

Trop de froid peut-il conduire à un emballement thermique ?

Juillet 2018

En 1996, un réacteur discontinu de 2.5 m³ explose dans une usine de teinture en Angleterre. Le procédé nécessitait l'addition d'acide sulfo-nitrique (ASN) dans un réacteur, contenant une amine et de l'acide sulfurique, à une température comprise entre 30 et 40°C. La réaction était exothermique – c'est à dire qu'elle générait de la chaleur. La coulée prenait généralement 5 heures et l'alimentation était contrôlée manuellement. Ce procédé avait fonctionné pendant de nombreuses années, et des centaines de lots avaient été fabriqués sans problème. Au début de la coulée d'ASN, le lot a été surchauffé à près de 50°C et l'alimentation NSA a été arrêtée. Le lot a ensuite été refroidi à 25° C (trop froid) et l'alimentation d'ASN a été reprise. Lorsque l'alimentation d'ASN s'est terminée, la température du réacteur ne pouvait plus être contrôlée avec le refroidissement disponible, et elle a rapidement dépassée la température maximale qui pouvait être enregistrée par la sonde de température. Le réacteur a été pressurisé par l'emballement de la réaction et il a fini par exploser. La partie inférieure du réacteur a été propulsée de ses supports sur le plancher du bâtiment. L'agitateur du réacteur a atterri sur le toit et le dôme du réacteur a été retrouvé à environ 150 m (500 pi). Heureusement, personne n'a été blessé. Le coût direct s'est élevé de plus de 2 millions d'euros.

Référence: Partington and Waldram, *ICHEME Symposium Series*, No. 148, pp. 81-93, 2001.

Dommages d'autres emballements thermiques de réaction

Jacksonville, Florida, 2007



Morganton, North Carolina, 2006



Le saviez-vous?

- La vitesse de la plupart des réactions chimiques exothermiques augmente à mesure que la température augmente et diminue à basse température. Si la température de réaction est trop basse, la réaction sera plus lente, et le réactif n'ayant pas réagi peut s'accumuler dans le réacteur. Si la température de réaction augmente alors, le matériau n'ayant pas réagi sera toujours disponible pour réagir. Bien souvent, l'énergie libérée peut dépasser la capacité de refroidissement du réacteur.
- À haute température, d'autres réactions chimiques dont des réactions de décomposition qui ne sont pas importantes à la température de réaction voulue peuvent devenir significatives. Ces réactions peuvent libérer plus d'énergie, et les produits de réaction peuvent être des gaz qui peuvent générer rapidement une surpression dans un réacteur.
- Dans cet incident, on pense que environ 30% d'ASN n'ayant pas réagi s'est accumulé dans le réacteur pendant le temps où le réacteur était trop froid. Des études de laboratoire et des simulations par ordinateur ont indiqué que cette accumulation pourrait ne pas avoir été suffisante pour provoquer l'emballement. Une autre source de chaleur, telle qu'une fuite de vapeur dans la double-enveloppe du réacteur, aurait pu être nécessaire. Cependant, l'énergie disponible de l'ASN accumulé rendait le réacteur plus vulnérable à un emballement s'il y avait d'autres sources de chaleur.
- Il est important de s'assurer que les systèmes de refroidissement sont en parfait état de fonctionnement, car les fuites d'équipement et autres dysfonctionnements peuvent provoquer ou contribuer à des emballements thermiques.

Que pouvez-vous faire?

- Connaissez vos réactions exothermiques et si elles peuvent devenir incontrôlables si les réactifs s'accumulent. Certains exemples typiques: polymérisation, nitration, sulfonation, oxydation, réaction acide-base, etc.
- Soyez conscient que, pour de nombreuses réactions, ce n'est pas seulement la limite de température supérieure qui est critique pour la sécurité, mais aussi la limite de température inférieure. Un sur-refroidissement d'un réacteur peut entraîner une accumulation de réactif, ce qui peut provoquer une température élevée incontrôlable plus tard.
- Comprenez les conséquences des déviations par rapport aux paramètres critiques de sécurité - température, pression, débit, mélange ou tout ce qui est critique pour votre procédé. Soyez conscient des conséquences des écarts, à la fois trop élevés et trop faibles, et sachez quelle action entreprendre en cas de déviation.
- Si vous n'avez pas de réactions chimiques a proprement parler dans votre usine, sachez que les basses températures peuvent toujours causer des problèmes. Par exemple, des liquides peuvent geler ou devenir très épais, des solides dissous peuvent précipiter, etc.

Votre réaction peut devenir dangereuse si elle est conduite à trop basse température!

©AIChE 2018. Tous droits réservés. La reproduction à des fins non commerciales et éducatives est encouragée. Cependant, toute reproduction à des fins commerciales sans l'accord écrit préalable de l'AIChE est strictement interdite. Contactez-nous à ccps_beacon@aiche.org ou au +1 646-495-1371