

Czy przechłodzenie reaktora może wywołać niekontrolowaną reakcję?

Lipiec 2018

W 1996 roku doszło do eksplozji reaktora wsadowego o pojemności 600 galonów (2,3 m³) w brytyjskiej fabryce farb. Proces wymagał dodawania kwasu nitrozylosiarkowego (NSA) do reaktora zawierającego aminę i kwas siarkowy, w temperaturze między 30 a 40°C. Reakcja była egzotermiczna – wytwarzało się ciepło. Dodawanie trwało zwykle około 5 godzin, a dozowanie było sterowane ręcznie. Proces przebiegał w ten sposób przez wiele lat, a setki partii przygotowywano bez problemu.

W początkowej fazie zasilania partią kwasu NSA wsad został przegrzany do temperatury prawie 50°C i dozowanie NSA zostało zatrzymane. Wsad następnie schłodzono do 25 °C (przechłodzony) i wznowiono dodawanie NSA. Gdy zakończono podawanie NSA temperatura wsadu nie mogła już być kontrolowana za pomocą dostępnego chłodzenia i przekroczyła maksymalną temperaturę, która mogła być zarejestrowana przez przyrząd do pomiaru temperatury. Na skutek zaistniałej niekontrolowanej reakcji ciśnienie w reaktorze przekroczyło ciśnienie dopuszczalne i doszło do wybuchu. Dolna część reaktora została wypchnięta z podpór na podłogę budynku. Mieszadło reaktora wylądowało na dachu, a szczyt reaktora został znaleziony w odległości około 500 stóp (150 m). Na szczęście nikt nie odniósł obrażeń. Koszt bezpośredni na skutek zdarzenia to ponad 2 miliony funtów brytyjskich.

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

Zniszczenia na skutek innych niekontrolowanych reakcji

Jacksonville, Floryda, USA, 2007



Morganton, Północna Karolina, USA, 2006



Czy wiedziałeś, że?

- Szybkość większości egzotermicznych reakcji chemicznych wzrasta wraz ze wzrostem temperatury i spada w niższej temperaturze. Jeśli temperatura reakcji jest zbyt niska, reakcja będzie wolniejsza, a nieprzereagowany materiał może gromadzić się w reaktorze. Jeśli temperatura reakcji wzrośnie, nieprzereagowany materiał będzie mógł reagować. Jeśli ilość nieprzereagowanego materiału jest wystarczająca, uwolniona energia może przekroczyć wydajność chłodzenia reaktora.
- W wysokiej temperaturze znaczące mogą stać się inne reakcje chemiczne, w tym reakcje rozkładu, które nie są istotne w zamierzonej temperaturze reakcji. Reakcje te mogą uwolnić więcej energii, a produkty reakcji mogą obejmować gazy, które mogą wytworzyć wysokie ciśnienie w reaktorze.
- W przypadku opisanego zdarzenia, uważa się, że około 30% nieprzereagowanego NSA nagromadziło się w reaktorze w czasie, gdy partia była zbyt zimna. Badania laboratoryjne i symulacje komputerowe wykazały, że akumulacja ta mogła nie wystarczyć do spowodowania ucieczki reakcji spod kontroli. Inne źródło ciepła, takie jak wyciek pary do płaszcza reaktora, mogło być niezbędne do jej wystąpienia. Jednakże energia dostępna z nieprzereagowanego NSA spowodowała, że reaktor był bardziej podatny na ucieczkę reakcji, gdyby istniały inne źródła ciepła.
- Ważnym jest, aby upewnić się, że układy reakcyjne są w dobrym stanie technicznym, ponieważ przecieki sprzętu i inne niesprawności mogą powodować lub przyczyniać się do awarii na skutek reakcji chemicznych.

Co możesz zrobić?

- Dowiedz, które z twoich reakcji są egzotermiczne i mogą stać się niekontrolowane w przypadku nagromadzenia się reagentów. Niektóre przykłady obejmują polimeryzację, nitrowanie, sulfonowanie, reakcję kwasowo-zasadową i utlenianie.
- Należy pamiętać, że dla wielu reakcji nie tylko górna granica temperatury jest krytyczna dla bezpieczeństwa, ale także niższa granica temperatury. Przechłodzenie reaktora może spowodować nagromadzenie nieprzereagowanego materiału, co może spowodować niekontrolowaną wysoką temperaturę później.
- Zapoznaj się z konsekwencjami przekroczenia krytycznych parametrów bezpieczeństwa - temperatury, ciśnienia, natężenia przepływu, mieszania lub czegokolwiek, co jest krytyczne dla twojego procesu. Należy pamiętać o konsekwencjach odchylenia, zarówno zbyt wysokich, jak i zbyt niskich, i wiedzieć, jakie działania należy podjąć w przypadku wystąpienia odchylenia.
- Jeśli nie masz procesów reakcji chemicznych w swojej instalacji, pamiętaj, że niska temperatura może nadal powodować problemy. Na przykład ciecze mogą zamarzać lub stać się bardzo gęste, lub z roztworu mogą wytrącać się substancje stałe.

To może nie być bezpieczne, jeśli twój proces jest „ostudzony”!