CONCEPT

ديناميكا الأعمدة الدوارة وديناميكا الآلات: السرعات الحرجة واستقرار الدوار واتزانه ومعاملات المحامل

ديناميكا الأعمدة الدوارة وديناميكا الآلات: السرعات الحرجة واستقرار الدوار واتزانه ومعاملات المحامل

مقدمة:

تحدد ديناميكا الأعمدة الدوارة ما إذا كان خط الضاغط أو التوربين أو المضخة عالية السرعة قادرا على العمل عبر مدى سرعته دون رنين أو احتكاك أو دوامة ذاتية الإثارة، ومع ذلك تقبل مراجعات تصميم كثيرة تقارير المورد عن السرعات الحرجة والاستقرار دون تمحيص، وتطارد فرق الموقع ارتفاع الاهتزاز المتكرر دون نموذج للدوار والمحامل. تدرب هذه الدورة من كور كونسبت المهندسين على نمذجة منظومة الدوار والمحامل، وقراءة مخطط كامبل ومنحنيات استجابة عدم الاتزان، والحكم على هوامش الفصل والتناقص اللوغاريتمي، وفحص الخطوط الالتوائية، وتخطيط الاتزان متعدد المستويات. ويعد المشاركون تقرير مراجعة التصميم الديناميكي لخط ضاغط افتراضي.

أهداف الدورة:

- بناء نموذج جانبي للدوار والمحامل والتحقق منه انطلاقا من هندسة العمود وبيانات الكتلة والمرونة ومعاملات المحامل وجساءة الركائز
- تفسير خرائط السرعات الحرجة غير المخمدة ومخططات كامبل ومنحنيات استجابة عدم الاتزان لتأكيد معاملات التضخيم وهوامش الفصل
- تقييم استقرار الدوار باستخدام التناقص اللوغاريتمي والجساءة المتقاطعة ومعاملات المحامل ذات الغشاء الزيتي والموانع
- مراجعة الترددات الطبيعية الالتوائية ومخططات التداخل واختيار القارنات لخطوط تدار بمحرك كهربائي أو توربين أو صندوق تروس
- تخطيط الاتزان في الورشة والموقع بطريقة معاملات التأثير والطريقة النمطية للدوارات الصلبة والمرنة
- تشخيص مشكلات الدوارات عالية السرعة من بيانات المدار ومخطط بود والمخطط القطبي وموضع مركز العمود واقتراح تصحيحات في التصميم أو التشغيل

الفئة المستهدفة:

- مهندسو المعدات الدوارة الذين يعتمدون تقارير الموردين عن ديناميكا الدوار للضواغط والتوربينات والمضخات عالية السرعة
- مهندسو موثوقية الآلات الذين يحققون في ارتفاع الاهتزاز المتكرر والاحتكاك وأعطال المحامل في الخطوط الحرجة
- مهندسو تصميم الآلات والمشاريع الذين يحددون مواصفات المحامل والموانع والقارنات وهندسة الدوار للخطوط الجديدة
- مهندسو الخدمة الميدانية للآلات التوربينية الذين ينفذون اختبارات التسارع والاتزان الميداني للدوارات المرنة
- مهندسو السلطة الفنية وسلامة الأصول الذين يعتمدون إعادة التقدير وتغييرات السرعة الزائدة واستبدال المحركات الدافعة

محاور الدورة:

اليوم 1: نمذجة منظومة الدوار والمحامل والترددات الطبيعية

- مصطلحات ديناميكا الدوار: الدوارات الصلبة والمرنة والدوامة الأمامية والخلفية وأشكال الأنماط
- نموذج دوار Jeffcott لدراسة الرنين وانزياح الطور ومعامل التضخيم
- تقدير التردد الطبيعي الجانبي الأول بطريقتي Rayleigh-Ritz وDunkerley
- بناء نموذج العناصر المحددة للعمود: المحطات ومقاطع العمود والدفاعات والكتل المضافة
- أثر التصلب الجيروسكوبي وجساءة الركائز ومرونة القواعد على ترددات الأنماط

اليوم 2: خرائط السرعات الحرجة ومخطط كامبل ومبادئ التحليل وفق API 684

- خريطة السرعات الحرجة غير المخمدة مقابل مدى جساءة المحامل
- إنشاء مخطط كامبل مع رتب الإثارة وفحوص التداخل
- تحليل استجابة عدم الاتزان: مواضع الكتل غير المتزنة ومواقع المجسات ومخططات بود
- معايير هامش الفصل ومعامل التضخيم وفق المبادئ الإرشادية ل API 684 في تحليل ديناميكا الدوار
- فحص خلوص الموانع مقابل الانحراف المتوقع للدوار عند السرعة القصوى المستمرة

اليوم 3: المحامل ذات الغشاء الزيتي وقوى الموانع واستقرار الدوار

- خصائص المحامل الانزلاقية البسيطة وبيضاوية التجويف وذات السد الضغطي والوسائد المائلة
- المعاملات الديناميكية الثمانية: الجساءة والتخميد المباشران والمتقاطعان مقابل رقم سومرفيلد
- آليات الدوامة الزيتية والسوط الزيتي وبصماتها عند الترددات الأدنى من سرعة الدوران
- التقاطع الديناميكي الهوائي ومعاملات موانع المتاهة والموانع المخمدة وكوابح الدوامة
- التناقص اللوغاريتمي ومسار العمل من الفحص المبدئي في المستوى الأول إلى تحليل الاستقرار في المستوى الثاني

اليوم 4: تحليل الخطوط الالتوائية واتزان الدوار وحالات تحري الأعطال

- النموذج الالتوائي للكتلة والمرونة: عزوم القصور وجساءة الأعمدة والقارنات ونسب التروس
- مخطط التداخل الالتوائي وعابرات بدء تشغيل المحركات والإثارة من محركات السرعة المتغيرة
- طريقة معاملات التأثير للاتزان الميداني في مستوى واحد وفي مستويات متعددة
- الاتزان النمطي للدوارات المرنة ومعايير قبول الاتزان عالي السرعة في الورشة
- قراءة مخططات المدار والقطبي وبود وموضع مركز العمود في حالات الاحتكاك والانحناء الحراري وعدم الاستقرار

اليوم 5: مراجعة ديناميكا الدوار لخط ضاغط افتراضي

- حزمة بيانات خط الضاغط الافتراضي: رسومات الدوار وبيانات المحامل وتقرير تحليل المورد
- ورقة مراجعة السرعات الحرجة الجانبية واستجابة عدم الاتزان مع ملاحظات الهوامش
- تمحيص نتائج الاستقرار والتحليل الالتوائي باستخدام التناقص اللوغاريتمي وفحوص التداخل
- مقارنة بيانات اختبار التسارع والتباطؤ مع الاستجابة المتوقعة
- تجميع تقرير مراجعة التصميم الديناميكي للدوار ومناقشته مع الزملاء

المهارات التي ستكتسبها:

- نمذجة الدوار والمحامل
- تحليل السرعات الحرجة
- تفسير مخطط كامبل
- تقييم معاملات المحامل
- تقييم استقرار الدوار
- تحليل الخطوط الالتوائية
- اتزان الدوارات المرنة
- تفسير بيانات الاهتزاز العابر

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بتقرير مراجعة التصميم الديناميكي للدوار مبني على خط ضاغط افتراضي
- مناقشة تقارير الموردين عن ديناميكا الدوار بأسئلة واضحة حول الهوامش والاستقرار وافتراضات النموذج
- حل مشكلات الاهتزاز تحت تردد الدوران والاحتكاك وتكرار الاتزان في الآلات عالية السرعة بمنهج قائم على النموذج
- مقارنة ممارسات مراجعة التصميم وتحري الأعطال مع زملاء من النفط والغاز والبتروكيماويات وتوليد الكهرباء والصناعات التحويلية

الخاتمة:

تعمل خطوط الآلات عالية السرعة بموثوقية عندما تنمذج منظومات الدوار والمحامل فيها نمذجة صحيحة، وتبقى سرعاتها الحرجة بعيدة عن مدى التشغيل، وتوفر محاملها وموانعها تخميدا كافيا، ويفحص سلوكها الالتوائي واتزانها. تنتقل الدورة من نماذج الدوار والترددات الطبيعية، إلى خرائط السرعات الحرجة ومخطط كامبل، ثم معاملات المحامل والموانع والاستقرار والتحليل الالتوائي والاتزان. ويطبق اليوم الأخير هذه الأساليب على خط ضاغط افتراضي ويخرج بتقرير مراجعة التصميم الديناميكي للدوار.