويهم الآن لأن ارتفاع استخدام المعدات وانتشار المحركات متغيرة السرعة يجعلان التلف المبكر للمحامل أعلى تكلفة وأكثر تكرارا.

### ما الأدوار الأكثر استفادة من تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل؟

مهندسو الاعتمادية ومهندسو الصيانة وأخصائيو مراقبة الحالة هم الأكثر استفادة من تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل. ويستفيد كذلك أخصائيو المعدات الدوارة والتزييت حين يحتاجون إلى تغيير ترتيبات المحامل أو توافقاتها أو مواد تزييتها.

### كيف يختلف تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل عن دورة عامة في تحليل أسباب الأعطال؟

يركز تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل على مكون واحد وأنماط ضرره ومسارات دورانه وبصمات اهتزازه. أما الدورة العامة في تحليل الأعطال فتغطي أساليب التحقيق في أصول كثيرة، بينما تتعلم هنا قراءة مجاري الدوران والأقفاص ومواد التزييت بالتفصيل.

## ماذا تعود به من تدريب تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل؟

تعود بطريقة لإعداد تقرير التحقيق في عطل المحمل تشمل تصنيف الضرر ونتائج منطقة الحمل وربط الاهتزاز والإجراءات التصحيحية، جاهزة للاستخدام على المحمل التالي الذي يفك في منشأتك.

## تحليل الأسباب الجذرية لأضرار المحامل: الطريق إلى الأمام

يوجه تقرير التحقيق في عطل المحمل أولا قرار ما إذا كان المحمل التالف يشير إلى تصحيح في التزييت أو التركيب أو الأحمال أو الجانب الكهربائي. ويستخدمه مهندسو الاعتمادية والصيانة ومراقبة الحالة لتغيير الممارسات بدلا من تبديل القطع. وبعد التحقيقات الأولى تستحق مكتبة ترددات العيوب وحقيبة الأدلة المراجعة، إذ تكشف المصافي ومصانع الأسمنت ومحطات الكهرباء أنماط ضرر خاصة بظروف تشغيلها.