

Může přechlazení reaktoru způsobit neřízenou reakci?

Červenec 2018

V roce 1996 došlo v britské továrně na výrobu barviv k výbuchu vsádkového reaktoru o objemu 600 galonů (~ 2,3 m³). Výrobní proces vyžadoval přidání kyseliny nitrosylsírové (NSA) do reaktoru obsahujícího amin a kyselinu sírovou při teplotě mezi 30 a 40 °C. Reakce byla exotermní, tj. generovala teplo. Dávkování obvykle trvalo asi 5 hodin a bylo řízeno manuálně. Tento postup fungoval mnoho let, stovky vsádek byly tímto způsobem připraveny bez problémů.

Při zahájení dávkování NSA byla vsádka přehřátá na téměř 50 °C, a tak byla tato činnost zastavena. Obsah reaktoru byl poté ochlazen na 25 °C (příliš chladný) a dávkování NSA znovu zahájeno. Když byla dávka NSA dokončena, teplota vsádky v reaktoru nemohla být řízena pomocí dostupného chlazení a překročila maximální teplotu, kterou mohlo zaznamenat přístrojové měření. Reaktor byl přetlakován neřízenou reakcí a explodoval. Spodní část reaktoru byla vytržena z podpěr a spadla na podlahu budovy. Míchadlo reaktoru přistálo na střeše a vršek reaktoru byl nalezen ve vzdálenosti asi 150 m. Naštěstí nikdo nebyl zraněn. Přímé škody činily více než 2 miliony britských liber.

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

Škody po dalších neřízených chemických reakcích

Jacksonville, Florida, 2007



Morganton, Severní Karolína, 2006



Víte, že?

- Rychlost většiny exotermických chemických reakcí se zvyšuje s rostoucí teplotou a snižuje při nižších teplotách. Pokud je reakční teplota příliš nízká, bude reakce pomalejší a v reaktoru se může hromadit nezreagovaný materiál. Pokud se potom zvýší reakční teplota, nezreagovaný materiál bude využitelný pro reakci. Pokud je nezreagovaného materiálu dostatečné množství, může uvolněná energie překročit chladicí kapacitu reaktoru.
- I z bezvýznamných reakcí (včetně rozkladných) se při vysokých teplotách mohou stát reakce významné. Při těchto reakcích se může uvolnit více energie a reakční produkty mohou obsahovat plyny, které mohou v reaktoru zvyšovat tlak.
- Pokud jde o tuto konkrétní událost, má se za to, že se během doby, kdy byla vsádka příliš studená, naakumulovalo v reaktoru přibližně 30 % nezreagované NSA. Laboratorní studie a počítačové simulace ukázaly, že tato akumulace nemusela být dostatečná k tomu, aby způsobila neřízenou reakci. Je možné, že byl nezbytný další zdroj tepla, například únik páry do pláště reaktoru. Energie dostupná z nezreagované NSA však způsobila, že reaktor byl náchylnější k neřízené reakci v případě existence dalšího zdroje tepla.
- Je důležité zajistit, aby reaktorové systémy byly v dobrém provozním stavu, protože netěsnosti zařízení a další poruchy mohou způsobit nebo přispět k nehodám spojeným s chemickými reakcemi.

Co můžete udělat?

- Měli byste vědět, které z vašich reakcí jsou exotermní a mohou se stát v případě nahromadění reaktantů nekontrolovatelnými. Příkladem mohou být polymerační, nitrační, sulfonační, acidobazické a oxidační reakce.
- Uvědomte si, že pro řadu reakcí není kritickým bezpečnostním kritériem pouze horní mezní teplota, ale i nižší teplotní limit. Podchlazení reaktoru může vést k akumulaci nezreagovaného materiálu, který může později způsobit nekontrolovatelně vysokou teplotu.
- Porozumějte následkům odchylek od kritických bezpečnostních parametrů - teploty, tlaku, průtoku, míchání nebo čehokoli dalšího kritického pro váš proces. Uvědomte si důsledky odchylek od parametrů, které jsou jak příliš vysoké, tak příliš nízké. Znejte opatření, která je třeba provést, pokud k odchylce dojde.
- I když ve vašem závodě nemáte procesy s chemickými reakcemi, mějte na paměti, že i nízká teplota může způsobovat problémy. Například kapaliny mohou zmrznout nebo být velmi husté nebo se mohou z roztoku vyloučit (vysrážet) pevné částice.

I „příliš chladný“ proces může být nebezpečný!