



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2021 00742**

(22) Data de depozit: **06/12/2021**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/03/2025** BOPI nr. **3/2025**

(41) Data publicării cererii:
29/07/2022 BOPI nr. **7/2022**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:
• **LUPA LAVINIA, STR.SORIN TITEL, NR.19,
ET.3, AP.12, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **NEGREA PETRU, ALEEA CRISTALULUI
NR. 14, ET.1, AP. 5, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **COCHECI LAURA, STR. ALEXANDRU
GOLESCU NR. 6, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **FILIMON ANCA,
STR.AL.O.TEODOREANU, NR.16, BL.B4-2,
SC.B, AP.3, IAȘI, IS, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**LAVANYA MADHURA Ș.A., "MEMBRANE
TECHNOLOGY FOR WATER
PURIFICATION", SPRINGER
INTERNATIONAL PUBLISHING AG, PART
OF SPRINGER NATURE, 2017; JUN YIN
Ș.A., "FABRICATION OF A NOVEL
THIN-FILM NANOCOMPOSITE (TFN)
MEMBRANE CONTAINING MCM-41 SILICA
NANOPARTICLES (NPs) FOR WATER
PURIFICATION", JOURNAL OF
MEMBRANE SCIENCE, vol. 423-424,
pp. 238-246, 2012**

(54) **SISTEM DE TESTARE A EFICIENȚEI MEMBRANELOR
FUNCȚIONALIZATE LA TRATAREA APELOR**



Invenția se referă la un sistem de testare a eficienței membranelor polimerice funcționalizate, folosite în procesul de tratare a diferitelor soluții apoase, cu o structură clasică sau specială (poroasă sau compozit), cu suprafață de filtrare între 0,2 și 9,6 cm², disponibile pe piață sau obținute în condiții de laborator și funcționalizate pentru diverși poluanți.

Utilizarea proceselor de separare membranară prezintă o importanță deosebită în tratarea și epurarea apelor, precum și în alte aplicații de separare. Separarea membranară presupune trecerea fluidului ce urmează a fi tratat, sub presiune, peste un mediu permeabil selectiv, o membrană semipermeabilă sau permeabilă, prin care trece doar fluidul cu particulele de dimensiuni mai mici, iar impuritățile să fie reținute [Dickhout J. M., Moreno J., Biesheuvel P. M., Boels L., Lammerlink R.G.H., de Vos W.M., *Produced water treatment by membranes: A review from a colloidal perspective*, Journal of Colloid and Interface Science. 2017, 487, 523-534; Yao M. Tijing L. D., Naidu G, Kim S. H., Matsuyama H., Fane A. G, Shon H. K., *A review of membrane wettability for the treatment of saline water deploying membrane distillation*, Desalination, 2020, 479, 114312; Hafiz M. A., Hawari A. H., Altaee A., *A hybrid forward osmosis/reverse osmosis process for the supply of fertilizing solution from treated wastewater*, Journal of Water Process Engineering, 2019, 32, 100975]. Într-o configurație generală a unui sistem cu membrană, o pompă forțează fluidul contaminat către membrană, o parte din fluid, permeatul, penetrează membrana ca fluid purificat, iar impuritățile se rețin la suprafața acesteia sau sunt eliminate sub formă de concentrat [Naik N. S., Padaki M., Deon S., Karunakaran G., Dizge N., Saxena M., *The efficient mixed matrix antifouling membrane for surfactant stabilized oil-in-water nanoemulsion separation*, Journal of Water Process Engineering, 2019, 32, 100959; Awad E. S., Sabirova T. M., Tretyakova N. A, Alsahy Q.F., Figoli A., Salih I.K., *A Mini-Review of Enhancing Ultrafiltration Membranes (UF) for Wastewater Treatment: Performance and Stability*, Chemical Engineering, 2021, 5, 34].

În comparație cu metodele convenționale de tratare a apei, cum ar fi: adsorbția, schimbul ionic, precipitarea chimică, procesele de extracție cu solvenți și așa mai departe, utilizarea tehnologiei cu membrane pentru tratarea avansată a apei reprezintă un sistem alternativ ecologic, compact și economic. Această tehnică separă compușii organici și anorganici de fluxurile mari cu consumuri minime de energie, selectivitate ridicată și fezabilitate tehnică și produce un volum redus de deșeuri [Naik N. S., Padaki M., Deon S., Karunakaran G., Dizge N., Saxena M., *The efficient mixed matrix antifouling membrane for surfactant stabilized oil-in-water nanoemulsion separation*, Journal of Water Process Engineering, 2019, 32, 100959; Ahmad T., Guria C., Mandal A., *A review of oily wastewater treatment using ultrafiltration membrane: A parametric study to enhance the membrane performance*, Journal of Water Process Engineering. 2020, 36, 101289; Jalal Sadiq A., Shabeeb K. M., Khalil B. L., Alsahy Q.F., *Effect of embedding MWCNT-g-GO with PVC on the performance of PVC membranes for oily wastewater treatment*, Chemical Engineering Communication, 2020].

Pentru a obține o separare membranară eficientă un rol important îl constituie însăși membrana, bariera care se interpune între două compartimente permițând transferul selectiv al unor particule, molecule, faze sau substanțe dintr-un fluid sub acțiunea unei forțe motrice generată de: ΔC (gradient de concentrație), ΔP (gradient de presiune), $\Delta \psi$ (diferență potențial electric). Membranele pot fi microporoase, omogene, asimetrice, încărcate electric, lichide, confecționate dintr-o multitudine de materiale ca de exemplu: ceramică, grafit, metale și aliaje, oxizi metalici, polimeri.

Dezvoltarea unor noi materiale membranare de nișă, performante, selective pentru diferite aplicații, eficiente și cu costuri reduse reprezintă o provocare pentru mulți cercetători și este o ramură în continuă dezvoltare. În vederea realizării unor membrane cu eficiență ridicată de separare și rezistență la colmatare, punctul central al majorității studiilor s-a îndreptat asupra naturii și structurii membranelor. S-a urmărit modificarea proprietăților fizico-chimice ale suprafeței membranelor prin funcționalizare cu diferite grupări funcționale, prin încorporarea diversilor aditivi, utilizarea a diferite materiale compozite, grefare sau acoperire cu diferite fragmente hidrofile sau grupări încărcate. [Padaki M., Surya Murali R., Abdullah M. S., Misdan N., Moslehyan A., Kassim M.A., Hilal N., Ismail A. F., *Membrane technology enhancement in oil-water separation. A review. Desalination*, 2015, 357, 197-207; Alkhouzaam A., Qiblawey H., *Functional GO-based membranes for water treatment and desalination: Fabrication methods, performance and advantages. A review. Chemosphere*, 2021.274, 129853; Lavanya C., Balakrishna R. G., *Naturally derived polysaccharides-modified PSF membranes: A potency in enriching the antifouling nature of membranes*, Separation and Purification Technology, 2020, 230, 115887; Shi H., He Y., Pan Y., Di H. Zeng G., Zhang L, Zhang C., *A modified mussel-inspired method to fabricate TiO₂ decorated superhydrophilic PVDF membrane for oil/water separation. Journal, of Membrane Science*, 2016, 506, 60-70; Lee I., Chae H. R., Won Y. J., Lee K., Lee C. H., Lee H. H., Kim I. C., Lee J. M., *Graphene oxide nanoplatelets composite membrane with hydrophilic and antifouling properties for wastewater treatment*, Journal of Membrane Science, 2013, 448, 223-230; Pendergast M.T.M., Hoek E.M.V, *A review of water treatment membrane nanotechnologies. Energy and Environmental Science*, 2011, 4, 1946-197; Igundu E.T., Chen G.Z., *Produced water treatment technologies, International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2014, 9(3), 157-177; Jafarinejad S., *A Comprehensive Study on the Application of Reverse Osmosis (RO) Technology for the Petroleum Industry Wastewater Treatment*, Journal of Water and Environmental Nanotechnology, 2017, 2 , 243-264]. Stabilirea performanțelor și perfecționarea acestor membrane presupune derularea unor programe de studiu în care nu doar caracteristicile fizice ale soluției, tipul și configurația membranei trebuie analizate ci și condițiile de filtrare. Procesul de obținere a acestor membrane compozite/funcționalizate cu caracteristici de filtrare îmbunătățite utilizate în soluțiile prezentate anterior este destul de laborios, presupune utilizarea multor reactivi chimici, grupările active, funcționale ce sunt dorite a fi grefate sau impregnate pe materialele membranare tradiționale, de obicei provin de la substanțe scumpe ca de exemplu: oxid de grafenă, lichide ionice, săruri cuaternale de amoniu, eteri coroane etc. [Jalal Sadiq A., Shabeeb K. M., Khalil B. L., Alsahy Q.F., *Effect of embedding MWCNT-g-GO with PVC on the performance of PVC membranes for oily wastewater treatment*, Chemical Engineering Communication, 2020; Alkhouzaam A., Qiblawey H., *Functional GO-based membranes for water treatment and desalination: Fabrication methods, performance and advantages. A review. Chemosphere*, 2021.274, 129853; Shi H., He Y., Pan Y., Di H. Zeng G., Zhang L, Zhang C., *A modified mussel-inspired method to fabricate TiO₂ decorated superhydrophilic PVDF membrane for oil/water separation. Journal, of Membrane Science*, 2016, 506, 60-70; Igundu E.T., Chen G.Z., *Produced water treatment technologies, International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2014, 9(3), 157-177].

Pentru obținerea unor membrane eficiente se variază diferite compoziții și diferite condiții de lucru, astfel că se obține o multitudine de structuri membranare ce urmează de asemenea a fi testate în diferite condiții de separare prin filtrare pentru a putea alege natura

și compoziția optimă a membranei pentru scopul propus. În acest sens în studiile preliminare de laborator urmează a fi testate un număr mare de membrane ce implică pentru obținerea lor o cantitate mare de reactivi chimici, uneori de costuri ridicate.

Sistemele de filtrare utilizând membrane pot funcționa în regim gravitațional sau cu flux încrucișat. În cazul sistemelor gravitaționale fluidul ce urmează a fi tratat trece prin structura de filtrare, iar particulele supradimensionate se acumulează pe membrană în timp ce fluidele și particulele mici trec prin membrană și devin filtrate. În cazul sistemelor cu flux încrucișat, fluidul ce urmează a fi tratat este circulat tangențial pe suprafața membranei, particulele mici și fluidul trec prin membrană sub formă de permeat, sau filtrat, în timp ce moleculele țintă sunt reținute pe partea de alimentare sub formă de reținut.

Există o multitudine de sisteme de testare membranare disponibile pe piață în prezent. Cu toate acestea, mai multe dintre aceste celule au unul sau mai multe dezavantaje sau limitări de utilizare.

Se cunoaște soluția tehnică descrisă în brevetul de invenție **RO 131098 B1** care propune un procedeu de obținere a membranelor polimere compozite pe polifenilenoxid sulfonat. Se cunoaște soluția tehnică conform brevetului **RO 120690 B1** care propune obținerea unei membrane conductive cu substrat poros, de tip filtru de hârtie impregnată cu polimeri.

Brevetul **EP 2247372 A4** propune o metodă de obținere a unor membrane prin aplicarea a cel puțin unei specii grefabile pe un substrat poros și tratarea substratului poros acoperit cu radiație cu fascicul de electroni pentru a furniza o membrană funcționalizată.

În cazul brevetului **RO 127826 A2**, se propune îndepărtarea cromului, zincului și nichelului din apele provenite din industria pielăriei prin utilizarea unor tehnologii cu membrane combinate, membrane solide (polimerice) și membrane lichide - tip emulsie funcționalizate cu un "transportor", Aliquat 336.

Brevetul **US 6228271 B1** descrie un proces de testare a integrității membranelor de filtrare a lichidelor fără utilizarea aerului sub presiune. Se aplică un vid parțial camerei de permeat pentru a crea o diferență de presiune pentru a realiza trecerea fluxului prin membrană.

Brevetul **DE 3725445 C2** prezintă o celulă de testare pentru procesele de separare cu membrană ce constă dintr-o carcasă de presiune plată dreptunghiulară, prevăzută ca un canal, cu o membrană susținută de un suport de filtru interpus între acestea.

Brevetul **US 6568282 B1** prezintă o metodă și un aparat pentru evaluarea unei membrane poroase. Invenția include de asemenea un aparat care include o membrană montată într-o carcasă ce este împărțită în două compartimente.

Brevetul **US 9023206 B2** propune un sistem de cadre pentru module de filtrare cu membrană.

Sistemul de filtrare propus în brevetul citat cuprinde o multitudine de module de membrană dispuse într-o rețea de module de membrană împărțită în sub-grupuri de rețea.

Toate aceste sisteme de testare a diferitelor membrane, asemenea celor comerciale necesită utilizarea unor debite mari de fluid și a unor membrane de dimensiuni mari ceea ce duce la costuri ridicate de testare.

De asemenea, acestea constau dintr-un singur compartiment pentru colectarea permeatului. Astfel că, pentru determinarea eficienței de filtrare în timp a membranei studiate, utilizând asemenea sisteme este necesară oprirea și demontarea acestora pentru colectarea permeatului, în vederea analizării la diferite momente de tratare. Prin urmare, testarea unei membrane în acest sistem de filtrare poate fi foarte costisitoare.

Soluția tehnică din referințele bibliografice [Madhura L., Kanchi S., Sabela M.I., Singh S., Bisetty K., Inamuddin, *Membrane technology for water purification, Environmenal Chemistry Letters*, Springer International Publishing AG. Part of Springer nature, 2017] și [Yin J., Kim E.S., Yang J., Deng B., *Fabrication of novel thin-film nanocompsite (TFN) membrane containing MCM-41 silica nanoparticles (NPs) for water purification*, *Journal of Membrane Science*, 2012, 423-424, 238-246] prezintă un sistem de filtrare membranar care lucrează cu membrane cu o suprafață precizată ca fiind de 9,6 cm² prin care permeatul este trecut sub presiune (50...500 psi, 3,5...35 bari), este colectat la diferite intervale de timp într-un set de vase de colectare și este analizat în vederea stabilirii performanței de filtrare. Dezavantajele acestui sistem constau în faptul că nu este potrivit pentru stabilirea performanțelor de filtrare a unor membrane de dimensiuni mai mici, ca cele obținute prin sintetizare, probele de fluid filtrat din vasele de colectare nu sunt obținute întotdeauna în aceleași condiții de lucru și nu sunt menținute sub vid astfel încât la filtrarea apelor reziduale speciale cu conținut de compuși organici volatili sau cu conținut de solvenți sunt necesare măsuri suplimentare de siguranță sau de recuperare a acestora.

Problema tehnică pe care se o rezolvă invenția, constă în determinarea în diferite condiții și momente a eficienței de filtrare a diferitelor membrane, fără oprirea procesului de filtrare.

Sistemul de testare a eficienței membranelor polimerice funcționalizate pentru filtrarea și tratarea apelor poluate, conform invenției, este alcătuit dintr-un vas de stocare a soluției apoase ce urmează a fi tratată prin filtrare membranară, o pompă peristaltică cu ajutorul căreia soluția de filtrat este trecută în dispozitivul de susținere a membranei, permeatul străbate membrana datorită vacumului creat de pompa de vid atașată vasului etanș prin intermediul unui orificiu din capacul de inox și a cărei presiune de lucru poate fi reglată și controlată cu ajutorul unui manometru, fluidul filtrat trece din dispozitivul de susținere a membranei în vasul etanș printr-un orificiu din capacul de inox și este colectat în recipientele amplasate în interiorul vasului pe o placă mobilă, din teflon, care se poate roti cu ajutorul unui ax manevrat de către operator pînă la o manelă astfel încât recipientele de colectare sunt indexate pe rând, la intervale de timp prestabilite, în dreptul orificiului cu ajutorul opritorului de poziție fără a fi necesară întreruperea procesului de filtrare, iar pentru cazul în care se filtrează ape reziduale speciale, cu conținut de solvenți sau compuși organici volatili, fracțiunile emergente din vasul etanș sunt captate prin aspirare și pot fi supuse unui tratament de recuperare sau neutralizare.

În sistemul de testare conform invenției dispozitivul de susținere a membranei este alcătuit dintr-un compartiment superior, un compartiment inferior și un suport pentru membrane, dispozitivul fiind închis ferm cu o clemă.

În sistemul de testare conform invenției, pentru stabilirea performanțelor de filtrare a unor membrane cu compoziții poroase sau compozite și cu diametru de 5...35 mm, fiecare membrană se poziționează într-un suport din teflon și cu locaș de poziționare adaptat dimensiunii membranei, suportul se amplasează în dispozitivul de susținere închis ferm cu ajutorul unei cleme și cu orificiul de ieșire în dreptul orificiului din capac astfel încât fluidul de tratat adus în compartimentul superior prin acțiunea pompei peristaltice să fie absorbit prin membrană în compartimentul inferior și mai apoi în vasul etanș și vidat, permeatul fiind depus într-unul din recipientele de colectare, soluție de transfer ce favorizează activitatea grupărilor funcționale incluse membranei și potențiază efectul acestora.

1 Sistemul de testare a membranelor funcționalizate la tratarea apelor conform invenției
prezintă următoarele avantaje:

3 - trecerea permeatului prin membrana de filtrare nu se face sub presiune ci sub
acțiunea vidului aplicat, de cealaltă parte a membranei ceea ce permite realizarea nu doar
5 a studiilor de filtrare bazate pe separarea poluanților datorită dimensiunii particulelor ci și
testarea unor membrane funcționalizate pentru epurarea apelor pe baza interacțiunii
7 grupărilor funcționale din membranele studiate cu diverși poluanți prezenți în apele de
tratare;

9 - permeatul este trecut prin membrană sub acțiunea vidului din recipientul etanș în
care sunt amplasate vase de colectare, cu posibilitate de indexare a acestora sub membrana
11 de testai astfel încât este posibilă lăstatarea performanțelor membranelor ca funcție de timp.
În condiții de lucru identice pentru fiecare probă colectată clar permite și testarea eficienței
13 pentru filtrarea apelor reziduale speciale cu conținut de compuși organici volatili, sau cu
conținut de solvenți pentru care se dorește evitarea eliberării în atmosferă a compușilor
15 emergenți sau recuperarea solvenților utilizați.

- sistemul de testare prezintă interes practic în cercetarea pentru dezvoltare de
17 membrane funcționalizate compozite, pentru diferite aplicații de nișă, cu o structură specială,
obținute prin sintetizare și de dimensiuni mici.

19 Soluția propusă conform invenției urmărește să înlăturare sau cel puțin să diminueze
cel puțin un dezavantaj asociat soluțiilor prezentate mai sus, să ofere o soluție alternativă
21 pentru determinarea în condiții de laborator și adaptate unui sistem industrial a eficienței de
filtrare ca funcție de timp a unor membrane disponibile pe piață sau obținute experimental.
23 Astfel, soluția constă în elaborarea unui sistem de testare eficient pentru stabilirea perfor-
manțelor de filtrare a unei game dimensionale extinse de membrane funcționalizate pentru
25 anumite cerințe la tratarea apelor, disponibile pe piață sau obținute în regim experimental
(exemplu: de dimensiuni mici, obținute prin sintetizare), în condiții de testare adaptate tipului
27 de membrană testată, dimensiunilor acesteia, fluidului tratat și cât mai apropiate de cerințe
specifice, ale unui demers experimental sau ale unui sistem industrial de filtrare.

29 Sistemul de testare a membranelor funcționalizate la tratarea apelor conform invenției
folosește pentru transferul permeatului prin membrana de testat către recipientele de
31 colectare vidul aplicat unui vas etanș în care acestea sunt amplasate astfel încât este posi-
bilă testarea unei membrane disponibile pe piață sau a unei membrane funcționalizate pentru
33 condiții particulare de epurare a apelor, cu grupări funcționale eficiente pentru reținerea unui
anumit poluant iar prin soluțiile constructive propuse oferă posibilitatea schimbării vaselor de
35 colectare fără întreruperea procesului de filtrare și cu menținerea parametrilor de procesare
(condiții de lucru identice pentru fiecare probă colectată), testarea unor membrane experi-
37 mentale (exemplu: în structură compozită) obținută prin sinterizare și/sau de dimensiuni mici
și testarea eficienței pentru filtrarea apelor reziduale speciale cu conținut de compuși organici
39 volatili sau cu conținut de solvenți.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...6, care
41 reprezintă:

- fig. 1, prezentarea generală a sistemului de filtrare;
- 43 - fig. 2, capacul de inox cu care este prevăzut vasul rezistent la presiune;
- fig. 3, placa mobilă utilizată ca suport pentru recipientele de colectare a probelor;
- 45 (a) reprezentare tridimensională (3D), (b) reprezentare în plan (2D);
- fig. 4, prezentarea 3D a ansamblului ce permite colectarea probelor la diferite
- 47 intervale de timp;

- fig. 5, dispozitivele pentru utilizarea membranelor de dimensiuni reduse; (a) 1
 reprezentare 3D; (b) reprezentare 2D;
- fig. 6, dependența gradului de respingere și a cantității de Cd^{2+} acumulată în 3
 membrană funcție de timpul de tratare și de volumul de apă trecută peste membrană.
- Sistemul de testare a membranelor funcționalizate la tratarea apelor conform invenției 5
 este alcătuit dintr-un vas de stocare 1 a soluției apoase ce urmează a fi tratată prin filtrare 7
 membranară, o pompă peristaltică 2 cu viteză de rotație variabilă și reglabilă potențiomtric, 9
 cu ajutorul căreia soluția este trecută în dispozitivul de susținere a membranei 3, ce este 11
 atașat de un vas rezistent la presiune 4. Soluția apoasă este filtrată prin membrană datorită
 vacuumului creat de pompa de vid 5, presiunea fiind reglată și menținută constantă cu
 ajutorul manometrului 5.1, de asemenea alășale vasului rezistent la presiune 4. Vasul 11
 rezistent la presiune este etanșat cu ajutorul unui capac de inox 6.
- Așa cum se arată în fig. 2, atașarea pompei de vid 5, cu vasul rezistent la presiune 13
 4 se realizează prin capacul de inox 6, prin orificiul a, respectiv a dispozitivului de susținere
 a membranei 3 prin orificiul b. 15
- Vasul rezistent la presiune 4 prezintă în interior o placă de bază fixă 7 și o placă 17
 mobilă 8 drept suport pentru recipientele de colectare a probelor 9. Ambele plăci sunt
 realizate din teflon. În fig. 3 este reprezentată placa mobilă 8, utilizată ca suport pentru 19
 recipientele de colectare a probelor. Aceasta poate fi rotită pe diferite poziții cu ajutorul axului
 1.0 ce iese din vasul 4 prin orificiul cu garnitură de etanșare c din capacul 6, este manevrat 21
 de maneta de indexare 1.1 și este indexată prin opritorul de poziție 12 pozițional între placa
 de bază fixă 7 și placa mobilă 8. Acest ansamblu mobil (fig. 4), de utilizare a mai multor 23
 poziții de colectare a probelor într-un singur compartiment rezistent la presiune, permite
 testarea ca funcție de timp a membranelor fără a fi nevoie să oprim procesul de separare 25
 prin filtrare, și fără a fi nevoie să dezasamblăm sistemul de filtrare la anumite intervale de
 timp. Acest lucru duce la o scădere a timpului de testare, ce implicit conduce la o scădere 27
 a costurilor procesului de testare.
- Dispozitivul de susținere a membranei 3 este format din două compartimente de sticlă 29
 cu diametrul $\varnothing = 4$ cm, prevăzute la capete cu frită de sticlă, între care se fixează membrana
 ce urmează a fi testată. Cele două compartimente ce susțin membrana sunt fixate între ele
 cu ajutorul clemii 13. În compartimentul superior 3.1 al dispozitivului 3 ajunge soluția apoasă 31
 ce urmează a fi tratată, ce este filtrată prin membrana testată, iar pertneatul ajunge în
 compartimentul 3.2. 33
- Pentru a reduce costurile de producție a diferitelor membrane și a minimiza consumul 35
 de reactivi necesari preparării acestora s-a propus utilizarea unor suporturi 3.3 pentru 37
 membrane de dimensiuni reduse, cu diametre variate (între 0,5 și 3,5 cm), fig. 5. Acestea
 sunt realizate din teflon, iar pentru poziționarea membranelor de dimensiuni reduse prezintă 37
 o adâncitură de 1 mm în orificiul în care se introduce membrana.
- Se dă în continuare un exemplu de utilizare a sistemului de testare fig. 6, pentru 39
 determinarea eficienței de separare a unei membrane polimerice de incluziune, membrană 41
 polisulfonică cuaternizată și funcționalizată cu clorura de metil trialchil amoniu în proporție
 de 15% (procente masice). Eficiența de separare a membranei s-a determinat ca funcție de 43
 timp în procesul de îndepărtare a ionilor de cadmiu din soluție apoasă. S-a utilizat o
 membrană cu grosimea de $h = 1$ mm, și diametrul $\varnothing = 10$ mm, astfel că s-a utilizat suportul 45
 pentru utilizarea membranelor de dimensiuni reduse. S-a utilizat un volum de 100 mL de
 soluție apoasă cu conținut de 10 mg/l Cd^{2+} . Soluția supusă filtrării a fost trecută peste mem- 47
 brana studiată datorită vidului de 20 mbar aplicat interiorului vasului rezistent la presiune 4
 în care sunt amplasate recipientele de colectare a probelor 9.

Probele au fost colectate din 5 în 5 min, la un debit al soluției de alimentare de 2 ml/min, în recipientele de colectare a probelor 9 din interiorul vasului rezistent la presiune 4 vidat, indexate, pe rând în dreptul ieșirii din membrana filtrantă. Pentru a evalua eficiența filtrării în cazul eliminării ionilor de cadmiu din soluția de alimentare, s-a folosit gradul de respingere definit de ecuația:

$$R(\%) = \left(1 - \frac{C_p}{C_f}\right) 100$$

unde C_p și C_f sunt concentrațiile ionilor metalici în permeat și respectiv în soluția de alimentare. Cantitatea de Cd^{2+} acumulată în membrană a fost determinată cu ajutorul ecuației:

$$Q_{ac} = \sum \frac{(C_f - C_p)V}{A}$$

unde: C_f și C_p concentrația ionilor de Cd^{2+} din soluția de alimentare, respectiv din permeat (mg/l), V volumul de soluție trecut peste membrană (L). A suprafața membranei (m^2). Gradul de respingere al membranei studiate, respectiv cantitatea de Cd acumulată în membrană au fost determinate ca funcție de timp și ca funcție de volumul de permeat. Concentrația ionilor de Cd^{2+} atât din soluția de alimentare cât și din permeat a fost determinată prin spectrofotometrie de adsorbție atomică utilizând un spectrofotometru Varian SpaeetrAA 280 FS. Se constată că eficiența de filtrare a membranei studiate scade cu creșterea timpului, în timp ce gradul de acumulare a ionilor de Cd^{2+} crește.

Sistemul de testare propus permite utilizarea unor membrane de mici dimensiuni (diametru între 5 și 35 mm, cu suprafață de filtrare între 0,2 și 9,6 cm^2), stabilirea tipului eficient de membrană și a condițiilor optime de tratare pentru cazuri speciale și studii experimentale și testarea unor compoziții membranare variate (poroase sau compozite) în diverse condiții de lucru.

1. Sistem de testare a eficienței membranelor polimerice funcționalizate pentru filtrarea și tratarea apelor poluate, **caracterizat prin aceea că**, este alcătuit dintr-un vas de stocare (1) a soluției apoase ce urmează a fi tratată prin filtrare membranară, o pompă peristaltică (2) cu ajutorul căreia soluția de filtrat este trecută în dispozitivul de susținere a membranei (3), permeatul străbate membrana datorită vacumului creat de pompa (5) de vid atașată vasului etanș (4) prin intermediul unui orificiu (a) din capacul (6) de inox și a cărei presiune de lucru poate fi reglată și controlată cu ajutorul unui manometru (5.1), fluidul filtrat trece din dispozitivul de susținere a membranei (3) în vasul etanș (4) printr-un orificiu (b) din capacul (6) și este colectat în recipientele (9) amplasate în interiorul vasului (4) pe o placă (8) mobilă, din teflon, care se poate roti cu ajutorul unui ax (10) manevrat de către operator printr-o manelă (11) astfel încât recipientele de colectare (9) sunt indexate pe rând, la intervale de timp prestabilite, în dreptul orificiului (b) cu ajutorul opritorului (12) de poziție fără a fi necesară întreruperea procesului de filtrare, iar pentru cazul în care se filtrează ape reziduale speciale, cu conținut de solvenți sau compuși organici volatili, fracțiunile emergente din vasul etanș (4) sunt captate prin aspirare și pot fi supuse unui tratament de recuperare sau neutralizare. 3 5 7 9 11 13 15 17
2. Sistem de testare a eficienței membranelor funcționalizate pentru filtrarea și tratarea apelor poluate, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** dispozitivul de susținere a membranei (3) este alcătuit dintr-un compartiment superior (3.1), un compartiment inferior (3.2) și un suport pentru membrane (3.3), dispozitivul fiind închis ferm cu clema (13). 19 21
3. Sistem de testare a eficienței membranelor funcționalizate pentru filtrarea și tratarea apelor poluate, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru stabilirea performanțelor de filtrare a unor membrane cu compoziții poroase sau compozite și cu diametru de 5...35 mm, fiecare membrană se poziționează într-un suport (3.3) din teflon și cu locaș de poziționare adaptat dimensiunii membranei, suportul (3.3) se amplasează în dispozitivul de susținere (3) închis ferm cu ajutorul clemei (13) și cu orificiul de ieșire în dreptul orificiului (b) din capacul (6) astfel încât fluidul de tratat adus în compartimentul superior (3.1) prin acțiunea pompei peristaltice (2) să fie absorbit prin membrană în compartimentul inferior (3.2) și mai apoi în vasul etanș și vidat (4), permeatul fiind depus într-unul din recipientele de colectare (9), soluție de transfer ce favorizează activitatea grupărilor funcționale incluse membranei și potențiază efectul acestora. 23 25 27 29 31 33

(51) Int.Cl.

B01D 63/08 (2006.01),

B01D 69/02 (2006.01),

C02F 1/00 (2006.01)

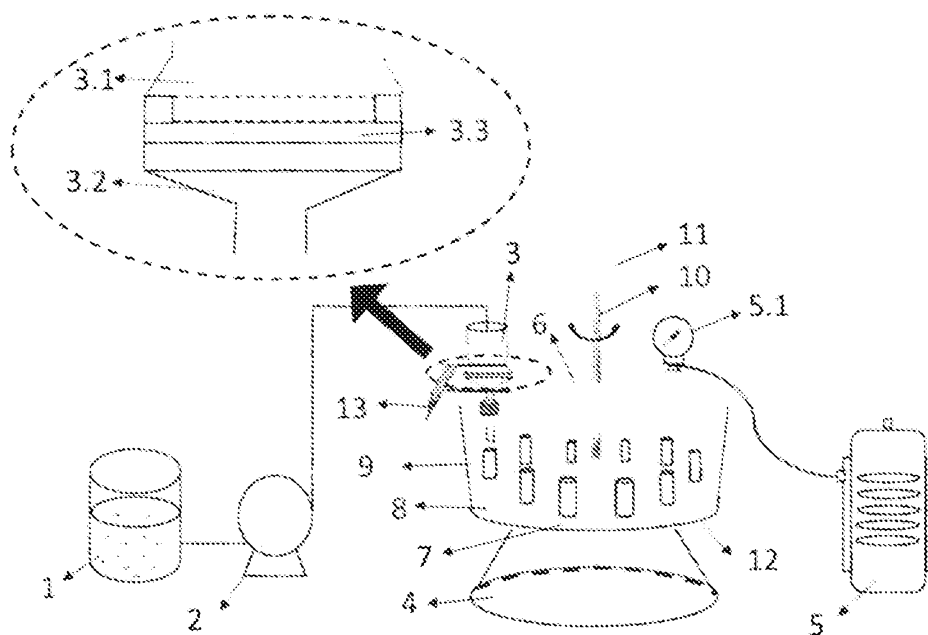


Fig. 1

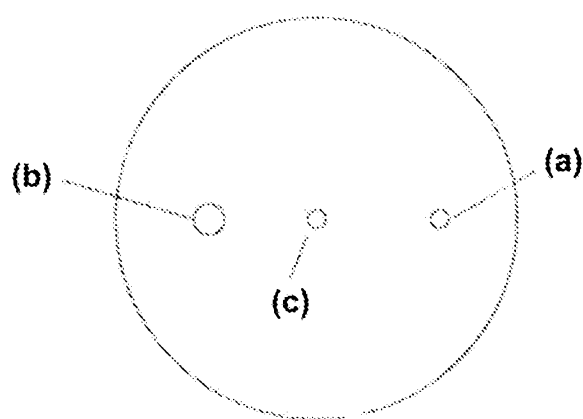


Fig. 2

(51) Int.Cl.

B01D 63/08 (2006.01);

B01D 69/02 (2006.01);

C02F 1/00 (2006.01)

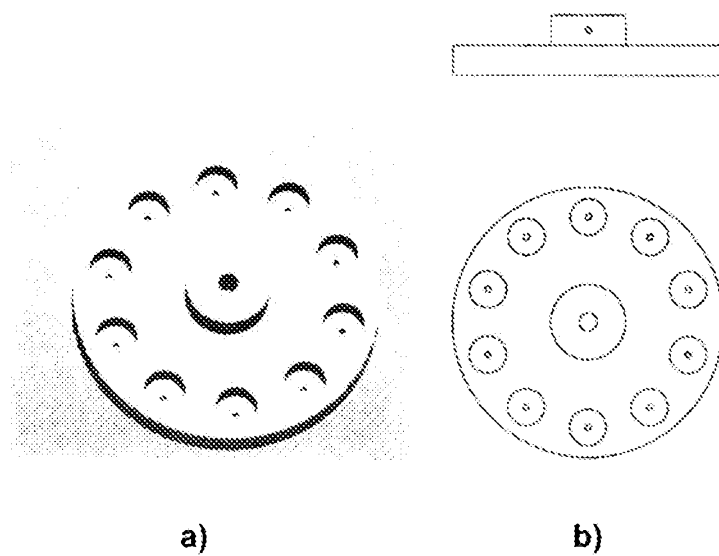


Fig. 3

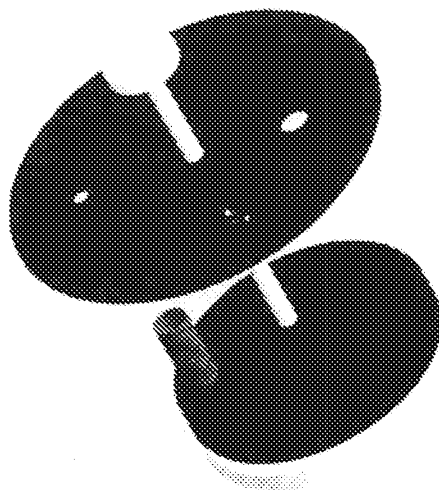


Fig. 4

(51) Int.Cl.

B01D 63/08 (2006.01),

B01D 69/02 (2006.01),

C02F 1/00 (2006.01)

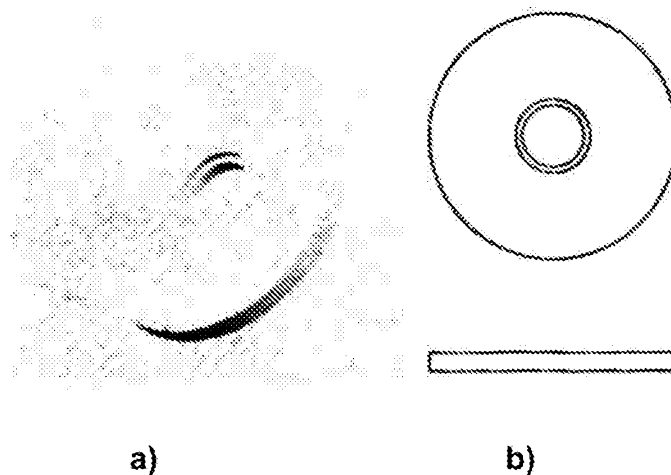


Fig. 5

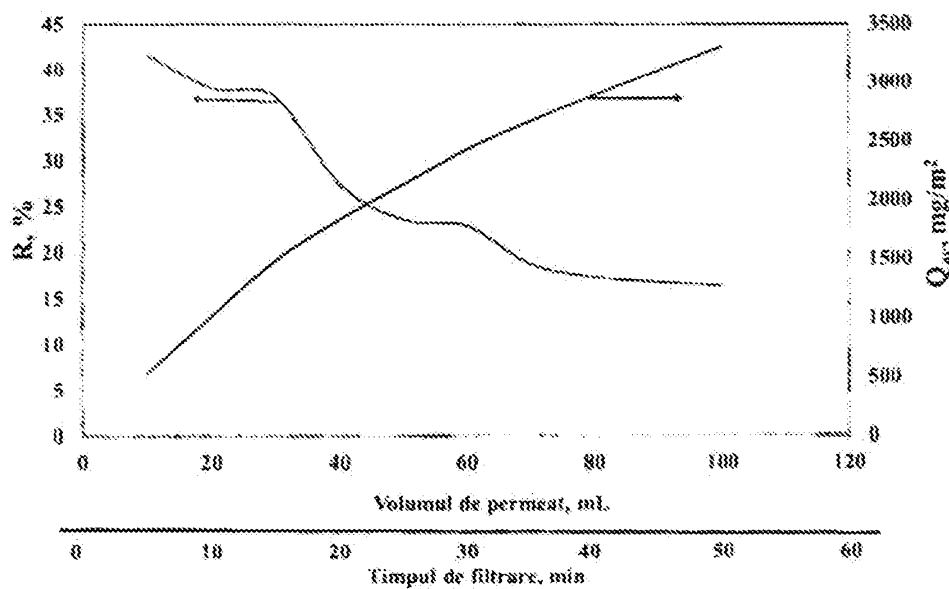


Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 92/2025