



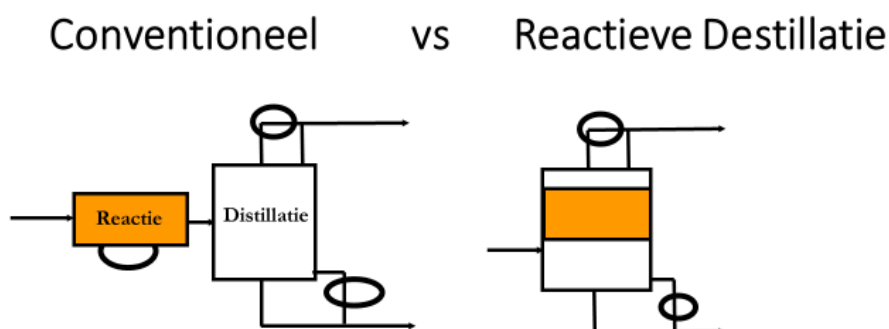
Reactieve Destillatie

Auteur: Jan Harmsen, Harmsen Consultancy BV

Omschrijving [1]

In een conventioneel proces vindt reactie in een reactor en scheiding meestal in een destillatiekolom plaats. In reactieve destillatie vinden zowel reactie als scheiding in een kolom plaats, zoals weergegeven in bijgaande figuur. De reacties in de kolom kunnen thermisch, homogeen gekatalyseerd, of heterogeen gekatalyseerd zijn. Om het gewenste contact tussen de reactanten en de heterogene katalysator te verkrijgen worden diverse katalytische pakkingen toegepast.

In reactieve destillatie vinden in de destillatiekolom doelbewust een of meer reacties plaats.



Waarom reactieve destillatie [1]?

De voordelen van reactieve destillatie zijn velerlei.

Het eerste voordeel van reactieve destillatie is dat er minder apparatuur nodig is en ook daardoor minder verbindingen, minder pijpen en flenzen nodig zijn.

Het tweede voordeel is dat de reactiewarme meteen wordt gebruikt voor verdamping zonder dat daar een warmtewisselaar bij nodig is. De warmtewisselaar in de bodem van de reactie destillatie kolom is daarom ook kleiner.

Het derde voordeel is dat product meteen uit de reactieve vloeistofzone als damp wordt afgescheiden, waardoor volgreacties niet optreden en daardoor de opbrengst van product op grondstof wordt verhoogd. Bij een evenwichtsreactie, zoals bijvoorbeeld bij verestering zorgt verdamping van een van de producten (water) er voor dat de reactie helemaal afloopt. Bij een lastige scheiding, zoals bij een azeotropisch mengsel, kan door reactieve destillatie een van de componenten door reactie worden verwijderd, zodat die lastige scheiding niet nodig is.

De voordelen van deze reactieve destillatie combinatie zijn zeer algemeen en de technologie kan dus in veel industrietakken worden toegepast voor veel processen.

Snelle beoordeling mogelijke toepassing [1]

1 Is de reactietijd beperkt?

2 Is er een productdegradatiereactie?

3 Er is een evenwichtsreactie?

4 Vormen de reactiecomponenten een azeotropisch mengsel?

Indien een van deze vragen met ja wordt beantwoord, dan kan deze technologie relevant zijn.

Voorbeelden van toepassingen

Olieraffinage:

hydrogeneren van ruwe oliefracties.

Hydro-desulfurisatie

Bulkchemie

Veresteringen,

Veretheringen

Hydrolyses

Isobutylene

Ethylbenzeen

Commerciële status/TRL [1,2]

Voor bestaande toepassingen: TRL 9

In totaal meer dan 150 commerciële schaal toepassingen. Commercieel in operatie > 60 jaar

Grootste schaal: 3 miljoen ton/jaar.

Voordelen ten opzichte van conventioneel proces [1]

Investeringen: 20-80 % lager

Energieverbruik: 20-80 % lager

Betrouwbaarheid hoger: door minder apparatuur en minder contaminatie van de katalysator

Veiliger: door sterk verminderd *run away* gedrag

Milieu: diffuse emissies lager door minder apparatuur en daardoor minder flenzen

Nadelen

Ontwerpen, modelleren en simuleren is moeilijker

Opereren is complexer

Risico's voor nieuwe toepassingen

De risico's bij nieuwe toepassingen van reactieve destillatie zijn waarschijnlijk dezelfde als bij andere procesinnovaties. Mislukkingen zijn niet publiek bekend. De auteur kent ook geen reactieve destillatie falen vanuit zijn ervaringen bij Shell waar meer dan 10 reactieve destillatie kolommen in operatie zijn.

Bewezen schaalvergrotingsmethoden [1,3]

Brute Force: Bij deze methode is alleen de pilot plant diameter naar beneden geschaald vanuit het commercieel ontwerp. Verder zijn de lineaire snelheden van gas en vloeistof en alle dimensies (kolom hoogte en pakking) gelijk gehouden.

Model ondersteund: Deze methode is gebaseerd op een simulatiemodel met alle relevante fenomenen. Het simulatiemodel wordt gevalideerd met een kleine pilot plant.

Ontwerpen [1,3]

Voor het ontwerpen van het concept zijn processynthese methoden en computerexpert systemen (PDC, Breda) beschikbaar. Dynamisch modelleren en simuleren van het proces is met gebruikmaking van interne kolomstructuren, waarvan de stofoverdracht- en verblijftijdsverdeling verschijnselen bekend zijn, uitstekend mogelijk.

Technologieleveranciers

CDTECH en Sulzer Chemtech

Referenties

[1] G.J. Harmsen, *Reactive Distillation: The frontrunner of Industrial Process Intensification: A full review of commercial applications, research, scale-up, design and operation*, Chem. Eng. & Proc., 46, (2007) 774-780.

[2] Jan Harmsen, *Process intensification: its drivers and hurdles for commercial implementation*, Chemical Engineering and Processing 49 (2010) 70-73.

[3] W.L. Luyben, C. Yu, *Reactive Distillation Design and Control*, J. Wiley, Hoboken, 2008.