



(11) **RO 134746 B1**

(51) **Int.Cl.**

B01J 19/32 (2006.01),

B01J 23/42 (2006.01),

B01D 59/00 (2006.01),

B01D 59/32 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00336**

(22) Data de depozit: **17/06/2020**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/01/2022** BOPI nr. **1/2022**

(41) Data publicării cererii:
26/02/2021 BOPI nr. **2/2021**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
TEHNOLOGII CRIOGENICE ȘI
IZOTOPICE-ICSI-, STR. UZINEI NR.4, COD
240050, RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO**

(72) Inventatori:
• **IONITA GHEORGHE, CALEA LUI TRAIAN,
NR.65, BL.S34, SC.C, AP.3, RÂMNICU
VÂLCEA, VL, RO;**

• **TITESCU GHEORGHE,
STR. MATEI BASARAB NR. 20, BL.116,
SC.C, AP. 1, RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO;**
• **CIORTEA CONSTANTIN,
BD.TINERETULUI NR.17, BL.A59, SC.A,
ET.5, AP.23, RÂMNICU VÂLCEA, VL, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 133403 A2; RO 113218 B1; RO 107558
B1; EP 0068862 B1; RO 113534 B1;
US 4228034 A**

(54) **UMPLUTURĂ CATALITICĂ MIXTĂ, COMPACTĂ**

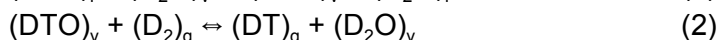
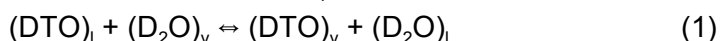


Invenția se referă la o umplutură catalitică mixtă compactă, constituită din două componente, una puternic hidrofilă și cealaltă, catalitică, înalt hidrofobă, destinată în special procesului de separare a deuteriului și tritiului din apă grea sau în general oricărui proces chimic promovat de un catalizator hidrofob, în care apa lichidă și vaporii de apă au rol de reactanți sau produși de reacție și vin în contact direct cu catalizatorul hidrofob.

Cea mai cunoscută aplicație o reprezintă procesul îndepărtării tritiului din apă grea tritiată, prin procesul de schimb izotopic deuteriu - apă tritiată, în faza lichidă (Liquid Phase Catalytic Exchange-LPCE), la care transferul tritiului din apă grea tritiată în deuteriu se realizează într-o coloană de schimb izotopic și este rezultatul combinării a două procese:

- un proces de schimb izotopic (1) între apă grea tritiată în faza lichidă și vaporii de apă grea care necesită un element de contact înalt hidrofil;

- și un proces de schimb izotopic între deuteriu gaz și vaporii de apă tritiată (2), care necesită un catalizator hidrofob, asemenea echilibrelor de mai jos:



Astfel de procese se desfășoară în contracurent în coloane de schimb izotopic unde gazul saturat cu vaporii de apă străbate coloană de jos în sus, iar apă lichidă curge de sus în jos direct peste umplutură mixtă catalitică.

Pentru procesul de schimb izotopic (1), în fapt un proces clasic de distilare, este cunoscută utilizarea unor elemente de contact de tipul umpluturilor hidrofile, cu o suprafață de contact mare, confecționate din plasă de metal (bronz fosforos, oțel inox - SS) sau material plastic, pliată/ondulată și asamblată sub formă de pachete cilindrice cu diametrul similar diametrului interior al coloanei în care sunt montate.

Procesul de schimb izotopic (2), deuteriu-vapori de apă, necesită un catalizator activ și stabil la contactul cu apă, respectiv un catalizator hidrofob care respinge apa lichidă de pe suprafața sa dar care permite atât deuteriului gaz (D_2), cât și vaporilor de apă, să ajungă la centrii catalitici activi. Catalizatorul hidrofob realizează accelerarea procesului de transfer izotopic și păstrarea îndelungată a proprietăților catalitice chiar și în condițiile contactului direct cu apă lichidă*.

Amestecul celor două componente (structura hidrofilă și catalizator hidrofob), este numit „umplutură catalitică mixtă” și aceasta asigură desfășurarea simultană a celor două procese într-o singură coloană.

În funcție de aranjamentul celor două componente se pot realiza mai multe tipuri de umpluturi catalitice mixte, dintre care cele mai cunoscute sunt:

- a. umpluturi dezordonate în care cele două componente de dimensiuni apropiate sunt amestecate la întâmplare pe întreg volumul coloanei de schimb [1];

- b. umpluturi ordonate alternante în care straturile de catalizator alternează cu pachete de umplutură hidrofilă [2].

Cele mai cunoscute și utilizate umpluturi ordonate hidrofile sunt confecționate din fâșii de plasă metalică ondulată și asamblate sub formă cilindrică, cu denumiri comerciale sugestive și realizate de firmele [3]:

- a. compania Sulzer (Mellapäck; Mellapck Plus; Mellapäckgrid: BX; BX Plus; CY; Mellacarbon);

- b. compania Kevîn (MEII - Series; MEII - Vantage MEII - Wire Mesh; Montz-Pak);

- c. compania Koch-Glitsch (Flexipack; Intalox; Flexigrid; Glittsch-Grid).

Pentru umpluturile menționate nu se cunosc sau nu au fost făcute publice proceduri de "activare", pentru creșterea udabilității.	1
Cunoscută și utilizată în aplicații este și umplutură ordonată, tip B7 [4] sau B5, confecționată din țesătură metalică din bronz fosforos sau din oțel inoxidabil. Pentru realizarea caracteristicii hidrofile a suprafeței metalice, umplutură ordonată din bronz fosforos a fost supusă unor tratamente termochimice cu agenți oxidanți (soluție de permanganat de potasiu sau apă oxigenată [5-6], care asigură formarea unui strat de oxizi metalici la suprafață, având drept rezultat implicit o creștere a udabilității suprafeței metalice.	3 5 7
Necesitățile de utilizare practică și industrializarea unor astfel de procese converg către noi modalități/modèle de aranjare a celor două componente, care să genereze umpluturi catalitice mixte mult mai compacte, care în comparație cu umpluturile ordonate alternante (catalizator și umplutură hidrofilă), asigură cel puțin aceeași performanță de separare, dar pe un volum mai mic de umplutură, cu impact direct în reducerea dimensiunilor coloanelor de schimb izotopic.	9 11 13
Pe plan mondial este cunoscută o astfel de umplutură catalitică compactă, confecționată și comercializată de către firma Sulzer, sub denumirea de KATAPÄCK, în care catalizatorul, sub formă de pulbere este plasat în săculeți din material textil, inserați alternativ între fâșiile ondulate de plasă metalică [7-8].	15 17
Acest aranjament prezintă dezavantajul unei circulații neomogene a gazului și vaporilor de apă prin umplutură, fluxul gazos ascendent circulând preferențial prin canalele dintre fâșiile vecine care nu conțin catalizator.	19 21
În ceea ce privește componenta catalitică hidrofobă, care promovează schimbul deuteriu - vaporii de apă, sunt cunoscute mai multe realizări ale componentei catalitice hidrofobe, care promovează schimbul hidrogen-vaporii de apă, majoritatea având la bază un metal platinic, activ catalitic, (Pt; Pd etc.), depus prin diferite tratamente specifice pe un suport hidrofob sau hidrofobizat.	23 25
Una din realizări este catalizatorul pe bază de platină/cărbune și teflon (Pt/C/PTFE), sub formă de inele Rashig (10 x 2 x 10 mm) din brevetul RO 107842 B1 .	27
Este de asemenea cunoscută și utilizarea în paturi alternante a unui catalizator de platină pe copolimer organic, la instalația de detritiere a apei grele de la Wolshong (Koreea de Sud) [10], care din cauza hidrofobității sale parțiale, nu trebuie să intre în contact direct cu fluxul descendent de apă și este by-passat printr-un sistem de mare complexitate cuprins în structura internă a coloanei.	29 31 33
Problema tehnică de rezolvare, constă în realizarea unei unei umpluturi catalitice compacte care să aibă cel mai mic volum pentru aceleași performanțe ale procesului, cu o geometrie care să permită utilizarea unor rapoarte variabile de catalizator funcție de natura procesului chimic la o cădere mai mică de presiune pe umplutură .	35 37
Invenția, elimină dezavantajele de mai sus prin aceea că, umplutură catalitică mixtă compactă, destinată în principal separării deuteriului și tritiului din apa grea, prin procesul de schimb izotopic hidrogen-apă, este alcătuită dintr-o componentă hidrofilă, realizată sub formă cilindrică din fâșii de țesătură metalică de inox, ondulate, tratată termic și termochimic și o componentă catalitică hidrofobă, componenta hidrofilă fiind realizată sub formă cilindrică din fâșii de țesătură metalică, ondulate, tratată termic și termochimic pentru creșterea udabilității, iar componenta catalitică înalt hidrofobă fiind un catalizator hidrofob sub formă de inele, sfere, tablete de același diametru cu diametrul echivalent al pliului fâșiilor metalice, inserată pe o parte sau pe ambele părți ale fâșiilor metalice, ondulate, ocupând la maxim sau parțial spațiul liber din interiorul componentei hidrofile.	39 41 43 45 47

1 Prezenta invenție se referă la o umplutură catalitică, în care cele două componente
sunt aranjate diferit, respectiv catalizatorul hidrofob este inserat în mod ordonat în interiorul
3 pliurilor fâșiilor de țesătură metalică ondulate și asamblate într-o structură ordonată, mai
compactă și mai omogenă.

5 Umplutură catalitică mixtă compactă este constituită din două componente:

7 a. o componentă putenic hidrofilă destinată în special procesului de separare a
deuteriului și tritiului din apă grea sau în general oricărui proces chimic promovat de un
catalizator hidrofob, în care apa lichidă și vaporii de apă, au rol de reactanți sau produși de
9 reacție și vin în contact direct cu catalizatorul hidrofob alcătuită din fâșii dreptunghiulare,
ondulate de țesătură metalică (sau alt material hidrofil), asamblate într-o structură ordonată,
11 cilindrică;

13 b. o componentă catalitică înalt hidrofobă, respectiv un catalizator hidrofob sub formă
de inele, sfere tablete etc., de același diametru cu diametrul echivalent al pliului fâșiilor
metalice, inserată pe o parte sau ambele părți ale fâșiilor metalice, ondulate, ocupând la
15 maxim sau parțial spațiul liber din interiorul structurii ordonate hidrofile și destinată în special
procesului de separare a deuteriului și tritiului din apă grea sau în general oricărui proces
17 chimic promovat de un catalizator hidrofob, în care apa lichidă și vaporii de apă, au rol de
reactanți sau produși de reacție și vin în contact direct cu catalizatorul hidrofob.

19 Noutatea prezentei invenții constă în:

21 - utilizarea unui catalizator hidrofob (inele, sfere, tablete etc.) cu diametrul compatibil
dimensiunii pliului fâșiei metalice) și inserarea acestuia, direct în pliurile țesăturii metalice
ondulate și nu între fâșii;

23 - tratarea termică, chimică sau combinată a fâșiilor de țesătură metalică în vederea
creșterii udabilității acestora, prin creșterea rugozității (suprafeței de contact) a firului metalic
25 și depunerea unui strat aderent de oxizi metalici înalt hidrofil;

27 - posibilitatea utilizării unui volum variabil de catalizator prin dispunerea lui în mai
multe variante, (pe o singură față a fâșiei, pe ambele fețe, pe întreaga înălțime a unei fâșii
său parțial) în funcție de natura procesului chimic în care este utilizată umplutura.

29 În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1...8,
care reprezintă:

31 - fig. 1, profilul și dimensionarea pliurilor la umplutura din oțel inox (stainless steel),
SS;

33 - fig. 2, aranjamentul fâșiilor la formarea pachetului de umplutură;

35 - fig. 3, imaginea SEM și dimensiunea firului de oțel inox;

37 - fig. 4, formă și dimensionarea pastilelor de catalizator, cu gaura pe mijloc;

39 - fig. 5, catalizator inserat pe ambele fețe ale fâșiilor de umplutură, $R = 1/1$;

41 - fig. 6, catalizator pe ambele fețe, câte două rânduri sus și jos, $R = 1/2$;

43 - fig. 7, catalizator pe ambele fețe, trei rânduri sus și două rânduri jos, $R = 3/2$.

45 - fig. 8, pachet de umplutură catalitică compactă.

Realizarea umpluturii catalitice mixte se efectuează în următoarele etape succesive:

47 1. Confecționarea umpluturii ordonate din țesătură de oțel inox.

2. Tratarea termochimică a umpluturii ordonate pentru asigurarea proprietăților
hidrofile.

3. Fasonarea, sinterizarea catalizatorului hidrofob.

4. Inserarea catalizatorului în pliurile/șanțurile fâșiilor ondulate ale umpluturii.

5. Rigidizarea finală a pachetelor de umplutură catalitică compactă și montajul în
coloana de proces.

1. Umplutura ordonată ce constituie componenta hidrofilă, se confecționează din țesătură de oțel inox 304 L sau 316 L cu grosimea firului de 0,16 mm și caracteristicile tehnice specifice, conform STI 438-87. Fâșiile de țesătură sunt în prealabil ondulate, la un unghi de 45° pe urzeala/lungimea țesăturii, cu un pas de al dinților de 5 mm pentru umplutură tip SS5, destinată coloanelor cu diametrul egal și mai mic de 50 mm, sau cu un pas de 7 mm pentru umplutură tip SS7, destinată coloanelor cu diametrul egal și mai mare de 100 mm, unghiul pliului la vârful dintelui fiind de 90° (fig. 1). Înălțimea pachetelor este de regulă egală cu diametrul coloanei. La un diametru al coloanelor între 200-1000 mm, înălțimea pachetului va fi de 150 mm. Asamblarea fiecărui pachet de umplutură se face în așa fel încât direcția pliurilor fâșiilor vecine să fie perpendiculară și se rigidizează prin centuri de sârmă subțire din oțel inoxidabil (fig. 2). Datele constructive prezentate permit proiectarea pachetului de umplutură pentru execuția (numărul și dimensiunile) fâșiilor oricărei umpluturi cu diametrul de până la 1000 mm.	1 3 5 7 9 11 13
2. Umplutura, realizată conform punctului 1, se supune operațiilor de degresare, uscare după care suferă două tratamente termochimice, complementare, care concură la creșterea udabilității suprafeței metalice:	15
a. Creșterea rugozității suprafeței metalice. Tratarea chimică cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 30-37%, la temperatura de 25-90°C, de preferat 60°C, timp de 10-20 min, de preferat 15 min, după care se spală bine până la dispariția din soluția de spălare a ionilor de clor și se usucă.	17 19
b. Formarea unui strat aderent de oxizi metalici. Tratament în curent de oxigen, timp de 1-3 h, de preferat 2 h, în intervalul de temperatură 350-550°C, de preferat la 450°C, pentru depunerea unui strat subțire de oxizi metalici hidrofilii. În fig. 3 sunt surprinse aspecte ale suprafeței metalice înainte și după tratamentele chimice.	21 23
3. Fasonarea, sinterizarea catalizatorului hidrofob. Pasta de catalizator (exemplu: platină/cărbune și teflon; platină pe copolimer organic/platină/grafenă) se fasonază în sfere sau pastile cilindrice conform formei și dimensiunilor necesare, după care acestea sunt supuse operației de sinterizare.	25 27
Cunoscându-se caracteristicile geometrice ale componentei hidrofile, inclusiv proiectul de execuție al acesteia, stabilit fiind pentru cele două tipuri de umplutură SS5 și SS7, ca formă de prezentare a catalizatorului este sfera sau pastila cilindrică, din calcul au rezultat diametrele corespunzătoare ale catalizatorului, astfel să se așeze fest în pliurile fâșiilor de umplutură. Pentru SS5 diametrul catalizatorului, de, este de 2,4 mm, pentru SS7, diametrul catalizatorului, de, este de 3,4 mm (fig. 1).	29 31 33
Formă pastilată cilindrică a catalizatorului, trebuie să aibă o lungime care asigură o rezistență mecanică bună la forfecare, pentru a evita spargerea pastilelor la manipulare sau pe perioada operării în proces. S-a optat pentru o lungime a pastilelor de 16 mm pentru SS5 și SS7. În plus, au fost realizați și catalizatori de înaltă performanță, catalizatori tip pastilă cu gaură pe generatoare pentru SS5, cu $d_e = 2,4$ mm, $d_i = 0,8$ mm, lungime $l = 1,6$ mm, iar pentru SS7, cu $d_e = 3,4$ mm, $d_i = 1,12$ mm, lungime $l = 1,6$ mm (fig. 4).	35 37 39
4. Inserarea catalizatorului în umplutură. Inserarea catalizatorului de formă stabilită (sferă sau pastilă) în volumul de umplutură ordonată, se face prin împingere în canalele generate de pliuri, în baza unei distribuții bine determinate. Distribuția derivă din raportul volumic al celor două componente, volum catalizator/volum umplutură hidrofilă, raport care este o caracteristică de proces cunoscută, în strânsă corelație cu raportul fluxurilor de proces L/G din coloană.	41 43 45

Formele geometrice ordonate ale celor două componente ale umpluturii catalitice mixte permit o multitudine de aranjamente ordonate, bine definite, pentru diferite rapoarte, volum catalizator introdus în componenta hidrofilă/volum total disponibil al componentei hidrofiele, $R = V_c/V_{tc}$.

În cazul catalizatorilor cu eficiență ridicată pentru procesele de schimb izotopic apă-hidrogen și de îndepărtare a unor poluanți este necesară o cantitate mai mică de catalizator, decât cantitatea maximă necesară umplerii totale a spațiilor libere din umplutură hidrofilă.

Există mai multe variante de aranjare a catalizatorului în umplutură:

a. introducerea catalizatorului de orice formă în canale pe ambele fețe ale fâșiilor din pachetul de umplutură, $R = 1/1$. (fig. 5);

b. introducerea catalizatorului pe o singură parte a fâșiilor, $R = 1/2$;

c. introducerea catalizatorului într-un anumit număr de rânduri pe ambele fețe, de exemplu, 2 rânduri la bază și 2 rânduri la partea superioară a umpluturii hidrofiele, $R = 1/2$, partea de mijloc rămânând goală (fig. 6). Pentru schimbul izotopic hidrogen-apă, umplutură mixtă catalitică compactă, care are pe ambele fețe ale fiecărei fâșii, câte 3 rânduri de catalizator (pastila) la partea superioară și 2 rânduri la bază, $R = 3/2$, (fig. 7), a demonstrat cele mai ridicate performanțe de separare și este recomandată pentru acest proces.

5. Rigidizarea finală a pachetelor umpluturii catalitice și montajul lor în coloană de proces.

După finalizarea încărcării umpluturii cu catalizator (sfere sau pastile) fiecare pachet de umplutură se rigidizează cu cate doua centuri din sârma de inox (fig. 8) sau benzi de tablă subțire, sudate la capăt. Gradul de strângere al centurilor este astfel stabilit încât fiecare pachet de umplutură să intre fix în coloana de proces.

Aranjarea în coloană a pachetelor de umplutură se face controlat, astfel ca la fiecare pachet poziția benzilor din umplutură să fie perpendiculară față de cea a pachetelor cu care vine în contact.

Comparativ cu umpluturile catalitice mixte cunoscute, prezenta invenție are următoarele avantaje:

- prin modul specific de aranjare a catalizatorului în pliurile fâșiilor metalice ondulate, se evită curgerea preferențială a deuteriului și vaporilor de apă, prin spațiile libere dintre fâșiile metalice hidrofiele și se asigură un timp de contact mai ridicat al reactanților pe catalizator;

- comparativ cu umpluturile în paturi alternante (catalizator, componenta hidrofilă), noua umplutură catalitică este mult mai compactă și are cel mai mic volum pentru aceeași performanță de separare a procesului, cu implicații directe asupra reducerii dimensiunii coloanelor de schimb catalitic;

- creșterea rugozității firelor din țesătură metalică contribuie la creșterea suprafeței de contact cu efect pozitiv asupra udabilității componentei hidrofiele, iar tratamentul termic în oxigen asigură formarea unui strat mult mai aderent de oxizi metalici hidrofili și înlătură dezavantajul aderenței mai scăzute oxizilor metalici formați prin alte tratamente (exemplu: cu permanganat de potasiu sau apă oxigenată) contribuind la o creștere și stabilitate mai îndelungată a performanțelor de separare;

- aranjamentul ordonat și simetric al celor două componente asigură o cădere de presiune pe umplutură mult mai mică și face posibilă operarea acesteia la factori de încărcare mai ridicați, cu efect direct asupra creșterii performanțelor de separare;

- noua geometrie a umpluturii catalitice mixte este mai versatilă permițând realizarea ei în rapoarte variabile catalizator: umplutură, funcție de natura procesului chimic în care este utilizată;

- toate avantajele mai sus menționate contribuie la simplificarea procesului și la reducerea cheltuielilor materiale și de manoperă;

Bibliografie

	1
[1] Brevet RO107558, " <i>Umplutură catalitică pentru arderea amestecurilor de hydrogen și oxygen</i> ", Gheorghe Ioniță și Marius Sabin.	3
[2] Brevet RO 113218, " <i>Umplutură catalitică pentru coloanele de schimb izotopic</i> ", Marius Sabin Peculea și Doina Maria Ștefănescu.	5
[3] Catalog de prezentare compania Sulzer Chemtech - for Structured Packings for Distillation, Absorption and Reactive Distillation, 2014.	7
[4] Brevet RO 113534, " <i>Umplutură ordonată din plasă metalică</i> ", Ștefănescu Ioan, Peculea Marius, Tițescu Gheorghe.	9
[5] Brevet RO 116302 " <i>Procedeu de activare a umpluturilor ordonate</i> ", Ștefănescu Ioan, Tițescu Gheorghe.	11
[6] Brevet RO 116303 " <i>Procedeu de activare și reactivare a umpluturilor ordonate, confecționate din bronz fosforos</i> ", Ștefănescu Ioan, Tițescu Gheorghe.	13
[7] Götze L., Bailer O., Moritz P., von Scala C, 2001, " <i>Reactive distillation with Katapăk</i> ", Catalysis Today (2001), vol. 69, pag. 201-208.	15
[8] Claudia von Scala*, Peter Moritz, and Peter Fässler, " <i>Process for the Continuous Production of Fatty Acid Esters via Reactive Distillation</i> ", în Chimia 57 (2003) No. 12, pag. 799-801;	17
[9] Brevet RO 107842, " <i>Procedeu de preparare a catalizatorilor de platină hidrofobi</i> ", Gheorghe Ioniță și Marius Peculea.	19
[10] K. M Song, S W. Paek, D. H. Ann, " <i>Instalation of liquid phase catalytic exchange column for the WolsongTRF</i> ", in Fusion Engineering and Design, vol. 82, pag. 2264, (2007).	21
	23

Revendicări

1

3

5

7

9

11

1. Umplutură catalitică mixtă compactă, destinată în principal separării deuteriului și tritiului din apa grea, prin procesul de schimb izotopic hidrogen-apă, alcătuită dintr-o componentă hidrofilă, realizată sub formă cilindrică din fâșii de țesătură metalică de inox, ondulate, tratată termic și termochimic și o componentă catalitică hidrofobă, **caracterizată prin aceea că**, componenta hidrofilă este realizată sub formă cilindrică din fâșii de țesătură metalică, ondulată și este tratată termic și termochimic pentru creșterea udabilității, iar componenta catalitică înalt hidrofobă este un catalizator hidrofob sub formă de inele, sfere, tablete de același diametru cu diametrul echivalent al pliului fâșiilor metalice, inserată pe o parte sau pe ambele părți ale fâșiilor metalice, ondulate, ocupând la maxim sau parțial spațiul liber din interiorul componentei hidrofile.

13

15

17

2. Umplutură catalitică mixtă compactă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, componenta hidrofilă este dintr-o țesătură de oțel inox 304 L sau 316 L, sub formă de fâșii ondulate, la un unghi de 45° pe urzeala țesăturii, cu un pas al dinților de 5 mm sau 7 mm, unghiul pliului la vârful dintelui fiind de 90°, fâșiile fiind asamblate într-un pachet cilindric în așa fel încât direcția pliurilor fâșiilor vecine să fie de perpendiculară iar diametrul pachetului să fie egal cu diametrul interior al coloanei în care se montează.

19

21

23

3. Umplutură catalitică mixtă compactă, conform revendicării 1 și 2, **caracterizată prin aceea că**, componenta hidrofilă realizată din fâșii de țesătură metalică ondulată este tratată termochimic pentru creșterea rugozității suprafeței metalice, cu o soluție de acid clorhidric de concentrație 30-37%, la temperatura de 25-90°C, de preferat 60°C, timp de 10-20 min, de preferat 15 min, după care se spală bine până la dispariția din soluția de spălare a ionilor de clor.

25

27

4. Umplutură catalitică mixtă compactă, conform revendicării 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că**, componenta hidrofilă se supune unui tratament în curent de oxigen, timp de 1-3 h, de preferat 2 h în intervalul de temperatură de 350-550°C, de preferat la 450°C în scopul depunerii unui strat subțire de oxizi metalici hidrofile.

29

31

5. Umplutură catalitică mixtă compactă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, componenta catalitică hidrofobă se prezintă sub formă de sfere, tablete și pastile cu un diametrul care este egal cu diametrul echivalent al pliului, specific componentei hidrofile, respectiv 2,4 mm, pentru un pas de 5 mm și 3,4 mm pentru un pas de 7 mm.

33

35

37

6. Umplutură catalitică mixtă compactă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, în funcție de natura procesului chimic în care este utilizată, componenta catalitică se depune în pliurile componentei hidrofile integral pe ambele fețe ale fâșiilor, integral pe o singură parte a fâșiilor sau parțial pe ambele fețe ale fâșiilor, de preferat în cazul schimbului izotopic deuteriu-apă, depunându-se câte 3 rânduri de catalizator la partea superioară și 2 rânduri la bază.

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01).

B01J 23/42 (2006.01).

B01D 59/00 (2006.01).

B01D 59/32 (2006.01)

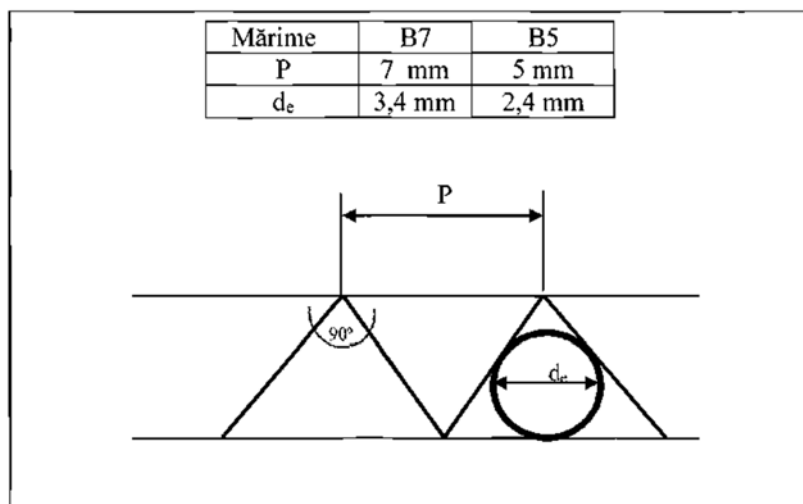


Fig. 1

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01);

B01J 23/42 (2006.01);

B01D 59/00 (2006.01);

B01D 59/32 (2006.01)

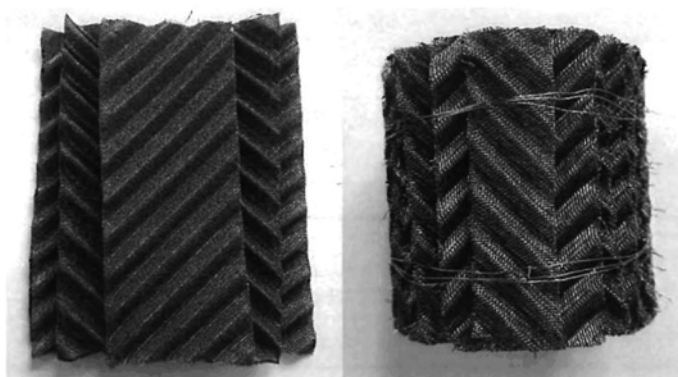
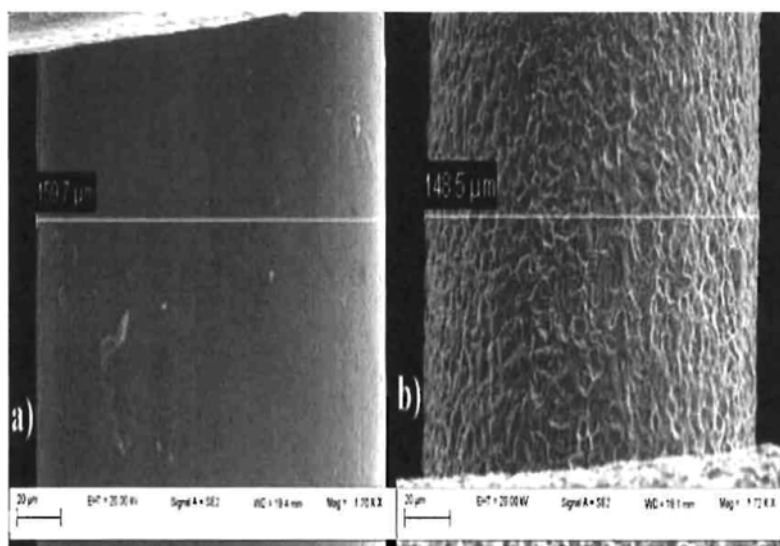


Fig. 2



a

b

Fig. 3

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01),

B01J 23/42 (2006.01),

B01D 59/00 (2006.01),

B01D 59/32 (2006.01)

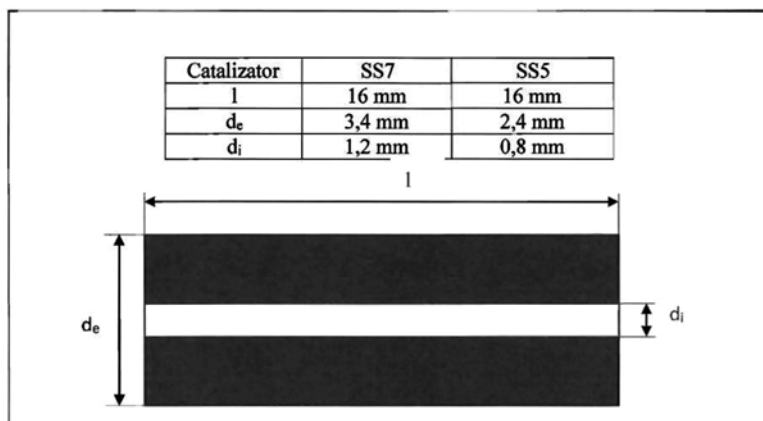


Fig. 4

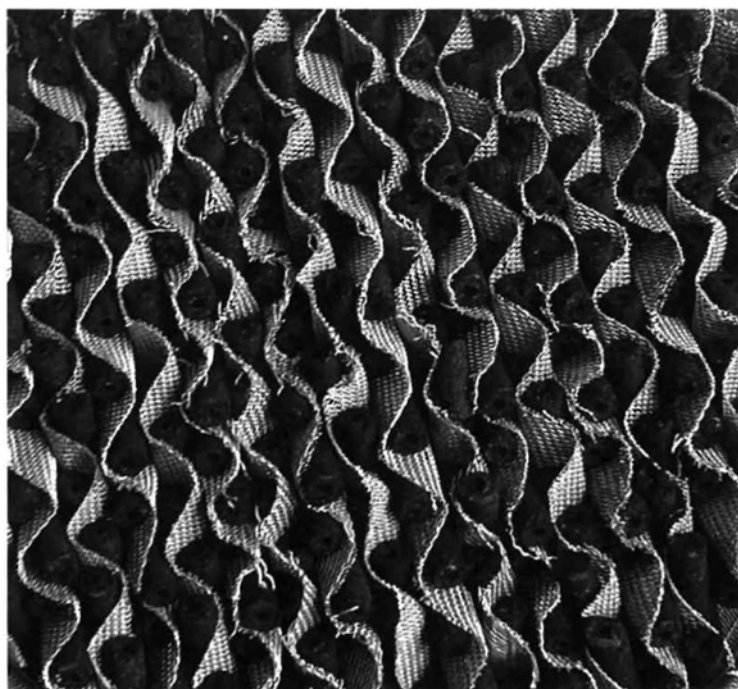


Fig. 5

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01);

B01J 23/42 (2006.01);

B01D 59/00 (2006.01);

B01D 59/32 (2006.01)

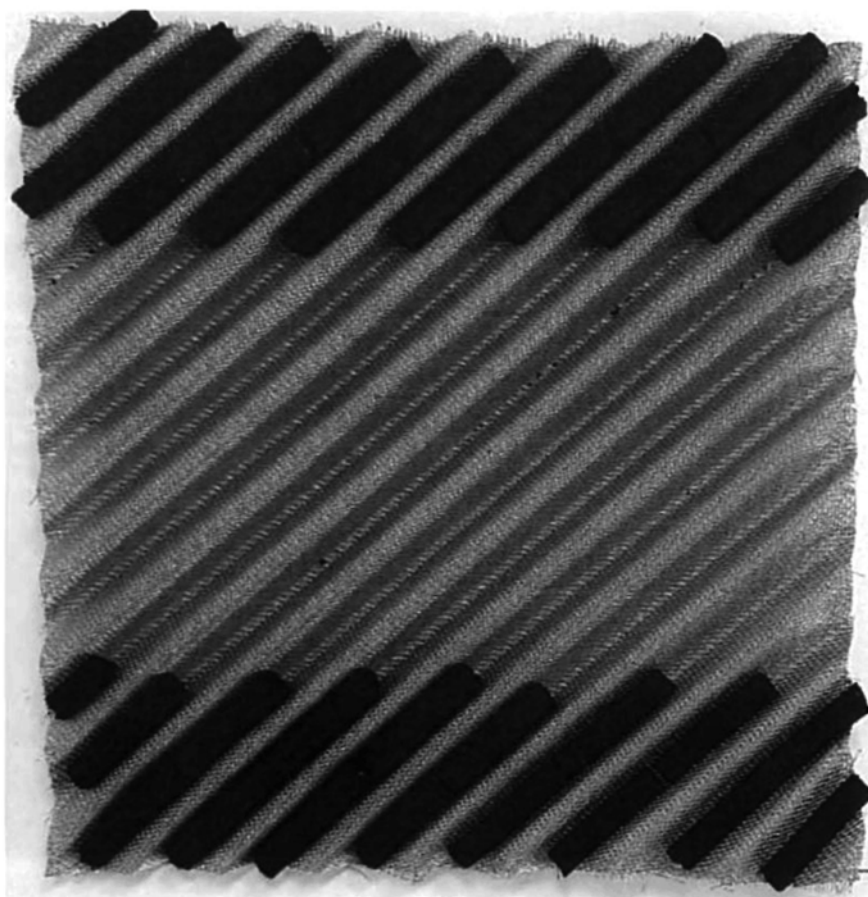


Fig. 6

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01),

B01J 23/42 (2006.01),

B01D 59/00 (2006.01),

B01D 59/32 (2006.01)

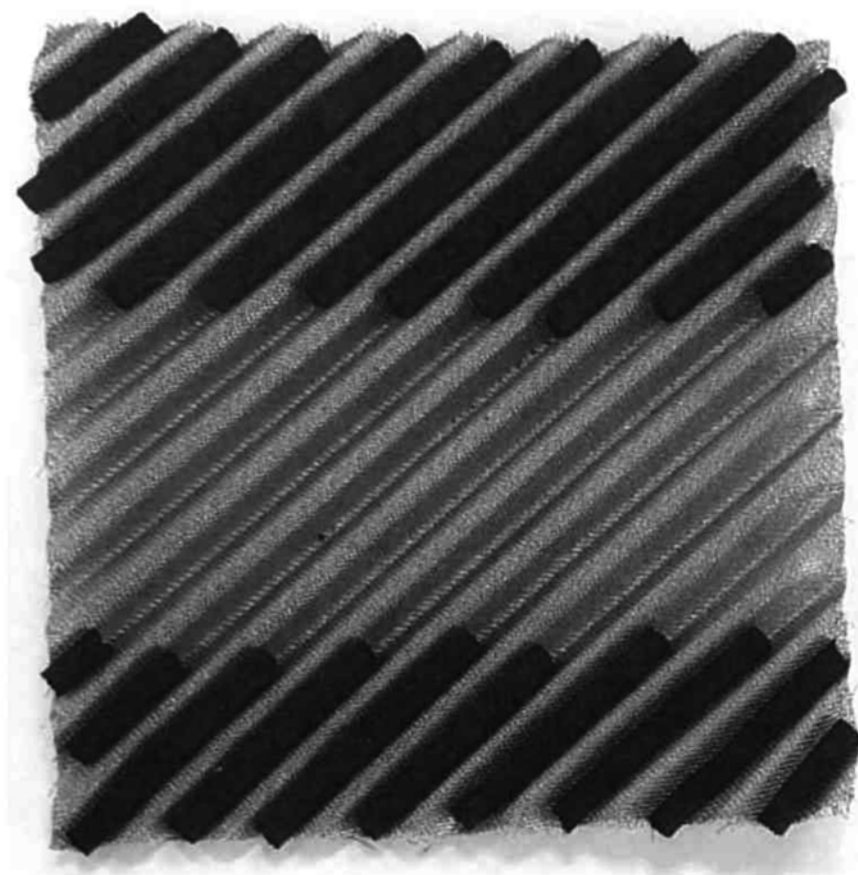


Fig. 7

(51) Int.Cl.

B01J 19/32 (2006.01);

B01J 23/42 (2006.01);

B01D 59/00 (2006.01);

B01D 59/32 (2006.01)



Fig. 8



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 34/2022