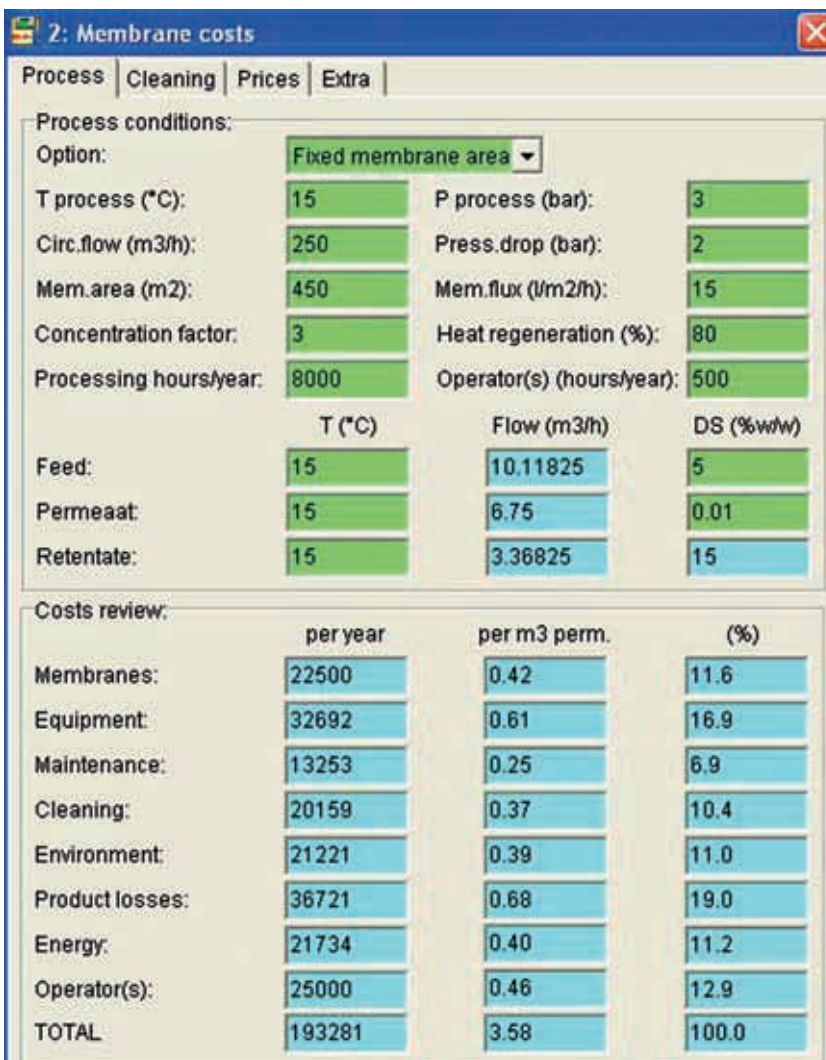


Membraanprocessen hebben de toekomst. De markt groeit, maar zou sneller kunnen groeien als gebruikers een transparanter beeld van de mogelijkheden zouden krijgen. NIZO heeft een speciale testunit ontwikkeld, waarmee membraan-productcombinaties bij verschillende procescondities kunnen worden beproefd.

De ‘missing link’ tussen idee en realisatie van kosteneffectieve membraanprocessen

Capaciteitsverhoging door mini-membraanunit

Figuur 1: NIZO food research



Figuur 1. Voorbeeld van de Premia module ‘membrane costs’. Er zijn meerdere tabbladen met basale gegevens. De groene velden dienen te worden ingevuld, de blauwe worden berekend.

De data die NIZO food research met de testunit verzameld heeft, blijken representatief te zijn voor industriële installaties. Deze data kunnen met behulp van computersimulatieprogramma's worden gebruikt om snel een meertrapsinstallatie te ontwerpen en de ‘costs of ownership’ vast te stellen. Dankzij deze aanpak zijn reeds forse capaciteitsverhogingen van membraaninstallaties gerealiseerd.

Marktpotentie

Membranen worden al sinds eind jaren zeventig in de voedingsmiddelenindustrie toegepast. Het laatste decennium neemt het gebruik ervan een grote vlucht, dankzij de steeds betere en goedkopere membranen die er op de markt zijn. Dit bovenop de andere aantrekkelijke aspecten van membraanprocessen: de milde scheiding, waarbij vaak twee waardevolle stromen gevormd worden, het lage energieverbruik, de relatief lage investeringen, de schaalbaarheid en het beperkte ruimtebeslag zijn valide redenen om voor membranen te kiezen.

Complexiteit membraanprocessen

Het realiseren van een membraanproces op industriële schaal heeft echter veel voeten in de aarde. Welk membraan is het meest geschikt lijkt een basale vraag, maar het antwoord is bepaald niet eenvoudig. Een selectie van potentiële kandidaten wordt ernstig gehinderd door het gebrek aan standaarden. Typische kenmerken van membranen als cut-off en schoonwaterflux kennen geen officieel testprotocol, hetgeen vergelijken van membranen op papier lastig maakt. Een voorbeeld: de retentie van eiwitten in een ultrafiltratie (UF)-membraan A met



De mini-membraanunit, zoals deze door NIZO is ontworpen en gebouwd.

een cut-off van 10 kDa kan lager zijn dan UF-membraan B met een cut-off van 20 kDa. Het grote aantal aanbieders van membranen op de markt vereenvoudigt de keuze niet. De diversiteit in maatvoering van membranen is enorm, waardoor onderlinge uitwisseling fysiek bemoeilijkt wordt. Reinigingscondities verschillen per membraan en ook de operationele grenzen aan de drukval per membraan zijn vaak ongelijk. Dit maakt het lastig om in een later stadium van membraanfabricaat te wisselen. De fysieke uitvoering van de membraaninstallatie zelf kan grote

den en de complexiteit van het ontwerp is dat er veel membraaninstallaties suboptimaal draaien. Typische problemen zijn een korte levensduur van de membranen, zwakke hygiëne, retentie-issues, matige reinigingsresultaten, lage flux en het optreden van voorkeurstromen. Het spreekt voor zich dat deze problemen onevenredig veel aandacht vergen in bedrijven, hetgeen vaak leidt tot een zekere terughoudendheid bij het introduceren van nieuwe membraanprocessen.

Cost of ownership

Om de kans op genoemde problemen te beperken is het belangrijk het juiste membraan te kiezen en helder te krijgen op welke wijze die in een installatie wordt ingebouwd en onder welke procescondities de installatie moet produceren en reinigen. Uiteindelijk gaat het er om een proces te verkrijgen met zo laag mogelijke kosten en zo hoog mogelijke revenuen. Dit maakt het allemaal nog gecompliceerder. Indien een membraan met een hoge flux meer productverliezen heeft dan een membraan met lagere flux, dan kan de keus voor de laatste namelijk toch gerechtvaardigd zijn. De aanschafkosten van een membraaninstallatie kunnen worden gereduceerd door veel membranen in één drukhuis te plaatsen

en weinig trappen te installeren. Dit kan echter negatieve gevolgen hebben voor de flux per vierkante meter membraanoppervlak, waardoor de operationele kosten toenemen.

De veelheid aan factoren, die uiteindelijk de *costs of ownership* bepalen, is inzichtelijk gemaakt met de Premia softwaremodule 'membrane costs', zoals getoond in figuur 1. Hierin worden productverliezen, membraanvervanging, reinigingskosten, utilityverbruik en arbeid tezamen met de totale investering op een eenvoudige manier verwerkt tot één kostenplaatje.

Experimentele onderbouwing

Belangrijke input zijn de daadwerkelijke flux en retenties. Hiervoor is experimenteel werk noodzakelijk. Daarbij moet bij verschillende concentratiefactoren de flux en retentie worden vastgesteld. Idealiter worden hier duurproeven voor uitgevoerd; veel membraanprocessen worden gedurende een etmaal bedreven waarna er wordt gereinigd. Kortere experimenten, van bijvoorbeeld 8 uur, kunnen leiden tot een vertekend beeld van de flux gedurende een etmaal. Het beheersen van de temperatuur tijdens dergelijke experimenten is ook van belang, omdat de flux direct door de temperatuur wordt beïnvloed.

'Veel membranen in één drukhuis plaatsen drukt de kosten'

gevolgen hebben voor de prestaties per vierkante meter membraanoppervlak: het aantal membranen per drukhuis, het aantal drukhuizen parallel per trap en het aantal trappen zijn alle van invloed op de flux en de retenties. Het gevolg van het gebrek aan standaard-

Het doen van experimenten vergt een representatieve grondstof. De hoeveelheid benodigd materiaal is voor veel kant-en-klare spiraalgewonden membranen skids zo groot, dat het niet op labschaal gemaakt kan worden. Het uitvoeren van de experimenten in de fabrieken zelf is vaak kostbaar. Bedrijven werken doorgaans met grote tanks, waardoor noodzakelijkerwijs de volumes groot zijn. Dit leidt dan ook tot forse afvalstromen, omdat het materiaal in de pilotfase uitsluitend voor analyse-doeleinden dient. Voor experimenten op labschaal wordt wel eens een LAB20-systeem gebruikt. Dit systeem, waarin kleine vlakke membranen worden geklemd, geeft echter geen betrouwbaar beeld van de flux voor spiraalgewonden membranen.

Mini-membraanunit

Voor NIZO waren de bovenstaande zaken reden om een nieuwe testunit (zie foto), sanitair uitgevoerd, voor alle gangbare membraanapplicaties te bouwen: MF, UF, NF, RO en DF, spiraalgewonden, keramiek, capillair en vlakke plaat membranen. Een overzicht van de verschillende uitvoeringsmogelijkheden van membranen, die in de testunit kunnen worden toegepast, zijn te zien op pagina ??.

De grote diversiteit in membranen en membraanprocessen vergt veel van een pilotinstallatie. NIZO heeft ervoor gekozen om het membraan zo goed mogelijk tot zijn recht te laten komen door procescondities in een zeer brede range aan te kunnen leggen. Per experiment wordt er één membraan beproefd. De voordruk kan worden gevarieerd van 0,1 tot 40 bar. Het debiet over het membraan kan variëren van 20 tot 4.000 liter per uur. De temperatuur is instelbaar van 5 tot 80°C. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om keramische membranen in situ thermisch te steriliseren.

Met vergaande procesautomatisering worden enerzijds onbemande experimenten mogelijk en anderzijds kunnen alle procesdata door bijvoorbeeld Excel worden ingelezen. Ook is het mogelijk op afstand de installatie te bedienen via internet.

Kleine hold-up

De buitenmaten van de installatie zijn zo gekozen dat deze door een standaard deur te verplaatsen is. De lengte, breedte en hoogte zijn respectievelijk 180 x 80 x 188 cm. Daarnaast is de behoefte aan uti-



Een overzicht van verschillende uitvoeringsvormen van membranen, die in de mini-membraanunit getest kunnen worden; v.l.n.r. keramiek, capillair, vlakke plaat en spiraal gewonden membranen.

lities beperkt; alleen aansluitingen voor elektra, koelwater en internet zijn nodig. Bij instabiele grondstoffen kan de installatie desgewenst naar de klant worden gebracht. Hierbij verzorgt NIZO de bediening van het apparaat.

De benodigde hoeveelheid grondstof wordt beperkt door de kleine hold-up van de installatie. De installatie is zo ontworpen dat het overgrote deel van de hold-up, onverdund, gerecupereerd kan worden. De 2,5" spiraal gewonden modules zijn de kleinste commercieel beschikbare membranen. Om allerlei maatvoeringen in drukhuizen snel te kunnen wisselen is er gekozen voor hoge druk triclamp sluitingen en losse koppelstukken.

Computersimulatie

Het ontwerpen van een industriële membraaninstallatie wordt sterk vereenvoudigd door gebruik te maken van een speciale Premia module: Multi-stage. De verzamelde data van concentratiefactor versus flux en retentie worden gebruikt om het effect van verschillende aantallen trappen te berekenen. Ook zaken als standaardisatie van de pompen, zodat er minder reserveonderdelen nodig zijn, kunnen er gemakkelijk in worden meegenomen.

Eerste resultaten

De mini-membraaninstallatie is vorig jaar in gebruik genomen. Eén van de gebruikers heeft inmiddels 40% capaci-

teitswinst op haar bestaande industriële installatie gerealiseerd. Bij nieuwbouw van installaties is er nog meer potentie voor het aangeboden pakket van experimenten en simulaties. De enthousiaste reacties van insiders in de membraanwereld illustreren dat de getoonde ontwikkeling een stimulans is voor verdere groei van toepassing van membranen in de voedingsmiddelenmarkt. Er kan nu een objectief vergelijk gemaakt worden tussen verschillende membranen. Het bepalen van de optimale procescondities

‘Computersimulatie vereenvoudigt het ontwerpen van een membraaninstallatie’

en uitvoeringsvorm voor membraaninstallaties levert een duidelijk kostenplaatje op en geeft rust in de bedrijfsvoering van membraanprocessen.

Coen Akkerman, Durita Allersma, Johan Klok, Koen Herder

Dr. Ir. C. Akkerman, Ing. D. Allersma, J. Klok en Ing. K. Herder, NIZO food research, Ede, coen.akkerman@nizo.nl, 0318-659638