

## هل يمكن أن يؤدي التبريد المفرط للمفاعل إلى تفاعل شارد؟

يوليو 2018

في عام 1996 ، حدث انفجار في مفاعل سعة 600 جالون أمريكي (~ 2.3 متر مكعب) في مصنع صبغة بريطاني. تطلبت العملية إضافة حمض النيتريك الكبريتي (NSA إلى المفاعل ، الذي يحتوي على أمين وحمض الكبريتيك ، عند درجة حرارة تتراوح بين 30 و 40 درجة مئوية. كان التفاعل طارد للحرارة - ولد الحرارة. تستغرق الخلاصة عادة حوالي 5 ساعات ، ويتم التحكم في الخلاصة يدويًا. كانت هذه العملية تعمل لسنوات عديدة ، ومئات من الدفعات أعدت دون مشكلة. في وقت مبكر من تغذية NSA ، تم تسخين الدفعة إلى حوالي 50 درجة مئوية وتم إيقاف تغذية NSA. ثم تم تبريد الدفعة إلى 25 درجة مئوية (بارد جدا) واستؤنفت إضافة NSA. عندما تم الانتهاء من تغذية NSA لا يمكن السيطرة على درجة الحرارة الدفعة مع التبريد المتاح ، وتجاوزت درجة الحرارة القصوى التي يمكن تسجيلها من قبل أداة درجة الحرارة. تمت زيادة الضغط على المفاعل عن طريق التفاعل الجامح وانفجر. وقد ارتفع الجزء السفلي من المفاعل مما أدى إلى خروجه من الدعائم الخاصة به على أرض المبنى. سقط محرض المفاعل على السطح ، وتم العثور على الجزء العلوي من المفاعل على بعد حوالي 500 قدم (150 م). لحسن الحظ ، لم يصب أحد. وبلغت التكلفة المباشرة أكثر من 2 مليون جنيهه بريطاني

الأضرار الناجمة عن تفاعلات هاربة أخرى

جاكسونفيل ، فلوريدا ، 2007



مورجانتون ، كارولاينا الشمالية ، 2006



المراجع: 2001 ، No. 148 ، pp. 81-93 ، IChemE Symposium Series ، Waldram and Partington

### هل تعلم؟

- يزداد معدل التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة مع زيادة درجة الحرارة ، وينخفض عند درجة حرارة منخفضة. إذا كانت درجة حرارة التفاعل منخفضة للغاية ، فإن التفاعل سيكون أبطأ ، وقد تتراكم المادة غير المتفاعلة في المفاعل. إذا زادت درجة حرارة التفاعل ، فإن المادة غير المتفاعلة ستكون متاحة للتفاعل. إذا كان هناك ما يكفي من المواد غير المتفاعلة ، فقد تتجاوز الطاقة المنطلقة طاقة تبريد المفاعل.
- عند درجة الحرارة المرتفعة ، قد تصبح التفاعلات الكيميائية الأخرى ، بما في ذلك تفاعلات التحلل غير المهمة عند درجة حرارة التفاعل المقصودة ، كبيرة. قد تطلق هذه التفاعلات مزيدًا من الطاقة ، وقد تتضمن منتجات التفاعل الغازات التي يمكن أن تولد ضغطًا مرتفعًا في المفاعل.
- في هذا الحادث ، ويعتقد أن ما يقرب من 30٪ المتفاعل NSA المتراكمة في المفاعل خلال فترة الدفعة التي كانت باردة جدا. أشارت الدراسات المخبرية والمحاكاة الحاسوبية إلى أن هذا التراكم ربما لم يكن كافياً للتسبب في الهرب. وربما كان من الضروري وجود مصدر آخر للحرارة ، مثل تسرب البخار إلى سترة المفاعل. ومع ذلك ، جعلت الطاقة المتاحة من NSA غير المتفاعل في المفاعل أكثر عرضة للهروب إذا كانت هناك مصادر الحرارة الأخرى.
- من المهم التأكد من أن أنظمة التفاعل في حالة عمل جيدة ، لأن تسرب المعدات والأعطال الأخرى يمكن أن تسبب ، أو تسهم في ، حوادث التفاعل الكيميائي.

### ماذا تستطيع أن تفعل؟

- معرفة أي من ردود الفعل الخاصة بك هي طاردة للحرارة ، ويمكن أن لا يصبح بالأماكن السيطرة عليها إذا تراكمت المواد المتفاعلة. وتشمل بعض الأمثلة البلمرة والنترات والسلفونات والتفاعل الحمضي القاعدي والأكسدة.
- يجب أن تدرك أنه ، بالنسبة للكثير من التفاعلات ، ليس الحد الأقصى لدرجة الحرارة العليا أمرًا ضروريًا للسلامة ، ولكن أيضًا الحد الأدنى لدرجة الحرارة. يمكن أن يؤدي التبريد المفرط للمفاعل إلى تراكم مواد غير متفاعلة يمكن أن تتسبب في ارتفاع درجة الحرارة بشكل لا يمكن التحكم به فيما بعد.
- افهم عواقب الانحراف عن معايير السلامة الحرجة - درجة الحرارة ، أو الضغط ، أو معدل التدفق ، أو الاختلاط ، أو أي شيء مهم لعملية التصنيع. كن على بينة من عواقب الانحرافات ، مرتفعة جدًا ومنخفضة جدًا ، وتعرف الإجراءات الذي يجب اتخاذه في حالة حدوث انحراف.
- إذا لم يكن لديك عمليات تفاعل كيميائي في مصنعك ، فكن على دراية بأن درجة الحرارة المنخفضة يمكن أن تسبب مشاكل. على سبيل المثال ، قد تتجمد السوائل أو تصبح سميكة جدًا ، أو قد تترسب المواد الصلبة من المحلول.

قد لا تكون آمنة إذا العملية هي "بارد جدا"!