

- Casystudy's bij DSM, Nouryon en Huntsman naar potentie *rotating packed beds*.
- Stap voorwaarts naar slimme, flexibele en continue productie-installaties.
- Nieuwe richtlijnen voor het ontwerp en de procesparameters van RPB's.

CASESTUDY'S TONEN MEERWAARDE VAN 'ROTATING PACKED BEDS'

# THE NEXT GENERATION PROCESINSTALLATIES

DSM, Nouryon en Huntsman onderzochten met de TU Dortmund en Institute for Sustainable Process Technology (ISPT) de potentie van *rotating packed beds*.

RPB-technologie biedt veel voordelen, zo bewijzen de casestudy's. En er zijn nu nieuwe richtlijnen voor ontwerp en procesparameters van RPB's.

Tekst: Adriaan van Hooijdonk



Uit de onderzoeken blijkt dat de technologie op basis van centrifugale krachten in potentie grote voordelen heeft ten opzichte van technologie die op zwaartekracht is gebaseerd

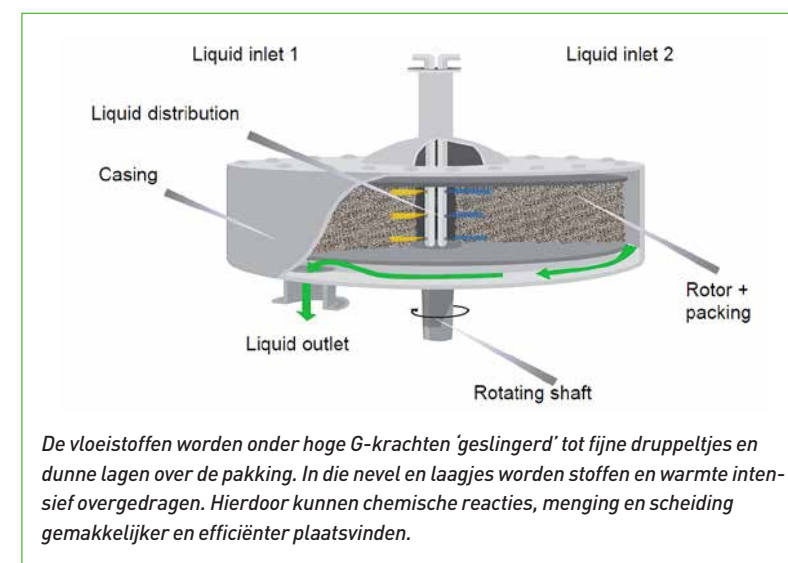
De mobiele en flexibele apparaten bestaan uit ringvormige pakkingen die met hoge snelheid in een strakke behuizing draaien.

**D**e kathedralen van de chemische industrie worden ze weleens genoemd: soms wel tientallen meters hoge destillatiekolommen voor het scheiden van mengsels van stoffen. Deze kolommen domineren al tientallen jaren het beeld van de chemische industrie in Europa. De zwaartekracht speelt in de processen in deze kolommen een essentiële rol. Dat kan op de lange termijn veranderen door de toepassing van procesapparatuur die op centrifugale krachten is gebaseerd. De afgelopen jaren is er in binnen- en buitenland al veel onderzoek geweest naar de werking hiervan. Het meest recente onderzoek, van 2016 tot 2020, werd uitgevoerd via een publiek-private samenwerking, gefinancierd via een TKI-toeslag en begeleid door het Institute for Sustainable Process Technology (ISPT). Samen met de TU Dortmund (onderzoeksgroep van professor

Górak) onderzochten drie VNCL-leden in het ImPaCCT-project (Improved Process Performance by Process Intensification in Centrifugal Contactors) de potentie van deze technologie in drie industriële casestudy's: DSM, Nouryon en Huntsman (zie kaders).

### Richtlijnen

De eerste studie van ISPT, van 2012 tot 2016, richtte zich vooral op het potentieel van deze technologie voor de Europese chemische industrie. "De resultaten waren veelbelovend en reden om een vervolgonderzoek te starten", zegt Geoffrey Schouten, program manager System Integration bij ISPT. Het belangrijkste resultaat van de nieuwste studie is dat er nu richtlijnen zijn opgesteld voor het ontwerp en de procesparameters van *rotating packed beds* (RPB's). Deze mobiele en flexibele apparaten bestaan uit ringvormige pakkingen die met hoge snelheid in een strakke behuizing draaien.



### NOURYON

'RPB leidt tot een efficiënter chemisch proces'

Riaan Schmuhl, innovation program manager bij Nouryon, ziet ook voordelen bij de toepassing van RPB-technologie. Chemische processen hebben volgens hem vaak last van inefficiënte menging. Hierdoor is de hoeveelheid chemische stoffen die kan worden gemengd en verwerkt per batch beperkt. "Dit is met name het geval bij processen die bestaan uit snelle parallele reacties, resulterend in de vorming van bijproduct en afval. Er zijn dan aanzienlijke inspanningen nodig om het product weer op specificatie te brengen", aldus Schmuhl. De RPB-technologie intensiveert massaoverdracht door gravitatiekracht en zorgt ervoor dat de chemische reactie niet gelimiteerd wordt door de beperkte massaoverdracht. "Dat leidt al met al tot een efficiënter chemisch proces, waarvoor kleinere apparatuur en dus lagere investeringen nodig zijn."

Gaat Nouryon de technologie nu ook daadwerkelijk gebruiken? "Daar kunnen we nog niets over zeggen." Geoffrey Schouten van ISPT begrijpt de terughoudendheid van de bedrijven: "Het is in potentie een veelbelovende technologie, maar er is meer onderzoek en opschaling nodig om de technologie volwassen te maken. Verder is het lastig om de huidige apparatuur te vervangen door RPB's. De apparaten hebben andere afmetingen, doorvoersnelheden en volumes. Integratie in de huidige configuratie van een chemische fabriek blijft een uitdaging. Maar wij zijn nu wel weer een stap verder gekomen."

---

## HUNTSMAN

### ‘Richtlijnen helpen technologie volwassener te maken’

Huntsman voerde op de locatie in de Botlek meerdere experimenten op lab- en pilotschaal uit met verschillende RPB's. Eén daarvan had de vorm van een ufo en stond op een driepoot. “Wij onderzochten aan de hand van chemische modelreacties onder meer hoe effectief deze apparaten stoffen en vloeistoffen mengen”, zegt Archie Eaglesham, process modelling manager bij Huntsman Polyurethanes. Het leidde tot meer inzicht in de effectiviteit van de apparaten. De experimenten toonden de voordelen aan die in eerder onderzoek al waren bevestigd. Ook leidde het tot meer kennis over de werking van de verschillende apparaten. “Bovendien hebben we nu richtlijnen voor het ontwerp en de procesparameters van RPB's. Het helpt ons om de technologie volwassener te maken.”

Tegelijkertijd liggen er nog vragen open. Zo blijven er volgens hem onzekerheden in het opschaalproces. De grootste uitdaging is dan ook om tot een full scale ontwerp te komen. “De technologie is nog in ontwikkeling, maar we hebben nu meer kennis opgedaan om de technologie naar een hoger TRL-niveau (*technology readiness level* – redactie) te brengen.” Volgens Eaglesham zal het waarschijnlijk 10 jaar duren voordat grootschalige toepassing in zicht komt.

---

Hierin worden vloeistoffen onder hoge G-krachten ‘geslingerd’ tot fijne druppeltjes en dunne lagen over de pakking. In die nevel en laagjes worden stoffen en warmte intensief overgedragen. Hierdoor kunnen chemische reacties, menging en scheiding gemakkelijker en efficiënter plaatsvinden. Uit de onderzoeken blijkt dat de technologie op basis van centrifugale krachten in potentie grote voordelen heeft ten opzichte van technologie die op zwaartekracht is gebaseerd. Zo neemt de kwaliteit en de zuiverheid van de producten toe, evenals de opbrengst. Ook de chemische reacties vinden sneller plaats door het kleine volume van de reactor. Chemiebedrijven hebben hierdoor minder ruimte nodig op hun bedrijfsterreinen. De reacties zijn bovendien beter te controleren door de snelle aan- en afvoer van stoffen. Bovendien liggen energiebesparingen en CO<sub>2</sub>-reducties in het verschiet.

#### Casestudy's

Ondanks het grote potentieel van RPB's, vele jaren van onderzoek en succesvolle toepassingen op pilotschaal, heeft de chemische industrie in Europa de technologie nog niet op industriële schaal ingevoerd. Dat heeft volgens de betrokken

bedrijven meerdere redenen. Een van de belangrijkste redenen is dat bedrijven de technologie nog niet volwassen genoeg vinden. Hoewel er verschillende RPB-gerelateerde publicaties beschikbaar zijn, is er nog steeds een gebrek aan fundamenteel begrip van de technologie samen met hulpmiddelen die het conceptuele procesontwerp ondersteunen. Bovendien is er geen experimentele ervaring in de Europese procesindustrie. Daarom waren industriële casestudy's noodzakelijk.

De TU Dortmund voerde aan het begin van het project verschillende experimenten met RPB's uit. Hier waren namelijk al drie apparaten op proefschaal beschikbaar. Bovendien stond de universiteit in Europa aan de basis van het onderzoek. Precies wat de industrie nodig heeft om de RPB-technologie op een hoger *technology readiness level-niveau* (TRL) te brengen. Een belangrijk doel van het project was om aan te tonen hoe de RPB-technologie de overgang naar de volgende generatie van slimme, flexibele, continue productie-installaties kan vergemakkelijken, met een superieure opbrengst, zuiverheid en kwaliteit van producten en een verbeterde productiviteit. ■

---

## DSM

### ‘Wij begrijpen de technologie nu nog beter’

DSM voerde op lab- en pilotschaal eveneens experimenten uit met de RBP-technologie met een door de leverancier beschikbaar gesteld apparaat. Dat heeft volgens Katarina Babic, separation technology expert bij DSM, samen met het onderzoek van de TU Dortmund en de andere deelnemers tot waardevolle kennis geleid voor toekomstige toepassingen. “Ik zie een bijzonder voordeel voor RPB-technologie in toepassingen waar het belangrijk is om de vloeistofstromen niet langdurig thermisch te belasten. Dat geldt ook voor toepassingen waarvoor corrosieve of op een andere manier schadelijke stoffen nodig zijn. Door de versterkte massaoverdracht en de kortere verblijftijden beperkt de RBP-technologie thermische degradatie van de producten tot een minimum. Denk bijvoorbeeld aan producten voor de voedingsmiddelenindustrie.” Bovendien zijn RPB's kleiner dan conventionele destillatiekolommen, waardoor besparingen in kapitaaluitgaven mogelijk zijn. Door de lage vloeistofophoping in een RPB kan er ook veiliger met gevaarlijke stoffen worden omgegaan.

De RPB-technologie gaat volgens haar zeker deel uitmaken van de gereedschapskist van scheidings-technologieën binnen DSM. “Wij zullen de geschiktheid voor elke nieuwe toepassing evalueren. Deze evaluatie zal sneller en goedkoper zijn vanwege het uitstekende werk dat in het project is verricht. Wij begrijpen de technologie nu nog beter.”

---