



Ongecontroleerde reactie en explosie door het afbreken van een roerder

In een chemische installatie voor de productie van initiator deed zich een explosie voor als gevolg van een ongecontroleerde reactie. De explosie vernietigde de reactoren en diverse nabijgelegen installaties maar niemand raakte gewond. Door de schade aan de installaties werd de productie onderbroken gedurende meerdere maanden. Het ongeval werd veroorzaakt door het afbreken van een roerder in de reactor.

Verslag van de feiten

Beschrijving van de installatie

De productie van initiator is een batchproces en vindt plaats in een reactor onder atmosferische druk. Bij deze reactie worden diverse grondstoffen gebruikt zoals waterstofperoxide, een glycol (diol) en verschillende katalysatoren. De reactie start na toevoeging van de katalysator en is exotherm. Wanneer de batch klaar is, wordt koud water geïnjecteerd in de reactor waardoor de temperatuur terug daalt.

Tijdens de toedienen van de reagentia wordt de reactor gemengd. Sommige reagentia zijn corrosief daarom is de roerder voorzien van een glazen beschermlaag. Voor de optimalisatie van de reactie is er een warmtewisselaar met warm water voorzien langs de reactorwand. De reactor beschikt over een afneembaar deksel voor visuele inspectie. De vaste grondstoffen worden toegevoegd via een vultrechter en een doseerschroef. De reactor is uitgerust met een niveaudetectie en met twee temperatuursmetingen die ingebouwd zijn in een houder met een glazen beschermlaag.

De controle van het proces gebeurt automatisch door een DCS-systeem. Dit regelsysteem stuurt ook de overgang aan tussen de verschillende fasen van het reactieproces. Voordat naar een volgende fase wordt overgegaan, controleert het systeem of voldaan is aan de nodige voorwaarden (zoals temperatuur, niveau, werking van de roerder, positie van de kleppen, enz.). Indien nodig (bijvoorbeeld bij het overschrijden van de toegelaten temperatuur) injecteert het systeem water in de reactor om de reactie te stoppen. De overgang tussen de verschillende stappen van het proces gebeurt normaal automatisch maar het is ook mogelijk om deze overgangen manueel aan te sturen.

Er is ook een instrumentele beveiliging, onafhankelijk van de normale sturing, die water injecteert indien de temperatuur hoger is dan 70°C (wat boven de normale werkingstemperatuur is). De gebruikte temperatuursensor voor de beveiliging is aanwezig op dezelfde hoogte als de twee temperatuursensoren gebruikt voor de normale sturing van het proces.

Het roerproces wordt gecontroleerd door een snelheidsmeting op het bovenste deel van de roeras. In geval van een stilstand van de as zal er na vijftien minuten water geïnjecteerd worden in de reactor. Het gebruik van deze meting voor controle van het roerproces werd als betrouwbaar beschouwd omwille van het feit dat de roerder één onafgebroken geheel vormt. De betrouwbaarheid van de temperatuursmeting hangt echter af van de homogeniteit van het reactormengsel en dus ook van de menging.

Oorsprong en beschrijving van het ongeval

Tijdens het batchproces verzocht de ploegleider aan een technicus om het systeem te controleren omwille van de abnormale opwarmtijd van het grondstoffenmengsel. De technicus controleerde de temperatuursmetingen en stelde vast dat deze correct functioneerden. De snelheidsmeting van de roerder werd niet gecontroleerd omdat deze meting geen afwijkingen vertoonde. De technicus meende dat de langere opwarmingstijd veroorzaakt werd door het gebruik van het warme water door een ander proces in de fabriek. Deze veronderstelling was niet correct; de betrokken verwarmingskringen waren in werkelijkheid gescheiden. De technicus was dus overtuigd dat het reactiemengsel correct was aangemaakt ondanks het feit dat de gewenste temperatuur niet bereikt was en hij forceerde manueel de overgang naar een volgende stap, namelijk het injecteren van de katalysator.

Bij de injectie van de katalysator ontstond een ongecontroleerde reactie omdat er geen correcte menging van de grondstoffen was geweest. Het glycol (dat in vaste vorm wordt toegediend) bleef als een brij op de bodem van de reactor en werd niet vermengd met het vloeibare peroxide. Hierdoor reageerde de katalysator bij injectie met puur peroxide. Daarbij ontstonden lokaal zeer hoge temperaturen en werden gassen vrijgezet die geleid hebben tot een explosie.

De afwezigheid van menging in de reactor werd veroorzaakt door het afbreken van de schroefbladen van de roerder tijdens een voorgaande batch. Omdat de as van de roerder bleef draaien werd dit niet gedetecteerd door de snelheidsmeting op de roeras. Het afbreken van de schroefbladen werd vermoedelijk veroorzaakt door een corrosieproces dat werd geïnitieerd door beschadigingen aan de schroefbladen tijdens een vernieuwing van de beschermende glaslaag.

Bovendien veroorzaakte de afwezigheid van menging in de reactor ook een niet homogene temperatuursverdeling in de reactor. Ter hoogte van de temperatuursmetingen was de temperatuur niet abnormaal hoog. De waarde waarbij water automatisch wordt geïnjecteerd, werd nooit bereikt waardoor de ongecontroleerde reactie kon blijven doorgaan.

Wat het onderhoud betreft werden de niveau- en temperatuursmetingen als kritisch beschouwd en gecontroleerd om de drie maanden. De roerder werd echter niet als kritisch element ingedeeld. Het proces werd bestudeerd tijdens een HAZOP-studie maar het corrosieprobleem van de roerder werd nooit geëvalueerd. Het probleem van de goede menging werd wel erkend en beheerst door het plaatsen van de snelheidsmeting op de roeras. Het afbreken van de schroefbladen werd niet in overweging genomen in de studie. De HAZOP-studie was al 9 jaar niet meer herzien hoewel de interne procedures een herziening na 5 jaar vragen.

Verschillende kleine afwijkingen van de normale werking van het proces hadden kunnen toelaten om het probleem met de roerder te ontdekken en dus het ongeval te vermijden:

- bij normaal functioneren veroorzaakt de agitatie van de vloeistof een schommeling in de gemeten waarden van het niveau; deze schommelingen zijn zichtbaar in de controlezaal en verdwenen na het afbreken van de schroefbladen
- de opwarmingstijd bij de voorgaande batch was abnormaal lang
- het rendement van de voorgaande batch was slecht
- de opwarmingstijd van de batch die aanleiding gaf tot de explosie, was abnormaal lang.

Verschillende van deze afwijkingen waren dus al verschenen tijdens de voorgaande batch.

Lessen

- De snelheidsmeting van de roeras is een slechte indicator van de menging in het geval de schroefbladen afbreken. Het is daarom aangewezen om een bijkomende onafhankelijke beveiliging in te voeren op basis van een meting van het verbruikte vermogen door de roerder (een roerder zonder schroefbladen zal beduidend minder vermogen verbruiken).
- Eén enkel gebrek kan meerdere veiligheidsvoorzieningen ineffectief maken die men ten onrechte als onafhankelijk beschouwd. Bij dit incident werd een niet-detectie van het gebrek aan menging niet gecompenseerd door een detectie van een abnormaal hoge temperatuur. Hoewel op bepaalde plaatsen gevaarlijke temperaturen bereikt werden, kon men deze niet detecteren door de positie van de sensoren. De verschillende temperatuursensoren waren immers geplaatst op dezelfde hoogte in de reactor waardoor zij geen indicatie konden vormen voor een gebrek aan homogenisatie in de reactor. Het is steeds belangrijk om dergelijke fenomenen te analyseren bij een risicostudie van de installaties.
- Omdat de roerder een veiligheidskritisch element is in het proces dient men deze ook te inspecteren met een oordeelkundig gekozen periodiciteit.
- Ook bij apparaten met een glazen beschermingslaag of die deels in glas zijn uitgevoerd, kan corrosie optreden. De breuk van dergelijke toestellen kan plots zijn en soms moeilijker te vermijden.
- De operatoren moeten gesensibiliseerd worden door de werkgever om de hiërarchische verantwoordelijken te informeren over kleine anomalieën die een indicatie kunnen vormen van een gevaarlijke situatie.
- Men dient de besturingssystemen maximaal te beveiligen zodat de kritieke stappen niet zomaar overbrugd kunnen worden zonder formele toestemming.
- De risicostudies moeten periodiek herzien worden. De herzieningen moeten worden uitgevoerd volgens een vooraf bepaalde planning die formeel gevolgd wordt.

Deze nota verschijnt in de reeks "Lessen uit ongevallen". In deze reeks worden incidenten en ongevallen beschreven die zich in Belgische Seveso-bedrijven voordeden en onderzocht werden door de Afdeling van het toezicht op de chemische risico's. De bedoeling van deze nota's is het toegankelijk maken van lessen uit deze incidenten en ongevallen voor een groot publiek.

Deze nota werd opgesteld in samenspraak met het bedrijf waar het incident of ongeval zich voordeed. Om redenen van privacy en confidentialiteit werden gegevens die een identificatie van het betrokken bedrijf mogelijk maken en die niet nodig zijn voor de duidelijkheid van de lessen, niet opgenomen (zoals de plaats en datum van het ongeval, bepaalde technische gegevens van de installatie).

Meer "Lessen uit ongevallen" en informatie over preventie van zware ongevallen vindt u op: www.werk.belgie.be/acr

Deze nota mag vrij verspreid worden op voorwaarde dat het om de volledige nota gaat.
Cette note est aussi disponible en français.

Kenmerk: CRC/ONG/035-N

Verantwoordelijke uitgever: FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg
Redactie afgesloten op 8 februari 2012