



دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية: الجموح الحراري والمسعرية ورفع مقياس الإنتاج بأمان



دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية: الجموح الحراري والمسعرية ورفع مقياس الإنتاج بأمان

مقدمة:

دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية دورة تمتد 10 أيام وتتناول الجموح الحراري والمسعرية ورفع مقياس الإنتاج بأمان، وهي موجهة لمهندسي سلامة العمليات وتطوير العمليات والإنتاج الدفعي، وتنتهي بإعداد تقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان لعملية افتراضية. فالتفاعل الذي يسير بهدوء في دورق المختبر قد يسخن ذاتيا في وعاء المصنع، لأن الحرارة المنطلقة تنمو أسرع من مساحة التبريد، ثم يقود تراكم الكاشف أو تعطل التبريد إلى الجموح. ويطور المشاركون تفاعلات دفعية أو يشغلونها أو يراجعونها، ويعملون على دراسات حالة مبنية على بيانات اختبارات المسعرية. وتقدم كور كونسبت هذه الدورة.

أهداف الدورة:

- فحص المواد المتفاعلة والوسيط والخلائط من حيث النشاط التفاعلي باستخدام المجموعات البنيوية المنذرة ومراجع بيانات المخاطر ونتائج المسعر التفاضلي الماسح
- تفسير بيانات المسعرية الكظومة ومسعرية التفاعل لاستخراج حرارة التفاعل والارتفاع الكظوم في درجة الحرارة ونسبة التراكم ومعدلات توليد الغاز
- تقييم سيناريوهات الجموح بمؤشرات MTSR و TMRad و TD24 وفئات الحرجية وفق Stoessel، وترتيب شدة فقدان السيطرة واحتماله
- بناء مصفوفات عدم التوافق التي ترصد الخلط غير المقصود والتلوث والشحن الخاطئ في كل خطوة تفاعل
- تحديد أساس التنفيس الطارئ للأنظمة المعتدلة والغازية والهيجينة باستخدام مفاهيم DIERS للتدفق ثنائي الطور
- وضع حدود التشغيل الآمن وضبط التقييم وقواعد رفع المقياس التي تنقل العملية الدفعية أو شبه الدفعية من المختبر إلى المصنع

الفئة المستهدفة:

- المسؤولون عن دراسات سلامة العمليات ومراجعات مخاطر التفاعل في الوحدات الدفعية وشبه الدفعية
- المسؤولون عن تطوير مسارات تخليق جديدة ونقل الوصفات من المختبر إلى المصنع التجريبي
- المسؤولون عن تشغيل حملات المفاعلات في الإنتاج والإشراف عليها
- المسؤولون عن اختبارات الثبات الحراري والمسعرية في مختبرات المخاطر
- المسؤولون عن تحجيم أنظمة التنفيس واعتماد التغييرات على معدات التفاعل

محاوَر الدورة:

اليوم 1: أساسيات مخاطر التفاعل وآليات الجموح

- قراءة مخطط Semenov لتوليد الحرارة مقابل إزالتها
- مقارنة طاقة التفاعل المطلوب وطاقة التحلل الثانوي
- أثر نسبة الحجم إلى مساحة التبريد عند رفع المقياس
- تسلسل أحداث حوادث الجموح بعد تعطل التبريد أو التقليب
- جرد خطوات التفاعل واستبيان خط الأساس للمخاطر

اليوم 2: طرق فحص النشاط التفاعلي ومصادر بيانات المخاطر

- المجموعات البنيوية المنذرة في الجزيئات عالية الطاقة وغير المستقرة
- البحث في مراجع بيانات المخاطر التفاعلية من نوع Bretherick
- توازن الأكسجين وتقدير إثالي التفاعل بالحساب
- تفسير منحنيات الفحص بالمسعر التفاضلي الماسح DSC
- قواعد هامش الأمان من درجة حرارة البدء في بيانات الفحص

اليوم 3: تقنيات المسعرة وبيانات الثبات الحراري

- إجراء التسخين والانتظار والبحث في مسعرة المعدل المتسارع ARC
- تصحيح نتائج الاختبارات الكظومة بمعامل فاي
- معايرة مسعر تدفق الحرارة وتحديد معامل انتقال الحرارة UA
- مبادئ مسعر توازن الحرارة ومسعر تعويض القدرة
- قياس انبعاث الغاز وتسجيل بيانات معدل ارتفاع الضغط

اليوم 4: معايير تقييم المخاطر الحرارية وفئات الحرجية

- الارتفاع الكظوم في درجة الحرارة من إثالي التفاعل المقاس
- حساب MTSR من منحنيات تراكم الكاشف غير المتفاعل
- تقدير TMRad و TD24 من المعاملات الحركية للتفاعل
- تحديد فئة الحرجية وفق Stoessel لسيناريوهات الدفعات
- مصفوفة ترتيب الشدة والاحتمال لفقدان السيطرة

اليوم 5: دراسة حالة لتقييم المخاطر الحرارية في الأسبوع الأول

- حزمة بيانات الفحص والمسعرية لخطوة تترجى في الحالة
- استكمال منحنى التراكم وورقة عمل MTSR للحالة
- قرار فئة الحرجية في الحالة والدفاع عنه أمام المشاركين
- إعادة بناء تسلسل سيناريو تعطل التبريد في الحالة
- مراجعة ملخص المخاطر الحرارية لنهاية الأسبوع الأول

اليوم 6: تحليل عدم التوافق والتحفيز الذاتي والأنظمة الغازية

- مصفوفة عدم التوافق الثنائي على نمط ورقة النشاط الكيميائي
- سيناريوهات التلوث والشحن الخاطئ وعكس ترتيب الإضافة
- كشف التحلل ذاتي التحفيز باختبارات التعتيق متساوية الحرارة
- تصنيف أنظمة الجموح المعتدلة والغازية والهجنية
- فحص حاجز غليان المذيب وقدرة الاحتواء الضغطي

اليوم 7: طبقات الحماية والتنفيس الطارئ وحدود التشغيل الآمن

- مفاهيم DIERS لتحجيم التنفيس بالتدفق ثنائي الطور
- التخلص من خط التنفيس وخزانات الالتقاط وأنظمة الإخماد
- أقفال التلقيح ومفاتيح فصل الحرارة ومراقبة التقليل
- تحليل طبقات الحماية LOPA لسيناريوهات الجموح
- وثيقة نطاق التشغيل الآمن وسجل الحدود الحرجة

اليوم 8: استراتيجية رفع المقياس ونقل التقنية وضبط التغيير

- معدل تلقيح شبه دفعي متوافق مع قدرة التبريد
- خطة تجارب المصنع التجريبي ومعايير نقاط التوقف
- حزمة تسليم وصف العملية من التطوير إلى الإنتاج
- مراجعة إدارة التغيير لتعديلات الوصفة والمعدات
- نشرة توعية المشغلين بعلامات الإنذار الحراري المبكر

اليوم 9: مؤشرات مخاطر التفاعل والتدقيق والتعلم من الحوادث

- مؤشرات تغطية مراجعات مخاطر التفاعل والاختبارات المتأخرة
- تحليل اتجاهات تجاوزات درجة الحرارة والحوادث الوشيكة
- جودة بيانات مختبر المسعرية وقواعد إعادة الاختبار
- ربط الأسباب الجذرية لحوادث الجموح بشغرات التقييم
- جدول إعادة التحقق الدوري لخطوات التفاعل القائمة

اليوم 10: دراسة حالة ختامية لتقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان

- توحيد بيانات الفحص والمسعرية لعملية الحالة
- مصفوفة عدم التوافق للحالة والحكم على الطابع الغازي
- أساس التنفيس واختيار طبقات الحماية في الحالة
- حدود التلقيح شبه الدفعي ونقاط التوقف التجريبية للحالة
- استكمال تقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان

المهارات التي ستكتسبها:

- فحص النشاط التفاعلي
- تفسير بيانات المسعرية
- تصنيف المخاطر الحرارية
- تحليل تراكم الكاشف
- إعداد مصفوفة عدم التوافق
- تحديد أساس تنفيس الجموح
- ضبط التلقيح شبه الدفعي
- قيادة مراجعة مخاطر التفاعل

لماذا تحضر هذه الدورة:

- إعداد تقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان لعملية افتراضية ورفعهما إلى مدير المصنع ومسؤول سلامة العمليات
- تقرير ما إذا كانت خطوة التفاعل جاهزة للانتقال إلى المصنع التجريبي أو الإنتاجي، وبأي معدل تلقيح وحد حراري وأساس تنفيس
- منع التفاعلات الجامحة وفتحات التنفيس الصغيرة وتعديلات الوصفات غير المخططة التي تسبب الإصابات وخسارة الدفعات وتلف المعدات

• توجيه كيميائي التطوير وفرق الورديات بقائمة الفحص وورقة عمل التراكم ومصفوفة عدم التوافق

الخاتمة:

بعد العودة إلى العمل يعرض المشاركون تقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان على مدير المصنع ومسؤول سلامة العمليات والكيميائي المسؤول عن الوصفة. ويعتمدون عليهما في الموافقة على رفع المقياس أو تأجيله، وتحديد معدل التلقيح وحدود درجة الحرارة، وطلب اختبارات مسعرة إضافية، وتأكيد أساس التنفيس للمفاعل. وبعد أول حملة تجريبية أو إنتاجية وفق الخطة، تقارن الوحدة منحنيات درجة الحرارة المسجلة ومدد التلقيح والتجاوزات بالقيم المتوقعة، ثم تحدث فئة الحرجية والحدود.

الأسئلة الشائعة:

ما الذي يحتاجه المشاركون قبل دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية والجموح الحراري؟

يحتاج المشاركون إلى فهم أساسيات الكيمياء والموازانات الحرارية وطريقة تشغيل المفاعلات الدفعية وشبه الدفعية. ولا تشترط خبرة سابقة في المسعرة، لكن إحضار تقارير فحص أو مخرجات مسعرة أو وصفة لخطوة تفاعل بعد إخفاء بياناتها يساعده على تطبيق الطرق على عملياته.

بم تختلف دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية عن دورات سلامة تخزين المواد الكيميائية أو تصميم المفاعلات؟

تركز هذه الدورة على الطاقة والغاز اللذين قد يطلقهما التفاعل وكيفية إبقائهما تحت السيطرة عند رفع المقياس. أما دورات التخزين فتتناول الوسم والفصل والانسكابات، وتتناول دورات تصميم المفاعلات الحركية والتجيم والمحفزات لتحسين المردود لا لمنع الجموح.

لماذا يعد تراكم الكاشف محورا في مخاطر التفاعلات الكيميائية والجموح الحراري؟

لأن الكاشف غير المتفاعل يخزن طاقة. فإذا استمر التلقيح والتفاعل بطيء أو متوقف، قد يطلق تعطل التبريد تلك الحرارة دفعة واحدة، فترتفع درجة الحرارة إلى MTSR وقد يبدأ تحليل ثانوي لا يقدر التبريد العادي على إيقافه.

ماذا يعود به المشاركون من دورة مخاطر التفاعلات الكيميائية ورفع المقياس بأمان؟

يعود المشاركون بتقييم مخاطر التفاعل وخطة رفع المقياس بأمان لعملية افتراضية، تضم نتائج الفحص وتفسير المسعرة وفئة الحرجية ومصفوفة عدم التوافق وأساس التنفيس وحدود التلقيح، مع أوراق عمل قابلة لإعادة الاستخدام في خطوات التفاعل في منظمتهم.