JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

دورة متقدمة في تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها

info@jupiterprime.uk

jupiterprime.uk

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

دورة متقدمة في تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها

تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها محور هذه الدورة المتقدمة التي تمتد أسبوعين للمهندسين الكيميائيين وأخصائيي المفاعلات ومهندسي تطوير العمليات الذين يحددون مقاسات الأنظمة المتفاعلة ويرفعون سعتها ويشغلونها، وتنتهي بتقييم أداء المفاعل الذي يحدد التحول والانتقائية وحدود التشغيل الآمن. فالمفاعل يحدد مردود المنتج وحمل النواتج الثانوية وجزءا كبيرا من ملف المخاطر في المصنع. تقدم جوبيتر برايم للتدريب هذه الدورة لفرق التطوير والإنتاج.

لماذا يهم تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها الآن

تضغط ثلاثة عوامل على المفاعل. فالهوامش تعتمد على انتزاع انتقائية إضافية من المحفزات والأوعية القائمة بدل بناء جديدة. واللقائم أكثر تباينا، ومنها تيارات معاد تدويرها وحيوية تحمل شوائب جديدة. وتطلب توقعات سلامة العمليات إثبات هوامش انطلاق الحرارة والانفلات الحراري لا افتراضها. والمصنع الذي ينمذج مفاعله جيدا يرفع المردود ويعمل أقرب إلى الحدود بثقة، بينما يخسر غيره المنتج لصالح التفاعلات الجانبية ويغامر بحوادث حرارية. وتستند الدورة إلى حركية التفاعلات، ونماذج المفاعلات المثالية مثل مفاعل الخزان المقلوب المستمر CSTR ومفاعل التدفق الكتلي PFR، وتحليل توزيع زمن المكوث RTD.

المستفيدون من تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها

- مهندسون يحددون مقاسات المفاعلات ويختارون بين التصاميم الدفعية والمقلوبة والأنبوبية
- أخصائيون يشغلون أسرة المحفزات ويقررون توقيت التنشيط والاستبدال
- مهندسو تطوير ينقلون التفاعلات من المختبر إلى الوحدة التجريبية ثم الإنتاج
- مهندسون يضعون حدود حرارة المفاعل وضغطه ولقيمه للتشغيل
- أخصائيو سلامة يقيمون انطلاق الحرارة وسيناريوهات الانفلات

تستفيد مجموعة تطوير العمليات أكثر حين يحضر أخصائي الحركية مع مهندس مفاعل المصنع، فتلتقي بيانات المختبر وسلوك المصنع في نموذج واحد.

قدرات تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها

يغادر المشاركون قادرين على التنبؤ بكيفية تحويل المفاعل وانتقائه وإطلاقه للحرارة قبل تغيير ظروفه.

- حساب ثوابت المعدل وطاقات التنشيط من البيانات التجريبية — قرارات رفع السعة والتصميم
- تحديد نوع المفاعل وحجمه لتحول مستهدف — مراجعات تصميم العمليات
- تقييم التدفق غير المثالي باختبارات المقتفيات ومنحنيات RTD — تشخيص المفاعلات ضعيفة الأداء
- تصميم نوافذ تشغيل المفاعلات الحفزية ومتعددة الأطوار — مهندسو الإنتاج
- اختبار سعة إزالة الحرارة مقابل معايير الانفلات — مراجعو سلامة العمليات
- عرض توصيات التحول والانتقائية والحدود — التشغيل والإدارة

مصطلحات تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها الأساسية

- التحول — نسبة المادة المتفاعلة المستهلكة في المفاعل، وهي مقياس رئيسي لأدائه.
- الانتقائية — نسبة المنتج المرغوب إلى المنتجات غير المرغوبة، وتحكم المردود وحمل الفصل.
- توزيع زمن المكوث — تشتت الأزمنة التي تقضيها عناصر المائع داخل المفاعل، ويكشف التجاوز والمناطق الميتة والخلط.
- رقم دامكولر — نسبة لا بعدية بين سرعة التفاعل وسرعة الانتقال تبين أيهما يحكم الأداء.
- الانفلات الحراري — ارتفاع غير منضبط في الحرارة حين يتجاوز تولد الحرارة إزالتها فيتسارع التفاعل.
- معامل الفاعلية — نسبة معدل التفاعل الفعلي في حبيبة المحفز إلى معدله دون قيود الانتشار الداخلي.

تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها يوما بيوم

اليوم 1: المفاعلات في سياق العملية والأعمال

- دور المفاعل في مردود المصنع واقتصادياته — قيمة نقاط الانتقائية
- الاختيار بين الدفعي وشبه الدفعي والمستمر — مواءمة حجم الإنتاج
- رسم مسارات التفاعل — التفاعلات المرغوبة والمنافسة
- تباين اللقيم وشوائبه — آثارها في سلوك المفاعل
- مؤشرات أداء المفاعل — التحول والمردود ومردود وحدة الحجم والزمن

اليوم 2: حركية التفاعلات

- قوانين المعدل ورتبة التفاعل — مواءمة البيانات الحركية
- اعتماد الحرارة وفق أرينيوس — طاقة التنشيط والحساسية
- شبكات التفاعل المعقدة — الخطوات المتتالية والمتوازية والعكوسة
- أدوات تقدير المعاملات الحركية — الانحدار وحدود الثقة
- أنواع مفاعلات المختبر للحركية — توليد بيانات موثوقة

اليوم 3: تصميم المفاعلات المثالية

- معادلات تصميم المفاعل الدفعي — زمن الدورة والإنتاجية
- تحديد حجم مفاعل الخزان المقلوب المستمر — الحجم للتحول المستهدف
- تصميم مفاعل التدفق الكتلي — الطول وهبوط الضغط والملامح
- المفاعلات المتتالية والتدوير — تحسين التحول والانتقائية
- مخططات ليفنسبيل — مقارنة تشكيلات المفاعلات بصريا

اليوم 4: التدفق غير المثالي والخلط

- طرق اختبار المقتفيات — اختيار الحقن النبضي أو الدرجي
- منحنيات توزيع زمن المكوث — كشف التجاوز والحجم الميت
- نماذج الخزانات المتتالية والتشتت — التنبؤ بالتحول الفعلي
- اختيار المقلب وزمن الخلط — آثار الخلط الدقيق في الانتقائية
- استخدامات ديناميكا الموائع الحسابية وحدودها — متى تستحق النماذج التفصيلية

اليوم 5: الحفز غير المتجانس

- بنية المحفز والمواقع النشطة — المساحة السطحية وحجم المسام
- تعابير المعدل القائمة على الامتزاز — حركية لانجمير هينشلود
- قيود الانتشار الداخلي والخارجي — تقدير معامل الفاعلية
- تعطل المحفز وتنشيطه — قرارات طول الدورة
- بروتوكولات اختيار المحفز واختباره — مقارنة الموردين

اليوم 6: مفاعلات الأسرة الثابتة والمميعة

- تصميم الأسرة الثابتة وهبوط الضغط — الموازنة في حجم الحبيبات
- ملامح الحرارة المحورية والنصفية — التنبؤ بالبقع الساخنة
- تبريد المفاعلات متعددة الأنابيب — عدد الأنابيب واختيار وسيط التبريد
- هيدروديناميكا الأسرة المميعة — الفقاعات والانجراف والتآكل الاحتكاكي
- ممارسات تحميل الأسرة وتوزيعها — تجنب التقنية

اليوم 7: المفاعلات متعددة الأطوار

- معاملات انتقال الكتلة بين الغاز والسائل — الخطوات المحددة في تفاعلات الامتصاص
- تصميم أعمدة الفقاعات والخزانات المهواة — احتجاز الغاز وتشتته
- تبليل مفاعلات الأسرة المنسابة — توزيع السائل والتحول
- مفاعلات الملاط وفصل المحفز — الترشيح والفاقد
- خصائص مفاعلات البلمرة — آثار اللزوجة وانتقال الحرارة

اليوم 8: إدارة الحرارة ومنع الانفلات

- موازنات طاقة المفاعل — منحنيات تولد الحرارة وإزالتها
- معايير الاستقرار وحالات الاتزان المتعددة — نقاط التشغيل الآمنة
- بيانات المسعرات التفاعلية — تقييم ارتفاع الحرارة الكظوم
- سيناريوهات الانفلات والتنفيس الطارئ — أنظمة التهوية والإخماد
- استراتيجيات التحكم في الحرارة — الأغلفة والملفات والحلقات الخارجية

اليوم 9: رفع السعة والتحسين

- قواعد رفع السعة والمجموعات اللا بعدية — الحفاظ على الأداء عند الحجم الأكبر
- تخطيط الوحدة التجريبية — البيانات اللازمة قبل التصميم التجاري
- نمذجة المفاعل في محاكيات العمليات — ربط الحركية بمخططات السريان
- تحسين الانتقائية بسياسة الحرارة واللقيم — مكاسب المردود
- خيارات تحديث المفاعل — ترقية المكونات الداخلية والمحفز والتبريد

اليوم 10: ممارسة تقييم أداء المفاعل

- مواءمة النموذج الحركي مع بيانات المصنع — أساس موثق للتقييم
- تشخيص توزيع زمن المكوث والخلط — الفجوة بين المثالي والفعلي
- فحص إزالة الحرارة وهامش الانفلات — تأكيد غلاف السلامة
- حالات تحسين التحول والانتقائية — خيارات مرتبة
- تقييم أداء المفاعل — التحول والانتقائية وحدود التشغيل الآمن

تطبيق تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها بعد الدورة

- مواءمة نموذج حركي مع بيانات حديثة من المصنع لمفاعل واحد ومقارنة التحول المتوقع بالفعلي.
- إجراء فحص لإزالة الحرارة وارتفاع الحرارة الكظوم لمفاعل ومشاركة هامش السلامة مع التشغيل.

أسئلة حول تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها

ما تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها ولماذا يهم الآن؟

تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها هو هندسة أوعية التفاعل لتحقيق تحول وانتقائية وسلامة مستهدفة. ويهم الآن لأن الهوامش تعتمد على مردود إضافي من الأصول القائمة بينما يزداد تباين اللقيم وترتفع توقعات السلامة.

من يستفيد أكثر من دورة تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها المتقدمة؟

يستفيد المهندسون الكيميائيون وأخصائيو المفاعلات ومهندسو تطوير العمليات أكثر من غيرهم. فهم من يختارون أنواع المفاعلات ويضعون حدود التشغيل ويرفعون سعة التفاعلات ويحاسبون على المردود والسلامة الحرارية.

كيف تختلف دورة تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها المتقدمة عن دورة عامة في هندسة العمليات؟

تركز على خطوة التفاعل وحدها. فيتعمق المشاركون في الحركية والنماذج المثالية وغير المثالية والحفز وتلامس الأطوار ومنع الانفلات بدل المرور السريع على كل العمليات الأحادية.

ماذا تعود به من دورة تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها؟

تعود بتقييم لمفاعل تعرفه. ويضم نموذجا حركيا مواءما وتشخيصا للخلط وفحصا لهامش الانفلات وخيارات مرتبة لتحسين التحول والانتقائية ضمن حدود آمنة.

تصميم المفاعلات الكيميائية وأدائها: الطريق إلى الأمام

يحدد تقييم أداء المفاعل أولا ما إذا كانت تغييرات الحرارة أو اللقيم أو المحفز قادرة على رفع المردود دون المساس بهوامش السلامة. ويستخدمه مهندسو المفاعلات وأخصائيو التطوير ومراجعو السلامة للاتفاق على حدود جديدة. وبعد أول استخدام له تستحق المعاملات الحركية مراجعة جديدة، لأن شيخوخة المحفز وتغير اللقيم يغيران تدريجيا سلوك التفاعل الذي يصفه النموذج.