JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

دورة التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة

28 مارس – 1 أبريل 2027

عمّان

info@jupiterprime.uk

jupiterprime.uk

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

دورة التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة

المرجع: 3177_120733 **التاريخ:** 28 مارس – 1 أبريل 2027 **المكان:** عمان **الرسوم:** GBP 4200

التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة دورة تدريبية مدتها أسبوع لمهندسي المعدات الميكانيكية والإنشائية والكهربائية الذين يبنون نماذج الإجهاد أو يدققونها، يعد فيها المشاركون قائمة تدقيق نماذج الإجهاد الساكن. ومع اعتماد قرارات الحوامل والحاويات ومساند قضبان التوزيع على المحاكاة بدلا من الاختبارات تحتاج المؤسسات إلى مهندسين يثقون بالنتيجة أو يعترضون عليها بحجة. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة سلسلة واحدة من الشكل الهندسي حتى الحكم النهائي.

لماذا يهم التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة الآن

تتشكل محاكاة الإجهاد الساكن اليوم تحت ثلاث قوى. فدورات التصميم القصيرة تستبدل اختبار النماذج الأولية بالنماذج الرقمية، فقد يصل قيد خاطئ واحد إلى أرض المصنع. والهياكل الأخف والسبائك الجديدة تقرب الأجزاء من حد الخضوع، حيث تسقط الفرضيات الخطية ويحدد السلوك غير الخطي هامش الأمان الحقيقي، كما يطلب المدققون دليلا على طريقة بناء النموذج. فالنموذج المدقق يكشف الوصلات الضعيفة مبكرا، والنموذج غير المدقق يرسل إلى الموقع أجزاء تتشقق أو ترتخي. وتستند الدورة إلى أسس ميكانيكا المواد الهندسية وممارسات التحقق المعتمدة، موصوفة بعبارات عامة.

المستفيدون من التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة

- مهندسون يقسمون المكونات إلى شبكات ويشغلون حلول الإجهاد الخطي
- مهندسون يوسعون النماذج لتشمل اللدونة والتلامس والانحراف الكبير
- مدققو تصميم يعتمدون تقارير المحاكاة قبل إصدارها
- مهندسو معدات يحددون أبعاد المساند والإطارات والحاويات ونقاط الرفع
- مهندسو موثوقية يتحرون أسباب تشقق الأجزاء

وتستفيد مكاتب التصميم أكثر حين يحضر معا المحللون الذين يبنون النماذج والمدققون الذين يعتمدونها فيتفقون على معيار واحد للحكم.

قدرات التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة

ينتقل المشاركون من شبكة نظيفة إلى حكم إجهاد يمكن الدفاع عنه، ويميزون متى لا تكفي الإجابة الخطية.

- تحديد نوع العنصر ورتبته وكثافة الشبكة وفق تدرج الإجهاد — المحلل الذي يختار دقة النموذج
- تطبيق المساند والأحمال والتماثل بما يعكس التجميعة الحقيقية — المدقق الذي يعتمد شروط الحدود
- تقييم نتائج الإجهاد الخطي مقابل نقاط التفرد وحساسية الشبكة — المهندس الذي يبلغ عن الهوامش
- موازنة الحاجة إلى نمذجة اللاخطية المادية أو التلامسية أو الهندسية — قائد الدراسة الذي يحدد نطاقها
- اختبار تقارب الحلول غير الخطية بتدرج الأحمال وفحص البواقي — المحلل الذي يدافع عن الحل
- بناء قائمة تدقيق لدراسات الإجهاد الساكن — المكتب الذي يصدر تقارير المحاكاة

مصطلحات التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة الأساسية

- رتبة العنصر — دوال شكل خطية أو تربيعية تحدد مدى قدرة العنصر على تتبع الانحناء وتدرج الإجهاد.
- نقطة التفرد في الإجهاد — إجهاد يستمر في الارتفاع كلما صغرت الشبكة، ويظهر عادة عند الزوايا الحادة أو المساند النقطية.
- تقارب الشبكة — التحقق من أن النتائج الرئيسية تتوقف عن التغير مع تصغير العناصر.
- اللاخطية المادية — سلوك تتغير فيه الجساءة مع الانفعال، مثل المعدن بعد الخضوع أو البوليمرات اللينة.
- اللاخطية التلامسية — تغير مسارات الأحمال حين تتلامس الأجزاء أو تنفصل أو ينزلق بعضها على بعض.
- اللاخطية الهندسية — آثار الانحراف أو الدوران الكبير التي تغير الجساءة، مثل التصلب بالإجهاد.

التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة يوما بيوم

اليوم 1: الشكل الهندسي والتمثيل المبسط وتوليد الشبكة

- تنظيف الشكل الهندسي وإزالة التفاصيل — ما يحتاجه جواب الإجهاد من تفاصيل
- التمثيل بالعوارض والقشريات والمصمتات — اختيار بعد النموذج المناسب
- اختيار نوع العنصر ورتبته — دقة الانحناء مقابل كلفة الحل
- مقاييس جودة الشبكة ومناطق التنعيم — أين تهم الدقة
- الوحدات ونظم الإحداثيات وبطاقات المواد — تجنب أخطاء الإدخال الصامتة

اليوم 2: شروط الحدود والإجهاد الساكن الخطي

- المساند الثابتة والمفصلية والمرنة — مطابقة القيود لطرق التثبيت الفعلية
- الضغط وشد البراغي المسبق والأحمال البعيدة — تمثيل مسار الحمل الحقيقي
- التماثل والنمذجة الجزئية — تصغير النموذج دون فقدان الدقة
- الوصلات الملتصقة واللحامات وتمثيل المثبتات — ربط أجزاء التجميعة
- فحص قوى رد الفعل ومخطط الجسم الحر — تأكيد الاتزان قبل قراءة الإجهاد

اليوم 3: قراءة النتائج الخطية والحكم عليها

- الإجهاد المكافئ والرئيسي والمخطط خطيا — أي مقياس يجيب عن السؤال
- نقاط التفرد والبقع الساخنة — فصل الأخطاء العددية عن التركزات الحقيقية
- دراسات تقارب الشبكة — إثبات استقلال النتائج عن الشبكة
- التحقق بالحساب اليدوي — اختبار النتائج مقابل نظرية العوارض
- حدود الانحراف والجساءة — قرارات صلاحية الخدمة للإطارات والحاويات

اليوم 4: اللاخطية المادية والتلامسية والهندسية

- منحنيات المواد المرنة اللدنة والتصلد — تقييم الهامش بعد حد الخضوع
- أزواج التلامس مع الاحتكاك ودونه — نقل الحمل بين الأجزاء المتلامسة
- الانحراف الكبير والتصلب بالإجهاد — حين يغير الشكل الهندسي الجساءة
- تدرج الأحمال وتكرارات الاتزان والبواقي — الوصول إلى حل متقارب
- تشخيص عدم التقارب — اهتزاز التلامس وتشوه العناصر وعدم الاستقرار

اليوم 5: ممارسة تدقيق نموذج الإجهاد الساكن

- تدقيق نموذج حامل دعم — تطبيق فحوص الشبكة وشروط الحدود
- تدقيق شفة حاوية مثبتة بالبراغي — تطبيق تقدير التلامس والشد المسبق
- تدقيق مسند قضبان توزيع تحت حمل العطل — تطبيق فحوص النتائج الخطية
- هيكل تقرير المحاكاة وسجلات الفرضيات — جعل النماذج قابلة للمراجعة
- إكمال قائمة تدقيق نماذج الإجهاد الساكن — معايير إصدار الدراسات

تطبيق التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة بعد الدورة

- إجراء فحص تقارب الشبكة وقوى رد الفعل على نموذج إجهاد قائم واحد.
- قيادة مراجعة زملاء لدراسة تلامس غير خطية حديثة وطريقة تدرج أحمالها.

أسئلة حول التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة

ما التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة ولماذا يهم الآن؟

هو الطريقة العددية للتنبؤ بالإجهاد والانحراف في الأجزاء تحت أحمال ثابتة، بما في ذلك الخضوع والتلامس والانحراف الكبير. ويهم الآن لأن المحاكاة تحل بشكل متزايد محل الاختبار الفعلي، فيصل النموذج الخاطئ إلى الإنتاج أسرع.

ما الأدوار الأكثر استفادة من التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة؟

يستفيد أكثر المحللون الذين يبنون نماذج الإجهاد والمدققون الذين يعتمدونها. ويستفيد كذلك مهندسو المعدات والموثوقية الذين يحددون أبعاد المساند أو يتحرون الأجزاء المعطوبة.

كيف يختلف التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة عن دورة عامة في التحليل الإنشائي؟

يركز على بناء نماذج المحاكاة وتدقيقها بدلا من التصميم التقليدي للإطارات والأعضاء. فهو يتناول الشبكة والقيود والتقارب، لا تحديد مقاطع الأعضاء أو الاستجابة الديناميكية.

ماذا تعود به من التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة؟

تعود بقائمة تدقيق لدراسات الإجهاد الساكن. وتغطي التمثيل المبسط والشبكة والمساند والنتائج وأدلة التقارب.

التحليل الساكن الخطي وغير الخطي بالعناصر المحدودة: الطريق إلى الأمام

توجه قائمة تدقيق نماذج الإجهاد الساكن أولا قرار إصدار تقرير المحاكاة أو إعادته إلى المحلل. ويستخدمها المحللون أثناء بناء النماذج والمدققون أثناء اعتمادها. وبعد أول استخدام لها تستحق مراجعة قسم شروط الحدود من جديد، فهناك يبتعد معظم النماذج عن التجميعة الحقيقية، وهناك تتغير هوامش الأمان دون أن يلاحظ أحد ذلك في مخططات الألوان.