

Compacte, efficiënte, energiezuinigere en veilige batchreactor

## PROCESINTENSIFICATIE

Erik te Roller

# Maximale uit chemie halen door processen aan te passen



“Met deze reactor kun je snelle chemie bedrijven. Je hoeft niet meer uren te wachten totdat een batch is uitgereageerd”, zegt Geoffrey van den Berg, algemeen directeur van Spinid. Het kleine bedrijf in Eindhoven ontwerpt en bouwt spinning disc reactoren en extractors. De reactoren zijn veel compacter, efficiënter, energiezuiniger en veiliger dan de grote batchreactoren die bedrijven in de fijnchemie of farmaceutische industrie gebruiken om bepaalde stoffen te synthetiseren. Enige probleem op korte termijn is, dat het nog geen bewezen technologie is. Maar de praktijktests bij enkele gerenommeerde bedrijven zullen hier in de loop van het jaar verandering in brengen.

De spinning disc reactor en spinning disc extractor zijn in de afgelopen tien jaar ontwikkeld aan de Technische Universiteit Eindhoven. Begin 2013 is Spinid opgericht, dat als spin-off van de universiteit met de bouw en verkoop van de reactor en extractor aan de slag is gegaan. De reactor is een schoolvoorbeeld van procesintensificatie. Drie van deze reactoren met een inhoud van 300 milliliter per stuk produceren namelijk evenveel als een batchreactor van 50.000 liter, dat is gelijk aan ongeveer tien ton per dag. “Met tien

of meer van de spinning disc reactoren kom je in de buurt van bulkproductie”, aldus Geoffrey van den Berg.

### Internationale erkenning

Inmiddels is de nieuwe technologie al in de prijzen gevallen. In november won Spinid de Process Enlightenment Award 2013 op het congres Duurzaam Geproduceerd in Amsterdam. Vorig jaar juli ontving één van de vaders van de spinning disc technologie, John van der Schaaf van de Technische Universiteit Eind-

hoven, een nog belangrijkere prijs: de Core Chemical Engineering Award 2013 van de Britse Institution of Chemical Engineers (IChemE). Deze prijs houdt in feite een internationale erkenning van de nieuwe technologie in.

Net als bij microreactoren is er bij de Spinid sprake van een intensieve menging, grote koelcapaciteit, hoge stofoverdracht en een steady state, oftewel continue productie. Het verschil is de capaciteit. Microreactoren zijn goed voor syntheses op laboratorium- of proefschaal maar te duur voor de echte productie.

Microreactoren zijn goed voor syntheses op laboratorium- of proefschaal maar te duur voor de echte productie. Een spinning disc reactor of draaischijfreactor bestaat uit een as met een aantal schijven die in een nauwe behuizing zo'n 2.000 tot 5.000 omwentelingen per minuut maken. “De reactanten laat je bij de as op de draaiende schijven vallen, zij slingeren de vloeistof naar de buitenkant van de reactor waar ze binnen een fractie van een seconde mengen. Hier vindt intensieve menging plaats omdat de vloeistof daar om de rand van de schijf heen aan de andere kant van de schijf tegen de centrifugale kracht in weer naar de as toe moet stromen. Afhankelijk van de gewenste verblijftijd van de reactanten kun je meerdere schijven plaatsen. In onze proefreactor zitten er drie, maar tien is ook mogelijk”, legt Van den Berg uit.

### Meerfasenreacties

De reactor is ook geschikt voor meerfasenreacties met twee niet-mengbare vloeistoffen zoals water en olie als oplosmiddelen of met een gas en vloeistof. “Normaal kost het relatief veel energie om een emulsie te maken. Een emulsie heb je nodig om een groot oppervlak tussen water en olie te creëren teneinde de stofoverdracht tussen de beide fasen te versnellen. In de spinning disc reactor ontstaat er gemakkelijk een fijne verdeling van

talloze oliedruppeltjes in de vloeistof en dus een groot oppervlak tussen beide fasen. Dat bevordert de overall reactiesnelheid”, aldus Van den Berg.

Extractie werkt volgens hetzelfde principe: de draaiende schijf zorgt voor een groot contactoppervlak tussen twee niet-mengbare vloeistoffen, of een gas en een vloeistof en dat bevordert de overdracht van een component van de ene naar de andere fase. Spinid ontwikkelt ook een reactor voor processen die met een katalysator worden versneld.

Als de reactie in een spinning disc reactor sneller verloopt, komt er meer warmte per seconde vrij, maar dat is geen probleem. De schijven en behuizing kunnen de warmte gemakkelijk afvoeren en door de intensieve menging zijn er geen dode hoeken waar de temperatuur extra kan oplopen. De reactor is klein en kan met een dikke wand ook hoge drukken weerstaan. Dit betekent dat een proces in een spinning disc reactor bij een relatief hoge temperatuur en druk kan worden uitgevoerd.

### Batchproces aangepast

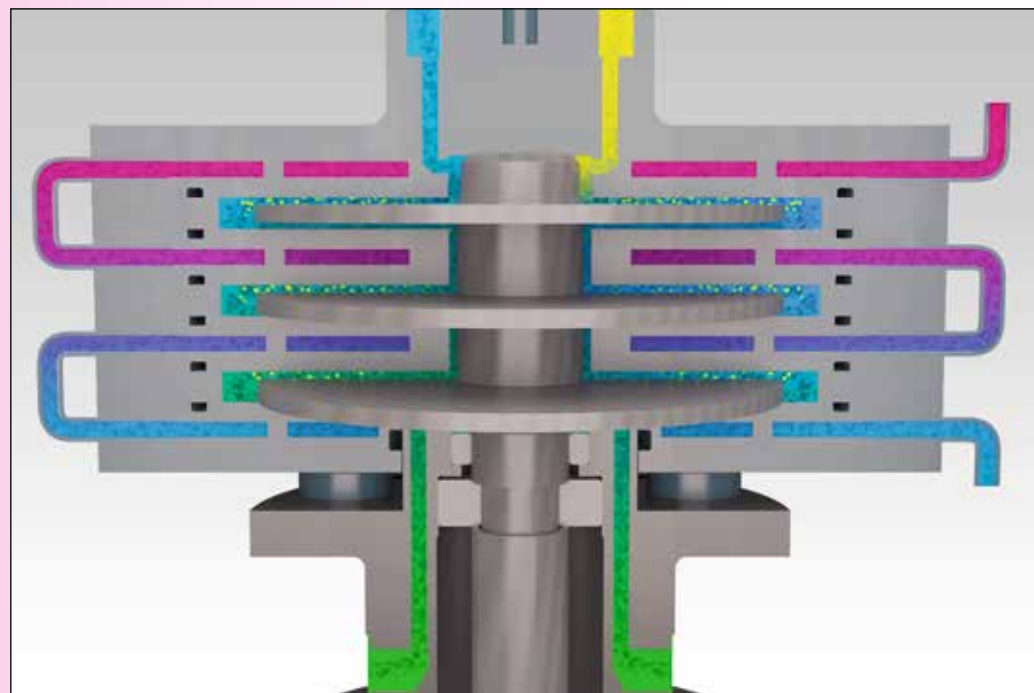
Van den Berg: “Batchprocessen zijn meestal aangepast aan de onmogelijkheden. Vooral bij reacties waarbij relatief veel warmte vrijkomt, moet het proces voortdurend op een laag pitje gehouden worden om te voorkomen dat de reactie door gebrek aan koeling uit de hand loopt en leidt tot een explosie. Om die reden voeren bedrijven deze reacties vaak uit onder atmosferische druk bij niet meer dan 80 tot 90 graden Celsius met een grote hoeveelheid oplosmiddel om de vrijkomende warmte te kunnen bufferen. Met onze reactor kun je veilig bij drukken tot 20 bar en temperaturen tot 200 graden werken waardoor het proces veel sneller verloopt en je met een kleine reactor evenveel kunt produceren als met een grote conventionele batchreactor. En mocht er toch wat misgaan, dan zal dit bij een reactor van minder dan een liter lang niet zulke grote gevolgen hebben. Wij proberen het maximale uit de chemie te halen en passen de processen hierop aan.”

Bijzonder aan de Spinid is ook de conti-

*Verplaatsbare proefinstallatie met een drietraps spinning disc reactor van 300 milliliter inhoud met een capaciteit van ongeveer 10 ton per dag.*



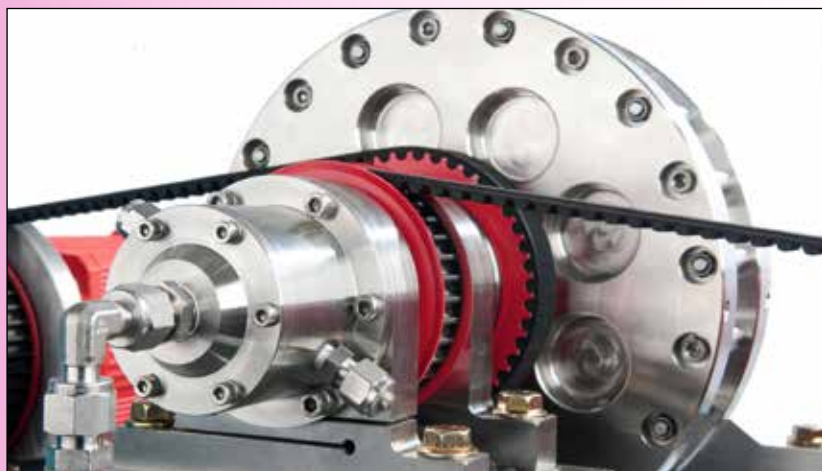
*De vloeistof komt bij de as naar binnen en stroomt tussen de schijf en de behuizing door naar buiten, draait om de rand van de schijf en stroomt aan de andere kant van de schijf weer naar de as toe, enzovoorts.*



nue aanvoer van reactanten en afvoer van producten die een steady state, oftewel dynamisch evenwicht mogelijk maakt. Hierbij variëren de procesparameters en productie binnen nauwe grenzen en kunnen zo nodig worden bijgesteld. Het gaat in feite om een continu proces, net als in een buisreactor. Bij een batchreactor daarentegen veranderen de omstandigheden voortdurend. Als de eerste druppels reactanten de reactor in gaan, is er vrijwel alleen oplosmiddel.

Op het laatst bevat het oplosmiddel reactanten en producten. Ook gaat de menging anders: bij de roerder het sterkst en in de dode hoeken van de reactor het minst. Verder verloopt de temperatuur in de laag vloeistof langs de wand van koud langs het koeloppervlak naar warm aan de zijde waar de vloeistof voortdurend wordt geroerd. Hierdoor veranderen de reactieomstandigheden in de loop van de tijd en verschillen ze van plaats tot plaats. Gevolg is dat er

## PROCESINTENSIFICATIE Maximale uit chemie halen door processen aan te passen



bij 80 graden vrijkomt. En je hoeft vooraf geen grote hoeveelheid oplosmiddel op temperatuur te brengen en het oplosmiddel daarna weer af te scheiden. In plaats van dat het proces energie kost, levert het energie op", zo verklaart hij.

### Samenwerking

Hoe duur de reactor is, hangt volgens hem af van de prijs van het

toegepaste materiaal. "Wij gebruiken nu roestvaststaal maar als we de reactor van een hoogwaardige metaallegering of titaan maken, is hij ineens vijf tot tien keer zo duur. Een batchreactor is op zichzelf niet zo duur maar alle bijkomende veiligheidsvoorzieningen maken hem duur. Die kosten liggen bij de spinning disc reactor veel lager."

Spinid maakt een ontwerp van de reactoren, laat de onderdelen door andere leveranciers maken en stelt vervolgens zelf de spinning disc reactor uit die onderdelen samen. Voor het implementeren van de reactor in een bedrijfsomgeving is Spinid een alliantie aangegaan met Spie Controlec. "Wij richten ons niet op de inpassing van de reactor in een proces maar alleen op de reactor zelf", aldus Van den Berg.

Er zijn andere firma's in de wereld die ook spinning disc reactoren maken maar die werken volgens een ander principe. Bij Spinid draaien de schijven in een nauw huis. Dit levert de afschuifkrachten waardoor bijvoorbeeld olie dispergeert tot kleine druppels in water. Bij de reactoren van de concurrenten vormt zich bij het verdelen van de vloeistof over de draaiende schijf een dunne film die eveneens voor een groot oppervlak zorgt.

Spinid heeft geen octrooi van de spinning

disc reactor maar wel een exclusieve licentie van de Technische Universiteit Eindhoven die op de reactor octrooi heeft.

### Openstaan voor nieuwe technologie

Staan de bedrijven nu te trappelen om de reactor aan te schaffen? "Spinid is een Nederlands bedrijf en de technologie is hier ontwikkeld met geld van STW. Wij hopen dan ook in ons land een thuismarkt te vinden. De chemische industrie in Nederland is naarstig op zoek naar nieuwe dingen om de concurrentiepositie te verbeteren. De spinning disc reactor en extractor bieden hier toe mogelijkheden, dus ligt het voor de hand om er mee aan de slag te gaan. Maar dan moeten de mensen natuurlijk wel open staan voor nieuwe technologie." In elk geval start het bedrijf binnenkort met een project onder de vlag van NL Guts om de reactor bij twee chemiebedrijven uit te testen die hem inbouwen in bestaande processen.

"Met het zusterbedrijf Flowid zijn we vijf jaar geleden begonnen met het maken van microreactoren. We merkten dat iedereen achterover leunde en keek wat we ervan terecht brachten onder het motto 'we doen het al veertig jaar zo en blijven dat nog veertig jaar zo doen'. Maar dit keer is het anders. Sinds de zomer is er opeens veel interesse voor continue productie in de fijnchemie en farma en zien we een begin van een markt ontstaan. We zijn al ontzettend geholpen als zowel grote als kleine bedrijven onze reactor in hun productieomgeving uittesten. Dan komen we meer te weten over de geschiktheid van het apparaat voor verschillende processen. In de Verenigde Staten en India maken we gebruik van agenten om onze reactoren bij potentiële klanten onder de aandacht te brengen." Spinid beschikt over twee pilotinstallaties, één voor reacties en één voor extracties met een capaciteit van respectievelijk tien ton en vijf ton per dag. Ze zijn gemakkelijk te transporteren en voorzien van pompen en instrumentatie. Het is ook mogelijk om bij vloeistof/gasmengsels aan de buitenkant van de reactor gas te injecteren. Ook kan de reactor met meerdere schijven als een meertrapsreactor functioneren, dan wordt bij de volgende schijf telkens een andere reactant toegevoegd. "De spinning disc reactor biedt bij wijze van spreken een bord met knoppen waarmee je de processen veel beter kunt besturen", aldus Van den Berg. ■

veel ongewenste bij- en volgreacties plaatsvinden, waardoor er relatief veel bijproduct ontstaat. "Bij een spinning disc reactor heb je alles veel beter onder controle, waardoor de selectiviteit hoger is met als resultaat meer product en minder bijproduct, dus minder afval en een efficiënter grondstofgebruik. Vanwege minder bijproduct heb je een minder zware scheidingstrein nodig en ook minder energie om product en bijproducten van elkaar te scheiden. Meer opbrengst dus bij lagere energie- en kapitaalkosten", licht Van den Berg toe.

De spinning disc reactor is volgens hem vooral aantrekkelijk voor farmaceutische of fijnchemische bedrijven die syntheses nu nog vaak uitvoeren in batchreactoren. Toepassingen in de bulkchemie zijn ook mogelijk, maar op die markt mikt Spinid voorlopig nog niet.

### Hergebruik van energie

Hoeveel energie de reactor bespaart ten opzichte van een batchreactor kan Van den Berg niet concreet aangeven. De veldtests in de loop van het jaar zullen dit moeten uitwijzen. "Voordeel is in elk geval dat er minder energie nodig is om te koelen en ook dat je de warmte die vrijkomt bij 200 graden Celsius nuttig kunt gebruiken, in tegenstelling tot warmte die

