CONCEPT

تحليل إجهادات الأنابيب وتصميم مرونتها: الدعامات وأحمال فوهات المعدات والوصلات التمددية

16 – 27 نوفمبر 2026

برشلونة - فندق أربع نجوم في حي إيكسامبلا

تحليل إجهادات الأنابيب وتصميم مرونتها: الدعامات وأحمال فوهات المعدات والوصلات التمددية

المرجع: 14342_464 **التاريخ:** 16 – 27 نوفمبر 2026 **المكان:** برشلونة - فندق أربع نجوم في حي إيكسامبلا **الرسوم:** SAR 42300

مقدمة:

يحدد تحليل إجهادات الأنابيب ما إذا كانت الخطوط الساخنة ستتشقق عند الأكواع، أو تحمل فوهات المضخات فوق طاقتها، أو ترتفع عن دعاماتها، أو تسرب عند الشفاه بعد تسخين المصنع. وما زالت مشاريع كثيرة تعتمد خطوطا حرجة إجهاديا ببيانات إدخال ناقصة، ونوابض تعليق لم يتحقق منها أحد، وأحمال فوهات لم تقارن بحدود المورد. تدرب هذه الدورة من كور كونسبت مهندسي الأنابيب والميكانيكا على حساب المرونة وتصميم منظومات التقييد وفحص فوهات المعدات والوصلات التمددية وتشغيل نموذج برمجي للإجهادات من حالات التحميل حتى تقرير معتمد. ويعد المشاركون تقرير تحليل إجهادات أنابيب سحب المضخة وطردها.

أهداف الدورة:

- اختيار الخطوط الحرجة إجهاديا وطريقة التحليل المناسبة وتجميع بيانات الإدخال التي يحتاجها نموذج الإجهاد
- تقييم الإجهادات المستديمة وإجهادات الإزاحة والإجهادات العرضية مقابل الإجهادات المسموحة في ASME B31.3 باستخدام معاملات تركيز الإجهاد
- تصميم منظومات المرونة والتقييد بالحلقات والموجهات ومانعات الحركة المحورية ونقاط التثبيت ونوابض التعليق
- فحص أحمال فوهات المضخات والضواغط والتوربينات والأوعية والخزانات مقابل معايير المعدات المعنية وحدود المورد
- تحديد حالات الأحمال العرضية واختيار الوصلات التمددية المنفاخية للخطوط التي لا تكفيها مرونة المسار
- بناء نموذج برمجي لإجهادات الأنابيب وتشغيله وتحري أخطائه وإصدار تقرير إجهاد يتضمن أحمال الدعامات ونقاط التوقف

الفئة المستهدفة:

- المهندسون الذين يجرون حسابات المرونة وإجهادات الكود على أنابيب العمليات والمرافق
- مصممو مسارات الأنابيب الذين يحددون مسار الخطوط ومواقع الدعامات حول المعدات وجسور الأنابيب
- مهندسو المعدات الدوارة الذين يقبلون أحمال الأنابيب على المضخات والضواغط والتوربينات أو يرفضونها
- مهندسو المعدات الثابتة الذين يراجعون أحمال الفوهات والإجهادات الموضعية على الأوعية والمبادلات والخزانات
- مهندسو الدعامات والواجهة المدنية الذين يصممون الدعامات من أحمال التقييد المبلغ عنها
- مدققو الأعمال الهندسية الذين يراجعون نماذج الإجهاد وتقاريرها قبل إصدار الخطوط

محاور الدورة:

اليوم 1: غاية تحليل الإجهادات ونطاقه واختيار الخطوط الحرجة إجهاديا

- أهداف تحليل إجهادات الأنابيب: إجهادات الكود وأحمال المعدات وأحمال الدعامات
- مقارنة متطلبات تحليل المرونة في ASME B31.3 لأنابيب العمليات وASME B31.1 لأنابيب القدرة
- معايير قائمة الخطوط الحرجة إجهاديا: درجة الحرارة ومقاس الأنبوب والمعدات المتصلة
- اختيار طريقة التحليل: المراجعة البصرية وطرق المخططات المبسطة والتحليل الحاسوبي
- سجل بيانات إدخال الإجهاد: الرسومات الأيزومترية وقائمة الخطوط ورسومات المعدات وظروف التصميم

اليوم 2: فئات إجهادات الكود وأساس الإجهاد المسموح

- الإجهاد الطولي المستديم الناتج عن الضغط والوزن والعزل
- مدى إجهاد الإزاحة ومعامل التخفيض الدوري
- تقييم الإجهاد العرضي ومبدأ زيادة الإجهاد المسموح
- معاملات تركيز الإجهاد ومعاملات المرونة للأكواع والوصلات الثلاثية ووصلات التفرع
- قيم الإجهاد المسموح على الساخن والبارد من جداول مواد الكود

اليوم 3: التمدد الحراري ومرونة المسار وتصميم التقييد

- حساب التمدد الحراري من جداول معامل التمدد المتوسط وحركات نقاط التثبيت
- حلقات التمدد والإزاحات الجانبية وتغيير الاتجاه وسائل لرفع المرونة
- وظائف التقييد: الدعامات الحاملة والموجهات ومانعات الحركة المحورية ونقاط التثبيت الاتجاهية
- اختيار نوابض التعليق المتغيرة وثابتة الحمل وفحص تغير الحمل
- أثر الاحتكاك والفجوات والارتفاع عن الدعامة عند الأحذية والدعامات الجانبية والأرجل الوهمية

اليوم 4: حدود أحمال الفوهات للمعدات الدوارة والثابتة

- أحمال الفوهات المسموحة وفق API-610 لسحب المضخات الطاردة المركزية وطردها
- فحص قوى الفوهات وعزومها وفق API-617 للضواغط
- نظرة عامة على تقييم أحمال فوهات التوربينات البخارية وفق NEMA-SM23
- الإجهادات الموضعية في فوهات الأوعية والخزانات بمفاهيم WRC 107/297 ومعيار الخزانات API-650
- نظرة عامة على الأحمال المسموحة لفوهات المبردات الهوائية وفق API-661 والمبادلات وفق HEI

اليوم 5: دراسة حالة الأسبوع الأول: فحص يدوي لمرونة خط ساخن

- عرض الحالة: خط هيدروكربوني ساخن من مخرج السخان إلى مدخل العمود
- حساب يدوي بطريقة الكابول الموجه لحلقة تمدد مقترحة
- توقيع منظومة الدعامات على الرسم الأيزومتري: الموجهات ومانعات الحركة ومواقع النوابض
- فرز أحمال الفوهات مقابل جداول الأحمال المسموحة من المورد
- مراجعة نتائج الأسبوع الأول وسجل الفجوات في بيانات إدخال الإجهاد

اليوم 6: الأحمال العرضية والتأثيرات الديناميكية على الأنابيب

- تطبيق أحمال الرياح على الخطوط المرتفعة وخطوط جسور الأنابيب
- نظرة عامة على طريقة المعامل الزلزالي الساكن وطريقة طيف الاستجابة
- قوة دفع تصريف صمام الأمان في الأنظمة المفتوحة والمغلقة
- تقدير قوى التدفق الكتلي والطرق المائي لتصميم نقاط التقييد
- نظرة عامة على التحليل النمطي والتوافقي للخطوط المهتزة

اليوم 7: الوصلات التمددية وتسرب الشفاه وضوابط مخاطر التصميم

- تهيئات المنافيخ غير المربوطة والمربوطة والمفصلية والكردانية وقوة دفع الضغط
- اختيار المنافيخ وفق معايير EJMA لمصنعي الوصلات التمددية: عمر الدورات وصلابة النابض والالتواء
- نظرة عامة على فحص تسرب الشفاه: طريقة الضغط المكافئ وطريقة EN 1591
- قائمة مراجعة تصميم نموذج الإجهاد والتدقيق المستقل
- ضبط التغيير عند تعديل مسار الخطوط أو إضافة دعامات أو تغيير ظروف التصميم

اليوم 8: سير عمل النمذجة البرمجية والواجهات بين التخصصات

- بناء النموذج في برنامج من نوع CAESAR II: العقد والعناصر وخصائص المادة والمقطع
- نمذجة نقاط التقييد والنوابض ومرونة الفوهات في برنامج تحليل إجهادات الأنابيب
- إعداد حالات التحميل: تركيبات التشغيل والمستديم والتمدد والعرضي
- نقل أحمال التقييد إلى الفرق المدنية والإنشائية عند جسور الأنابيب
- اجتماعات حل أحمال الفوهات مع موردي المعدات الدوارة

اليوم 9: مراجعة النتائج والتكرار ومؤشرات مخرجات الإجهاد

- مخرجات مطابقة الكود: نسب الإجهاد والعقد الأعلى إجهادا
- مراجعة جداول الإزاحات وأحمال التقييد ونوابض التعليق
- تحري أسباب تجاوز الإجهاد: تعديل المسار أو زيادة المرونة أو تغيير التقييد
- بنية تقرير الإجهاد: الأساس والافتراضات وحالات التحميل والنتائج ونقاط التوقف
- تتبع مخرجات الإجهاد: نسبة تغطية الخطوط ومعدل إعادة العمل وملاحظات المدقق

اليوم 10: المشروع الختامي: تحليل إجهادات أنابيب سحب المضخة وطردها

- حزمة بيانات المشروع: صحيفة بيانات المضخة والرسومات الأيزومترية وسيناريوهات التشغيل
- بناء نموذج لخطوط مضختين متوازيتين بحالتي التشغيل والاحتياط
- مطابقة أحمال فوهات المضخة وتحسين منظومة الدعامات
- صياغة تقرير تحليل إجهادات أنابيب سحب المضخة وطردها
- عرض المشروع الختامي ومناقشة افتراضات النموذج مع الزملاء

المهارات التي ستكتسبها:

- حساب مرونة الأنابيب
- تقييم إجهادات الكود
- تصميم منظومات التقييد
- تحديد مقاسات نوابض التعليق
- تقدير أحمال فوهات المعدات
- اختيار الوصلات التمددية المنفاخية
- النمذجة البرمجية لإجهادات الأنابيب
- إعداد تقارير الإجهاد

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بتقرير تحليل إجهادات أنابيب سحب المضخة وطردها مبني على نموذج برمجي عامل
- معالجة تجاوز أحمال الفوهات وتعارض الدعامات قبل أن تتحول إلى إعادة عمل في الموقع أو عدم محاذاة في المعدات
- الدفاع عن قائمة الخطوط الحرجة إجهاديا ومجموعة حالات التحميل أمام المدققين والموردين ومديري المشاريع
- مقارنة ممارسات تحليل الإجهاد مع مهندسين من التكرير والبتروكيماويات ومعالجة الغاز والطاقة والمرافق

الخاتمة:

يحمي تحليل إجهادات الأنابيب المعدات والدعامات فقط حين تطابق بيانات الإدخال وحالات التحميل وافتراضات التقييد طريقة تشغيل الخط فعليا. ينتقل الأسبوع الأول من اختيار الخطوط الحرجة إجهاديا وفئات إجهادات الكود، إلى التمدد الحراري وتصميم التقييد وحدود فوهات المعدات، ثم دراسة حالة بالحساب اليدوي. ويضيف الأسبوع الثاني الأحمال العرضية والديناميكية والوصلات التمددية المنفاخية وتسرب الشفاه والنمذجة البرمجية ومراجعة النتائج وإعداد التقرير، وينتهي بتقرير تحليل إجهادات أنابيب سحب المضخة وطردها جاهزا للتدقيق وإصدار الخط.