

Kan overkøling forårsage en reaktor runaway reaktion?

Juli 2018

I 1996 eksploderede en ca. 2,3 m³ stor batch reaktor i en engelsk farvefabrik. Processen krævede tilsætning af nitrosylsvovlsyre (NSA) til reaktoren, som indeholdt en amin og svovlsyre ved temperature mellem 30 og 40 °C. Reaktionen var exothermisk, dvs. den dannede varme. Tilsætningen tog typisk omkring 5 timer og var manuelt kontrolleret. Denne proces var udført i mange år og hundredevis af batches var tidligere lavet uden problemer.

Tidligt under tilsætningen af NSA var batchen overophedet til næsten 50 °C og tilsætningen stoppet. Batchen blev kølet til 25 °C (for koldt) og NSA tilsætningen begyndt igen. Da NSA tilsætningen var færdig kunne batch temperature ikke længere blive kontrolleret med den tilgængelige køling og overskred den maksimale temperatur, som kunne registreres med termometeret. Reaktoren blev udsat for overtryk af runaway reaktionen og eksploderede. Den nedre del af reaktoren fløj af funderingen og ned på bygningens gulv. Reaktoromrøringen landede på taget og toppen af reaktoren blev fundet ca. 150 m væk. Heldigvis kom ingen mennesker til skade. Den direkte pris for uheldet var mere end 2 millioner UK Pund (£).

Skader fra andre runaway reaktioner

Jacksonville, Florida, USA 2007



Morganton, North Carolina, USA 2006



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

Vidste du at?

- Reaktionshastigheden af de fleste exothermiske kemiske reaktioner øges når temperaturen øges, og er langsommere ved lavere temperatur. Hvis temperaturen er for lav kan reaktionen være meget langsom og u-reageret materiale kan ophobes i reaktoren. Hvis reaktionstemperaturen så øges vil det u-reagerede materiale være i stand til at reagere. Hvis der er nok u-reageret materiale kan den udviklede varme overskride reaktorens kølekapacitet.
- Ved høje temperaturer kan andre kemiske reaktioner, inklusive nedbrydningsreaktioner, finde sted, som ellers ikke var af betydning ved den normale temperatur. Disse reaktioner kan udvikle endnu mere energi og reaktionsprodukterne kan være gasser, som kan danne et højt tryk i en reaktor.
- I dette uheld antages det, at ca. 30% u-reageret NSA blev ophobet i reaktoren i løbet af den tid batchen var for kold. Laboratoriestudier og computersimulationer indikerede, at denne ophobning måske ikke var nok til at forårsage runaway reaktionen. En anden varmekilde, som, f.eks., en damp-lækage i reaktorens varmesystem, var måske nødvendig. Imidlertid var energien fra den u-reagerede NSA nok til at gøre reaktoren mere sårbar overfor en runaway reaktion hvis der var andre varmekilder.
- Det er vigtigt at sikre, at systemerne for reaktionsprocesser virker ordentligt da lækager i udstyr og andre fejl kan forårsage eller medvirke til uheld med kemiske reaktionsprocesser.

Hvad kan du gøre ?

- Vær klar over hvilke af dine kemiske processer, der er exothermiske og kan blive ukontrollerbare hvis reaktanterne ophobes. Eksempelvis polymerization, nitration, sulfonation, syre-base reaktioner, og iltning (= oxidation).
- Vær klar over, at for mange reaktioner er det ikke bare den øvre temperaturen grænse, der er sikkerhedsmæssigt kritisk men også den nedre grænse. Overkøling af en reaktor kan resultere i ophobning af u-reageret materiale, som kan forårsage en ukontrollerbar høj temperatur senere.
- Forstå konsekvenserne af at afvige fra kritiske sikkerhedsparametre – temperaturer, tryk, strømning ("flow rate"), blanding, eller hvad det er, som er kritisk for din proces. Vær klar over konsekvenserne af afvigelser, både for høj og for lav, og vær klar over hvad du skal gøre, hvis en afvigelse finder sted.
- Selvom du ikke har kemiske reaktionsprocesser i dit anlæg, vær klar over at lave temperaturer kan stadigvæk give problemer. F.eks. kan væsker fryse eller krystaller udfældes af en opløsning.

Det er måske ikke sikkert hvis din proces er "for kold" !