

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI



BIOTECHNOLÓGIA

XII. évfolyam 1. szám

2021. március

TARTALOM

oldal

Nemestóthy, N., Bélafiné Bakó K.: A membrános gázszeperáció rövid története.....	2
Műszaki Kémiai Nap – Felhívás	6
Kitüntetések.....	8
Felhívás	9
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....	10

A membrános gázszeperáció rövid története

Nemestóthy Nándor, Bélafiné Bakó Katalin

Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet
bako@almos.uni-pannon.hu

A membrános gáz és gőz szeperáció ipari jelentőségű műveleti területté vált az elmúlt negyven évben főként a vegyiparban és a petrolkémiaiában. A módszer hatékonysága nagyban függ a membránként használható anyagoktól, melyekkel szemben a gázszeperáció még nagyobb kihívásokat támaszt, mint a folyadék fázisú szeperációk esetén (Baker and Low 2014).

A membrános gázszeperáció elméleti alapjait a XIX. században rakták le J. K. Mitchell, T. Graham and S. von Wroblewski. Az első ipari megoldásokat korábban más területeken használt membránokkal: poliszulfon (Prism, Monsanto, USA), polivinil trimetil szilán (PVTMS, Szovjetunió) érték el, ma azonban évente több mint 1000 új polimer jelenik meg tudományos közleményekben és az ipari gyakorlat is százas nagyságrendben használ fel membrán alapanyagokat.

A jelenség első megfigyelői Graham (1829) és Mitchel (1831) voltak, akik észlelték, hogy látszólag tömör, természetes gumi illetve szintetikus polimer anyagokon (szeptum) át gáztranszport valósul meg. Mitchel hidrogén – szén-dioxid gázelegyet választott eredményesen szét (Kohl and Nielsen 1997). A folyamat elméleti leírását szintén Graham végezte el mintegy három évtizeddel később. Megállapította, hogy a kialakuló fluxus nem csak a molekulák gáz fázisban megfigyelhető diffúziós sebességétől függ, hanem több tényező függvénye. Ezt affinitásként adta meg, lefektetve ezzel a későbbi oldódásos – diffúzió modell alapját (Wijmans and Baker 1995).

Az 1910-es években a membrános gázszeperáció nagy méretű megvalósítására irányuló kísérletek sajnálatos módon azzal a keserű tapasztalattal zárultak, hogy ami a laboratóriumban sikeresen végrehajtható, az nem biztos, hogy ipari méretben is gazdaságosan kivitelezhető (Koros and Fleming 1993). A húszas évek végén Zsigmondy Richárd előállította az első használható vastagságú cellulóz acetát membránt, (Smith 2013), ami a későbbi gáz szeperációs membránok alapjául szolgált.

Szintén gyorsította a gáz szeparációs membránok fejlesztését a második világháború során az urándúsítás diffúziós technológiája (Zakrzewska-Końtuniewicz 2016).

Az igazi áttörést az aszimmetrikus membránok kifejlesztése jelentette, mely Sidney Loeb és Sourirajan nevéhez fűződik, akik a Zsigmondy által készített ultraszűrő membrán felületén tudtak kialakítani sokkal finomabb struktúrákat szintén cellulóz acetátból kiindulva (Lonsdale 1987). A vízkezeléshez alkalmas membrános eljárások kutatása folyamán 1959 és 1962 között S. Loeb és S. Sourirajan elkészítette az első aszimmetrikus fordított ozmózis membránt (Galizia, et al. 2017). Ez a membrán egy sűrű, vékony szelektív polimer rétegből állt, amelyet egy sokkal vastagabb mikropórusos támasztóréteg tetejére vittek rá. Ez a membrán 20x (!) jobb teljesítményt nyújtott, mint bármely másik addig ismert membrán jó szelektivitás mellett, s ez egy csapásra gazdaságossá tudta tenni a fordított ozmózis műveletét a víztisztításban (főként a tengervíz sótalanításnál). További 10 évbe telt, mire e membránokat nagyléptékben, megfelelő méretű modulokban gyártani lehetett. Az 1970-es évek végére a víz kezelésben a fordított ozmózis és az ultraszűrés betört a világpiacra és az ezzel foglalkozó cégek megalapozták a membrános ipart. Eljött tehát az az időszak, amikor más membrános technológiák *ipari* alkalmazásra is alkalmas fejlesztése elindulhatott.

Az első ipari gázszeparációs modulokat a nyolcvanas évek elején készítették el, s az első alkalmazási területek közé tartoztak a hidrogén elválasztása nitrogéntől, argontól, illetve a metán szeparációja az ammónia üzemek gázáramából. Hamarosan ezt követte a hidrogén kis szénatomszámú szénhidrogénektől való elválasztása a finomítóknál, illetve a hidrogén – szén-monoxid arány beállítása a szintézis gáz előállító üzemekben. Ezek azért lehettek az első sikeres alkalmazási technikák, mert a hidrogén permeabilitása igen jó és membránokkal viszonylag könnyű elválasztani sokféle gázelegyből.

Az 1980 és 1990 között évtizedben sokféle felhasználási területet fejlesztettek a membrános gázszeparáción belül, amelyek közül a négy legnagyobbat az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat: A jelenlegi legjelentősebb membrános gázszeperációs felhasználási területek

Alkalmazás	Szeperáció	Szelektív polimer réteg
Hidrogén kinyerése	H ₂ /N ₂ , H ₂ /CH ₄ , H ₂ /CO	poliszulfon, poliimidek
N ₂ gyártása	O ₂ /N ₂	poliimidek, poliszulfon, poifenilén oxid, szubsztituált polikarbonátok
földgáz kezelés (biogáz)	CO ₂ /CH ₄ , H ₂ S/CH ₄ , He/CH ₄	cellulóz acetátok, poliimidek
gőz visszanyerése	C ₃ H ₆ /N ₂ , C ₂ H ₄ /N ₂ , C ₂ H ₄ /Ar, C ₃ +/CH ₄ , CH ₄ /N ₂ , benzin/levegő	szilikon gumi membránok

A táblázatban felsorolt négy nagy terület máig a membrános gázszeperációs ipar 80-90 %-át teszi ki, s bár a piac jelentősen növekedett az utolsó 25-30 évben (kb. 1-1,5 milliárd dollárral évente), hasonlóan nagy alkalmazási terület nem adódott hozzá e listához (Koros and Fleming 1993), (Zhang et al. 2013).

Újabb és újabb alkalmazási területek természetesen megjelentek, de ezek kisebb volumenűek. Ide tartozik pl. a levegő, vagy a földgáz víztelenítése, amelyek szintén gazdaságos technológiákká váltak.

Napjainkban egyre több területen növekvő mértékben terjed el a gáz szeperációs technikák között a membrános eljárások alkalmazása. A kutatómunka célja egyrészt az alkalmazások fejlesztése, másrészt a jobb, jobban használható membrán anyagok, modulok keresése (Baker 2002) (Wang et al. 2019).

Köszönetnyilvánítás

A közlemény megjelenését a TKP2020-IKA-07 sz. projekt keretében a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap 2020-4.1.1-TKP2020 sz. Tématerületi Kiválóság Programja finanszírozta.

Irodalomjegyzék

Baker, R. W. (2002:) Future Directions of Membrane Gas Separation Technology, *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 41, 1393–1411

Galizia, M., Chi, W.S., Smith, Z.P., Merkel, T.C., Baker, R.W., Freeman, B.D. (2017): 50th Anniversary perspectives: Polymers and mixed matrix membranes for gas and vapor separation – a review and prospective opportunities, *Macromolecules*, 50, 7809-7843

Graham, T. (1829) A Short Account of Experimental Researches on the Diffusion of Gases Through Each Other, and their Separation by Mechanical Means, *Quart. J. Sci.*, 2, 74-83

Mitchel, J.K. (1831) On the penetrativeness of fluids, *Philadelphia Journal of the Medical Sciences*, 13, 36 (Journal of the Royal Institution II. 107, 307, London)

Kohl, A.L., R.B. Nielsen. (1997): Liquid Phase Oxidation Processes for Hydrogen Sulfide Removal, in *Gas Purification*, Houston: Gulf Publishing Company, pp. 731–865

Koros, W. J., G. K. Fleming, (1993): Membrane-Based Gas Separation, *Journal of Membrane Science*, 83, 1–80

Lonsdale, H. K. (1987): The Evolution of Ultrathin Synthetic Membranes, *Journal of Membrane Science*, 33, 121–136

Smith, H. M. (2013): Richard Zsigmondy: 1865–1929, *Torchbearers of Chemistry* 262, 1949

Wang, D. K., R. A. Bauer, K. Yan, I. A. Mergos, Z. Yang, Y. Zhou, H. Verweij, (2019): Gas Separation: High Selectivity Gas Separation by Interfacial Diffusion Membranes (Adv. Mater. Interfaces 1/2019) *Advanced Materials Interfaces* 6, 1970008

Wijmans, J. G., R. W. Baker. (1995): The Solution-Diffusion Model: A Review, *Journal of Membrane Science*, 107, 1–21

Zakrzewska-Kołodziej, G. (2016) Isotope Separation, Membrane for BT, in *Encyclopedia of Membranes*, ed. by E. Drioli, L. Giorno, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 1073–1075.

Zhang, Y., J. Sunarso, S. Liu, R. Wang (2013): Current Status and Development of Membranes for CO₂/CH₄ Separation: A Review, *International Journal of Greenhouse Gas Control* 12, 84–107

Műszaki Kémiai Nap' 21

KONFERENCIA FELHÍVÁS

A Műszaki Kémiai Napok több mint 50 éves múltra visszatekintő, évente megrendezésre kerülő konferenciasorozat. A Pannon Egyetem Mérnöki Kara megtartva a hagyományokat, 2021-ben meg kívánja tartani tudományos konferenciáját **MŰSZAKI KÉMIAI NAP' 21** címmel.

Idén, átmeneti jelleggel, tekintettel a kialakult pandémiás helyzetre, 1 napos online konferenciára invitáljuk a tudomány mellett elkötelezett partnereinket, fiatal kutatóinkat.

A konferencia időpontja: 2021. április 21. (szerda)
Jelentkezési határidő: 2021. április 5. (hétfő)

Az online konferencián való részvétel ingyenes, azonban regisztrációhoz kötött! Kérjük, hogy jelentkezését a honlapon megtalálható Google űrlap segítségével szíveskedjen beküldeni.

A konferencia témakörei:

- biomassza hasznosítás, alternatív energiák és alkalmazásuk, energiahatékonyság
- bioszenzorika, bionanotechnológia, bioanalitika és mikrofluidikai rendszerek
- biotechnológia és biomérnökség, reaktorteknika, enzim- és membrán-technológia
- energetika
- fenntartható mobilitás, olajipar
- folyamatrendszerek tervezése és irányítása, rendszermérnökség
- funkcionális nano- és mikroszerkezetű anyagok kutatása és előállítási technológiái
- gyártás és feldolgozóipari technológiák
- gyógyszeripari anyagok és technológiák
- kolloid- és határfelületi technológiák
- környezet- és víztechnológiák
- petrolkémia

Technikai információk:

Mind elméleti, mind gyakorlati eredményeket is bemutató, rövid (1 oldalas) angol vagy magyar nyelvű abstractek bejelentését és elektronikus úton való megküldését várjuk. Lehetőséget nyújtunk témaorientált szekciók szervezésére is. A kiemelkedő munkák publikálására továbbra is a *Hungarian Journal of Industry and Chemistry* folyóirat nyújt lehetőséget.

A konferencia programját valamint a jelentkezéshez szükséges Google űrlapot hamarosan elérhetővé tesszük a rendezvény honlapján (<https://mkn.uni-pannon.hu>).

A jelentkezéssel, előadás anyagainak beküldésével, hirdetési javaslataival, esetleges szponzori felajánlásokkal valamint egyéb, a rendezvénnyel kapcsolatban bármely felmerülő kérdés esetén Klein Mónika, a konferencia titkára készséggel áll rendelkezésre az alábbi elérhetőségeken:

Telefon: 88/624-000/6079

e-mail cím: klein@fmt.uni-pannon.hu

Kérem forduljon hozzá bizalommal.

A Pannon Egyetem és egyben a Mérnöki Kar nevében szeretettel invitáljuk kongresszusunkra! Reméljük, hogy az MKN 2021 rendezvény izgalmas szellemi élményt kínálva, kurrens témáival jelentősen hozzájárul majd valamennyi résztvevő szakmai gyarapodásához

Megtisztelő részvételére számítunk, kérjük előadásával emelje a konferencia színvonalát.

Bélafiné Dr. Bakó Katalin
egyetemi tanár
a Szervező Bizottság Elnöke

Kitüntetések

A Magyar Kémikusok Egyesülete Nívódíját Dr. Cséfalvay Editnek (BME) és Dr. Nemestóthy Nándornak (PE Veszprém) ítélte oda az egyesület vezetése a *PERMEA'19 Membrane Conference of Visegrad Countries* rendezvény sikeres szervezéséért és lebonyolításáért. Gratulálunk!



Dr. Cséfalvay Edit



*Dr. Nemestóthy
Nándor*

FELHÍVÁS

Felhívjuk az érdeklődő fiatalok figyelmét, hogy a XXXVII. Membrános Nyári Egyetemet idén Alentejo-ban (Portugália) rendezik meg 2021. május 23. és 28. között. (A tavalyi évben a pandémia miatt elmaradt rendezvényt a szervezők idén pótolják.)



an Iberian joint organization by



*Institute of Experimental Biology and Technology,
Portugal*

POLYMAT
Material Polimerikoen Unibertsitate-Institutoa
Institute for Polymer Materials
Instituto Universitario de Materiales Poliméricos



UPV EHU

*Polymat, University of the Basque Country,
Spain*

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Membrane Technology Conference & Exposition

2021. március 22-26., West Palm Beach, FL (USA)

<https://www.amtaorg.com/>

International Conference on Nanofiltration Membranes (ICNM)

2021. április 5., Cancún, (Mexikó)

<https://waset.org/nanofiltration-membranes-conference-in-april-2021-in-cancun>

International Conference on Ion-Exchange Membranes (ICIEM)

2021. április 19., Párizs, (Franciaország)

<https://conferenceindex.org/event/international-conference-on-ion-exchange-membranes-iciem-2021-april-paris-fr>

Műszaki Kémiai Nap'21

2021. április 21. Veszprém

<https://mkn.uni-pannon.hu/index.php/hu/>

Polymers 2021: New Trends in Polymer Science: Health of the Planet, Health of the People

2021. május 17-19., Torino (Olaszország)

<https://10times.com/polymers-turin>

Aachen Membrane Course for Water Technologies – Online

2021. május 25-27, Aachen (Németország)

www.avt.rwth-aachen.de/MCW

37th EMS Summer School 2021

2021. május 23-28., Alentejo (Portugália)

<https://sites.google.com/.../37themssum.../home/programme...>

Global Conference on POLYMERS, PLASTICS and COMPOSITES (PPC-2021)

2021. július 8-10., Budapest

<https://ppc-2020.org/>

International Conference on Membrane and Membrane Reactors Operations (ICMMRO)

2021. július 15-16., Stockholm (Svédország)

<https://conferenceindex.org/event/international-conference-on-membrane-and-membrane-reactors-operation>

Membrane Technology Conference and Exposition

2021. július 19-22, West Palm Beach, Florida (USA)

<https://www.awwa.org/Events-Education/Membrane-Technology>

The 10th International Water Association (IWA) Membrane Technology Conference & Exhibition for Water and Wastewater Treatment and Reuse

2021. augusztus 1-4., St. Louis, Missouri (USA)

<https://mtc2021.wustl.edu>

18th Network Young Membrains

2021. szeptember 9-11., Lund University (Svédország)

<http://euromembrane2021.eu/nym.html>

EuroMembrane 21

2021. szeptember 12-16., Koppenhága (Dánia)

<http://euromembrane2021.eu/>

12th International Conference on Hydrogen Production (ICH2P-2021)

2021. szeptember 19-22, on-line

<https://www.ich2p-2021.org/index.html>

15. International Conference on Desalination and Membrane Technology (ICDMT 2021)

2021. október 28-29., Párizs (Franciaország)

<https://waset.org/desalination-and-membrane-technology-conference-in-october-2021-in-paris>

Membrane Desalination 2021 (MEMDES2021)

2021. november 14 – 17., Shanghai (Kína)

<https://www.elsevier.com/events/conferences/desalination-using-membrane>

IDA 2022 World Congress

2022. május 29 – június 2., Sydney (Ausztrália)

<https://idadesal.org/>

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

A MKE Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa ISSN 2061-6392

Felelős szerkesztő:

Bélafiné Dr. Bakó Katalin, Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

E-mail: bako@almos.uni-pannon.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:

a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége: Dr. Nemestóthy Nándor, Békássy Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter, Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula, Dr. Cséfalvay Edit, valamint Dr. Gubicza László (lektor)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

Megrendelhető: MKE Membrántechnikai Szakosztály, 1015 Budapest, Hattyú u. 16.