MERCURY

دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات

7 – 11 فبراير 2027

الدوحة (قطر)



Dubai - UAE: +971 4 450 5697
Istanbul - Türkiye: +90 539 599 1206
Amman - Jordan: +962 79 712 3347

MERCURY

دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات

المرجع: 35_188717 **التاريخ:** 7 – 11 فبراير 2027 **المكان:** الدوحة (قطر) **الرسوم:** Euro 6500

تزود دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات المشاركين بالمعارف الهندسية والتحليلية المتقدمة لتقييم السلوك الديناميكي للأعمدة الدوارة وتحديد السرعات الحرجة ومعالجة مشاكل عدم الاستقرار الهيدروديناميكي في المعدات التوربينية عبر مسار تدريبي يمتد أسبوع. يتدرب المهندسون والمختصون على نمذجة استجابة عدم الاتزان وضبط معايير الحماية الاهتزازية وإعداد ملف التحليل الديناميكي والتدقيق الاهتزازي لدعم موثوقية المنشآت الصناعية. تقدم ميركوري للتدريب هذه الدورة لتمكين الكوادر الفنية من حل أعطال الآلات المعقدة بمهنية عالية.

نبذة عن الدورة

تؤدي الاهتزازات الشديدة وعدم استقرار طبقة التزييت واحتكاك الأجزاء الدوارة إلى توقفات طارئة وتلف ميكانيكي مكلف في قطارات الآلات التوربينية عالية الطاقة. تتطلب متابعة هذه الدورة فهما مسبقا لأساسيات تحليل الاهتزاز، ومحاذاة الأعمدة، وتشغيل المعدات الدوارة. يمارس المشاركون تمارين تطبيقية لنمذجة الترددات الطبيعية الجانبية والالتوائية، وتحديد معاملات جساءة المحامل، وحساب استجابة عدم التوازن لتشخيص الأعطال وضمان الامتثال للحدود التشغيلية المعتمدة.

لمن هذه الدورة

- المسؤولون عن النمذجة الديناميكية الجانبية والالتوائية لقطارات الضواغط والتوربينات والمضخات متعددة المراحل في المواقع التشغيلية.
- المسؤولون عن تشخيص الأسباب الجذرية للاهتزازات العابرة والمستمرة وحالات الرنين الميكانيكي واضطراب طبقة الزيت في المحامل الانزلاقية.
- المسؤولون عن تدقيق منظومات حماية الآلات وضبط محولات الطاقة التقاربية وحساسات قياس الحركة النسبية للأعمدة.
- المسؤولون عن إجراء موازنة الأعمدة الدوارة المرنة والصلدة في موقع العمل وتحديد خطوط الأساس التشغيلية عند تدشين المشاريع.

لا تناسب هذه الدورة الفنيين المبتدئين الباحثين عن إجراءات التزييت الميداني وتعبئة الشحوم وتغيير الزيوت الروتينية، كما لا تناسب مفتشي الإنشاءات المعنيين باختبارات القواعد الخرسانية الإنشائية الساكنة دون الحاجة إلى الحسابات الديناميكية للمعدات الدوارة.

Dubai - UAE: +971 4 450 5697
Istanbul - Türkiye: +90 539 599 1206
Amman - Jordan: +962 79 712 3347

MERCURY

الكفاءات المستهدفة

- النمذجة الديناميكية الجانبية: محاكاة انحرافات الأعمدة ومخططات السرعات الحرجة وتأثير مرونة كراسي التحميل لتجنب الرنين التشغيلي.
- تقييم استقرار الدوارات: حساب التناقص اللوغاريتمي ومعاملات الجساءة المتقاطعة لإخماد الدوامات الهيدروديناميكية في المحامل السائلة.
- تحليل الاهتزازات الالتوائية: حساب الترددات الالتوائية الطبيعية ومخططات التداخل لتفادي إجهادات القص على الوصلات الميكانيكية.
- تحليل الاستجابة الديناميكية: تفسير مسارات الحركة المدارية ومخططات الشلال الطيفي للتحقق من سلامة الأجزاء الميكانيكية الداخلية.
- الموازنة الميدانية المتقدمة: حساب أوزان التصحيح باستخدام متجهات معاملات التأثير في مستويات متعددة وفق المعايير القياسية.
- ضبط منظومات الحماية: معايرة مواقع مجسات القياس وتحديد عتبات الإنذار والإيقاف التلقائي لحماية الآلات من الانهيار.

ما ستتمكن من إنجازه

انطلاقا من متطلبات السلامة التشغيلية والاعتمادية الميكانيكية في المنشآت الحيوية، ستتمكن بنهاية هذه الدورة من إنجاز المهام الآتية:

- انطلاقا من أبعاد الدوار وخصائص المحامل، بناء نماذج العناصر المحددة لرسم مخططات Campbell وتحديد هوامش الفصل للسرعات الحرجة.
- بالنظر إلى قراءات المجسات التقاربية ومخططات الشلال الزمني، تشخيص الاحتكاك الداخلي وعدم المحاذاة والاضطرابات الهيدروديناميكية بدقة.
- باستخدام معايير API TR 684 و API 617، تقييم استقرار الضواغط وحساب التناقص اللوغاريتمي تحت قوى الإثارة الديناميكية الهوائية.
- انطلاقا من ترددات الإثارة وعزوم بدء التشغيل، اختيار جساءة الوصلات المرنة لمنع الرنين الالتوائي في قطارات المعدات المشتركة.
- بالنظر إلى قياسات الاتساع وزوايا الطور الاهتزازية، حساب أوزان الموازنة الميدانية متعددة المستويات لتطبيق درجات التفاوت المعتمدة.
- باستخدام إرشادات المعيار ISO 20816 ومتطلبات API 670، تحديد عتبات الإنذار والرحلة التلقائية للاهتزاز النسبي للأعمدة وغلاف المحامل.

Dubai - UAE: +971 4 450 5697
Istanbul - Türkiye: +90 539 599 1206
Amman - Jordan: +962 79 712 3347

MERCURY

محتوى الدورة

اليوم 1: النمذجة الديناميكية الجانبية والسرعات الحرجة

- تطبيق تقنيات شعاع Timoshenko ونماذج العناصر المحددة لتمثيل كتلة وجساءة الأعمدة الدوارة.
- إنشاء مخططات السرعة الحرجة غير المخمدة وتحليل تأثير التباين في جساءة كراسي التحميل.
- بناء مخططات Campbell لتحديد نقاط التقاطع مع خطوط الإثارة والتحقق من هوامش الفصل وفق API TR 684-1.
- تقييم أشكال التشوه النسبي للمحور عند المرور بالسرعات الحرجة وتأثير التخميد الميكانيكي.
- حساب معاملات التضخيم الديناميكي وعلاقتها بحساسية العمود لعدم الاتزان التشغيلي المتبقي.

اليوم 2: هيدروديناميكا المحامل واستقرار الدوارات

- حساب المعاملات الديناميكية الثمانية للجساءة والتخميد في محامل الأفلام السائلة وتأثير حمل التزييت.
- تشخيص آليات عدم الاستقرار تحت التزامني مثل دوامات الزيت وظاهرة السوط الهيدروديناميكي للمحامل.
- تطبيق اشتراطات API 617 في التحليل الاستقراري من المستوى الأول والمستوى الثاني للضواغط التوربينية.
- نمذجة قوى الجساءة المتقاطعة الناتجة عن مانعات التسرب المتاهية وعجلات الضواغط الطاردة المركزية.
- تقييم قيم التناقص اللوغاريتمي لمقاومة عدم الاستقرار الديناميكي الهوائي وضمان ثبات التشغيل.

اليوم 3: التحليل الالتوائي واستجابة منظومة الدفع

- صياغة النماذج الحركية المكافئة لكتل القصور الذاتي وجساءة الالتواء في مسار القيادة الميكانيكي.
- حساب الترددات الطبيعية الالتوائية وإعداد مخططات التداخل لتحديد سرعات الرنين المتزامنة.
- تقييم تأثير عزم بدء التشغيل العابر للمحركات الكهربائية وعزوم الدفع النبضية في صندوق التروس.
- تحديد سعة التخميد وضبط مرونة وصلات نقل الحركة لإزاحة الترددات الالتوائية الحرجة.
- تطبيق متطلبات الفحص والقبول الديناميكي الالتوائي للقطارات الصناعية المدمجة.

اليوم 4: قياسات الاهتزاز وتشخيص الحركة المدارية

- ضبط وتوزيع مجسات الإزاحة التقاربية بتكوين متعامد ومجسات التسارع الزلزالية وفق API 670.
- تحليل المدارات الشعاعية ومخططات الطور ونقاط العبور لتشخيص الاحتكاك الداخلي وعدم المحاذاة.
- استخدام مخططات Bode ومخططات Nyquist لتحديد السرعات الحرجة الميدانية أثناء التباطؤ والتسارع.
- تطبيق حدود الشدة الاهتزازية المدمجة لغلاف المحامل وإزاحة العمود وفق أحدث فئات ISO 20816-3.
- تمييز مؤشرات الخلل العابر الناتجة عن عدم التوازن الميكانيكي أو التغيرات الحرارية في الأعمدة.

Dubai - UAE: +971 4 450 5697
Istanbul - Türkiye: +90 539 599 1206
Amman - Jordan: +962 79 712 3347

اليوم 5: الموازنة الميدانية واعتماد ملف التدقيق

- تمرين تطبيقي: حساب متجهات معاملات التأثير لموازنة توربين غازي في مستويين متعددين ميدانيا.
- تمرين تطبيقي: تطبيق حدود جودة الموازنة المسموحة للأعمدة الصلدة والمرنة تبعا لمعايير ISO 21940.
- تمرين تطبيقي: محاكاة تشخيص ظاهرة عدم الاستقرار الهيدروديناميكي وتحديد التعديلات الهندسية اللازمة للمحامل.
- تمرين تطبيقي: تحديد عتبات الإنذار والإيقاف الأوتوماتيكي لمنظومة حماية قطار ضواغط صناعي متكامل.
- استكمال واعتماد ملف التحليل الديناميكي والتدقيق الاهتزازي كمرجع هندسي دوري للسلامة التشغيلية.

دراسات الحالة والتمارين

تتضمن الدورة أنشطة مقترحة تعزز قدرات التحليل والتصحيح العملي لمشاكل المعدات في بيئات تشغيلية متنوعة:

- دراسة حالة: معالجة ظاهرة السوط الزيتي في ضاغط غاز طارد مركزي في قطاع البتروكيماويات عبر تعديل خلوص المحامل وتخميدها.
- تمرين: إجراء حسابات الموازنة الحركية الميدانية في موقع العمل لمروحة سحب ميكانيكية كبرى في محطة توليد طاقة ومطابقتها للمعايير.
- دراسة حالة: استقصاء أسباب فشل عمود إدارة متكرر في قطار مضخات حقن مياه في قطاع التعدين وإعادة تصميم الوصلة الالتوائية.
- تمرين: تقييم هوامش الفصل للسرعة الحرجة لضاغط متعدد المراحل بالاعتماد على مخططات التحليل الديناميكي ونتائج الفحص الاهتزازي.

ما ستعود به إلى عملك

ستعود إلى عملك ومعك ملف التحليل الديناميكي والتدقيق الاهتزازي لتطبيقه كأداة هندسية مباشرة في تقييم سلامة الآلات الدوارة وتشخيص أعطالها المعقدة خلال الشهر الأول من عودتك. يتيح لك هذا الملف تدقيق تقارير المصنعين وتوجيه برامج الصيانة التنبؤية، ويحتوي على المكونات الآتية:

- نماذج حسابات السرعات الحرجة الجانبية وهوامش الفصل وفق اشتراطات المعايير الهندسية المعمول بها.
- قوالب تقييم استقرار المحامل وتحديد معايير التناقص اللوغاريتمي ومؤشرات الإخماد الهيدروديناميكي.
- أداة حسابات الموازنة الميدانية متعددة المستويات لتطبيق درجات التفاوت وفق معايير ISO المعتمدة.
- مصفوفة مراجعة منظومات الحماية الاهتزازية وتحديد عتبات الإنذار والإغلاق المعتمدة لحماية الأصول.

Dubai - UAE: +971 4 450 5697
Istanbul - Türkiye: +90 539 599 1206
Amman - Jordan: +962 79 712 3347

MERCURY

إجابات سريعة عن الأسئلة الشائعة

ما الذي أحتاج إلى معرفته قبل دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات؟

يلزم الإلمام بمبادئ تحليل الاهتزاز الأساسية، وفهم طرق قياس الإزاحة والسرعة والعجلة، ومعرفة المكونات الميكانيكية للآلات مثل المحامل والوصلات، لتطبيق حسابات الديناميكا ونمذجة السرعات الحرجة بفاعلية.

بم تختلف دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات عن دورات تشغيل وصيانة الآلات؟

تركز هذه الدورة على النمذجة الهندسية المتقدمة لجساءة الأعمدة وحسابات الاستقرار الهيدروديناميكي والاهتزازات الالتوائية، بدلا من الاقتصار على إجراءات الصيانة العامة والتشغيل الروتيني ومحاذاة الآلات التقليدية.

كيف تساعد ديناميكا المعدات الدوارة في تجنب التوقفات الطارئة في المحطات الصناعية؟

تتيح فهم التفاعل الديناميكي بين العمود والمحامل، مما يكشف مسببات الرنين وعدم الاستقرار الداخلي قبل حدوث أضرار هيكلية، ويسهم في ضبط حدود الحماية والموازنة بدقة تضمن استمرارية الإنتاج.

ما الوثيقة التي أخرج بها من دورة ديناميكا المعدات الدوارة وتحليل الاهتزازات؟

تخرج بملف التحليل الديناميكي والتدقيق الاهتزازي المشتمل على نماذج حساب هوامش السرعات الحرجة، وأدوات الموازنة الميدانية، ومعايير تقييم استقرار المحامل، وضوابط منظومات الحماية للاستخدام المباشر في منشأتك.

لمديرك

سيكتسب المتدرب القدرة على النمذجة المتقدمة لديناميكا الآلات وتقييم استقرار المحامل وتنفيذ الموازنة الميدانية وتشخيص الاهتزازات المعقدة بدقة هندسية عالية. يعود المتدرب ومعه ملف التحليل الديناميكي والتدقيق الاهتزازي، ليستخدمه مباشرة في مراجعة بيانات الحماية الميكانيكية وتدقيق التصاميم للمعدات الحيوية الجديدة، مما يحد من مخاطر التوقفات غير المخططة ويوفر تكاليف الإصلاحات الطارئة للآلات التوربينية.