

MEMBRÁN-

TECHNIKA

IPARI

BIOTECHNOLÓGIA



VI. évfolyam 1. szám

2015. február

TARTALOM

oldal

Tudományos konferencia Nagykanizsán.....	2
Kiss Zs., László Zs.: Előkezelések hatása olajtartalmú szennyvizek membránszűrésére	5
Az Ereky Károly díj nyertesei.....	15
Műszaki Kémiai Napok – felhívás	16
Pályázati felhívás.....	18
Közelgő membrános konferenciák, kurzusok.....	19

VÍZ- ÉS SZENNYVÍZKEZELÉS AZ IPARBAN

I. SOÓS ERNŐ TUDOMÁNYOS KONFERENCIA NAGYKANIZSÁN

A Pannon Egyetem Mérnöki Kara, a Hidrofilt Vízkészítést Tervező és Kivitelező Kft. és Nagykanizsa Megyei Jogú Város által 2014-ben alapított Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont első tudományos konferenciáját 2014. december 3-án szervezte „Víz- és szennyvízkezelés az iparban '14” címmel Nagykanizsán, a Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampuszán.

Ennek keretében Dr. Friedler Ferenc, a Pannon Egyetem rektora, Cseresnyés Péter Nagykanizsa és térsége országgyűlési képviselője, valamint Borsos Ferenc, a Hidrofilt Kft. ügyvezető igazgatója ünnepélyesen aláírták az együttműködési megállapodást a Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont létrehozásáról és működtetéséről.

Borsos Ferenc bejelentette a Soós Ernő Ifjú Kutatói Díj megalapítását, melyre a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozó MSc és PhD dolgozatokkal lehet pályázni 2015 év tavaszi szemeszterétől (részletes információk a www.sooswrc.hu oldalon érhetők el).



A konferencia fő célkitűzése, hogy a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozók bemutathassák a legújabb kutatási eredményeiket, és a rendezvény teret adjon a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozó szakemberek, kutatók és ipari partnerek kapcsolatteremtéséhez is. Elsőként Fülöp Júlia (Kiemelt Közszolgáltatások Főosztály főosztályvezető, NFM) tartott tájékoztatást a KEHOP-on belüli vízipari fejlesztési források lehetőségeiről. A plenáris ülés előadójaként Bélafiné Bakó Katalin (Pannon Egyetem Mérnöki Kar) a membrán szeparációs műveletek legújabb kutatásairól, majd Laky Dóra (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) a mélységi vizek kezelésére alkalmas technológiai megoldásokról beszélt. Ezután Anda Angéla (Pannon Egyetem Georgikon Kar) a Kis-Balaton területi párolgás meghatározásáról, végül Galambos Ildikó (Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont Nagykanizsa) a membrántechnika alkalmazása a víz- és szennyvízkezelés aktuális kérdései témában tartott előadást.

A személyes kapcsolatfelvételre és a szakmai eszmecserére is alkalmat adó rövid ebédet követően délután a konferencia két-két ipari és tudományos szekcióra történő felosztásban folytatódott, ahol változatos, szerteágazó témájú előadások hangzottak el. A 170 résztvevő összesen 38 előadást hallhatott, melyből öt a plenáris ülésen hangzott el, a két ipari szekcióban 18, a két tudományos szekcióban 15 előadó szerepelt.

A teljesség igénye nélkül néhány előadás az ipari szekciókból: a Coca-Cola HBC Magyarország Kft. ásványvíz-előállításban szerzett tapasztalatait Varga Gábor gyárigazgató összegezte, a víziközmű szektor integrációs tapasztalatairól a Zalavíz Zrt. vezérigazgatója, Nagy András tartott előadást. A vízkezelésben alkalmazható korszerű membrános műveleteket Hideg Miklós részletezte (GE Water & Process Technologies, ügyvezető igazgató), míg a kommunális szennyvíz újrafelhasználásának membrántechnológia lehetőségeiről Király Uzor tartott érdekesítő előadást (Toray Membrane Europe AG, sales manager). A DOW Water & Process Solution legújabb fejlesztéseit, termékeit Michal Jurkiewicz mutatta be, (a fordítást Dominyák Ilona vállalta), az új Lewabrane RO membránok üzemeltetési tapasztalatairól Lukasz Warachim beszélt Tóth Tamás fordításában (LANXESS Deutschland GmbH). Legjobbnek a hallgatók szavazatai alapján Boda Csaba (szennyvíz üzletág igazgató, Szabadics Zrt.) Szennyvízcsatorna hálózatok kivitelezésének tapasztalatai, korszerű eljárásai, felújítási eljárások c. előadása bizonyult, amelynek anyaga újságunk következő számában jelenik meg.

A tudományos szekciókban tartott előadásokat ugyancsak nagy érdeklődéssel hallgatták, melyek közül szintén néhány a teljesség igénye nélkül: „Előkezelések hatása olajos szennyvizek membránszűrésére” (Kiss Zsolt László – Szegedi Tudományegyetem), mely

előadás elnyerte a hallgatók véleménye alapján a legjobb előadás díjat a tudományos szekciókban, s így szerkesztett változatát újságunk mostani számában olvashatják. Az anyagásvány nano-komplexek felhasználásának legújabb lehetőségeit Kristóf János (Pannon Egyetem Analitikai Kémia Intézeti Tanszék) mutatta be, a membrán desztilláció víztechnológiai alkalmazásáról pedig a szervező intézet, a Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont munkatársa, Rácz Gábor beszélt.

A kutatóközpont a konferenciát hagyományteremtő szándékkal szervezte. 2015 évtől nemzetközivé kívánja kiterjeszteni – kiegészítve angol szekciókkal, valamint a szolgáltatásban tevékenykedő vállalatok meghívásával szeretné szélesíteni a palettát. A II. Víz- és szennyvízkezelés az iparban (VSZI'15) konferencia 2015. október 28-án kerül megrendezésre.

A konferencián elhangzott előadások teljes anyagaiból ISBN számmal ellátott CD-kiadvány jelenik meg.



Az I. SOÓS ERNŐ TUDOMÁNYOS KONFERENCIA tudományos szekciójának legjobb előadása

Előkezelések hatása olajtartalmú szennyvizek membránszűrésére

Kiss Zsolt László, László Zsuzsanna

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet
Szeged 6725, Moszkvai krt. 9.
zsizsu@mk.u-szeged.hu

Bevezetés

Az olajtartalmú ipari szennyvizek összetételük és mennyiségük miatt a vízi ökoszisztémák egyik legnagyobb szennyezője [1]. Az olajtartalmú szennyvizek közül az emulzió formájában jelen levő szennyezők tisztítása jelenti a legfőbb problémát, mivel klasszikus, fázis szétválasztáson alapuló víztisztítási módszerekkel (flotálás, flokkulálás, gravitációs ülepítés) csak a 20 μm -nél nagyobb cseppmérettel rendelkező emulziók tisztíthatók hatékonyan [2].

Az olajtartalmú ipari szennyvizek közül a 20 μm -nél kisebb cseppméretű, olaj a vízben emulziók tisztítására megoldást jelenthet az utóbbi időkben egyre inkább elterjedő membránszeparációs technikák közül az ultraszűrés és a mikroszűrés [3-5]. A mikroszűrés során az emulziók szűrhetőségét alapvetően az olajos fázis cseppmérete szabja meg. Azonban az olajtartalmú szennyvizek esetében nem a membrán pórusmérete az egyetlen meghatározó tulajdonság az olajtartalom visszatartásában. A membrán hidrofób illetve hidrofíl tulajdonsága is fontos szempont, mivel a szűrés közben megvalósulhat a membránon az olajos fázis koaleszcenciája, amely kedvező hatású lehet mikroszűrés esetében az emulziók szeparálására [6]. A mikroszűrés esetében 90% körüli visszatartás érhető el, míg az ultraszűrésnél nem ritka a 99% körüli visszatartás sem a szerves szennyezőkre nézve (TOC, TPH, KOI). Ugyanakkor az üzemeltetési és tisztítási költségek lényegesen kedvezőbbek lehetnek a mikroszűrésnél [7-10]. Olaj a vízben emulziók membránszeparációjánál az egyik leggyakoribb probléma a membrán eltömődése, amely az olajcseppek membrán felületén való kiválásával jelentkezik, de a membrán pórusaiba is bejuthat mikro- és ultraszűrések esetén is [11]. Az eltömődés sok esetben az iszaplepleny okozta ellenállás fokozódásával jelentkezik [12].

A membránok eltömődésének csökkentésére vonatkozó kutatások egyik iránya a membránok felületi tulajdonságainak a megváltoztatása [13]. A membrán tulajdonságai megváltoztathatók a membrán összetételének megváltoztatásával, illetve felületmódosítással. A kerámia membránok esetében rendkívül kiterjedt a különböző felületmódosítási eljárások kutatása és alkalmazása [14-16]. A polimer membránok felületmódosítása olajtartalmú szennyvizek szűréséhez, rövidebb élettartamuk, alacsonyabb hőmérséklet és kemikáliákkal szemben tanúsított csekélyebb ellenálló képességük miatt kevésbé elterjedt, viszont előszeretettel állítanak elő kompozit membránokat, az egyes anyagok előnyös tulajdonságainak ötvöztetésére. A felületmódosítás egyik alapötlete a hidrofíl, hidrofób tulajdonságok módosítására irányul, amellyel a szűrhetőség javítása a cél. Lévesque és társai hidrofíl teflonmembránon lipidek okozta eltömődés csökkentésére metoxi polietilénlikolt használtak, amellyel nagyobb mértékű lipid-adszorpció csökkentést tudtak elérni [17]. A

hidrofób teflon membrán felületének nedvesíthetőségének növelése érdekében Xi és társai pórusos PTFE membrán felületét akrilsavval és nátrium-4-sztirolszulfonáttal kezelték és ennek eredményeképpen hidrofillé vált a membrán felülete [18]. Hong és társa teflon membránok módosítását tanulmányozta acetonnal való előkezeléssel és felületaktív anyagot tartalmazó kenőolajszármazékból készített emulziók szűrésén keresztül. Megfigyelték, hogy a kenőolaj tartalmú emulzió szűrésekor vékony, de tartós olaj film réteg alakul ki a membrán pórusaiban, amely növelheti a fluxust [19].

A membráneltömődés csökkentésének egy másik lehetséges formája lehet a szűrendő oldat, szennyvíz ózonos előkezelése. Lehman és társa szennyvíztisztítóból kijövő szennyvíz kombinált eljárással való tisztíthatóságát vizsgálták, amelynek részeként ózonos előkezelést, koagulálást és kerámia membránnal történő tisztítást kapcsolnak össze [20]. A polialumínium kloriddal végzett koagulálás a membrán gyors eltömődéséhez vezetett. Hosszútávú szűrés kísérletben ózon és koagulálószer együttes hatását vizsgálták, és azt tapasztalták, hogy a fluxus állandósult és a szerves vegyületek okozta eltömődés jelentősen csökkent [20]. Más kutatók is ugyanerre az eredményre jutottak szervesanyagok ózonos előkezeléssel kombinált membránszűrés kísérleteikben [21]. Nguyen és társa három különböző előkezelést hasonlított össze: egy anion cserélőt, egy aktív szénszűrést és egy ózonkezelést. Azt tapasztalták, hogy a membrán eltömődésének csökkentésére az ózonkezelés a legalkalmasabb, amely nem csökkentette az oldott szerves anyag tartalmát, csak megbontotta azt. Az ózonkezelések hatására nagyobb részecskék jöttek létre, amik a membránszűrés során, a membrán felületén lerakódva egy másodlagos iszapszűrő lepenyt hoztak létre és ez növelte a visszatartást, míg a membrán pórusaiban csökkent az eltömődés, amely nagyobb fluxust is eredményezett [22].

Kutatómunkám során célom volt annak vizsgálata, hogy alkalmazható-e a mikroszűrés az olajtartalmú emulziók hatékony tisztítására önmagában, illetve különböző előkezelési módszerekkel kombinálva. A membránok eltömődésének csökkentése kiemelt fontosságú a membránszeparációs eljárások fejlesztésében, illetve alkalmazása során, ezért olyan előkezelési módszereket kerestem, amelyek alkalmasak lehetnek az eltömődés csökkentésére.

Célom volt különböző, a membránszűrés hatékonyságának növelését szolgáló előkezelési módszerek vizsgálata, (a) a membrán tulajdonságainak megváltoztatásával előkondicionálással, továbbá (b) a szűrendő oldat tulajdonságainak megváltoztatásával ózonkezeléssel.

Anyagok és módszerek

Kísérleteim során olaj a vízben emulzió tartalmú modelloldatok tisztítását vizsgáltam membránszűréssel kombinált módszerekkel. A membránszűrés kísérletekben MEUF (Millipore) laboratóriumi membránszűrő készüléket alkalmaztam egységesen 0,1 mPa transzmembrán nyomás mellett.

A membrán tulajdonságainak megváltoztatására végzett kísérletekben teljes emulziót képező MOL Makromil 200 olajból (magas emulgeálószer tartalmú, vízzel elegyedő olaj) és kőolajból készített emulziók mikroszűrését vizsgáltam acetonnal kondicionált teflon (PTFE) (New Logic Inc., USA) 0,1 μm pórusméretű membránokon 20°C-on. A kísérletsorozatot 0,1 μm -es hidrofil poliéterszulfon (PES) (Sterlitech, Germany) membránon is elvégeztem.

Az acetonnal végzett kondicionálásnál az alkalmazni kívánt új membránt használat előtt 1 órán keresztül acetonnal áztattam (elszívófülke alatt). Kivétele után 30 másodpercig száradni hagytam. Ezután a desztillált víz fluxusát ellenőriztem [19].

Az ózonos előkezeléssel kombinált membránszűrés kísérletekben alacsony koncentrációjú kőolaj emulzió membránszeparációját vizsgáltam 0,2 μm pórusméretű mikroszűrő PES (New Logic Inc., USA) membránon 25°C-on.

A membránszűrési kísérletek előtt elvégzett ózonos előkezeléshez oxigénből (Linde 3.0 tisztaságú) korona kisüléses elven működő BMT (Germany) 802X ózongenerátorral állítottam elő ózont, amelynek koncentrációját a generátorból kilépő és a reaktorból kilépő vezetékekhez kapcsolt átáramlásos küveták segítségével 255 nm-en (WPA, UK) Biowave II diódasoros spektrofotométerrel mértem.

A membránok visszatartását kémiai oxigénigény (Lovibond KOI roncsoló, analizátor, Germany) mérése alapján határoztam meg.

Munkám során meghatároztam a mikroszűrésre jellemző fluxust (J), amely az egységnyi membránfelületen (A) egységnyi idő alatt (t) átáramlott permeátum térfogatával (V) egyezik meg:

$$J = \frac{dV}{Adt} \quad [l/(m^2h)]. \quad (1)$$

Továbbá vizsgáltuk a különböző ellenállásokat, amelyek közül a legalapvetőbb, amit maga a membrán képvisel (membránellenállás, (R_M)) [22]:

$$R_M = \frac{\Delta p}{J_v \eta_v} \quad [m^{-1}], \quad (2)$$

ahol J_v a desztillált víz fluxusa, η_v a viszkozitás [Pas], Δp pedig a membrán két oldala közötti nyomáskülönbség.

Ehhez adódik hozzá a (membráneljárások hátrányai közül a gélrétegből származó ellenállás mellett a legjelentősebbet képviselő) fouling vagy eltömődési ellenállás (R_F) [23]:

$$R_F = \frac{\Delta p}{J_v \eta_v} - R_M \quad [m^{-1}]. \quad (3)$$

A membrán felületén a koncentráció polarizáció okozta ellenállás jelentkezik (R_P), amely a következőképp számolható [22]:

$$R_P = \frac{\Delta p}{J_v \eta_{sv}} - R_F - R_M \quad [m^{-1}], \quad (4)$$

ahol J_v a fluxus, η_{sv} a modelloldat viszkozitás [Pas], Δp pedig a membrán két oldala közötti nyomáskülönbség.

A membrán természetéből adódó membránellenállás, az eltömődés illetve a koncentráció polarizáció által képviselt ellenállások összegeként adódik a teljes ellenállás [22]:

$$R_{Total} = R_M + R_P + R_F \quad [1/m]. \quad (5)$$

A membrán szelektivitásának jellemzésére a visszatartás a következőképpen határozható meg:

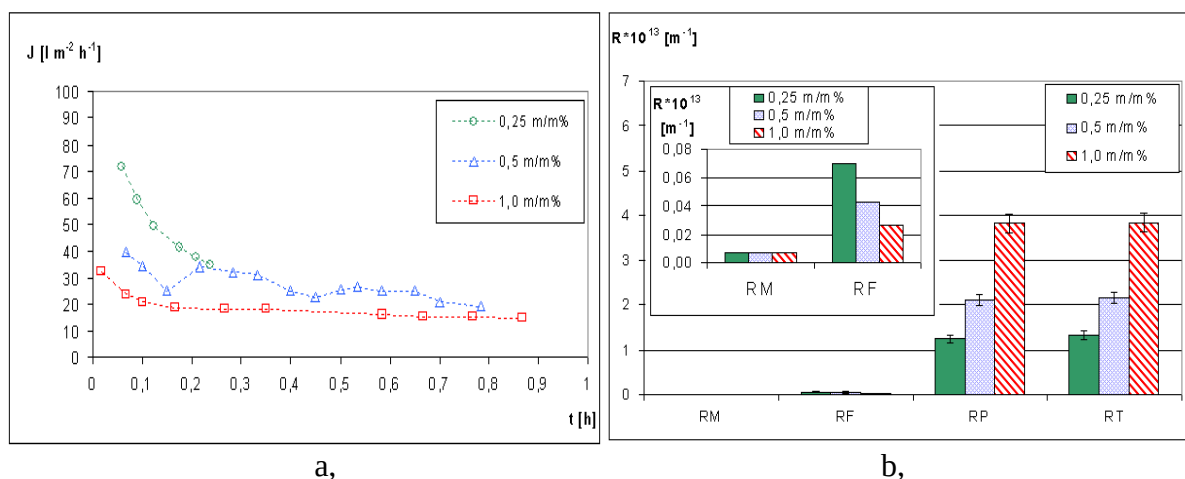
$$R = \left(1 - \frac{c}{c_0}\right) \cdot 100 \quad (6)$$

Ahol a c az oldott anyag koncentrációja a permeátumban [%] vagy $[mg \, dm^{-3}]$, míg a c_0 az oldott anyag koncentrációja a szűrendő emulzióban [%] vagy $[mg \, dm^{-3}]$ [4].

Eredmények és értékelésük

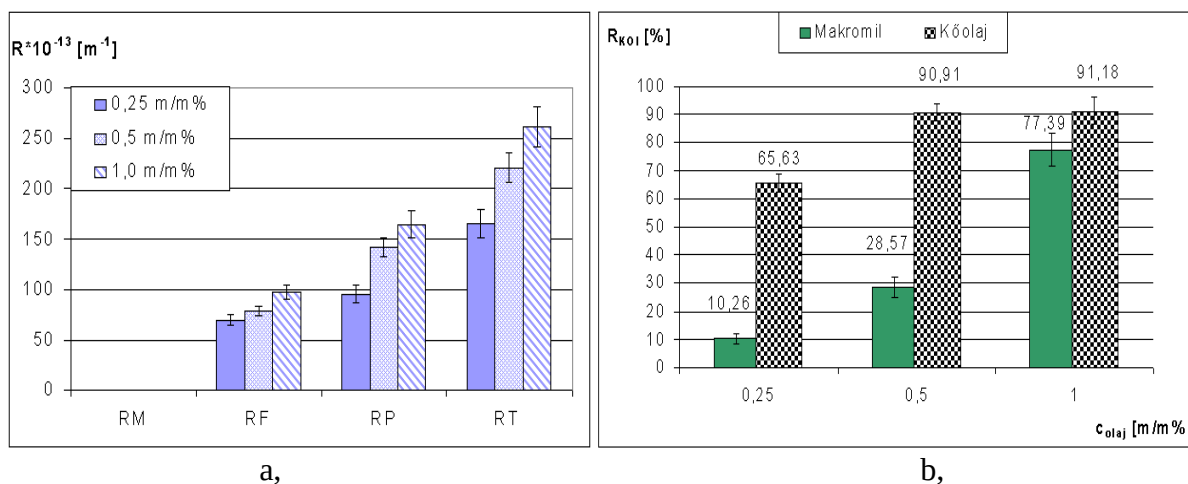
Membrán tulajdonságának megváltoztatása

Acetonnal kondicionált teflon membránon megvizsgáltam a Makromil vízzel elegyedő olajból készített emulziók szűrhetőségét. A mikroszűréseket 5-ös térfogat sűrítési arány elérése mellett vizsgáltam (50 cm^3 szűrendő szennyvizet 10 cm^3 permeátum eléréséig sűrítettem). A fluxus görbék alapján (1.a ábra) a magasabb (1 m/m %) koncentrációjú emulzió sűrítésénél a fluxus állandósul. A szűrési ellenállásokat megvizsgáltam a sorba kapcsolt ellenállások modelljével. A membrán saját ellenállása (R_M) a többi ellenálláshoz képest igen alacsony. A membrán pórusaiban jelentkező eltömődés (R_F) okozta ellenállás az emulzió koncentrációjával arányosan csökken, ugyanakkor igen csekély mértékű a koncentráció polarizáció okozta ellenálláshoz képest, amely az összes ellenállás közel 90%-át adja és koncentrációval növekvő tendenciát mutat (1.b ábra).



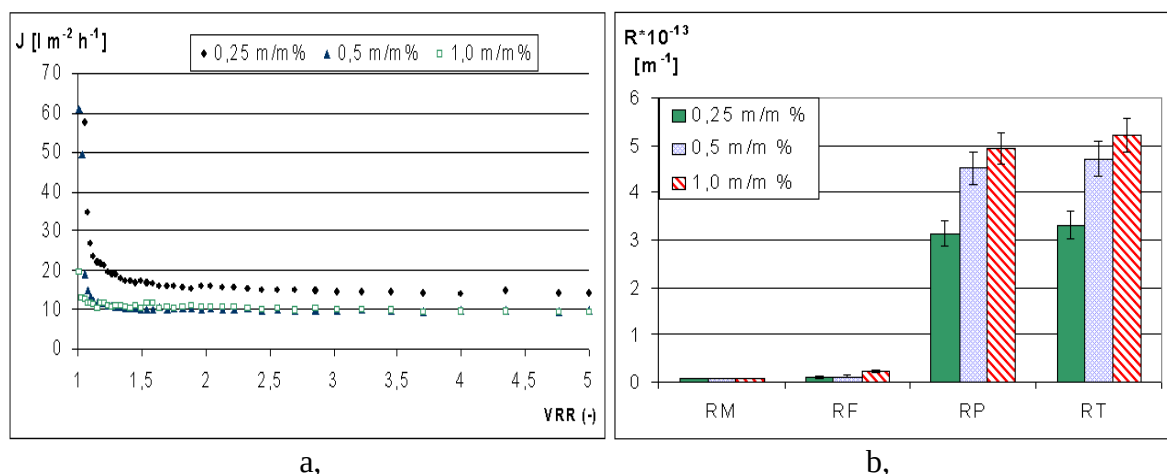
1.a, ábra. Fluxus változása Makromil emulziók sűrítése során, b, Membránellenállások változása vízzel elegyedő olaj emulziók szűrése során

Megvizsgáltam, hogy az olaj a vízben emulzió minősége hogyan befolyásolja a szűrés hatékonyságát, ezért (0,25, 0,5 és 1,0 m/m%) kőolaj emulziókkal kísérleteket végeztem. Azt tapasztaltam, hogy a kondicionált teflon membrán-ellenállása nagyon kicsi, $6,67 \times 10^{+10} \text{ (m}^{-1}\text{)}$, míg a pórusos eltömődés okozta ellenállás és a polarizációs ellenállás többszörösére nőtt az azonos koncentrációjú vízzel elegyedő motorolaj emulziókhöz képest (2.a ábra). A kőolaj emulziók által tanúsított pórusos eltömődési ellenállás (R_F) jelentős mértékű, amely a koncentráció emelkedésével növekvő tendenciát mutat, ezzel párhuzamosan növekszik a polarizációs ellenállás is. Megvizsgálva a KOI-re vonatkoztatott visszatartásokat (2.b ábra) azt tapasztaltam, hogy a visszatartás a polarizációs ellenállás növekedésével párhuzamosan változik, azaz a növekvő polarizációs réteg egy iszaplepleny szűrőként funkcionál a szűrés alatt. A koncentráció növekedésével egyre magasabb értékeket mutat. A 0,5 m/m%-os emulzió és az annál kisebb koncentrációk esetében a szűrés csekély visszatartással jellemezhető, vagyis az emulzió döntő része átszűrődik. A kőolaj emulziók KOI visszatartásai kedvezőbbnek bizonyultak a vízzel elegyedő olaj tartalmú emulziókhöz képest, a koncentráció növekedésével emelkedtek. Ezen jelenség hátterében a kőolaj és a membrán pórusaiban végbemenő koaleszcencia állhat.



2.a, ábra. Koolaj emulziók szűrése közben fellépő ellenállások acetonsban kondicionált teflon membránon, b, KOI visszatartások vízzel elegyedő Makromil olaj és koolaj szűrésekor

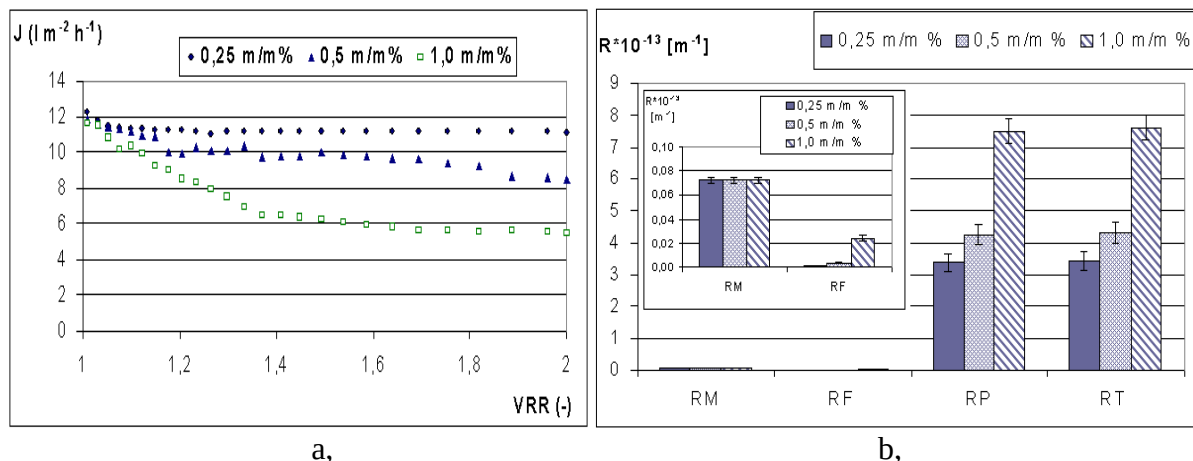
Annak megállapítására, hogy a kondicionált teflon membránnal elért visszatartás illetve fluxus értékek hogyan viszonyulnak a hagyományosan vizes oldatok szűrésére használt hidrophil membránokkal elérhető értékekhez, 0,1 μm pórusátmérőjű, hidrophil PES membránon is végeztem szűréseket. A kísérletsorozatban 0,25 m/m%, 0,5 m/m% és 1,0 m/m% vízzel elegyedő Makromil motorolaj emulzió szűrését vizsgáltam. A víz fluxus $479,47 \pm 34,76 (l m^{-2} h^{-1})$ volt, amely alatta marad a kondicionált membránok víz fluxusának. A Makromil tartalmú emulziók fluxusa a növekvő olaj koncentrációval csökken (3.a ábra). Az ellenállások vizsgálata azt mutatta, hogy ebben az esetben is a polarizációs ellenállás a meghatározó a szűrés ellenállások megnövekedésében. A koncentráció növekedésével növekszik mind a pórusos eltömődés, mind a polarizációs ellenállás (3.b ábra). A KOI visszatartások már alacsony koncentrációjú emulziók esetében is magasabbak, mint a PTFE membránon elérhető visszatartások. A PES membrán visszatartása a koncentrációval, (hasonlóan az előző mérésekhez) növekvő tendenciát mutat, rendre $77,14 \pm 3,47\%$, $85,37 \pm 4,16\%$, $91,92 \pm 3,18\%$ -nak adódott a 0,25 m/m%, 0,5 m/m% és 1,0 m/m%-os koncentrációknál.



3.a ábra. Makromil emulziók fluxus értékei 0,1 μm -es PES membránon, b, Makromil emulziók ellenállás értékei hidrophil PES membránon (VRR=5)

A következő kísérletsorozatban a koolaj emulziók hidrophil PES membránon való szűrhetőségét vizsgáltam. A vizsgált koncentrációk 0,25 m/m%, 0,5 m/m% és 1,0 m/m%-ok voltak. A fluxusok mindössze feleakkoráknak adódtak az egyes koncentrációknál, mint a

vízzel elegyedő motorolaj esetében (4.a ábra). Az ellenállások változása esetében elmondható (4.b ábra), hogy minimális pórusos eltömődés okozta ellenállás figyelhető meg, viszont a koncentrációval növekvő mértéket mutat, ahogy a polarizációs ellenállás is. A KOI visszatartások a koncentráció növekedésével rendre 99,98%, 99,97% és 99,99%-osnak bizonyultak a kőolaj emulziók sűrítése során.



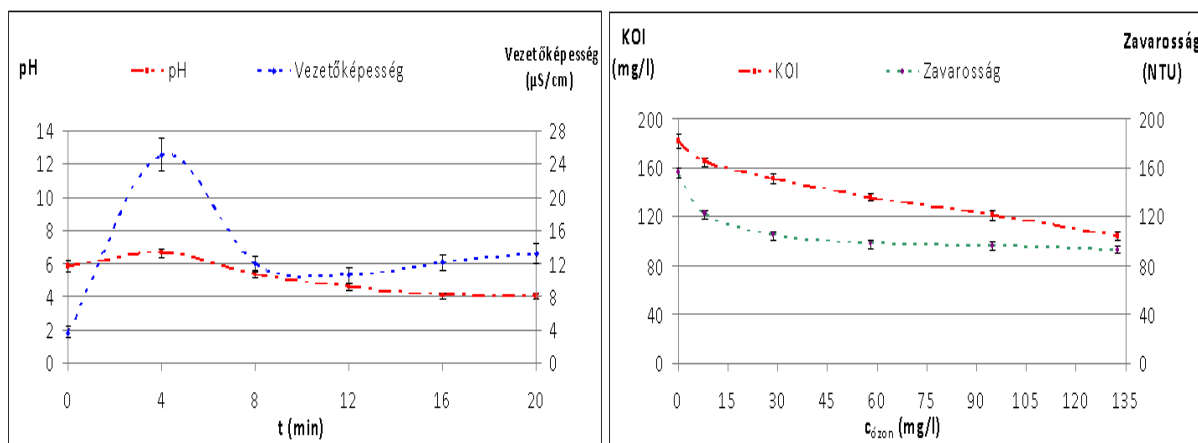
4.a ábra. Kőolaj emulziók fluxus értékei 0,1 μ m-es PES membránon, b, Membránellenállások változása

A Makromil emulziók különböző membránon mért szűrési eredményeit összevetve azt tapasztaltam, hogy a hidrophil (PES) membrán esetében a pórusos eltömődés növekszik a koncentráció növekedésével, míg a hidrofób (PTFE) membrán esetében csökken. Ennek magyarázata az olajcseppek és a membrán anyaga közötti kölcsönhatások különbsége lehet.

Oldat tulajdonságának megváltoztatása

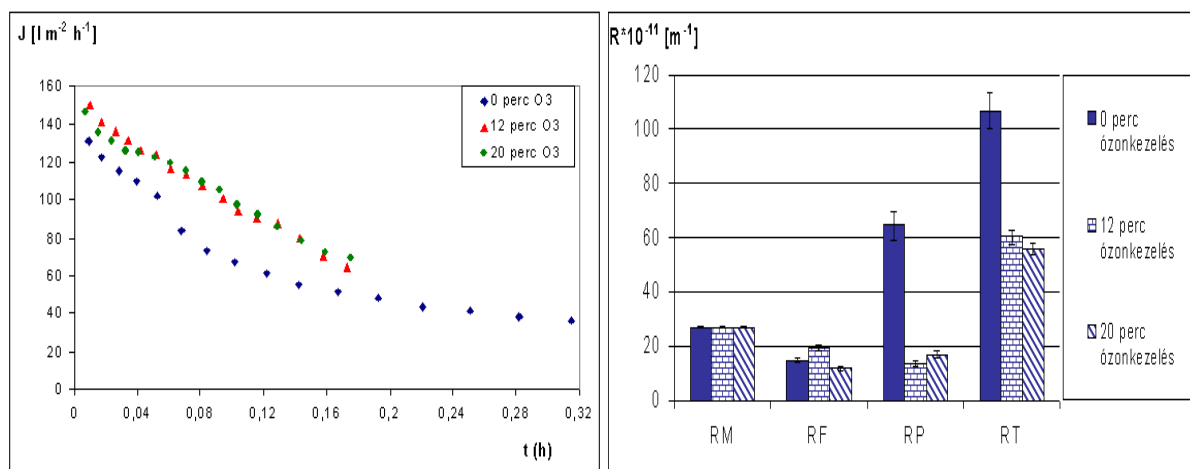
Az emulzió tulajdonságainak megváltoztatására végzett vizsgálatok során 0,01 m/m% koncentrációjú kőolaj emulziók mikroszűrését, ózonkezeléssel kombinált mikroszűrését végeztem el 25°C-on, vizsgálva az ózonkezelés időbeli változásának hatását a membránszűrés KOI-ra vonatkoztatott visszatartására, a membráneltömődésekre és a fluxusra.

A kísérletsorozat első részében megvizsgáltam az ózonkezelés hatását (4, 8, 12, 16, 20 perc ózonkezelés mellett) a kőolaj emulzió vezetőképességére, kémhatására, zavarosságára. Az elnyelt ózon mennyiségek $7,9 \pm 0,5$, $28,7 \pm 1,9$, $58,1 \pm 3,1$, $94,7 \pm 6,8$ és $132,6 \pm 9,7$ mg/l-nek adódtak a 25 °C-on végzett kísérlet során. A vezetőképesség az ózonkezelés hatására növekedett, figyelemre méltó, hogy 4 perc ózonkezelésnél kiugróan magas értéket adott, amellyel párhuzamosan változott a pH is, a kiindulási értékhez képest szintén megnövekedett, majd az ózonkezelés előrehaladtával egyre inkább savas irányba tolódott el; 20 perc ózonkezelés hatására a pH $3,9 \pm 0,2$ -nek adódott (6.a ábra). A rövid távú ózonkezelés hatására megnövekedett pH és vezetőképesség háttérében a kőolajból képződő aldehidek és ketonok megjelenése állhat, amelyek esetében a pK_a értéke = 17-20 magasabb, mint a vízé ($pK_a = 15,7$) ezáltal enyhén lúgossá válik az oldat. A további ózonkezelés hatására megjelenő karbonsavak $pK_a = 3-7$, ami miatt jelentős elsavanyodás tapasztalható [24]. A zavarosság és a KOI az ózonkezeléssel folyamatosan csökkent (6.b ábra).



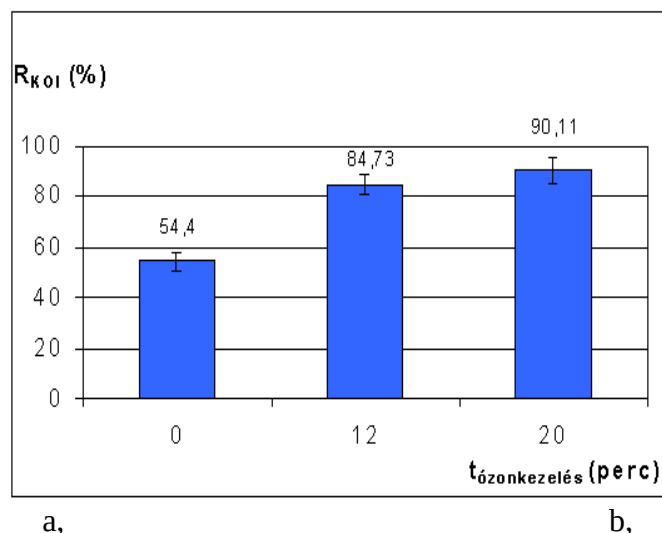
6. a. ábra. 0,01 m/m% kőolaj emulzió vezetőképességének, pH-jának változása az ózonkezelés idejének függvényében, b, a KOI és a zavarosság változása az elnyelt ózon mennyiségének függvényében

A mikroszűrési kísérletben 12 és 20 percig ózonkezelte minta szűrési tulajdonságait hasonlítottam össze a nem ózonkezelte mintákkal kőolaj emulzió esetében. Megvizsgálva a fluxusokat elmondható, hogy a nem ózonkezelte kőolaj emulzió alacsony fluxusokat ad (7.a ábra), amelynek hátterében a magas polarizációs ellenállás áll (7.b ábra). 12 perc ózonkezelés hatására a pórusok eltömődése magasabb, mint a kezelés nélküli kőolaj emulzió szűrésénél, míg 20 perc ózonkezelés hatására csökken a pórusos eltömődés és kis mértékben a polarizációs ellenállás is a 12 percig ózonkezelte mintához képest (7.b ábra).



7.a ábra. 0,01 m/m% kőolaj emulzió ózonkezelésének hatása a fluxusra, b, Membránellenállások változása (PES 0,2 μm membránon)

A KOI-ra vonatkoztatott MF visszatartások az ózonkezelés hatására jelentősen növekedtek (8. ábra).



8. ábra. PES 0,2 μm -es mikroszűrő membrán KOI visszatartása ózonkezelt és kezeletlen kőolaj tartalmú modell termálvíz és emulzió esetében

Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a hidrofób teflon membrán alkalmas kondicionálást követően olaj a vízben emulziók, vízzel elegyedő motorolajok szeparációjára, viszont a kondicionálás típusa nagymértékben befolyásolja a későbbi alkalmazhatóságát.

Az ellenállások tekintetében fontos megállapítás, hogy a vízzel oldható motorolajból készített emulzió koncentrációjának növekedésével az eltömődés okozta ellenállás csökken, a nagyobb mértékű koncentráció polarizáció kialakulása miatt előnyösebb. Ipari alkalmazás szempontjából fontos szempont lehet, hogy a membrán pórusai később tömődnek el magasabb koncentrációjú vízzel elegyedő motorolaj, vagy magas emulgeálószer tartalmú olaj a vízben emulziók szűrése esetében. Ennek következtében kisebb a membrán tisztítás költségigénye is (kémiai tisztítás esetén vegyszerek ára, termelésből kiesés). Növeli viszont a koncentráció polarizáció okozta ellenállást, így szükségessé válik a membrán felületéről ezen réteg eltávolítása, mely akár membránszűrés közben is, mechanikai módszerrel is megvalósítható.

A kis koncentrációjú olaj a vízben emulziók és az emulgeálószer nem tartalmazó emulziók esetében a hidrofíl membránon történő elválasztása ajánlott, hiszen kisebb a membrán pórusainak eltömődésének mértéke és magasabb visszatartással jellemezhetőek, mint a kondicionált teflon membránok.

A kis koncentrációjú kőolaj emulziók membránszeparációval történő tisztításának hatékony növelésére más típusú előkezelés ajánlott. Vizsgálataim alapján a kőolaj tartalmú emulzió ózonkezelése megváltoztatta a szűrendő anyag tulajdonságait, amelynek hatására a membrán pórusaiban jelentkező eltömődés mértéke kis mértékben változott, ugyanakkor jelentősen csökkent a polarizációs ellenállás. A KOI visszatartások és fluxusok az ózonkezelés hatására megnövekedtek, amely a membrán felületén jelentkező szerves anyag terhelés csökkenésével áll összefüggésben. Összességében az ózonkezeléssel kombinált mikroszűréssel az olajtartalmú emulziók tisztítására olyan eljárást sikerült kidolgozni, amellyel a mikroszűrés során fellépő koncentráció polarizáció csökkenthető és a permeátum oxidálható szervesanyag terhelése csökkenthető.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak az Országos Tudományos Kutatási Alapnak (projekt azonosító OTKA K112096) és a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutató Ösztöndíja által nyújtott anyagi támogatásoknak.

Irodalomjegyzék

- [1] Wang L.K., Hung Y-T., Ho H.L., Yapikajis C. (2006) Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment. USA: Taylor & Francis e-Library, ISBN: 0-8247-4114-5
- [2] Shokrkar H., Salahi A., Kasiri N., Mohammadi T. (2012) Prediction of permeation flux decline during MF of oily wastewater using genetic programming, chemical engineering research and design 90. 846–853
- [3] Chakrabarty B., Ghoshal A.K., Purkait M.K. (2010) Cross-flow ultrafiltration of stable oil-in-water emulsion using polysulfone membranes, Chemical Engineering Journal 165. 447–456
- [4] Abadi S.R.H., Sebzari M.R., Hemati M., Rekabdar F., Mohammadi T. (2011) Ceramic membrane performance in microfiltration of oily wastewater, Desalination 265. 222–228
- [5] Madaeni S.S., Monfared H.A., Vatanpour V., Shamsabadi A.A., Salehi E., Daraei P., Laki S., Khatami S.M. (2012) Coke removal from petrochemical oily wastewater using γ - Al_2O_3 based ceramic microfiltration membrane, Desalination 293. 87–93
- [6] Cheryan M., Rajagopalan N. (1998) Membrane processing of oily streams, Wastewater treatment and waste reduction, Journal of Membrane Science 151. 13–28
- [7] Chang Q., Zhou J., Wang Y., Liang J., Zhang X., Cerneaux S., Wang X., Zhu Z., Dong Y. (2014) Application of ceramic microfiltration membrane modified by nano- TiO_2 coating in separation of a stable oil-in-water emulsion, Journal of Membrane Science 456. 128–133
- [8] Maguire-Boyle S.J., Barron A.R. (2011) A new functionalization strategy for oil/water separation membranes, Journal of Membrane Science 382. 107–115
- [9] Xu X., Li J., Xu N., Hou Y., Lin J. (2009) Visualization of fouling and diffusion behaviors during hollow fiber microfiltration of oily wastewater by ultrasonic reflectometry and wavelet analysis, Journal of Membrane Science 341. 195–202
- [10] Abbasi M., Salahi A., Mirfendereski M., Mohammadi T., Pak A. (2010a) Dimensional analysis of permeation flux for microfiltration of oily wastewaters using mullite ceramic membranes, Desalination 252. 113–119
- [11] Chang Q., Zhou J., Wang Y., Wang X., Meng G. (2010) Hydrophilic modification of Al_2O_3 microfiltration membrane with nano-sized γ - Al_2O_3 coating, Desalination 262. 110–114
- [12] Zhou J., Chang Q., Wang Y., Wang J., Meng G. (2010) Separation of stable oil–water emulsion by the hydrophilic nano-sized ZrO_2 modified Al_2O_3 microfiltration membrane, Separation and Purification Technology 75. 243–248

- [13] Liang S., Qi G., Xiao K., Sun J., Giannelis E.P., Huang X., Elimelech M. (2014) Organic fouling behavior of superhydrophilic polyvinylidene fluoride (PVDF) ultrafiltration membranes functionalized with surface-tailored nanoparticles: Implications for organic fouling in membrane bioreactors, *Journal of Membrane Science* 463. 94–101
- [14] Abbasi M., Mirfendereski M., Nikbakht M., Golshenas M., Mohammadi T. (2010b) Performance study of mullite and mullite–alumina ceramic MF membranes for oily wastewaters treatment, *Desalination* 259. 169–178
- [15] Bélafiné Bakó K.: Membránszeparációs műveletek, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002
- [16] Zhang Q., Fan Y., Xu N. (2009) Effect of the surface properties on filtration performance of Al_2O_3 – TiO_2 composite membrane, *Separation and Purification Technology* 66. 306–312
- [17] Lévesque S., Thibault J., Castonguay M., C.-Gaudreault R., Laroche G. (2002) Modification of lipid transport through a microporous PTFE membrane wall grafted with poly(ethylene glycol), *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 25. 205–217
- [18] Xi Z.-Y., Xu Y.-Y., Zhu L.-P., Zhu B.-K. (2009) Modification of polytetrafluoroethylene porous membranes by electron beam initiated surface grafting of binary monomers, *Journal of Membrane Science* 339. 33–38
- [19] Hong A., Fane A. G., Burford E. (2003) Factors affecting membrane coalescence of stable oil-in-water emulsions, *Journal of Membrane Science* 222. 19–39
- [20] Lehman S.G., Liu L. (2009) Application of ceramic membranes with pre-ozonation for treatment of secondary wastewater effluent, *Water Research* 43. 2020 – 2028
- [21] Geluwe S. V., Braeken L., Bruggen B. V. (2011) Ozone oxidation for the alleviation of membrane fouling by natural organic matter: A review, *Water Research* 45. 3551 -3570
- [22] Nguyen S.T., Roddick F.A. (2013) Pre-treatments for removing colour from secondary effluent: Effectiveness and influence on membrane fouling in subsequent microfiltration, *Separation and Purification Technology* 103. 313–320
- [23] Kertész Sz., László Zs., Forgács E., Szabó G., Hodúr C. (2012) Dairy wastewater purification by vibratory shear enhanced processing, *Desalination and Water Treatment* 37. 1–7
- [24] http://research.chem.psu.edu/brpgroup/pKa_compilation.pdf

Az Ereky Károly díj nyertesei

A VEAB Ipari Biotechnológia Munkabizottság 2014. október 2-án Veszprémben, a VEAB Székházban tartotta őszi ülését. Ezen került sor a „Hátrányos Helyzetű Gyermek Oktatásáért” Alapítvány által meghirdetett Ereky Károly díjak átadására, amit az alkalmazott biotechnológia témakörben készített BSc és MSc szak- illetve diplomadolgozatokkal lehetett elnyerni.

A díjazottak:

I. díj: Orlovits Katalin: Biohidrogén termelés anaerob mikrobakonzorciummal: konvencionális előkezelési módszerek és a környezeti paraméterek szerepe a folyamat hatékonyságában

Témavezető: Dr. Bakonyi Péter, tudományos munkatárs (PE Biomérnöki Int.)

II. díj: Kontos János: Bioetanolt tartalmazó üzemanyagcsepp párolgásának modellezése

Témavezető: Dr. Dallos András, egyetemi docens (PE Fiz-Kém Int. Tsz)

III. díj: Borza Beáta: Mikrohullámú előkezelés hatása a biohidrogén előállítására

Témavezető: Dr. Bakonyi Péter, tudományos munkatárs (PE Biomérnöki Int.)

Gratulálunk a díjazottaknak!

Dr. Gubicza László
a munkabizottság elnöke

Rippelné Dr. Pethő Dóra
a munkabizottság titkára

Műszaki Kémiai Napok '15

A Műszaki Kémiai Napokat 2015. április 21-23-án rendezzük meg, melyben ismét indítunk angol szekciót, kifejezetten műszaki kémiai tartalommal.

A konferencia témakörei:

- *biotechnológia, fehérje mérnökség, reaktorteknika, enzim- és membrántechnológia, ionos folyadékok alkalmazása*
- *gyógyszeripari anyagok- és technológiák, kristályosítás, szemcseképzés*
- *a gyártás és feldolgozóipari technológiák (kémiai, vegyipari, agrár-, élelmiszeripari és egyéb anyagátalakítási) műveletek, eljárások és berendezések*
- *folyamatmérnöki- és környezettudományi technikák/technológiák*
- *mikrohullámú energiaközlés alkalmazása fizikai, kémiai, biológiai folyamatokban*
- *nanotechnológia, nano-biotechnológia, funkcionális szemcsés szilárd anyagok (nano- és mikroszerkezetű anyagok) kutatása és technológiái*
- *minőségbiztosítás*
- *alkalmazott-matematika-számítástechnika, folyamatrendszerek tervezése és irányítása, számolása, rendszer mérnökség*
- *biomassza hasznosítás, motorhajtóanyagok, kemikáliák, másod generációs üzemanyagok, egyéb témakörben*
- *alternatív energiák, alkalmazásuk, energiamegtakarítás*
- *innováció, kutatás és az eredményeinek megvalósítása, kutatási eredmények hasznosítása*
- *ipari esettanulmányok*
- *chemical engineering session*

- *TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0072 Energia ellátó és hasznosító rendszerek korszerűsítésének és hatékonyabb üzemeltetésének tervezése és optimalizálása megújuló energiaforrások és infokommunikációs technológiák felhasználásával*

Elméleti és gyakorlati eredményeket bemutató előadások és poszterek bejelentését várjuk.

Jelentkezési határidő: 2015. március 20.

A konferenciára beküldött kéziratokat a konferencia kiadványban megjelentetjük. Az angol nyelvű szekció (chemical engineering session) kézirateit - tudományos elbírálás után - megjelentetjük a Periodica Polytechnica - Chemical Engineering (If.: = 0.3) újságban. A magyar nyelvű előadások pedig, melyek az Ipari Ökológia folyóirat témájába vágnak, megjelentethetők az újságban magyar nyelven (főszerkesztő Dr. Rácz László lracz@gmail.com).

Részvételére számítunk, kérjük, előadásával emelje a konferencia színvonalát.

Dr. Mizsey Péter
egyetemi tanár
a Szervező Bizottság Elnöke

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

A Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztálya pályázatot hirdet a Stráž pod Ralskem/Liberecben (Csehország) 2015. június 21. és 26. között megrendezésre kerülő XXXII. Membrános Nyári Egyetemen való részvétel támogatására.

Pályázatot nyújthat be minden 30 év alatti, az angol nyelvet legalább középfokon beszélő fiatal szakember, (egyetemi vagy Ph.D. hallgató, fiatal kutató...), akinek további tanulmányaihoz elengedhetetlenül fontos a membrántechnológia mélyebb ismerete. A pályázat tartalmazza:

- a pályázó adatait (név, lakcím, szül. hely, idő, végzettség, nyelvismeret, munkahelyi cím, telefon, fax, e-mail cím...)
- rövid (max. 10 sor) indoklást, hogy miért szeretne részt venni a rendezvényen
- reális költségvetést a várható kiadásokról s egyéb forrásokról
- szakmai önéletrajzot, különös tekintettel a "membrános" kapcsolatokra
- publikációs listát

A pályázatokat postai vagy elektronikus úton kérjük benyújtani a következő címre:

Bélafiné dr. Bakó Katalin
PE MK Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Intézet
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.
bako@almos.uni-pannon.hu

Benyújtási határidő: 2015. április 15. (a postabélyegző legkésőbbi dátuma).

A benyújtott pályázatokat a Membrántechnikai Szakosztály vezetősége fogja elbírálni. A pályázatokra elkülönített összesen 100.000,- Ft-ot elosztjuk a 2 legsikeresebb pályázó között. A támogatást a nyertesek munkahelyére fogjuk átutalni. A szakosztály fenntartja magának a jogot, hogy nem megfelelő szintű pályázatok esetén a támogatást visszatartsa.

A pályázat eredményét az újság következő számában tesszük közzé.

A nyerteseket május 15-ig értesítjük. A pályázat két nyertese vállalja, hogy nevüket nyilvánosságra hozzuk, s a Nyári Egyetemről beszámolót készítenek, melyet lapunk megjelentet. A támogatás felhasználásáról a rendezvényt követően költségelszámolást (számlákat) kérünk.

KÖZELGŐ KONFERENCIÁK, KURZUSOK

Filtech 2015

2015. február 24-26., Köln, Németország

www.filtech.de

Advances in pre-treatment processes for desalination, Workshop

2015. február 26, Sydney, Ausztrália

<http://www.membrane-australasia.org>

International Conference on Membrane Based Separations, MEMSEP 2015

2015. március 21-23., Vadodara, India

<http://www.memsep2015.com>

Műszaki Kémiai Napok

2015. április 21-23., Veszprém

<http://www.richem.hu/hu/esemenyek/MKN>

2nd International Conference on Food and Biosystem Engineering

2015. május 28-31., Mykonos szigete, Görögország

www.fabe.gr

4th MSA Membrane Workshop: Membrane materials & gas separation

2015. június 1-27., Brisbane, Australia

<http://www.membrane-australasia.org>

32nd EMS Summer School: Integrated and Electromembrane Processes

2015. június 21-26., Stráž pod Ralskem/Liberec, Csehország

<http://www.czemp.cz/en/summerschool2015>

12th International Conference on Catalysis in Membrane Reactors, ICCMR12

2015. június 22-25., Szczecin, Lengyelország

<http://www.iccmr12.zut.edu.pl/>

2nd International Workshop on Membrane Distillation and Innovating Membrane Operations in Desalination and Water Reuse, 2IWMD2015

2015 július 1-4., Ravello, Olaszország

<http://www.itm.cnr.it/index.php/en>

Euromembrane 2015

2015. szeptember 6-10., Aachen, Németország

Matthias.Wessling@avt.rwth-aachen.de

12th World Filtration Congress, WFC 12

2016. április 11-15., Taipei, Taiwan

www.wfc12.tw

Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries, PERMEA 2016

2016. május 18-21., Prága Csehország

<http://www.melpro.cz>

MEMBRÁNTECHNIKA ÉS IPARI BIOTECHNOLÓGIA

A MKE Membrántechnikai Szakosztályának kiadványa ISSN 2061-6392

Felelős szerkesztő:

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

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

A szerkesztőbizottság tagjai:

a MKE Membrántechnikai Szakosztály vezetősége: Békássyné Dr. Molnár Erika, Dr. Mizsey Péter, Dr. Hodúr Cecília, Dr. Vatai Gyula; valamint Dr. Gubicza László (lektor)

Megjelenik: negyedévente, 300 példányban

Előfizetési díja: évi 1 500 Ft

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