CONCEPT

تصميم المفاعلات الكيميائية واختيار المحفزات: حركية التفاعل وتحجيم المفاعلات وفقدان نشاط المحفز

تصميم المفاعلات الكيميائية واختيار المحفزات: حركية التفاعل وتحجيم المفاعلات وفقدان نشاط المحفز

مقدمة:

يؤدي اتخاذ قرارات تصميم المفاعلات الكيميائية على بيانات معدل تقريبية، أو اعتماد نوع مفاعل دون تحقق، أو اختيار محفز على أساس السعر وحده، إلى تراجع الانتقائية وظهور البقع الساخنة وقصر دورات تشغيل المحفز وعمليات استبدال غير مخطط لها. تمكن هذه الدورة من كور كونسبت مهندسي العمليات والخدمات الفنية من استنتاج قوانين المعدل من بيانات المصنع والوحدات التجريبية، وتحجيم مفاعلات الدفعات وCSTR وPFR والمقارنة بينها، وضبط الانتقائية في التفاعلات المتعددة، والتحقق من كفاية إزالة الحرارة لتجنب الانفلات الحراري، واختيار المحفزات ومراقبتها وتجديدها في مفاعلات الطبقة الثابتة والمميعة وذات الانسياب الرقيق. ويعد المشاركون مصنف تحجيم المفاعلات واختيار المحفزات.

أهداف الدورة:

- استنتاج قوانين المعدل ومعاملات Arrhenius من بيانات المختبر أو الوحدات التجريبية أو المصنع، والتعبير عن نتائج المفاعل بالتحويل والمردود والانتقائية
- تحجيم مفاعلات الدفعات وCSTR وPFR من معادلات تصميمها، وتبرير الترتيب الذي يحقق هدف التحويل بأقل حجم
- ضبط الانتقائية في شبكات التفاعلات المتوازية والمتتالية عبر درجة الحرارة ومسار التركيز واختيار نوع المفاعل
- تقييم موازنات الطاقة في المفاعل وسعة إزالة الحرارة لتمييز الظروف التي تقود إلى البقع الساخنة والانفلات الحراري
- اختيار نوع المفاعل الحفزي والمحفز وفق النشاط والانتقائية والثبات وحدود الانتشار في المسام، وتخطيط الحماية من التسمم والتلبد وترسب الكوك
- مراقبة اتجاهات أداء المفاعل والمحفز وتشخيص المشكلات الشائعة في المفاعلات الحفزية ضمن مصنف تحجيم المفاعلات واختيار المحفزات

الفئة المستهدفة:

- مهندسو العمليات المسؤولون عن تحجيم المفاعلات ورفع طاقتها وأهداف تشغيلها في مصانع البتروكيماويات والكيمياويات
- مهندسو الخدمات الفنية الذين يتابعون نشاط المحفز ودرجات حرارة الطبقات ومدة التشغيل في مفاعلات التكرير والبتروكيماويات
- مختصو المحفزات والترخيص الذين يقيمون عروض الموردين وخيارات استبدال المحفز
- مهندسو تصميم العمليات الذين يعدون صحائف بيانات المفاعلات للوحدات الجديدة ومشروعات التحديث
- مهندسو سلامة العمليات الذين يراجعون إزالة الحرارة من المفاعلات وسيناريوهات تجاوز حدود درجة الحرارة

- مهندسو الوحدات التجريبية والبحث الذين يولدون بيانات الحركية لأغراض تكبير الحجم

محاور الدورة:

اليوم 1: حركية التفاعل وقوانين المعدل ومقاييس التحويل

- صيغ قوانين المعدل: قانون القوة والتفاعلات العكوسة ونموذج Langmuir-Hinshelwood للتفاعلات السطحية
- معاملات Arrhenius لاعتماد المعدل على الحرارة: طاقة التنشيط والعامل الأسي المسبق من بيانات المعدل
- الطريقتان التكاملية والتفاضلية لمطابقة بيانات الحركية من الوحدات التجريبية والمختبر
- تعريفات التحويل والمردود والانتقائية على جدول تيارات المفاعل
- حدود التحويل عند الاتزان من طاقة جيبس وإزاحات مبدأ لوشاتلييه

اليوم 2: نماذج المفاعلات المثالية: تحجيم مفاعلات الدفعات وCSTR وPFR

- معادلة تصميم مفاعل الدفعات وشبه الدفعات وبناء زمن الدورة
- معادلة تصميم CSTR أي مفاعل الخزان المستمر التقليب والزمن الفراغي والتحجيم بمخطط Levenspiel
- معادلة تصميم PFR أي مفاعل الجريان الكتلي والحجم الأنبوبي وهبوط الضغط على طول الأنبوب
- سلسلة مفاعلات CSTR مقابل مفاعل PFR منفرد: مقارنة الحجم عند التحويل نفسه
- اختبارات توزيع زمن المكوث بالمادة المتتبعة وتشخيص الجريان غير المثالي

اليوم 3: التفاعلات المتعددة وموازنات الطاقة وإزالة الحرارة

- شبكات التفاعلات المتوازية والمتتالية: الانتقائية اللحظية مقابل الانتقائية الكلية
- ضبط الانتقائية بدرجة الحرارة وتوزيع التغذية واختيار نوع المفاعل
- موازنة الطاقة غير متساوية الحرارة وحساب الارتفاع الأدياباتي في درجة الحرارة
- خيارات إزالة الحرارة: القميص والملف الداخلي والتبريد بين المراحل والإخماد بالحقن البارد
- الوعي بالانفلات الحراري: منحنيات توليد الحرارة مقابل إزالتها ومسببات البقع الساخنة

اليوم 4: المفاعلات الحفزية واختيار المحفزات وفقدان نشاطها

- معايير اختيار مفاعلات الطبقة الثابتة والطبقة المميعة والطبقة ذات الانسياب الرقيق
- مصفوفة اختيار المحفز: النشاط والانتقائية والثبات وشكل الحبيبات ومقاسها
- حدود الانتشار في المسام: معامل Thiele وعامل الفعالية
- آليات فقدان النشاط: التسمم والتلبد وترسب الكوك والاتساخ وعلامات كل منها
- التجديد بحرق الكوك والحماية من السموم بالطبقة الواقية

اليوم 5: مراقبة أداء المفاعل وتشخيص الأعطال وإعداد المصنف

- مراقبة الأداء: متوسط درجة حرارة الطبقة الموزون وهبوط الضغط واتجاهات النشاط
- حالات تشخيص الأعطال: الجريان القنوي وسوء توزيع السائل والبقع الساخنة وتراجع الانتقائية
- تمرين نمذجة: تحجيم سلسلة مفاعلات CSTR ومفاعل PFR لخدمة بتروكيماوية
- تمرين نمذجة: القائمة المختصرة للمحفزات وتقدير طول دورة التشغيل لخدمة هدرجة
- تجميع مصنف تحجيم المفاعلات واختيار المحفزات ومراجعته من الزملاء

المهارات التي ستكتسبها:

- تحليل انحدار بيانات الحركية
- تحجيم المفاعلات المثالية
- تحليل توزيع زمن المكوث
- تحسين الانتقائية
- تقييم الموازنة الحرارية للمفاعل
- تشخيص فقدان نشاط المحفز
- تقييم موردي المحفزات
- تتبع اتجاهات أداء الطبقات الحفزية

لماذا تحضر هذه الدورة:

- العودة بمصنف تحجيم المفاعلات واختيار المحفزات يضم حسابات مدققة لخدمة بتروكيماوية أو كيميائية
- مناقشة ادعاءات المرخصين وموردي المحفزات حول التحويل والانتقائية وطول الدورة بتقديرات خاصة للحركية والانتشار
- رصد العلامات المبكرة للبقع الساخنة والجريان القنوي وتراجع المحفز قبل أن تقلص مدة التشغيل أو هامش السلامة
- تبادل ممارسات المفاعلات والمحفزات مع مهندسين من التكرير والبتروكيماويات والأسمدة والكيمياويات المتخصصة

الخاتمة:

يحدد أداء المفاعل مقدار ما يتحول من اللقيم إلى منتج قابل للبيع، والمدة التي تصمد فيها شحنة المحفز. تنتقل الأيام الخمسة من الحركية وقوانين المعدل ومقاييس التحويل، مرورا بتحجيم مفاعلات الدفعات وCSTR وPFR والتفاعلات المتعددة وموازنات الطاقة وإزالة الحرارة، إلى مفاعلات الطبقة الثابتة والمميعة وذات الانسياب الرقيق، واختيار المحفزات وفقدان نشاطها وتجديدها. ويطبق اليوم الأخير هذه الأساليب على حالات المراقبة وتشخيص الأعطال، وينتهي بمصنف تحجيم المفاعلات واختيار المحفزات جاهز للمراجعة الفنية في العمل.