

Invenția se referă la dispozitivele de separare, în special la un modul de membrană pentru separatoare, cu una sau mai multe membrane tubulare, destinate separării amestecurilor de pastă, la un procedeu de fabricare precum și la utilizarea acestui modul.

Se cunosc diverse tipuri de module de membrană ce intră în construcția instalațiilor de filtrare în curent transversal. De regulă, aceste module sunt formate din mai multe membrane tubulare cu efect de filtrare. Membranele tubulare se prezintă sub forma unor tuburi poroase ce constituie ele înseși un filtru cu membrană, sau pe suprafața cărora se aplică o membrană filtrantă executată dintr-un material organic sau anorganic. Membranele tubulare cunoscute pot fi echipate cu membrane filtrante aplicate la interior sau la exterior. Diametrul interior al acestor membrane tubulare poate varia de la câteva zecimi la cca 100 mm.

Pentru obținerea unor module de membrană de lungimi acceptabile, care să asigure totodată realizarea unui randament de filtrare corespunzător, se procedează la montarea unui număr mai mare sau mai mic de module de membrană rectilinie în interiorul unui înveliș tubular rectiliniu. Acest tub-modul are câte o admisie și o evacuare comune pentru totalitatea membranelor tubulare și prin care se debitează materialul supus filtrării, materialul reținut, precum și una sau două evacuări pentru filtrat [1].

Se mai cunosc și module de membrană alcătuite sub forma unor așa-numite module înfășurate. În acest sens, membranele filtrante de tip pânză țesută se înfășoară pentru obținerea unor rulouri de mare lungime la care debitarea materialului reținut și evacuarea filtratului se asigură cu ajutorul unor distanțiere sau plase subțiri și elastice, înfășurate [2]. Dacă se ia în considerare capacitatea de filtrare a acestor module înfășurate, se poate conchide că ele prezintă avantaje deosebite din punct de vedere economic; totuși, datorită tendinței lor de colmatare, ele nu se pretează la separarea de amestecuri cu un conținut ridicat de părți solide. Pe de altă parte însă, prin folosirea unor membrane tubulare cu diametre interioare de ordinul câtorva milimetri, devine posibilă prelucrarea unor amestecuri cu conținut ridicat de părți solide fără ca să intervină pericolul de colmatare - de exemplu în cazul sucurilor de fructe introduse sub presiune.

Capacitatea relativ redusă de filtrare raportată la unitatea de suprafață a tipurilor cunoscute de membrane tubulare din polisulfonă sau PDVF, impune realizarea unor instalații obținute prin legarea în serie sau în paralel a mai multor module din care fiecare este format, de exemplu, din 19 membrane tubulare a câte 3 m lungime prin care se urmărește creșterea capacității de filtrare până la un nivel acceptabil din punct de vedere economic [3].

Atunci când se ajunge la un număr ridicat de module legate în serie - se cunosc cazuri cu până la circa 16 module înseriate - se recurge la conectarea acestora cu ajutorul unor coturi de 180°. Chiar dacă grupa cuprinde numai 5 serii parcurse în paralel, se pune problema dispunerii cât mai compacte a unui număr de 80 de module asamblate într-o singură unitate pentru a se obține o suprafață de filtrare de cca 180 m<sup>2</sup>. În această situație, respectivele module se dispun pe brațele unui stativ, ceea ce permite realizarea numărului mare de racorduri atât pentru filtrat, cât și pentru materialul reținut.

Intervin însă următoarele probleme:

- pentru fiecare modul de membrană sunt necesare 4 racorduri și de la 2 la 3 straturi suprapuse dispuse pe brațele de reazem. În cazul unei instalații cu 80 de module, racordurile și dispunerea în straturi suprapuse conduce la un număr de 80 de coturi de îmbinare, 80 de legături din furtun flexibil și 320 de racorduri - ceea ce implică investiții ridicate și atrage după sine o diminuare a eficienței economice;
- membranele de separare au o durată de exploatare limitată.

Modulele de membrană constituie deci componente supuse unui proces de uzură și trebuie înlocuite la anumite intervale de timp.

Cheltuielile generate de operațiile de montare și demontare, precum și costurile datorate alcătuirii constructive complicate devin enorme în această variantă.

Mai este cunoscut un procedeu de obținere a fasciculelor de fibre, fiecare conținând fibre flexibile și rigide. Ele sunt confecționate, de exemplu, din sticlă și se utilizează pentru separarea și purificarea gazelor, cum ar fi pentru producerea heliului [4].

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție este eliminarea problemelor enumerate mai sus.

Potrivit prevederilor acestei invenții, obiectivul astfel definit se realizează cu ajutorul unui modul de membrană aparținând categoriei menționate mai sus și care se caracterizează prin aceea că membranele tubulare sunt dispuse în formă curbată în respectivul modul de membrană. În una din variantele avantajoase ale acestui modul de membrană, membranele tubulare sunt dispuse în cadrul modulului în formă înfășurată.

În acest mod se ajunge la o anumită trăsătură caracteristică, constând în aceea că membranele tubulare se prezintă sub forma a cel puțin unui fascicul alcătuit din mai multe membrane tubulare înfășurate prin răsucire, adaptându-se o executare similară cu cea folosită în confecționarea cablurilor.

Revendicările dependente se referă la diverse variante constructive de realizare a unui modul de membrană, la un procedeu de fabricare a unor membrane tubulare corespunzătoare plecând de la un material plastic supus extrudării, precum și la modalitățile de utilizare a respectivului modul de membrană.

S-a putut constata că modul de dispunere preconizat prin prezenta invenție poate fi realizat cu ajutorul tipurilor cunoscute de membrane tubulare care pot fi îndoite cu raze de curbură chiar mai mici decât de 20 de ori în diametrul interior al tubului, fără ca prin aceasta să intervină o deteriorare a stratului membranei. Membranele tubulare realizate din materiale organice pot fi obținute din comerț la lungimi adecvate scopului. Tipurile cunoscute de membrane tubulare

confectionate din materiale anorganice, de exemplu din metale sinterizate, pot fi obținute folosind tronsoane de țevă debitate la lungimi curente de până la 1 m; după îndoirea și asamblarea prin sudare a tronsoanelor de țevă, se procedează la aplicarea unui strat membrană, obținându-se astfel membrane tubulare la lungimile cerute.

Prin comparație cu tipurile cunoscute de module de membrană, modulele de membrană conform invenției prezintă avantajul unui grad ridicat de compacitate și al unei alcătuirii constructive mai simple. Referindu-ne la gruparea menționată mai sus și alcătuită din 80 de module de membrană, aceasta poate fi înlocuită printr-un modul de membrană conceput potrivit prevederilor prezentei invenții, având un diametru exterior și o înălțime de construcție de câte cca 1,40 m, și care asigură o aceeași suprafață de membrană filtrantă de cca 180 m<sup>2</sup>. Cele 320 de racorduri nu mai sunt necesare, în funcție de modul de alcătuire, este nevoie doar de cca 3 racorduri. Suprafața de membrană filtrantă a modulului de membrană este formată din 150 de membrane tubulare cu un diametru interior de cca 7 mm și o lungime de 55 m fiecare.

În descrierea ce urmează și în desenele anexate se prezintă diverse exemple concrete de realizare a invenției.

fig. 1a prezintă un modul de membrană conform prezentei invenții, utilizat la separatoarele cu membrană - secțiune verticală B-B conform fig. 1b;

fig. 1b, secțiune orizontală A-A prin modulul de membrană conform fig. 1a;

fig. 2a, secțiune parțială C-C printr-o țevă colectoare pentru membrane tubulare, conform fig. 2b, la începutul sau sfârșitul unei înfășurări;

fig. 2b, vedere frontală a unei țevi colectoare pentru membrane tubulare, conform fig. 2a;

fig. 3, variantă de modul de membrană conform prezentei invenții, utilizat la separatoarele cu membrană - secțiune verticală;

fig. 4a, altă variantă de modul de membrană conform prezentei invenții, utilizat la separatoarele cu membrană și prezentat cuplat cu un recipient de filtrat - secțiune verticală;

fig. 4b, secțiune orizontală parțială D-D printr-o țevă colectoare pentru membrane tubulare, conform fig. 4a, la începutul sau sfârșitul unei înfășurări;

fig. 5, secțiune printr-un fascicul format din mai multe membrane tubulare aparținând unei înfășurări a unui modul de membrană conform fig. 1a cu distanțiere dispuse între membranele tubulare;

fig. 6, secțiune prin elementele de distanțare aparținând unei membrane tubulare și realizate prin fasonare;

fig. 7, vedere a unei alte variante de elemente de distanțare aparținând unei membrane tubulare și realizate prin fasonare;

fig. 8, vedere a unui distanțier realizat dintr-o sârmă înfășurată în jurul unei membrane tubulare;

fig. 9, vedere a unui grup format din trei membrane tubulare ce alcătuiesc un subansamblu continuu aplicat prin înfășurare;

fig. 10a, secțiune radială prin două înfășurări plate în formă de disc aparținând unei singure membrane tubulare continue;

fig. 10b, schemă de înfășurare pentru o înfășurare plată alcătuită din două straturi conform fig. 10a;

fig. 11, secțiune axială parțială printr-un modul de membrană cu axă orizontală de înfășurare a membranelor tubulare;

fig. 12, schemă de înfășurare pentru două înfășurări de membrane tubulare dispuse alăturat într-un modul de membrană;

fig. 13, vedere a unei membrane tubulare pentru înfășurare într-o formă alcătuită ca un tub aplatizat;

fig. 14, modul de membrană conform prezentei invenții, utilizat la separatoarele cu membrană, având un recipient pentru materialul separat;

fig. 15, reprezentare schematică a unui separator cu membrană pentru amestecuri de paste, echipat cu un modul de membrană conform fig. 14;

fig. 16, modul de membrană conform prezentei invenții, la care mai multe membrane tubulare cu axe verticale de înfășurare sunt dispuse suprapus;

fig. 17a, 17b, două vederi ale unui modul de membrană la care apar mai multe membrane tubulare ce pot fi înlocuite, dispuse între plăci de reazem în compartimente de tip sertar;

fig. 18, modul de membrană, conform prezentei invenții, alcătuit din mai multe membrane tubulare și care poate fi poziționat vertical și orizontal cu ajutorul unui dispozitiv de basculare;

fig. 19, modul de membrană, conform prezentei invenții, alcătuit din mai multe membrane tubulare dispuse alăturat și având axe de înfășurare orientate în direcție orizontală (vedere laterală);

fig. 20, vedere axială a modulului de membrană conform fig. 19;

fig. 21a, 21b, 21c, modul de membrană, conform prezentei invenții, alcătuit din mai multe membrane tubulare dispuse orizontale și recipient de extracție (vederi diverse);

fig. 22, înfășurare plată în formă de disc, executată dintr-o unică membrană tubulară continuă și montată într-un recipient de tip cutie prin care se asigură poziționarea și înlocuirea înfășurării;

fig. 23a, înfășurare plată în formă de disc, executată dintr-o unică membrană tubulară continuă și prevăzută cu o placă de reazem pentru îmbunătățirea stabilității;

fig. 23b, 23c, două variante de placă de reazem, conform fig. 23a;

fig. 24, reprezentare schematică a unei înfășurări plate în formă de disc, alcătuită din două unități suprapuse, executate din două membrane tubulare continue în vederea măririi diametrului și suprafeței filtrante a înfășurării;

fig. 25, schemă de montaj pentru trei grupe a câte trei membrane tubulare echipate cu colectoare de legătură între grupe și care servesc drept camere de amestec;

fig. 26a, 26b, 26c, detalii privind o legătură dotată cu robinet cu închidere instantanee pentru o membrană tubulară cu colector conform fig. 17;

fig. 27, modul de alcătuire a unei legături între un fascicul înfășurat de membrane tubulare și un colector conform fig. 2a la care apar mai multe membrane tubulare de lungimi egale, dispuse decalat în zona de capăt;

fig. 28, punctul de întrerupere al unui fascicul înfășurat de membrane tubulare ale unui modul de membrană conform fig. 1a la care apar mai multe membrane tubulare de lungimi egale, dispuse decalat în zona de capăt, iar punctul de întrerupere este amenajat pentru a servi drept cameră de amestec.

În fig. 1a și 1b se prezintă câte o secțiune printr-un modul de membrană la care membranele tubulare sunt înfășurate în jurul unei axe verticale. Modulul de membrană cuprinde un recipient închis 1 alcătuit dintr-o parte inferioară 2 și o parte superioară 3 fixată etanș, dar cu posibilitate de demontare. Așa cum se poate vedea îndeosebi în fig. 1a, în partea superioară 3 pătrund lateral două colectoare 4, 5 ce deserveșc membranele tubulare 6. Așa cum se vede, o parte a fiecăruia din cele două colectoare 4, 5 este situată în interiorul recipientului închis 1. Membranele tubulare 6 formează un fascicul continuu 7 ce face legătura între colectoarele 4 și 5 și este înfășurat pe un suport sau o piesă verticală de înfășurare 9, înfășurarea fiind notată cu 8.

În fig. 2a și 2b se prezintă, în secțiune parțială și vedere frontală, un capăt al unui colector 4 sau 5. Așa cum se poate vedea în fig. 2a, membranele tubulare 6 ale fascicului 7 sunt răsucite ca la un cablu. S-a procedat în acest mod deoarece dispunerea curbă a fascicului 7 în forma 8 permite să se evite deteriorarea membranelor tubulare 6. La capătul colectorului 4, membranele tubulare 6 sunt fixate prin turnarea unei mase de cablu 10.

Amestecul ce urmează a fi supus procesului de separare și care poate fi, de exemplu, un suc de fructe obținut prin presare, este dirijat sub presiune către unul din colectoarele 4, 5 și parcurge în paralel membranele tubulare 6. Prin celălalt colector corespunzător 5 sau 4 se evacuează amestecul sub formă de material reținut. Pe parcursul membranelor tubulare 6, o parte din amestec - și anume particulele de finețe corespunzătoare - se separă datorită acțiunii cunoscute a membranelor și ajunge astfel sub formă de filtrat în rezervorul 1 ce înglobează, așa cum se vede în fig. 1a, forma 8.

Din acest spațiu, prin intermediul piesei de înfășurare 9 care servește totodată și drept colector, filtratul ajunge la ieșirea 11 pentru materialul separat. Așa cum se vede în fig. 1a, piesa de înfășurare 9 prezintă la capătul inferior un element în formă de taler ce servește pentru reținerea formei 8. Ieșirea 11 este dispusă în partea de sus, în așa fel încât membranele de separare ale membranelor tubulare 6 să fie permanent umezite. Întreaga formă înfășurată 8 a fascicului 7 și țevile colectoare 4, 5 și 9 pot fi demontate și extrase din piesa inferioară 2 a recipientului 1 pentru a permite efectuarea controalelor necesare. Din aceleași considerente, în piesa inferioară 2 este prevăzut un vizor 12. Pentru evacuarea filtratului, recipientul este prevăzut în partea de jos cu o ieșire 13 care poate fi închisă, iar în partea de sus cu un robinet de evacuare a aerului 14.

În ce privește varianta de modul de membrană prezentată în fig. 3, simbolurile de referință folosite anterior în cadrul fig. 1a servesc la identificarea acelor componente ce îndeplinesc funcții echivalente. Țevile colectoare 4, 5 ce constituie racordurile pentru materialul reținut, sunt dispuse în dreptul părții inferioare 2 a recipientului 1, iar pentru filtrat este prevăzut un racord de golire 11 montat în dreptul părții superioare 3. Pentru intervenții la forma înfășurată 8, este suficient să se demonteze o conductă de filtrat care face legătura cu racordul de golire 11 de pe partea superioară 3. Stabilitatea formei înfășurate 8 se asigură cu ajutorul unei benzi de fixare 17. Piesa de înfășurare 9' este prevăzută cu orificii 15 pentru colectarea filtratului.

În fig. 4a se prezintă o altă variantă de modul de membrană. Aici apare un recipient închis 1' ce servește drept rezervor pentru filtrat. În recipientul 1' sunt montate mai multe membrane tubulare 6, dispuse alăturat și înfășurate în jurul unei axe 16 cu păstrarea paralelismului. Membranele tubulare 6 dirijează amestecul supus separării transversal față de direcția axială și debușează în colectoarele 4' și 5', în timp ce în variantele conform fig. 1a și 3 direcția de curgere este orientată paralel. În aceste condiții, nu mai este necesară o răsucire a membranelor tubulare 6 și devine posibilă atingerea unui grad ridicat de compacitate a suprafeței de filtrare în limitele spațiului disponibil. În afară de aceasta, datorită faptului că, așa cum se vede cel mai bine în secțiunea D-D din fig. 4b, membranele tubulare 6 debușează transversal, devine posibil să se micșoreze diametrul țevilor colectoare 4', 5'.

Așa cum se vede în fig. 4b, membranele tubulare 5 sunt solidarizate cu colectoarele 5' prin turnarea unei mase de cablu 10'. Filtratul ajunge din membranele tubulare 6 în recipientul 1' care îndeplinește, și în acest caz, funcția unui rezervor integrat 18 pentru primirea filtratului. În partea inferioară a recipientului 1' este prevăzut un racord 11' de evacuare a filtratului. Așa cum se poate vedea în fig. 4a, stabilitatea formei înfășurate 8' este asigurată cu ajutorul benzilor de fixare 17.

În fig. 5 se prezintă o vedere axială a fascicului de membrane tubulare 6 (vezi și fig. 2b) unde stabilitatea acestor membrane tubulare 6 este asigurată cu ajutorul unor benzi de fixare 17. Așa cum se vede din desen, benzile de fixare 17 preiau și funcția de distanțiere în poziționarea membranelor tubulare 6. Evacuarea filtratului ce traversează pereții membranelor tubulare 6 se face în condiții îmbunătățite, datorită faptului că benzile de fixare 17 au o alcătuire reticulară. O altă modalitate de păstrare a unei distanțe corespunzătoare între membranele tubulare 6 poziționate înfășurate, se prezintă în fig. 6 unde membranele tubulare 6 sunt prevăzute cu elementele 27 ce apar ca îngroșări perimetrice locale și preiau funcția de distanțiere. În fig. 7 se prezintă o altă variantă constructivă de realizare a unor asemenea distanțiere 27' dispuse la exteriorul membranelor tubulare 6 și orientate axial de-a lungul acestora. Așa cum se arată în fig. 8, distanțierile se pot prezenta și sub forma unor elemente 27" executate din sârmă și înfășurate elicoidal în jurul membranelor tubulare 6.

În fig. 10a se prezintă două forme 8" de membrane tubulare 6 înfășurate elicoidal și dispuse în două straturi suprapuse, ceea ce le conferă formă de disc. De ambele părți, formele 8" sunt racordate la colectoarele 4", 5" ce asigură transportul materialului reținut; sunt posibile și alte forme similare, dar care nu se prezintă în desene. Filtratul poate fi colectat și evacuat, prin soluțiile cunoscute, din spațiul ce înconjoară înfășurările 8". În fig. 10b se prezintă o schemă de înfășurare a unei membrane tubulare 6, atunci când se urmărește obținerea unei forme 8". Spre deosebire de variantele de module de membrană conform fig. 1a, 3 și 4a, forma de alcătuire prezentată în fig. 10a este susceptibilă de a înlocui forme 8" separate și deci membrane tubulare 6 separate. În acest sens, apare deosebit de indicată folosirea de țevi metalice sinterizate.

În fig. 11 se prezintă un modul de membrană la care membranele tubulare sunt înfășurate în jurul unei axe dispuse orizontal. Și acest modul de membrană cuprinde un recipient închis 1" cu câte o conductă de alimentare și una de evacuare 4" și 5" pentru materialul reținut, precum și două conducte de evacuare 11" pentru filtrat. Membrana tubulară se prezintă fie sub formă de conductă individuală, fie sub formă de fascicul 7' multiplu paralel, înfășurat în jurul unei axe orizontale 16' și care asigură legătura cu conductele de alimentare și evacuare 4" și 5" pentru materialul reținut. Înfășurarea 8" este poziționată în interiorul recipientului 1" cu ajutorul unor distanțiere 30 prevăzute cu orificii de trecere pentru asigurarea transferului de filtrat de la înfășurarea 8" la conductele de evacuare 11".

Având în vedere eventualitatea unor reparații ale modulelor de membrană și pentru acoperirea unui necesar diferențiat de suprafață de filtrare, s-a conceput o variantă de modul de membrană alcătuit din cel puțin două înfășurări separate de membrane tubulare 6, montate într-un recipient și prevăzute cu racorduri distincte de alimentare și evacuare a materialului reținut. În fig. 12 se prezintă o schemă de înfășurare pentru asemenea înfășurări individuale 8", dispuse pe o piesă de înfășurare 9" comună având o axă 16".

În fig. 14 se prezintă o variantă de modul de membrană conform fig. 4a. Și în această variantă apare un număr de membrane tubulare 6 (nu se arată explicit în desen) dispuse suprapus și înfășurate în jurul unei axe comune 16. De astă dată, așa cum s-a arătat, de exemplu, în legătură cu fig. 10a, membranele tubulare 6 sunt în așa fel înfășurate, încât racordurile la țevile colectoare 5" și 4" pentru materialul în amestec ce urmează a fi supus procesului de separare precum și înseși țevile respective sunt diametral opuse. În timp ce în exemplul concret prezentat în fig. 4a, recipientul 1' de primire a filtratului este legat cu rezervorul de filtrat 18 doar printr-o conductă de preaplin prevăzută cu un ventil de aerisire 14', recipientul 40 din fig. 14 servește atât pentru amplasarea membranelor tubulare 6, cât și ca rezervor de înmagazinare a filtratului separat.

Rezervorul de filtrat 40 este prevăzut, în partea de jos, cu un racord de golire 11" pentru evacuarea filtratului, iar filtratul poate fi preluat prin conectarea unei pompe 41. Așa cum se arată în fig. 15, în timpul funcționării instalației de separare este avantajos ca filtratul să fie evacuat prin pompă din rezervorul 40 până la atingerea nivelului minim 43, atunci când filtratul a atins un nivel maxim 42.

Rezervorul de filtrat 40 cuprinde o parte superioară amovibilă 44, legată cu partea inferioară 45 prin intermediul unei flanșe demontabile 46. Pentru efectuarea unor lucrări curente de întreținere ce nu necesită demontarea părții superioare 44, aceasta din urmă este prevăzută cu o gură de acces 47 ce poate fi închisă cu ajutorul unui capac. Rezervorul de filtrat 40 mai este prevăzut cu un cap pulverizator 48 dispus în partea de sus cu ajutorul căruia se asigură spălarea membranelor tubulare 6.

În fig. 15 se prezintă schematic o instalație de separare cu membrană ce include un modul de membrană 50 conform fig. 14. Instalația mai cuprinde un rezervor 51 alimentat, prin conducta 52, cu amestecul de pastă 53 ce urmează a fi supus procesului de separare. În partea de jos a rezervorului 51 este montat un robinet de golire 54 pentru amestecul de pastă 53, iar acesta din urmă este dirijat către racordul de alimentare 58 a modulului de membrană 50, admisia fiind reglată printr-un robinet de reglaj 57 comandat de un senzor de presiune 56. În afară de robinetul de golire 54 mai este prevăzut un robinet de intrare 59 pentru lichidul de spălare ce poate fi dirijat către modulul de membrană 50 în locul amestecului de pastă 53.

Așa cum s-a arătat și cu referire la fig. 14, amestecul de pastă 53 traversează modulul de membrană 50, din care este evacuat, sub formă de material reținut, prin ieșirea 60. Din ieșirea 60, materialul reținut trece prin conducta 61 și robinetul de reglare 62, iar din acest punct, fie că trece prin robinetul 63 pentru a fi reintrodus în rezervorul 51, fie că trece prin robinetul 64 și este evacuat definitiv din instalația de separare cu membrană. În aceste condiții, pe durata întregului proces de separare, amestecul de pastă 53 parcurge un circuit rezervat materialului reținut ce este vehiculat în cadrul instalației. Așa cum s-a arătat anterior cu referire la fig. 14, materialul separat sub formă de filtrat în membranele tubulare 6 este evacuat prin ieșirea 11" din rezervorul de filtrat 40, fiind preluat, prin aspirație, de pompa 41 conectată la instalația de separare.

Așa cum s-a indicat mai sus în legătură cu fig. 14, regimul de funcționare a pompei 41 este reglat cu ajutorul senzorilor de nivel 65, 66 ce sesizează nivelul filtratului din rezervorul de filtrat 40 și transmit comanda prin intermediul conductei de comandă 67. Pentru măsurarea presiunii amestecului de pastă 53, se prevede câte un senzor de presiune 68, 69 dispuși în dreptul admisiei 58 și respectiv al ieșirii 60. Presiunea din dreptul admisiei 58 se reglează cu ajutorul supapei de reglaj 62 la care semnalul provenind de la senzorul de presiune 68 este transmis prin conducta de comandă 70.

În fig. 16 se prezintă o altă variantă constructivă de realizare a modulului de membrană conform fig. 14, cu precizarea că simbolurile de referință ce se repetă servesc la identificarea unor componente identice. În această fig. 16, membranele tubulare 6 sunt dispuse suprapus și sunt înfășurate în jurul unei axe comune 16, fiind totodată prevăzute cu

racorduri 75, 76 prin care se realizează conectarea la colectoarele 5" și 4" pentru amestecul de pastă ce urmează a fi supus procesului de separare.

În fig.17a și 17b se prezintă o variantă de alcătuire constructive a unui modul de membrană care permite o înlocuire deosebit de ușoară a membranelor tubulare 6 înfășurate, prin simpla separare a acestora de colectoarele comune 4" și 5" așa cum s-a arătat cu referire la fig. 16. În fig. 17b se prezintă o secțiune

A-A prin modulul de membrană conform fig. 17a, perpendiculară pe axa 16. În afară de colectoarele 4", 5" pentru amestecul de pastă ce este supus procesului de separare, mai apare o țevă portantă 80 dispusă paralel cu țevile colectoare. Țevile 4", 5", 80 prezintă fiecare câte o nervură 81 cu creștături, dispusă radial și orientată către interior, iar în creștăturile 82 pătrund o serie de plăci perforate 83. În felul acesta, plăcile portante 83 alcătuiesc o serie de compartimente de tip sertar în care sunt montate membranele tubulare 6 în condiții ce permit înlocuirea acestora.

Apare indicat ca racordurile 75, 76 prin care se face legătura între membranele tubulare 6 și colectoarele 5" și 4" să fie prevăzute cu robinete cu închidere instantanee, așa cum se arată în fig. 26a, 26b, 26c și prin care se simplifică operațiile de înlocuire a membranelor. Filtratul care traversează pereții membranelor tubulare 6 poate fi evacuat în bune condiții cu ajutorul plăcilor de reazem perforate 83.

În fig. 18 se prezintă schematic un alt exemplu de modul de membrană alcătuit din mai multe membrane tubulare 6 și prevăzută cu un rezervor de filtrat 40, de tipul celui ce apare în fig. 16. În cazul de față, rezervorul de filtrat 40 este fixat cu ajutorul unui lagăr 86 și poate fi făcut să basculeze între o poziție verticală 87 și o poziție orizontală 88, așa cum indică săgeata 89. Aflat în poziția orizontală 88, sunt create condițiile pentru o înlocuire extrem de simplă a membranelor tubulare 6, așa cum se indică prin săgeata 90 pe de altă parte, poziția verticală 87 oferă o serie de avantaje în condiții de exploatare a instalației.

În fig. 19 se prezintă, în vedere laterală, un modul de membrană echipat cu mai multe membrane tubulare 6 dispuse alăturat în jurul unei axe comune 16'; o vedere axială a aceluiași modul apare în fig. 20. Așa cum apare îndeosebi în fig. 20, colectoarele 4', 5' pentru amestecul de pastă ce urmează a fi supus procesului de separare sunt diametral opuse și sunt orientate paralel cu axa comună 16'. Rezervorul de filtrat 40 este prevăzută cu un racord de golire 11" dispus în partea inferioară și prin care se asigură evacuarea filtratului. Așa cum apare îndeosebi în fig. 20, rezervorul de filtrat 40 prezintă o parte superioară 44 fixată cu ajutorul unei șarniere 96 în jurul căreia respectiva componentă poate fi rabatată în vederea asigurării accesului în timpul operațiilor de întreținere. În fig. 19 și 20, racordurile membranelor tubulare 6 la colectorul 4' sunt identificate cu simbolul de referință 75.

În fig. 21a, 21b, 21c se prezintă un modul de membrană la care axele membranelor tubulare 6 sunt dispuse pe orizontală, și se ilustrează modalitatea de extragere pe orizontală, cu ajutorul unui dispozitiv de rulare 101, a părții demontabile 44' aparținând rezervorului de filtrat 40 în vederea asigurării accesului la membranele tubulare 6 atunci când trebuie executate diverse lucrări de întreținere.

În fig. 22 se prezintă o variantă avantajoasă de realizare a unei membrane tubulare 6, alcătuite sub forma unei înfășurări plate de tip disc - înfășurare ce poate fi aplicată îndeosebi la modulele de membrană prezentate în fig. 16-21. Această membrană tubulară 6 este dispusă într-un compartiment 106 de tip cutie ce asigură fixarea membranei tubulare 6 și permite totodată accesul în vederea înlocuirii respectivei membrane. Așa cum se vede în fig. 22, peretele compartimentului 106 de tip cutie este prevăzută cu o serie de orificii 107 prin care se realizează evacuarea filtratului obținut prin separare. Pentru intervenții la membrana tubulară 6 însăși, este prevăzută un închizător cu arc 110 ce permite demontarea capacului 108 de pe partea inferioară 109 a recipientului 106.

În fig. 23a se prezintă o altă modalitate de îmbunătățire a stabilității unei membrane tubulare înfășurate. În acest sens, membrana tubulară 6 în formă de disc și înfășurată în jurul unei axe 16, este echipată cu o placă de reazem 116 de asemenea în formă de disc. Inelul format din membrana tubulară 6 și placa de reazem 116 intercalată este fixat cu ajutorul unor benzi de fixare dispuse radial, din care, în secțiunea prezentată în fig. 23a, este indicată numai banda de fixare 117. Variantele de placă de reazem 116, prezentate în fig. 23b și 23c, asigură condiții îmbunătățite de evacuare a filtratului. Placa de reazem 116 din fig. 23b prezintă o serie de nervuri 117', dispuse pe ambele fețe și astfel distanțate între ele, încât să coincidă cu traseele de înfășurare a membranelor tubulare 6; în felul acesta, prin dispunerea membranelor tubulare 6 în dreptul nervurilor 117', se obțin canale de evacuare cu o secțiune de scurgere mărită.

Placa de reazem 116, ce apare în fig. 23c, prezintă o serie de perforații 118 ce contribuie, de asemenea, la îmbunătățirea condițiilor de evacuare a filtratului.

Atunci când se urmărește realizarea unei înfășurări plate cu suprafață mare de filtrare, formată din numai două straturi suprapuse de membrane tubulare, dispuse axial și având o lungime limitată din considerente de diminuare a pierderilor de presiune, există posibilitatea ca înfășurarea să fie formată din două membrane tubulare 6', 6" dispuse alăturat în sens radial. Pentru a obține lungimi aproximativ egale la tronsoanele de capăt ale membranelor tubulare 6', 6", prin care acestea din urmă sunt racordate la colectoarele 4", 5", se consideră indicat ca la trecerea centrică din poziția 121 în poziția 122 să se inverseze succesiunea radială a membranelor tubulare 6', 6" din schema de înfășurare conform fig. 10b - așa cum se arată în fig. 24. În majoritatea cazurilor, creșterea diametrului D al înfășurării nu deranjează.

Colectoarele prezentate mai sus și destinate a transporta amestecul de pastă ce urmează a fi supus procesului de separare, îndeplinesc - în afara funcțiilor de colectare și distribuție - și funcția de amestecător. La membranele tubulare alimentate în paralel și care prezintă anumite lungimi, acest proces de amestecare se poate dovedi util pentru a preveni o îngroșare exagerată a amestecului de pastă ce ar putea conduce la o colmatare a anumitor membrane tubulare. În fig. 25 se prezintă schematic modul în care, între grupele 126, 127, 128 de membrane tubulare 6, se pot intercala câte două

grupe de tuburi de amestec comune 134, 135 cu rol de tuburi colectoare. În condiții de funcționare a instalației de separare, aceste tuburi de amestec sunt închise către exterior și sunt prevăzute cu robinete de spălare 136, 137 accesibile din exterior și folosite exclusiv în acest scop.

La modulele de membrană alcătuite din fascicule de module de membrană conform fig. 1a, în locul tuburilor de amestec 136, 137 din fig. 25, se prevăd întreruperi ale fasciculelor înfășurate 7 ce sunt alcătuite astfel încât să constituie camere de amestec 141 - așa cum se arată în fig. 28. Pe tronsoanele de fascicule 7, 7' între două camere de amestec 141, membranele tubulare 6 au lungimi egale, dar se prezintă decalat în zonele de capăt, datorită înfășurării fasciculelor individuale - vezi fig. 28. Racordurile 146 servesc pentru admisia și evacuarea agentului de spălare a membranelor tubulare după încheierea procesului de separare. Camerele de amestec 141 sunt dispuse - de exemplu, ca și fasciculele înfășurate 7 conform fig. 1a - în interiorul recipientului 1 de primire a materialului separat sub formă de filtrat, în condiții de exploatare, ele sunt înconjurate la exterior de masa de filtrat, iar racordurile 146 debrușează în câte o piesă de legătură (neprezentat în desene) care trece prin filtrat și conduce către exterior.

În fig. 27, ca și în fig. 28, se prezintă un fascicul înfășurat 7, alcătuit din membrane tubulare de lungimi egale și care datorită înfășurării, sunt dispuse decalat în zona de capăt a fasciculului care, la rândul său, debrușează într-un colector 4 conform fig. 2a.

În legătură cu modul de alcătuire a unui modul de membrană conform fig. 17a și 17b care permite - așa cum se arată în fig. 16 - înlocuirea extrem de simplă a membranelor tubulare 6 prin separarea acestora de colectoarele comune 4" și 5", se revine asupra avantajelor pe care le prezintă conectarea membranelor tubulare 6 la colectoarele 5" și 4" prin legături prevăzute cu organe de închidere rapidă. Asemenea legături sunt exemplificate în fig. 26a, 26b, 26c.

În fig. 26a se prezintă, în secțiune longitudinală, racordul 76 între o membrană tubulară 6 și un colector 4", cu intercalarea unei piese de trecere 151 și a unei flanșe de prindere 152. Așa cum se vede îndeosebi în secțiunea A-A din fig. 26b (vezi fig. 26a), piesa de trecere 151 prezintă un nut exterior 153 în care pătrunde un etrier 154 în formă de U. Etrierul 154 pătrunde în flanșa de prindere 152 prin găurile 155 și este fixată de respectiva flanșă, în așa fel încât piesa de trecere 151 ce pătrunde în flanșa de prindere 152 rămâne fixată cu posibilitate de rotire. Garnitura inelară 156 montată la capătul piesei de trecere 151, asigură realizarea unei îmbinări etanșe între racordul 76 al unei membrane tubulare 6 și colectorul 4". În fig. 26c se prezintă, în secțiune parțială, o variantă de realizare a piesei de trecere 151 din fig. 26a și la care s-au folosit aceleași simboluri de referință pentru identificarea unor componente corespunzătoare.

Așa cum s-a arătat mai sus, modulele de membrană descrise pot fi executate folosind membranele tubulare uzuale ce pot fi îndoite cu raze de curbă mai mici decât de 20 de ori în diametrul lor interior, fără ca prin aceasta să fie deteriorat stratul de membrană aplicat. În locul operației de îndoire, se poate adopta un alt procedeu mai simplu de realizare a membranelor tubulare și care se bazează pe extrudarea unui material plastic folosind o duză de extrudare cu orificiu inelar. Membranele tubulare pot fi executate direct în formă curbată prin adoptarea unor mijloace termice sau mecanice care să permită realizarea unor viteze diferențiate de trecere a materialului plastic de-a lungul orificiului inelar. Prin utilizarea unor duze de extrudare de forme corespunzătoare se pot obține și membrane tubulare multiple 36 de tipul prezentat în fig. 9 și care formează o singură unitate; tot astfel se pot realiza membrane tubulare 37 ce se prezintă sub forma unui tub aplatizat, așa cum se arată în fig. 13. În ce privește colectoarele prin care se asigură transportul paralel către și dinspre membranele tubulare a amestecului de pastă ce urmează a fi supus procesului de separare și, în special, colectoarele 4', 5' din fig. 14 cu admisie perpendiculară pe axa colectorului, se consideră ca avantajoase variantele la care colectoarele prezintă mai multe tronsoane separate, fiecare din acestea fiind prevăzut cu propria sa conductă de alimentare.

Modulele de membrană ce fac obiectul prezentei invenții pot fi utilizate la procedeele de separare a sucurilor de fructe, produselor alimentare sau apelor uzate - procedee ce funcționează în curent transversal. În funcție de natura componentelor ce urmează a fi separate din amestecul de pastă, se adoptă membrane la care limitele de separare se situează în domeniul osmozei reversibile, nanofiltrării, ultrafiltrării sau microfiltrării. Pentru anumite aplicații concrete, modulele de membrană pot fi adaptate simplu și pentru a fi utilizate ca treaptă finală de filtrare. Prin comparație cu modulele de membrană formate din membrane tubulare rectilinii, modulele de membrană concepute și executate potrivit prevederilor prezentei invenții permit atingerea unor suprafețe de filtrare mai mari de până la cca 180 m<sup>2</sup>.