

Organic solvent nanofiltration membranes on low cost ceramic supports

Publieke samenvatting / Public summary

Goedkope keramische membranen voor een marktdoorbraak

Als industrieën nu hun processen 'from scratch' zouden inrichten, dan zouden zij de noodzakelijke scheidingen ongetwijfeld vaak baseren op nanofiltratie met behulp van membranen. Dat is een stuk energiezuiniger dan scheiden door koken en destilleren, maar op dit moment is de destillatiekolom nu eenmaal de oer-betrouwbare standaard, en vaak nog niet afgeschreven. Om de concurrentie aan te kunnen, zijn verlaging van de prijs en verhoging van de kwaliteit en betrouwbaarheid van membranen van het grootste belang.

Het project

Waar polymere membranen in veel bulkprocessen al steeds vaker worden toegepast—vooral in waterige oplossingen—staan keramische nanofiltratiemembranen nog aan de prille start van de S-curve. Hun toekomst ligt in het afscheiden van kleine moleculen uit organische oplossingen, want keramische membranen zijn daar beter tegen bestand, maar tegelijk duurder in aanschaf. Dit project gaat over de opschaling en tegelijk prijsverlaging, met behoud van kwaliteit van keramische membranen die gebruikt kunnen worden voor het scheiden van kleine moleculen (molecuulmassa van 200 – 800 gram per mol) in organische oplosmiddelen.

Projectinformatie / Project information

Projectnummer / Project number
TEEI117016

Subsidiebedrag / Grant amount
€ 683.445,00

Algemene informatie / General information

Penvoerder / Secretariat
Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Volg Topsector Energie op X / Follow Topsector Energie on X

@TSEnergie

Voor wie

Keramische membranen met de juiste eigenschappen zijn geschikt voor een groot arsenaal van scheidingsprocessen, vooral met agressieve oplosmiddelen. De ontwikkeling van kwalitatief goede keramische membranen tegen lagere kosten wordt gedaan samen met CoorsTek als fabrikant van membranen. Eerste toepassingen liggen voor de hand in relatief kleinschalige processen, bijvoorbeeld in de voedingsmiddelenindustrie en farmacie. Daarachter zit een grote markt van vele andere industriële sectoren.

Wat is nieuw?

Op basis van bekende recepturen ontwikkelt ECN samen met Universiteit Twente keramische membranen met een hoge flux en lage kosten. Dat gebeurt door een optimaal geometrisch ontwerp, waarbij keramische buisjes (2 tot 10 mm in diameter) van CoorsTek worden 'gecoat' met kleine keramische deeltjes. Deze laag wordt vervolgens gecalcineerd (= gebakken). Dat proces maakt de poriën tussen de keramische deeltjes zo nauw dat zij wél de oplosmiddelen doorlaten, maar niet de stoffen die uit de oplossing moeten worden gefiltreerd. Nu nog worden vier laagjes aangebracht. Als die laagjes in twee keer kunnen worden aangebracht leidt dit tot lagere kosten en doordat de flux zal toenemen neemt het benodigde membraanoppervlak in het scheidingsproces af.

Belangrijkste punten van onderzoek

Het ontwerp van de optimale geometrie moet samengaan met het tegenhouden van de juiste deeltjes en een grote doorlaatbaarheid, met opbrengsten van naar schatting een tot enkele liters oplosmiddel per vierkante meter membraanoppervlak en per bar drukval. De gewenste porieafmeting van de membranen wordt ontwikkeld met behulp van sol-gel-technieken. Het project richt zich op het ontwikkelen van deze lagen op de dragers van CoorsTek, waarbij de membranen worden getest in toepassingen van Shell. Een rekenmodel van fluxen en kosten voor het kiezen

van de beste scheidingstechnologie voor een proces wordt gebruikt om de technische en economische haalbaarheid aan te tonen. ISPT ondersteunt de technologieontwikkeling van ECN, Universiteit Twente en CoorsTek met onder andere de disseminatie van de kennis.

Besparing binnen dit project

Rekenmodellen laten zien dat een besparing van 40% op het energiegebruik van een klassieke destillatiekolom mogelijk is, al moet deze besparing in de praktijk nog worden bevestigd.

Brede toepassing

Een ruwe schatting: Bij een besparing in een proces van 40% en een penetratiegraad van 10 tot 20% van dit soort keramische membranen in de geschikte scheidingsprocessen loopt de energiebesparing in Nederland op tot tussen 2 en 8 PJ per jaar. Wereldwijd is dat potentieel 50 tot 100 maal zo groot.

Looptijd

01-10-2017 - 31-03-2020

Partners

Shell, CoorsTek NI B.V., Univ. Twente, ISPT, ECN

Volgende stappen

Dit onderzoek streeft ernaar om na afloop in 2020 een volgende stap te kunnen zetten met een industriële demonstratie van dit type membraan, maar wellicht kunnen sommige technieken zelfs al eerder worden toegepast.

Cost effective ceramic membranes as a market changer

If industries would engineer their separation processes from scratch, undoubtedly large part of them would be based upon nanofiltration

membranes. This is much more energy-efficient than commonly used evaporation and distilling. Still, the distillation column is very reliable, and investments are often not yet depreciated. Price reduction and quality and reliability increase are essential for the competitiveness of membranes.

The project

Polymeric membranes are increasingly used in many bulk processes - especially in aqueous solutions. Compared to this, ceramic nanofiltration membranes are still at the very start of the S-curve. Their future lies in the separation of small molecules from organic solutions, because ceramic membranes are highly resistant, but at the same time more expensive to obtain. This project deals with the upscaling and at the same time price reduction, while maintaining the quality of ceramic membranes, in particular for separating small molecules (molecular mass of 200 - 800 grams per mole) in organic solvents.

For whom

Particular ceramic membranes are suitable for many separation processes, especially when they include aggressive solvents. The development of high quality ceramic membranes at lower costs will be done together with CoorsTek as membrane manufacturer. First applications will be in relatively small-scale processes, for example in the food and pharma industry. Beyond this, a large market of many other industrial sectors exists.

What's new?

Based upon well-known recipes, ECN and the University of Twente are developing ceramic membranes with high flux and low costs. An optimal geometric design will be developed, in which ceramic tubes (2 to 10 mm in diameter) of CoorsTek are coated with small ceramic particles followed by calcination (firing). By this the pores between the ceramic particles narrow, allowing the solvents to pass, but not the solute or particles present. Presently, four layers are applied. Reduction to two

layers leads to lower costs and an increased flux, which leads to less membrane surface needed in the separation process.

Key points of research

The design of the optimal geometry together with retaining the right particles and a high permeability result in fluxes of one to a few litres of solvent per square meter of membrane surface per bar of pressure drop. The wished pore size of the membranes is developed using sol-gel techniques. The project focuses on the development of these layers on the low cost but high quality ceramic supports of CoorsTek, while the membranes will be tested in Shell applications. A calculation model including fluxes and costs for choosing the best technology for the separation process is used to demonstrate the technical and economic feasibility. ISPT supports the technology development of ECN, University of Twente and CoorsTek with, among other things, the dissemination of knowledge.

Saving in this project

Calculation models show that a saving of 40% on the energy consumption of a traditional distillation column is possible. This saving still has to be confirmed in practice.

Broad application

A rough estimate indicates: At savings of 40% in a process and with a penetration degree of 10 to 20% of this type of ceramic membranes in the appropriate separation processes, the energy savings in the Netherlands amount to between 2 and 8 PJ per year. Worldwide, that potential is 50 to 100 times as large.

Duration

01-10-2017 - 31-03-2020

Partners

Shell, CoorsTek NI B.V., Univ. Twente, ISPT, ECN

Next steps

This research aims for the next step being an industrial demonstration of this type of membranes in 2020. Some of the techniques may even be used earlier.

De data in deze applicatie is afkomstig van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en wordt in samenwerking met de Topsector Energie ontsloten.

Voor meer informatie over de Topsector Energie, ga naar www.topsectorenergie.nl.

Voor meer informatie over de TSE / Energie-Innovatie regelingen die RVO aanbiedt, ga naar www.rvo.nl/tse.