JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

دورة مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها

21 – 25 ديسمبر 2026

أمستردام

info@jupiterprime.uk

jupiterprime.uk

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

دورة مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها

المرجع: 1540_56770 **التاريخ:** 21 – 25 ديسمبر 2026 **المكان:** أمستردام **الرسوم:** GBP 6200

مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها دورة تدريبية مدتها أسبوع لمهندسي العمليات والصيانة المسؤولين عن المعدات الحرارية، يعد خلالها كل مشارك جدول أولويات تنظيف المبادلات لشبكة فعلية من الوحدات. فالترسبات ترفع استهلاك الوقود بصمت وتخفض الطاقة الإنتاجية وتقصر فترات التشغيل، ولذلك يحدد توقيت كل عملية تنظيف كلفة الطاقة ونطاق التوقف. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة في مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها.

لماذا تهم مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها الآن

تضع أهداف الطاقة والانبعاثات اليوم إشعال الأفران واستهلاك مياه التبريد تحت متابعة يومية، والمبادلات المترسبة من أكبر المساهمين الخفيين في ذلك. كما تعمل المصانع فترات أطول بين التوقفات، فلا بد من تتبع الترسبات أثناء التشغيل بدلا من اكتشافها عند الإيقاف. وغالبا ما يحمل فريق العمليات والصيانة والطاقة أجزاء متفرقة من الأدلة، فيجدول التنظيف بحكم العادة لا بقياس فقد الحمل الحراري. والمواقع التي تحسن المراقبة تنظف الحزمة الصحيحة في الوقت الصحيح، أما غيرها فتنظف مبكرا أو متأخرا أو تختار الوحدة الخطأ. وتستند الدورة إلى أساسيات انتقال الحرارة وإلى ممارسات رعاية الأصول وفق ISO 55001 نظام إدارة الأصول.

المستفيدون من مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها

- مهندسو العمليات الذين يتابعون الحمل الحراري وفروق الاقتراب في الحرارة
- مهندسو الصيانة الذين يحددون نطاق سحب الحزم وأعمال التنظيف
- كوادر الفحص التي تقيم الأنابيب والألواح والحشيات بعد الفتح
- مهندسو الطاقة الذين يربطون الترسبات باستهلاك الوقود ومياه التبريد
- مخططو التوقفات الذين يرتبون أعمال المبادلات داخل نوافذ الإيقاف

ويحقق فريق الوحدة أكبر فائدة حين يحضر مهندسو العمليات والصيانة والفحص معا، لأن كلا منهم يملك جزءا من قرار التنظيف.

قدرات مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها

يحول المشاركون قراءات سجل بيانات المصنع إلى اتجاه للترسب ثم إلى موعد تنظيف مبرر.

- حساب معامل انتقال الحرارة الكلي ومقاومة الترسب من بيانات المصنع — مهندس العمليات
- تقييم آليات الترسب حسب الخدمة من التسخين المسبق للنفط الخام إلى مياه التبريد — اختيار طريقة التنظيف
- الموازنة بين فقد الطاقة وكلفة التنظيف لتحديد الفترة المثلى — مدير الوحدة
- تحديد طرق التنظيف بالماء عالي الضغط والكيميائي وأثناء التشغيل — نطاق الصيانة
- تطبيق نتائج فحص الأنابيب على قرارات السد أو إعادة التأنيب — مهندس الفحص
- بناء تسلسل التوقف لسلاسل المبادلات — مخطط التوقفات

مصطلحات مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها الأساسية

- معامل انتقال الحرارة الكلي U — معدل تدفق الحرارة لكل وحدة مساحة وفرق حرارة عبر المبادل.
- مقاومة الترسب — المقاومة الحرارية الإضافية الناتجة عن الرواسب، وتحسب من تغير مقلوب المعامل الكلي عن الحالة النظيفة.
- متوسط فرق الحرارة اللوغاريتمي — فرق الحرارة الفعال الذي يدفع انتقال الحرارة في المبادل بالتيار المعاكس أو الموازي.
- فرق الاقتراب — الفجوة بين حرارة خروج أحد التيارين وحرارة دخول الآخر، وهو مؤشر سريع على الترسب.
- التنظيف بالماء عالي الضغط — تنظيف ميكانيكي يزيل الرواسب من الأنابيب والغلاف باستخدام نفث الماء.
- الفحص بالتيارات الدوامية — فحص كهرومغناطيسي للأنابيب يكشف فقد السماكة والتنقر والتشققات في الأنابيب غير الحديدية.

مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها يوما بيوم

اليوم 1: أنواع المبادلات والأداء الحراري

- تركيب مبادلات الغلاف والأنابيب والمبادلات اللوحية — قيود قابلية التنظيف
- المعامل الكلي ومتوسط فرق الحرارة اللوغاريتمي — خط أساس الأداء
- مقارنة الحمل في الحالة النظيفة بحمل التصميم — تحديد الحالة المرجعية
- هبوط الضغط مؤشرا على الترسب — الوعي بالحدود الهيدروليكية
- شبكات المبادلات وسلاسل التسخين المسبق — الآثار المتتابعة للترسب

اليوم 2: آليات الترسب حسب الخدمة

- الترسب البلوري والجسيمي والحيوي — خيارات معالجة مياه التبريد
- رواسب التفاعل الكيميائي والتفحم — حدود حرارة التسخين المسبق للنفط الخام
- ترسب التآكل وأنماط انهيار الأنابيب — أسئلة اختيار المعادن
- تأثير السرعة وحرارة الجدار — تعديل نافذة التشغيل
- تجارب حقن مانعات الترسب — تقييم المعالجة الكيميائية

اليوم 3: المراقبة أثناء التشغيل وتحليل الاتجاه

- استخراج البيانات من سجل المصنع التاريخي — مدخلات موثوقة للحرارة والتدفق
- حساب اتجاه مقاومة الترسب — كشف تغير المعدل
- موازنة البيانات وأخطاء الأجهزة — تجنب الإنذارات الكاذبة
- نماذج معدل الترسب — التنبؤ بالمدة المتبقية للتشغيل
- تقدير عبء الطاقة — ربط الرواسب باستهلاك الوقود

اليوم 4: طرق التنظيف والفحص

- التنظيف بالماء عالي الضغط وسحب الحزمة — نطاق التنظيف الميكانيكي
- التنظيف الكيميائي بالتدوير — خيار في الموقع للوحدات اللوحية
- أجهزة التنظيف أثناء التشغيل والغسيل العكسي — تجنب الإيقاف
- فحص الأنابيب بالتيارات الدوامية وتقنية IRIS — قرار السد أو إعادة التأنيب
- فحص الحشيات والألواح — قبول إعادة التجميع

اليوم 5: ممارسة إعداد جدول أولويات تنظيف المبادلات

- تحسين فترات التنظيف — تطبيق موازنة فقد الطاقة وكلفة التنظيف
- ترتيب المبادلات حسب عبء الترسب — حالات من المصافي والصناعات الغذائية
- تسلسل التوقف لسلاسل المبادلات — حدود الرافعات وخطوط التجاوز
- إعادة نتائج الفحص إلى النماذج — تحديث نماذج الترسب
- جدول أولويات تنظيف المبادلات — إكماله لوحدة واحدة

تطبيق مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها بعد الدورة

- إعداد اتجاه أسبوعي لمقاومة الترسب لأعلى ثلاثة مبادلات في عبء الطاقة ضمن وحدة واحدة.
- مقارنة آخر مواعيد تنظيف سلسلة التسخين المسبق باتجاه الترسب فيها واقتراح ترتيب جديد للتنظيف.

أسئلة حول مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها

ما مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها، ولماذا تهم الآن؟

هي ممارسة قياس تراكم الرواسب من بيانات المصنع وتحديد مواعيد التنظيف بناء على هذه الأدلة. وتهم الآن لأن أهداف الطاقة وطول فترات التشغيل تجعل اكتشاف الترسب عند الإيقاف وحده مكلفا جدا.

من أكثر الأدوار استفادة من مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها؟

يستفيد أكثر مهندسو العمليات والصيانة والفحص والطاقة ومعهم مخططو التوقفات. فكل منهم يتحكم في مدخل واحد لقرار اختيار المبادل الذي ينظف وموعد تنظيفه.

كيف تختلف مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها عن دورة تصميم المبادلات؟

تعمل هذه الدورة على مبادلات في الخدمة، بينما تحدد دورة التصميم مقاسات الوحدات الجديدة ومواصفاتها. وهنا تتابع اتجاه الترسب وتقارن طرق التنظيف وتجدول الأعمال حول الإنتاج.

ماذا تعود به من مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها؟

تعود بجدول أولويات تنظيف المبادلات لوحدة واحدة. ويرتب المبادلات حسب عبء الطاقة ويحدد طريقة التنظيف لكل منها وترتيبها في التوقف القادم.

مراقبة ترسبات المبادلات الحرارية وتخطيط تنظيفها: الطريق إلى الأمام

يدعم جدول أولويات تنظيف المبادلات أولا قرار تحديد الحزم التي تدخل نطاق التوقف القادم. فمهندسو العمليات يحدثون اتجاهات الترسب فيه، ومهندسو الصيانة يعتمدون على اختيارات الطرق، والمخططون يدرجونه في تسلسل التوقف. وبعد استخدامه الأول تستحق مراجعة كيف تصحح نتائج الفحص نماذج معدل الترسب حتى تزداد دقة موعد التنظيف في كل دورة.