



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2018 01087**

(22) Data de depozit: **11/12/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/09/2019 BOPI nr. **9/2019**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA "VASILE ALECSANDRI"
DIN BACĂU, CALEA MĂRĂȘEȘTI NR.157,
BACĂU, BC, RO**

(72) Inventatori:
• **NEDEFF VALENTIN, CALEA MĂRĂȘEȘTI
NR.80, BL.80, SC.A, AP.12, BACĂU, BC,
RO;**
• **SANDU ANDREI VICTOR, STR.PINULUI
NR.10, IAȘI, IS, RO;**

• **NEDEFF FLORIN MARIAN,
CALEA MĂRĂȘEȘTI, NR.80, BL.80, AP.12,
BACĂU, BC, RO;**
• **SANDU IOAN GABRIEL, STR.PINULUI,
NR.10, IAȘI, IS, RO;**
• **BARSAN NARCIS, STR.ALECU RUSSO,
NR.39, BL.39, SC.C, AP.21, BACĂU, BC,
RO;**
• **TĂTARU LAURENȚIU, SAT MARVILA,
COM. CORBASCA, BC, RO;**
• **SANDU ION, STR.SF.PETRU MOVILĂ
NR.3, BL.L 11, SC.A, ET.3, AP.3, IAȘI, IS,
RO**

(54) **PROCEDEU DE OBTINERE A MEMBRANELOR POLIMERICE
ASIMETRICE CU HIDROFILIE PERMANENTĂ FOLOSITE
LA ULTRAFILTRAREA APELOR PENTRU INDUSTRIA
FARMACEUTICĂ ȘI ALIMENTARĂ**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a membranelor polimerice asimetrice cu hidrofilie permanentă, utilizate la ultrafiltrarea apelor pentru industria farmaceutică și alimentară. Procedeu, conform invenției, constă în aceea că, într-un solvent polimeric hidrofil de tip 1-metil-2-pirolidonă, se dispersează 0,3% amestec format din nanoparticule de silice și argint coloidal în raport gravimetric de 98:2, după care, sub agitare, se adaugă 30% polisulfon dispersat în solvent polimeric,

se continuă agitarea mecanică cu 240 rpm, timp de 24 h, la temperatura camerei, rezultând o dispersie omogenă și stabilă, care este turnată pe un suport din material textil nețesut din fire sub 100 μm, rezultând membrane polimerice având o grosime de 100...200 μm și un profil stratigrafic asimetric al diametrului porilor.

Revendicări: 6



PROCEDEU DE OBTINERE A MEMBRANELOR POLIMERICE ASIMETRICE CU HIDROFILIE PERMANENTĂ FOLOSITE LA ULTRAFILTRAREA APELOR PENTRU INDUSTRIA FARMACEUTICĂ ȘI ALIMENTARĂ

Descriere

Invenția se referă la un procedeu de obținere a membranelor polimerice asimetrice cu hidrofiliie permanentă folosite la ultrafiltrarea apelor pentru industria farmaceutică și alimentară.

După treapta finală, de filtrare cu carbon, pentru eliminarea sistemelor coloidale și subcoloidale este indicată ultrafiltrarea prin membrane polimerice, ceramice sau mixte. Dintre tehnologiile de potabilizare a apelor cu ajutorul celor trei tipuri de membrane, ultrafiltrarea (UF) este procesul cel mai atractiv. Acesta este un proces intermediar între microfiltrare (MF) și nanofiltrare (NF), care se bazează pe reținerea particulelor dispersate în apă sub acțiunea presiunii.

Dintre cele trei membrane, adesea folosite, tehnologia de filtrare prin sisteme polimerice este considerată o soluție fiabilă pentru tratarea apelor folosite în industria farmaceutică și alimentară [1-4].

Dintre polimerii utilizați în membranele UF, amintim: polietersulfon (PES), polivinilidenfluorura (PVDF), acetatul de celuloză (CA) și polisulfon (PSf) [5-9].

Obținerea unei membrane UF este guvernată de diferiți parametri de lucru [10], cum ar fi: concentrația polimerului în soluția de turnare [11, 12], grosimea soluției de turnare [13, 14], natura chimică a solventului [13, 14], prezența altor aditivi [2, 15], inclusiv nanoparticule [16-19], temperatura băii de coagulare, natura chimică a ne-solventului de coagulare, alături de temperatura și umiditatea higroscopica a aerului la procesare [20-22]. Totuși, dintre parametri importanți implicați în fabricarea unei membrane UF, primii doi sunt cei mai importanți: concentrația polimerului și grosimea de turnare a membranei [23].

Pe baza literaturii de brevete s-a concluzionat că în fabricarea membranelor multistrat de filtrare a sistemelor apoase, cu profil stratigrafic asimetric, au fost utilizați diferiți polimeri, din grupele celor enumerați anterior [24-35].

De exemplu, brevetele [24, 25] descriu procedee de obținere a membranelor de filtrare pe bază de polietersulfon, care în procesele de încălzire și răcire este mai rezistentă decât polisulfonul. Totuși, membranele pe bază de polietersulfonă au diametre maxime ale porilor pe ambele suprafețe (față și dos) și diametre minime ale porilor la interiorul membranei. Acest tip de structură membranară nu este avantajoasă datorită localizării interne a zonei active de filtrare, cea cu pori mici. Mai mult, aceasta conduce la o serie de dificultăți în fabricarea unei membrane cu un diametru exterior al porilor de suprafață mai mici. În plus, pentru a asigura o asimetrie de 1000:1 între diametrele maxime și minime ale porilor, porii mici interni se restrâng de la exteriorul membranei spre mijloc, coferind debite mici prin colmatare. Apoi, datorită hidrofobiei ridicate a polimerilor componenți, debitul apei la filtrare este foarte mic la presiune scăzută. Prin urmare, în astfel de aplicații care necesită funcționarea membranelor în medii apoase, înainte de fabricarea lor, la formularea polimerilor în structura membranei, aceștia sunt activați prin grefarea de grupări hidrofile.

În acest scop, se cunosc brevetele [26, 27], care descriu formarea membranelor de microfiltrare hidrofile din polietersulfone prin includerea în soluția de turnare a unui polimer hidrofil, cum ar fi: polietilenglicol sau polivinilpiridonă. Astfel de membrane, sunt izotrope și, prin urmare, nu sunt adecvate aplicațiilor care necesită membrane asimetrice (cu pori mici pe suprafața de filtrare și pori mari pe suprafața opusă). De asemenea, se cunosc brevetele [28, 29], care pentru hidrofilizare a polimerului de tip polisulfon la formularea structurilor multistrat acesta se polarizează cu un polimer hidrofil, cum ar fi polivinilpirolidona. Membranele de acest tip au o

dimensiune minimă a porilor mai mare de 0,1 μm în partea activă de filtrare și de aproximativ 100 μm pe partea opusă, care permit debite apreciabile ale apei filtrate.

Aceaste invenții au, pe lângă dezavantajele utilizării de sisteme complexe de copolimerizare secvențială, graduală, în care dispunerea și mărimea porilor sunt greu de controlat în cazul sistemelor multistrat, un cost ridicat de fabricare, rezistența chimică, fotochimică și termică slabă, o fiabilitate mică și un randament scăzut de filtrare.

Un alt tip de membrane asimetrice, cu configurație diferită a porilor este cea descrisă de invenția [30], care constă în obținerea unei membrane de ultrafiltrare cu fibre goale cu flux redus, preparată din copolimerul acid acrilonitril-metacrilic, polisulfonă și o rășină schimbătoare de ioni (polistiren-divinilbenzen), care permite o filtrare înaltă, cu grad ridicat de purificarea și dezinfectare a apei. Membrana, astfel obținută, are un strat activ cu mărimea controlată a porilor care permite reținerea agenților patogeni și a altor bacterii din apa contaminată, oferind posibilitatea obținerii prin ultrafiltrare a apei biologic pură pentru băut. Prin urmare, prezenta invenție se referă la un procedeu de obținere a membranei de ultrafiltrare cu fibre goale, care furnizează apă biologic pură la un debit cuprins între 25 și 200 litri/ $\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Membrana cu fibre goale cu structură interpenetrantă, preparată dintr-un amestec de polisulfonă și un copolimer de acrilonitril și acid metacrilic, este avantajoasă față de membranele realizate din polisulfon sau din alt copolimer în ceea ce privește durabilitatea, elasticitatea, rezistența la îngheț etc. Suprafețele membranelor modificate cu grupe acide au o dimensiune mai mică a porilor și o încărcare optimă de suprafață, care conduce la o îmbunătățire suplimentară a eficienței de separare. Folosirea acestor membrane cu fibre goale, permite realizarea unor unități mobile de filtrare a apei, care pot fi integrate ușor unui dispozitiv simplu, compact, ieftin, care nu necesită energie electrică. Acestea prin atașare la un rezervor situat la o înălțime de minim 3 metri. au o capacitate de a produce apă de 150-300 mL/min.

Această invenție are dezavantajul implicării sistemelor de copolimerizare și a rășinilor schimbătoare de ioni, cu capacitate redusă de reținere a bacteriilor și metalelor grele.

Se cunoaște, de asemenea, invenția [31], care se referă la o tehnologie de obținere a membranelor polimerice pentru ultrafiltrare, utilizată pe scară largă pentru purificarea și separarea apei și soluțiilor apoase în industria alimentară, farmaceutică și în alte industrii, în desalinizarea apei de mare, biotehnologie și realizarea de soluții super-purificate. În acest scop, polimerul compozit cuprinde un substrat din material neșesut, un strat de ultrafiltrare polisulfonic și un strat selectiv ultrafin de amidă de polipiperazină, în rapoartele de grosime prestabilite de cca. 65,0/34,0/1,0. Procedeu constă în aplicarea stratului de ultrafiltrare a polisulfonului pe suprafața substratului neșesut prin policondensare interfazică, apoi aplicarea stratului ultrafin de polipiperazin-amidă pe suprafața stratului de ultrafiltrare, la 18-25°C, mai întâi prin soluție apoasă de piperazină pentru 6-10 min, apoi cu soluție de agent de acilclorură 0,15-0,6% în solvent organic timp de 6-10 min și uscarea la 25-40°C. Agentul acilclorură reprezintă amestecul de clorură trimesoil și clorură de izoftaloil în raport de 1:1 greutate și la o concentrație a soluției de 0,15-0,6%. Soluția apoasă de piperazină poate conține suplimentar un agent tensioactiv (săruri de sodiu ale acizilor alchilsulfonici cu o lungime a lanțului alchil C-Cin de 3,75-6,0% în greutate per 100% în greutate), cu efect de eficientizare a debitului și a unui grad ridicat de separare.

Această invenție are o serie de dezavantaje legate de implicarea proceselor de policondensare, de toxicitatea unor componenți cu solubilitate parțială în sistemele apoase (polipiperazin amida, agentul acilclorură, săruri de sodiu ale acizilor alchilsulfonici etc.) și altele.

De asemenea, se cunosc o serie de invenții [32, 33], care se referă la procedee asemănătoare de fabricare a membranelor pentru ultrafiltrare a apei în vederea potabilizării, prin aditivarea proceselor de polimerizare sau nu, a unor rășinilor cu o structură chimică specifică de tipul polisulfonului. Pentru formarea stratului activ cu porozitate controlată dintr-o membrană de nanofiltrare sau de osmoză inversă se recurge la aranjamente multistrat. Rășinile polimerice care formează stratul activ al membranei de nanofiltrare sau pentru osmoză inversă sunt insolubile în apă pentru perioade lungi de utilizare, stabile față de acțiunea dezinfectanților (Cl_2 sau NaOCl) folosiți pentru prevenirea contaminării, are o permeabilitate bună pentru apă și un grad de purificare ridicat prin adsorbția la suprafață a contaminanților.



Laurențiu

Aceste invenții au aceleași dezavantaje cu invențiile de mai sus, legate de implicarea proceselor complexe de formularea structurilor multistrat, cu porozitate neuniformă și capacitate mică de reținere a metalelor grele.

Se cunoaște, de asemenea, invenția [34] în care sunt descrise dispozitive portabile pentru purificare, separare și sinteză a fluidelor lichide. În general, astfel de dispozitive cuprind o membrană care separă două sau mai multe fluide care curg prin microcanale asociate în mod operativ cu membrana. Adesea, aceste membrane sunt semipermeabilă, cum este cazul celor utilizate într-un dispozitiv de filtrare, tip dializator. Dispozitivele prezentei invenții pot fi miniaturizate pentru a le face aplicabile în sisteme medicale. De exemplu, dispozitivele pot fi cuplate cu una sau mai multe microsisteme de ultrafiltrare, micromixeri, microsenzori sau microîncălzitoare etc. Există astfel de microdispozitive fabricate, în conformitate cu prezenta invenție, care au incluse un oxigenator, un dializator, schimbătoare de micro-căldură etc. În acest scop, s-a realizat un material compozit cuprinzând umplutură de celuloză nanocristalină și un material polimer polisulfonic. Aceeași invenție descrie și un alt exemplu, cel al unui dializator ce cuprinde un tip de membrană compozită pe bază de celuloză nanocristalină dispersată omogen în matricea polimerului, prin utilizarea unei dispersii apoase de celuloză nanocristalină, care s-a redispersat în polimerul care are un punct de fierbere mai mare decât apa. Apa a fost îndepărtată selectiv pentru a forma un al doilea amestec cuprinzând celuloza nanocristalină și matricea polimerică.

Această invenție are aceleași dezavantaje cu invențiile de mai sus, legate de implicarea proceselor complexe de formularea structurilor asimetrice sau a celor multistrat, cu porozitate neuniformă și capacitate mică de reținere a bacteriilor și metalelor grele.

Foarte apropiata de invenția noastră, este un procedeu de obținere a membranelor cu profil stratigrafic asimetric pentru microfiltrare a sistemelor apoase, descris de brevetul [35], care folosește membrane multistrat cu grupări hidrofile interne fixate permanent în matricea polimerică. Membranele sunt preparate dintr-o soluție de turnare conținând polisulfon și o componentă suplimentară de polimer hidrofil, cum ar fi: polivinilpirolidona, care conferă membranei un grup hidrofilic permanent interpenetrant. Membranele permit combinarea secvențială între debitele mari ale apei filtrate, cu testabilitatea integrității prin metode convenționale de difuzie.

Această invenție are, pe lângă dezavantajele utilizării de sisteme complexe de copolimerizare secvențială, graduală, în care dispunerea și mărimea porilor sunt greu de controlat într-un sistem multistrat, un cost ridicat de fabricare, rezistența chimică, fotochimică și termică slabă, o fiabilitate mică și un randament scăzut de filtrare. De asemenea, asimetria extremă a membranei înseamnă că fluidul menținut în membrana poate să se disperseze cu ușurință în interiorul sau să iasă din membrană, lăsând un strat de lichid relativ subțire prin care se produce difuzia de aer, care poate conduce la o ambiguitate în testele de integritate bazate pe prezenta punctelor cu bule de aer și o difuzie cu valori mici. Testele de integritate convenționale nu pot indica întotdeauna dacă o membrană este perfect asimetrică sau prezintă defecte de distribuție a porilor.

Procedeu de obținere a membranelor polimerice asimetrice cu hidrofilie permanentă folosite la ultrafiltrarea apelor pentru industria farmaceutică și alimentară, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate mai sus, prin aceea că, în scopul obținerii unei membrane polimerice cu asimetrie joasă și cu hidrofilie internă (permanentă) ridicată, utilizată în procesele de ultrafiltrare în ultima treaptă de tratare a apei, folosește o membrană de tip polisulfon (PSf) preparată prin inversiune de fază indusă prin difuzie în 1-metil-2-pirolidonă (1M2P) ca solvent și amestecul apă deionizată/glicerol = 10/1, drept coagulant. Inițial, într-un reactor din sticlă, cu posibilitatea de închidere cu capac ermetic, în solventul 1M2P sunt dispersate 0,3% amestec format din nanoparticule de silice cu argint coloidal, în raport gravimetric de 98:2, după care sub agitare mecanică continuă se adaugă 30 wt% PSf în 1M2P. După terminarea adăugării PSf se închide capacul reactorului și continuă agitare mecanică cu 240 rpm, timp de 24 de ore, la temperatura camerei. Soluția astfel obținută a fost turnată sub formă unei pelicule subțiri de pe un strat suport din material textil neșesut în prealabil umectat cu 1M2P, pentru a preveni blocarea porilor stratului suport cu soluție de polimer. Peliculele sunt turnate în grosime de 200 μm, în prezența aerului, timp

de 60 sec, folosind un aplicator de peliculă subțire (aplicator automat de film K4340, Elcometer) și un cuțit special de turnare și (PA-2101, BYC-Gardner GmbH). În final, filmele astfel preparate, sunt scufundate timp de 20 minute într-o baie de coagulare, ce conține amestecul apă deionizată sau dublu distilată/glicerol = 10/1, la temperatura de 20°C. După maturarea precipitării, filmele se extrag din baie și apoi sunt spălate cu apă deionizată sau dublu distilată și depozitate sub aceeași apă timp de minim 24 de ore, după care sunt uscate și apoi integrate în dispozitive de filtrare. Deoarece parametrii factorilor de mediu (temperatura, iluminarea și umiditatea higroscopică a aerului), în timpul aplicării filmului subțire din soluția de turnare pe un strat suport poros influențează proprietățile membranei, aceștia se vor păstra în limite constante (temperatura de 25-27°C, umiditatea 45-50%, iluminarea 70-80 lx).

Procedeul de obținere a membranelor polimerice asimetrice cu hidrofilie permanentă folosite în potabilizarea apelor pentru industriile farmaceutice și alimentare, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- permite obținerea unei membrane subțiri monostrat, cu grosimi variind între 100 și 500 μm și cu profil stratigrafic asimetric, privind dispunerea graduală a porilor de la diametre mici pe suprafața activă de filtrare (fața membranei) la diametre mari pe suprafața opusă (dosul membranei);
- oferă un domeniu larg de aplicație și o bună stabilitate foto-chimică, termică și mecanică;
- prezintă un debit mare de apă și o integritate ridicată;
- permit realizarea de caracteristici impuse pentru dispozitive portabile de micro și ultrafiltrare în care testarea integrității este foarte importantă;
- sunt superioare membranelor izotrope în ceea ce privește debitul;
- se disting, de asemenea, de alte membrane asimetrice prin parametrii structurii interne (multe membrane sunt clasificate ca fiind asimetrice doar bazându-se pe diferență dintre mărimea porilor de pe față și cei de pe dosul membranei, fără a ține seama de forma și mărimea porilor);

Exemplu de realizare

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției.

Prezenta invenție se referă la o membrană polimerică cu hidrofilie permanentă, având profilul stratigrafic al dispunerii porilor cu asimetrie medie și care oferă, conform rezultatelor obținute prin testele de integritate, o rată de curgere a apei mult mai ridicată decât membranele înalt asimetrice sau izotrope.

Membrana este de tip polisulfon (PSf) preparată din soluții de turnare omogene și stabile, folosind un singur solvent polimeric hidrofil, 1-metil-2-pirolidona (1M2P, 99,0%). Concentrația optimă a polimerului polisulfon în solventul 1M2P este de 30 wt% și în așa fel aleasă pentru a forma o structură reticulată hidrofilă, cu un profil stratigrafic asimetrie. Ca ne-solvent se utilizează amestecul apă deionizată/glicerol = 10/1, care se adaugă în soluția de turnare, în raport volumetric amestec ne-solvent/soluția de turnare de 2/1, pentru a realiza o coagulare gradulă controlată.

Inițial, într-un reactor din sticlă, cu posibilitatea de închidere ermetică cu capac, în solventul 1M2P sunt dispersate 0,3% amestec format din nanoparticule de silice și argint coloidal, în raport gravimetric de 98:2, după care sub agitare mecanică continuă se adaugă 30 wt% PSf în dispersia nou obținută de 1M2P. După terminarea adăugării PSf se închide capacul reactorului și continuă agitarea mecanică cu 240 rpm, timp de 24 de ore, la temperatura camerei și în absența aerului (pentru a nu se permite evaporarea solventului).

Dispersia omogenă și stabilă, astfel obținută, este turnată sub formă unei pelicule subțiri de pe un strat suport din material textil neșesut din fir subțire de borangic (sub 100 μm) în prealabil umectat cu 1M2P, pentru a preveni blocarea porilor stratului suport cu dispersia de polimer.

Peliculele sunt turnate în grosime de 200 μm , în prezența aerului, timp de 60 sec, folosind un aplicator de peliculă subțire (aplicator automat de film K4340, Elcometer) și un cuțit special de turnare și (PA-2101, BYC-Gardner GmbH). În final, filmele astfel preparate, sunt scufundate timp de 20 minute într-o baie de coagulare, ce conține amestecul apă deionizată sau dublu



distilată/glicerol = 10/1, la un raportul volumetric soluție de turnare:amestec apă/glicerol de 1:2 și la temperatura de 20°C. După maturarea precipitării, filmele se extrag din baie și apoi sunt spălate împreună cu suportul din material neșesut cu apă deionizată sau dublu distilată și depozitate sub aceeași apă timp de minim 24 de ore, după care sunt uscate și apoi integrate în dispozitive de filtrare. În perioada reformulării membranei în baia de turnare parametrii factorilor atmosferici se vor păstra în limite constante de temperatură = 25-27°C, umiditate higroscopică = 45-50% și iluminare = 70-80 lx.

Polimerul sulfonic (PSf) este furnizată de Solvay (Belgia), solventul polimeric 1-metil-2-pirolidona (1M2P, 99,0%) provine de la firma Sigma-Aldrich, iar glicerolul, nanoparticulele de silice coloidală și cele de argint coloidal au fost achiziționate tot de la Sigma-Aldrich (St. Louis, MO).

Membranele se micșorează de obicei la gelifiere, pierzând de la aproximativ 30% la aproximativ 50% din grosimea lor. Apa și glicerolul sunt sistemele de coagulare și de răcire de preferat din motive economice și de mediu. De asemenea, a fost preferat solventul polimeric 1M2P, care are o vâscozitate scăzută. Solventul 1M2P și amestecul miscibil apă/glicerol au solubilitate parțială unul în celălalt și care permite o difuzie optimă a lichidului de coagulare și răcire în soluția de turnare. Solubilitate limitată este eficientă în creșterea asimetriei membranei. Se știe că, temperatura băii de răcire poate afecta porozitatea membranei. Astfel, băile mai calde au ca rezultat membranele mai poroase. Teoretic, limita inferioară a temperaturii este determinată de punctul de îngheț al sistemului apă/glicerol, dar pe baza experimentărilor de optimizare s-a preferat temperaturile cuprinse între 30 și 40°C. Temperatura băii de răcire determină schimbări semnificative în diametrele porilor de pe suprafața activă de filtrare, dar și a celor dinspre zona de evacuare a apei filtrate (dosul membranei), ameliorând asimetria profilului stratigrafic al porilor. Temperaturile scăzute favorizează obținerea de porii mai mici și o asimetrie mai accentuată.

Membranele sunt preluate din baia de răcire prin spălare continuă cu sistemul apă deionizată/glicerol și maturate prin păstrare sub acest sistem timp de minim 24 ore, după care sunt uscate în etuvă la temperaturi de 40-50°C sau în aer. Membranele obținute prin acest procedeu pot avea o grosime de aproximativ 50 până la 1000 de microni sau mai mult. Este de dorit că grosimea membranei să fie cuprinsă între 100 și 200 microni.

Acest procedeu de obținerea a membranelor cu asimetrie medie și hidrofilie internă ridicată permite formarea unui profil stratigrafic al diametrului porilor, cu creștere graduală de la pori mici pentru suprafața activă de filtrare (fața membranei), la pori mari spre suprafața de evacuare a apei filtrate (dosul membranei), cu o diferență de porozitate între față și dos de aproximativ 2:1 până la 5:1. Acest profil stratigrafic face ca în timpul filtrării, particulele mai mari să nu poată intra prin porii mici de pe suprafața activă ai membranei, iar particulele mai mici trecute aici să iese ușor din porii mari ai feței opuse, fără ca membrana să fie colmatată.



The bottom of the page contains several handwritten signatures and initials. On the left, there is a signature that appears to be 'L. Laurentiu' and another signature below it. On the right, there are several sets of initials and signatures, including a large one that looks like 'XLY' and another one that looks like 'J. J.'.

Revendicări

1. Procedeu de obținere a membranelor polimerice asimetrice cu hidrofilie permanentă folosite la ultrafiltrarea apelor pentru industria farmaceutică și alimentară, **caracterizată prin aceea că**, în scopul obținerii unei membrane polimerice cu asimetrie medie și hidrofilie internă ridicată, folosește o membrană polisulfonică (PSf) preparată prin inversiune de fază indusă prin difuzie în 1-metil-2-pirolidonă (1M2P) ca solvent și amestecul apă deionizată sau dublu distilată/glicerol drept coagulant, turnată în grosime de cca. 200 μm , pe un suport din material textil neșesut din fir subțire de borangic, cu diametrul maxim de 200 μm , umectat în prealabil cu 1M2P, pentru a preveni blocarea porilor stratului suport cu soluție de polimer.
2. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, într-un reactor din sticlă, cu posibilitatea de închidere ermetică cu capac, inițial în solventul 1M2P sunt dispersate 0,3% amestec format din nanoparticule de silice și argint coloidal, în raport gravimetric de 98:2, după care sub agitare mecanică continuă se adaugă 30 wt% PSf, iar după terminarea adăugării PSf se închide capacul reactorului și continuă agitarea mecanică cu 240 rpm, timp de 24 de ore, la temperatura camerei și în absența aerului.
3. Procedeu, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, peliculele sunt turnate în strat foarte subțire de cca 200 μm , în prezența aerului, timp de 60 sec, folosind un aplicator de peliculă subțire (aplicator automat de film K4340, Elcometer) și un cuțit special de turnare (PA-2101, BYC-Gardner GmbH), pe un strat suport din material textil neșesut din fir subțire de borangic cu diametrul sub 100 μm , în prealabil umectat cu 1M2P, pentru a preveni blocarea porilor stratului suport cu dispersia de polimer.
4. Procedeu, conform revendicărilor 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că**, în final, filmele sunt scufundate timp de 20 minute într-o baie de coagulare cu temperatura de 20°C, ce conține amestecul apă deionizată sau dublu distilată/glicerol = 10/1, la un raport volumetric soluție de turnare:amestec apă/glicerol de 1:2.
5. Procedeu, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizată prin aceea că**, după maturarea precipitării, filmele se extrag din baie și apoi sunt spălate împreună cu suportul din material neșesut cu apă deionizată sau dublu distilată și depozitate sub aceeași apă timp de minim 24 de ore, după care sunt uscate și apoi integrate în dispozitive de filtrare.
6. Procedeu, conform revendicărilor 1, 2, 3 și 4, **caracterizată prin aceea că**, parametrii aerului atmosferic în timpul turnării se vor păstra constant în limitele: temperatura = 25-27°C, umiditatea higroscopică = 45-50% și iluminarea = 70-80 lx.

Anton
Sere

Helmut
Klein