

EEMBAR

TEEI115001



SolSep BV



vito



ISPT

IOI Loders Croklaan



EEMBAR:

Energy Efficient Membrane Based Acetone Recovery (EEI115001)

Samenvatting

Organische solvent nanofiltratie (OSN) is een opkomende membraanfiltratie technologie die mogelijkheden biedt om organische oplosmiddelen in industriële processen terug te winnen. In het EEMBAR project zijn in de solventfractioneringsfabriek van IOI Loders Croklaan (IOI LC) te Wormerveer pilottesten met deze technologie uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat OSN het potentieel heeft het energieverbruik van het op distillatie gebaseerde proces om aceton terug te winnen met 50% te verminderen. Een "proof-of-principle" werd met spiraalgewonden elementen van SolSep aangetoond, maar het verschil tussen de laboratoriumexperimenten en pilottesten was groter dan verwacht. Dit was ook het geval met de gemodificeerde keramische membranen van VITO. Aangenomen wordt dat deze problemen met opschaling voortkomen uit de eigenschappen van de plantaardige olie die het membraan moet verwerken. Deze factoren hebben een belangrijke invloed op de massaoverdracht. De resultaten geven echter duidelijk zicht op verdere optimalisatie van het concept tot een werkende oplossing in de industriële omgeving (TRL 7). Hiertoe zullen het ontwerp van de modules en een gedetailleerd procesontwerp meegenomen worden in een volgend, momenteel lopend, project. De andere partners in het EEMBAR project, naast IOI LC, SolSep en VITO, waren Hogeschool Rotterdam en ISPT.

Contacten voor meer informatie:

ISPT: Klaartje Rietkerken - klaartje.rietkerken@ispt.eu

SolSep BV: Petrus Cuperus - cuperus@solsep.com

VITO: Pieter Vandezande - pieter.vandezande@vito.be

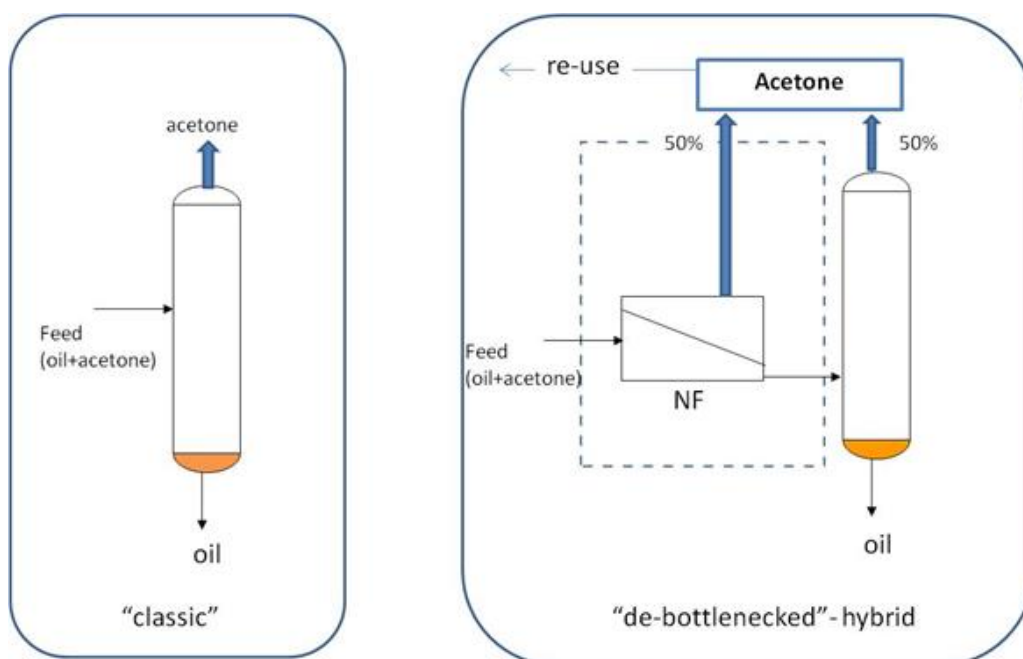
IOI LC: Erik Schweitzer - erik.schweitzer@ioiloders.com

Hogeschool Rotterdam: Marit van Lieshout - m.van.lieshout@hr.nl

Inleiding

Bij de verwerking van plantaardige oliën en vetten in de voedingsmiddelenindustrie wordt bij het fractioneren onder andere aceton als oplosmiddel toegepast. Na afloop van het fractioneringsproces wordt de aceton teruggewonnen door middel van verdamping. Hierbij wordt veel energie verbruikt.

Op laboratoriumschaal is aangetoond dat aceton ook teruggewonnen kan worden door middel van organische solvent nanofiltratie (OSN). Bij deze technologie wordt gebruik gemaakt van membraanfilters. Aangetoond is dat hiermee minstens 50% van de aceton teruggewonnen kan worden. Dit zou een energiebesparing van ca. 50% ten opzichte van het huidige proces mogelijk maken. Daarnaast kan deze technologie toegepast worden om knelpunten in het huidige proces weg te nemen en daarmee de productiecapaciteit te vergroten.



Figuur 1: Huidige klassieke proces (links) en het te ontwikkelen geïntensifieerde hybride proces (rechts)

Om de technologie verder te ontwikkelen voor toepassing op industriële schaal zijn bij IOI Lodders Croklaan (IOI LC) te Wormerveer duurtesten uitgevoerd met een pilot unit. In deze unit worden membraanfilters op industriële schaal gebruikt om de toepassing verder uit te testen. In dit EEMBAR project is intensief samengewerkt tussen Hogeschool Rotterdam, IOI LC, ISPT, SolSep BV en VITO.

Doel

Het algehele doel van het EEMBAR project was om OSN technologie voor de scheiding van plantaardige olie en aceton op industriële schaal te testen en hiervan de economische haalbaarheid aan te tonen. Hierbij werden in een pilot unit twee types membranen (keramisch en polymeer) getest onder representatieve industriële omstandigheden.

Voor technische en economische haalbaarheid moet de technologie voldoen aan de volgende criteria:

1. Stabiele en reproduceerbare werking gedurende langere tijd.
2. Eventuele fouling tegengaan met een food-grade reinigingsprocedure.
3. Toepassing in explosieveilig (ATEX) en food-grade (GMP)omgeving.

Dit moet uiteindelijk een proces opleveren:

- I. Met een kleinere CO2 uitstoot
- II. Dat te plaatsen is binnen een kleiner oppervlak
- III. Dat meer capaciteit heeft met dezelfde verdampingsinstallatie
- IV. Tegen lagere proceskosten

Resultaten

Technisch deel

Voor de technische uitvoerbaarheid werd de permeabiliteit en de retentie van keramische- en polymeermembranen bepaald. De membranen werden gedurende langere tijd getest bij drukken van 10 tot 35 bar. Deze testen werden uitgevoerd tijdens de productie bij IOI LC en onder de daar geldende normale bedrijfsomstandigheden. Doorlooptijden van de experimenten varieerden van enkele dagen tot maximaal twee en een halve maand bij 24/7 operatie in de fabriek. Daarnaast werden er, zowel bij SolSep als bij VITO, laboratoriumtesten uitgevoerd parallel aan de pilot testen.

In Tabel 1 zijn de resultaten van de testen in het lab en met de pilot unit samengevat voor beide types membranen. Deze testen werden uitgevoerd met meerdere keramische en polymeer membranen/modules tussen oktober 2016 en september 2017.

Parameter	Lab/pilot¹⁾	Polymeer modules	Keramische modules
Permeabiliteit	lab	++	+
	pilot	+->±	+->±
Retentie	lab	++	++
	pilot	+->±	+->±

¹⁾ Getest gedurende langere periode.

++: voldoet ruim; +: voldoet; ±: voldoet, maar mogelijk niet op langere termijn

Tabel 1 laat zien dat bijna alle doelen met betrekking tot permeabiliteit en retentie worden behaald. Ook is te zien dat het verschil in prestaties tussen laboratoriumschaal en pilot experimenten vrij groot is. Hierbij is het op de lange duur voldoen aan de criteria niet eenduidig zeker. Hoewel de labexperimenten aangeven dat de criteria ook op lange termijn gehaald kunnen worden, is dat op pilotschaal niet volledig aangetoond. De meest waarschijnlijke oorzaak daarvoor is dat het systeem van plantaardige olie en aceton nogal eigenaardig is en daardoor een specifieke (ontwerp) benadering van het membraan en het proces vereist.

Uit de experimenten is gebleken dat de problemen gerelateerd kunnen worden aan de specifieke aard van de plantaardige olie, met name de relatief hoge concentraties die het membraan zou moeten verwerken en de relatie ervan tot massa-overdracht. Dit werd genoemd als een risico in het projectvoorstel maar lijkt hardnekkiger dan verwacht.

Economisch deel

Hoewel de in de pilot verworven data eigenlijk geen afdoende beeld geven van de te verwachten exploitatie op langere termijn is toch een indicatie te geven van de verwachte grootheden. De doelen voor de permeatie en retentie zijn gebruikt om het oppervlak van het membraan te berekenen dat nodig voor een opschaling tot ongeveer 100 m². Hiermee werden de kosten en terugverdientijd van een dergelijke installatie geschat (Tabel 2).

Tabel 2. Overzicht relatieve kosten en terugverdientijd	Polymeer	Keramisch
Operating hours (h/y)	8000	8000
Reduction energy costs (%)	50	50
Operational costs (base case = 0)	0	-
Investment costs (base case = 0)	0	+
Pay-back time (yrs)	>2	>2

Er zijn nog steeds veel variabelen die de economische haalbaarheid kunnen veranderen. Daarnaast is het essentieel meer inzicht te krijgen in het procesgedrag en de mogelijke "windows of operation" op lange(re) termijn. De grootste effecten op de terugverdientijd zijn te vinden in de operationele kosten, energiekosten en de hoeveelheid aceton die teruggewonnen kan worden. Met verdere duurtesten op pilotschaal en een gedetailleerd procesontwerp kan een betere schatting van de bedrijfskosten worden verkregen.

Bijdrage van het project aan doelstelling subsidieregeling

Dit is het eerste project waarin de OSN-technologie wordt getest in de plantaardige olie- en vettenindustrie onder industriële omstandigheden voor langere tijd. De resultaten lijken veelbelovend, maar een aantal praktische problemen moeten worden opgelost voordat definitieve conclusies kunnen worden getrokken.

Het gebruik van OSN in de plantaardige oliën- en vettenindustrie op deze schaalgrootte zou een grote doorbraak betekenen in de membraanindustrie. Voor SolSep BV en VITO was het EEMBAR project een goede mogelijkheid om de OSN technologie onder industriële omstandigheden te testen. Tijdens het project bleek dat een aantal specifieke zaken beter onderzocht moeten worden om een stabiele operatie te verzekeren. Niettemin zijn er belangrijke voorwaartse stappen gemaakt, zoals:

- Directe integratie van de pilot unit in de solvent fractioneringsfabriek van IOI LC.
- Succesvol opzetten van HACCP-procedures om de membranen voor contact met voedingsmiddelen te valideren.
- Opschaling keramische membranen tot industriële afmetingen.
- Opschaling polymeermembranen tot industriële afmetingen.
- Duurtesten met beide types membranen.

Hiermee komt implementatie van OSN technologie in de plantaardige oliën- en vettenindustrie dichterbij. Dit kan de hoeveelheid energie die in deze industrie wordt verbruikt aanzienlijk verminderen. Voor de productiefaciliteit van IOI LC kan dit bijvoorbeeld de CO₂-uitstoot met 600 mT per jaar verminderen. Dit betreft alleen de solvent fractioneringsfabriek in Wormerveer.

Afgezien van het gebruik in het vervolgproject, kan EEMBAR, zowel wat betreft de technische aspecten als de open verspreiding van de projectresultaten, een belangrijke voorbeeldfunctie hebben voor andere processen (in en buiten de plantaardige olie-industrie) waar grote hoeveelheden organische oplosmiddelen momenteel thermisch worden verwerkt. Ook hier zou membraanfiltratietechnologie, met name OSN, een belangrijke rol kunnen spelen bij de herwinning van deze solventen.

Conclusies en aanbevelingen

Tijdens het project zijn verschillende membraanmodules getest. Op laboratoriumschaal zijn de technische doelstellingen behaald maar op pilotschaal zijn de prestaties nog niet voldoende voor industriële implementatie. De resultaten die zijn bereikt zijn wel veelbelovend, de doelen zijn realistisch gebleken en er is veel kennis opgedaan om het proces verder te ontwikkelen. Met de huidige uitkomsten is nog niet duidelijk aan te geven of keramische dan wel polymeer membranen de beste prestaties leveren voor deze toepassing. Meer duurtesten alsook een gedetailleerd procesontwerp voor deze nieuwe technologie zijn noodzakelijk en zijn voorzien in een momenteel lopend vervolgproject.

Publicaties en communicatie

- Fluids Processing Magazine
- Magazine Topsector Energie
- Water Forum Magazine
- Intern magazine IOI LC
- Nieuwsbrief HR: Hoogtepuntenmagazine 2016
- Newsflash ISPT bij aanvang en afsluiting project

- Poster presentatie op de jaarlijkse ISPT dag, Amersfoort, Nederland
- Poster presentatie op de Poster day van het NMG (Dutch membrane society), June 2016, Apeldoorn, Nederland
- Presentaties binnen het Efficient Liquid Separation Cluster van het ISPT
- Poster en samenvatting op ISPT internet
- TKI E&I: Artikel -> <https://topsectorenergie.nl/nieuws/eembar-scheidingstechnologie-maakt-eetbare-olieproductie-energiezuiniger>
- TKI E&I: Film -> <https://www.youtube.com/watch?v=ie3wH7D3j2Y>

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Partners zijn Hogeschool Rotterdam, IOI Loders Croklaan, ISPT, SolSep, VITO. Dit openbare rapport is gratis te verkrijgen via het ISPT