



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2020 00364**

(22) Data de depozit: **29/01/2018**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/10/2022** BOPI nr. **10/2022**

(41) Data publicării cererii:
29/01/2021 BOPI nr. **1/2021**

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **US 2018/015755 29/01/2018**

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2019/147285 01/08/2019**

(73) Titular:
• **HALLIBURTON ENERGY SERVICES,
INC., 3000 N. SAM HOUSTON PARKWAY
E., 77032, HOUSTON, TEXAS, US**

(72) Inventatori:
• **FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826
CEMETERY HILL RD., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US;**

• **GJELSTAD GEIR, 17811 VAIL
ST., DALLAS, 75287, TEXAS, US;**
• **WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204
SOUTHERN COURT., CARROLLTON,
75006, TEXAS, US**

(74) Mandatar:
**ROMINVENT S.A.,
STR. ERMIL PANGRATTI NR.35,
SECTOR 1, 011882, BUCUREȘTI**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**WO 2014-210283 A1; US 2011/0030954 A1;
RO 131055 (A2)**

(54) **APARAT ȘI METODĂ DE ETANȘARE CU METAL DILATABIL**



1 Invenția se referă la un aparat de etanșare cu metal dilatabil, care trece la o configurație extinsă cu un volum mai mare și la o metodă de etanșare cu metal dilatabil.

3 Producția și transportul de hidrocarburi necesită utilizarea de diverse tubulaturi deasupra și în subsol. După forarea unui puț, tubingul de producție poate fi plasat în puț și
5 hidrocarburile extrase din formațiunile înconjurătoare. Odată ajunse la suprafață, aceste hidrocarburi sunt adesea transmise la instalațiile de procesare prin conducte tubulare. În
7 timpul acestor procese, curgerea fluidului în interiorul sau în jurul tubulaturilor poate fi necesar să fie controlat sau împiedicat. În consecință, pot fi prevăzute etanșări, sub formă
9 de pachere, de exemplu, pentru a izola secțiuni ale canalului de fluid de-a lungul diferitelor tubulaturi și puțuri. De exemplu, într-un puț, spațiul inelar dintre o formațiune și tubingul de
11 producție poate necesita o etanșare pentru a izola secțiuni din interiorul puțului. În stadiul tehnicii sunt prezentate soluții care își propun rezolvarea problemelor semnalate.

13 Astfel, cererea de brevet **WO 2014/210283 A1** prezintă un dispozitiv de control al operatorului ce include: - un element de activare tip scaffold, realizat din cel puțin un material
15 din grupul aliajelor cu memoria formei, cupru-zinc-aluminiu, nichel-staniu, cupru-aluminiu-nichel, argint-cadmiu, aur-cadmiu, cupru-staniu, cupru-zinc, titan-indiu, nichel-aluminiu, fier-platină, mangan-cupru, fier-mangan-siliciu, configurat pentru a oferi un răspuns la
17 acțiunea termică a unui fluid sau a unui operator, elementul de activare având o suprafață sensibilă la modificare termică și fiind astfel configurat încât să poată fi activat de un operator
19 declanșând un semnal de activare; - o axă pivotantă pe care elementul de activare este astfel montat încât să fie pivotant în jurul axei între o poziție de repaus și o poziție de
21 comutare; - un element cu influență magnetică montat cu posibilitatea de rotație; - un actuator electromagnetic configurat pentru a putea fi acționat de semnalul influențabil
23 magnetic dintr-o poziție inițială într-o poziție de pivotare, mișcarea elementului influențabil magnetic având ca rezultat un cuplu de forțe suficient pentru a deplasa elementul de activare
25 din poziția de repaus în poziția de comutare și - o structură de încapsulare a elementului de activare configurată astfel încât să cedeze la modificările elementului de activare.

27 De asemenea, brevetul **US 8,127,859 B2** dezvăluie o metodă de etanșare a unui inel format între o porțiune de carcasă și o suprafață într-un puț și care include următoarele
29 etape: poziționarea unui element de etanșare inelar, un material gonflabil al elementului de etanșare fiind poziționat între segmentul de carcasă și suprafața interioară a unui alt
31 segment de carcasă și curgerea liantului printr-un canal format între materialul gonflabil și segmentul de carcasă.

33 Mai mult, brevetul **RO 131055** dezvăluie un ansamblu packer pentru utilizare într-o sondă subterană, ansamblul packer cuprinzând un element de etanșare care gonflează în
35 sondă la contactul cu un fluid, o ranforsare în elementul de etanșare și o barieră de extrudare care se deplasează spre exterior ca răspuns la gonflarea unei porțiuni terminale a
37 elementului de etanșare, ranforsarea fiind distanțată longitudinal față de porțiunea terminală a elementului de etanșare.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui aparat de etanșare utilizabil în particular la etanșarea spațiului inelar dintre pereții unui puț de sondă
41 și tubul de extracție. Aparatul de etanșare cu metal dilatabil conform invenției rezolvă această problemă tehnică prin aceea că cuprinde: un metal dilatabil care atunci când este
43 expus la un fluid, poate trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit și care, la trecerea la configurația extinsă într-un
45 spațiu inelar al unui canal de fluid formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil în spațiul inelar este
47 restricționată cel puțin parțial, aparatul de etanșare cuprinzând un element de încapsulare

care cuprinde cel puțin o parte din metalul dilatabil, cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare fiind elastică și extensibilă pe o direcție și cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare fiind rigidă pe o altă direcție.	1
	3
Metoda de etanșare conform invenției rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că cuprinde următoarele etape:	5
- furnizare a unui aparat de etanșare într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, aparatul de etanșare incluzând un metal dilatabil;	7
- expunerea metalului dilatabil la un fluid astfel încât metalul dilatabil trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit: și	9
- formarea unei etanșări, de către metalul dilatabil în configurația extinsă, față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.	11
Invenția mai prezintă un sistem de etanșare cu metal dilatabil care cuprinde un canal de fluid cu un spațiu inelar; și un aparat de etanșare care include: un metal dilatabil, metal dilatabil care atunci când este expus unui fluid, trece dintr-o configurație inițială în care are un volum inițial, într-o configurație extinsă cu un volum mărit, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este restricționată cel puțin parțial.	13
	15
	17
	19
Invenția prezintă avantajul că aparatul de etanșare cu metal dilatabil conform invenției asigură o etanșare optimă a spațiului inelar dintre pereții unui puț de sondă și tubul de extracție printr-un mijloc simplu și eficient economic.	21
Invenția este prezentată pe larg în continuare prin exemple de realizare, cu referire și la fig. 1...5 atașate, în care:	23
- fig. 1, este o diagramă schematică a unui mediu exemplificativ pentru un aparat de etanșare cu un metal dilatabil conform prezentei invenții;	25
- fig. 2, este o diagramă schematică a mediului exemplificativ din fig. 1, cu metalul dilatabil într-o configurație extinsă;	27
- fig. 3, este o diagramă schematică a unui metal dilatabil exemplificativ susținut într-un liant;	29
- fig. 4, este o schemă de flux a unei metode de utilizare a unui aparat de etanșare;	31
- fig. 5A, este o diagramă schematică a unui exemplu de aparat de etanșare într-un canal fluid; și	33
- fig. 5B, este un grafic al presiunii față de timp din exemplul din fig. 5A.	
Se va aprecia că pentru simplitatea și claritatea prezentării, după caz, numerele de referință au fost repetate între diferitele cifre pentru a indica elemente corespunzătoare sau analoage. În plus, sunt prezentate numeroase detalii specifice pentru a furniza o înțelegere completă a exemplelor descrise aici. Cu toate acestea, persoanele cu pregătire obișnuită în domeniu vor înțelege că exemplele descrise aici pot fi practicate fără aceste detalii specifice. În alte cazuri, metodele, procedurile și componentele nu au fost descrise în detaliu pentru a nu masca respectiva caracteristică relevantă care este descrisă. De asemenea, descrierea nu trebuie considerată ca limitând scopul exemplelor de realizare descrise aici. Desenele nu sunt desenate neapărat la scară, iar proporțiile anumitor părți pot fi exagerate pentru a ilustra mai bine detaliile și caracteristicile prezentei invenții.	35
	37
	39
	41
	43
Sunt dezvăluite aici sisteme și metode pentru un aparat de etanșare care are un metal dilatabil. Metalul dilatabil, atunci când este expus la un fluid, cum ar fi o saramură sau orice fluid apos, se extinde în mărime, trecând astfel de la o primă configurație având o dimensiune inițială sau primă (adică, volum) la o configurație extinsă. În timpul acestei	45
	47

extinderi, volumul metalului dilatabil crește la dimensiuni mai mari decât dimensiunea inițială sau primă din prima configurație. Datorită acestei dimensiuni mai mari, metalul dilatabil acționează pentru a inhiba și a bloca fluidul să curgă dincolo de acesta. Mai mult, atunci când este extins pe o suprafață, metalul dilatabil poate forma o etanșare. De exemplu, metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar al unui canal fluid, poate forma o etanșare pe o suprafață a canalului de fluid, astfel încât curgerea aceluia fluid prin metalul dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată, iar în cel puțin un exemplu, împiedicată. Metalul dilatabil poate fi format dintr-un material metalic hidrolizabil care, atunci când hidrolizează, se extinde în volum, crescând astfel în dimensiune. În consecință, la contactul cu un fluid apos, metalul dilatabil hidrolizează și se extinde în volum.

Aparatul de etanșare poate include, de asemenea, un încapsulant care poate îngloba cel puțin o porțiune din metalul dilatabil. Încapsulantul poate permite fluidului să curgă prin încapsulant către metalul dilatabil. De asemenea, încapsulantul poate proteja metalul dilatabil de acid, deoarece acidul poate împiedica metalul dilatabil să formeze un solid după hidrolizare. Mai mult, încapsulantul poate îmbunătăți etanșarea aparatului de etanșare pe suprafețele canalului de fluid.

Fig. 1 ilustrează o diagramă schematică a unui sistem exemplificativ 10 cu porțiunea unui canal de fluid 20. Canalul de fluid 20 este ilustrat într-un spațiu inelar de puț 24 care este format între o suprafață de tubaj 22 a coloanei de tubaj 25 și o suprafață de tubing de producție 23 a tubingului de producție 25. În consecință, fluidul poate fi conținut și poate curge în interiorul suprafeței de tubaj 22 și a suprafeței tubingului de producție 23 (denumite aici "suprafețele 22, 23") ale canalului de fluid 20. Deși este arătat format dintr-un spațiu inelar, canalul de fluid 20 poate fi alternativ orice conductă, prăjină de foraj sau alte porțiuni ale unui puț sau orice canal prin care curge fluid.

Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot forma o secțiune transversală care poate fi substanțial circulară, ovoidală, dreptunghiulară sau cu orice altă formă adecvată. Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot fi realizate, de exemplu, din același material ca și coloana de tubaj 25 sau tubingul de producție 25, care este în acest caz metal, însă, alternativ, suprafețele canalului de fluid 20 pot fi din roca formațiunii sau plastic, sau alt metal sau aliaj metalic. Suprafețele 22, 23 ale canalului de fluid 20 pot fi din același material pe toate părțile. În alte exemple, suprafețele 22, 23 ale canalului fluid 20 pot avea diferite materiale sau compoziții în diferite zone. Porțiunea canalului de fluid 102 poate avea orice orientare sau extindere doar într-o direcție sau direcții multiple, de exemplu verticală sau la un unghi, de-a lungul oricărei axe, și poate fi, dar nu obligatoriu, orizontală, așa cum este reprezentată schematic în fig. 1. Fluidul poate fi un fluid sau mai mult de un fluid. Fluidul poate include, de exemplu, apă sau țiței. De asemenea, fluidul poate umple în mod substanțial întregul canal de fluid 20. În alte exemple, fluidul poate umple parțial canalul de fluid 20, Fluidul poate fi static sau curgător. Așa cum se arată în fig. 1, un dispozitiv de etanșare 100 este prevăzut în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20. Aparatul de etanșare 100 este ilustrat în fig. 1 rezemat pe o suprafață a canalului de fluid 20 și, în acest caz, și pe suprafața tubingului de producție 23. În cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare 100 poate fi suspendat în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20. În alte exemple, aparatul de etanșare 100 poate fi cuplat cu un dispozitiv pentru poziționarea aparatului de etanșare 100 în canalul de fluid 20. Aparatul de etanșare 100, așa cum este ilustrat în fig. 1, are o secțiune transversală care este substanțial dreptunghiulară. În alte exemple, aparatul de etanșare 100 poate avea o secțiune transversală care este substanțial circulară, ovoidală, triunghiulară, patrulateră, poligonală sau orice formă adecvată.

Aparatul de etanșare **100** include un metal dilatabil **110**. Metalul dilatabil **110** este un metal care hidrolizează și poate fi operabil pentru a trece la o configurație extinsă 2000 (a se vedea fig. 2) având un volum crescut atunci când este expus la un fluid. Fluidul poate fi orice fluid apos și, în particular, sare care conține fluide apoase, cum ar fi saramură. De exemplu, fluidul poate fi o saramură cu salinitate ridicată, de exemplu o saramură NaCl sau o saramură KCl, unde conținutul de sare este mai mare de 15%. În alte exemple, fluidul poate fi orice fluid adecvat cu apă care hidrolizează metalul dilatabil **110**. În cel puțin un exemplu, metalul dilatabil **110** nu se umflă în țigeti sau în noroi pe bază de țigeti. Metalul dilatabil **110** reacționează cu apa într-un fluid pentru a forma un hidroxid metalic și/sau un oxid metalic. Volumul metalului dilatabil **110** crește în timpul reacției, întrucât produsele reacției de hidratare a metalului au un volum mai mare decât reactanții. Ca urmare, reactantul hidroxid metalic al metalului dilatabil **110** ocupă mai mult spațiu decât metalul de bază. După trecerea la configurația extinsă 2000, volumul metalului dilatabil **110** poate crește, de exemplu, cu mai mult de 30% atunci când este desfundat canalul de fluid **20**. Cu toate acestea, suprafețele **22** ale canalului fluid **20** pot împiedica extinderea suplimentară a metalului dilatabil **110**.

Metalul dilatabil **110** include cel puțin unul dintre un metal alcalino pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție. De exemplu, metalul dilatabil **110** poate include cel puțin unul dintre magneziu, aluminiu și calciu care pot hidroliza atunci când reacționează cu apa într-un fluid pentru a forma un hidroxid metalic. Hidroxidul metalic poate fi substanțial insolubil în apă. Metalul dilatabil **110** poate fi, în cel puțin un exemplu, un singur metal. În alte exemple, metalul dilatabil **110** poate fi un aliaj pentru a crește reactivitatea sau pentru a controla formarea hidroxizilor/oxizilor, unde elementul de aliere poate include cel puțin unul dintre aluminiu, zinc, mangan, zirconiu, itriu, neodim, gadoliniu, argint, calciu, staniu, reniu și orice alte elemente adecvate. Aliajul metalic dilatabil **110** poate fi aliat suplimentar cu un dopant care promovează coroziunea. De exemplu, dopantul poate include cel puțin unul dintre nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu, bismut sau orice alt dopant adecvat care promovează coroziunea. La reacție se pot adăuga ioni suplimentari, de exemplu, silicat, sulfat, aluminat, fosfat sau orice alți ioni adecvați. Metalul dilatabil **110** poate fi construit într-un procedeu în soluție solidă în care elementele sunt combinate cu metal topit. În alte exemple, metalul dilatabil **110** poate fi construit cu un procedeu de metalurgie a pulberilor.

Reacția unui metal dilatabil **110** cu un fluid este prezentată mai jos, unde M este un metal, O este oxigen, H este hidrogen și a, b și c sunt numere care pot fi aceleași sau diferite:



De exemplu, dacă metalul este magneziu, reacția de hidratare este:



Mg(OH)₂ ocupă 85% mai mult volum decât magneziul inițial.

În alt exemplu, dacă metalul este aluminiu, reacția de hidratare este:



Al(OH)₃ ocupă 160% mai mult volum decât aluminiul original.

Într-un alt exemplu, dacă metalul este calciu, reacția de hidratare este:



Ca(OH)₂ ocupă cu 32% mai mult volum decât calciul inițial.

Termenul „dilatabil” atunci când este folosit pentru a descrie metalul este menit să transmită faptul că volumul produselor secundare reacționate hidrolitic este mai mare decât volumul metalului inițial. De exemplu, metalul dilatabil reacționează cu apa pentru a crea

particule cu dimensiuni micrometrice, iar apoi particulele se blochează împreună pentru a crea o etanșare. În unele exemple, volumul spațiului din apropierea metalului dilatabil este mai mic decât volumul de expansiune al metalului dilatabil, astfel încât metalul dilatabil, atunci când trece la configurația extinsă, se poate rezema pe suprafața canalului de fluid pentru a asigura o etanșare. De exemplu, volumul liber în apropierea metalului dilatabil poate fi aproximativ jumătate din volumul de expansiune. De exemplu, în cazul magneziului ca metal dilatabil, volumul liber în apropierea magneziului poate fi mai mic de 85% din volumul magneziului inițial. Volumul liber poate fi exprimat sub forma ariei secțiunii transversale a metalului și a ariei secțiunii transversale a spațiului care trebuie etanșat.

Hidroxidul poate fi deshidratat suplimentar datorită presiunii de umflare. Dacă hidroxidul metalic rezistă la mișcarea formațiunii suplimentare de hidroxid, atunci se pot crea presiuni ridicate. Hidroxidul metalic din zonă se poate deshidrata sub presiune ridicată. Rezultatul este că hidroxidul de metal poate fi deshidratat suplimentar într-un oxid metalic. De exemplu, reacția de deshidratare a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ poate forma $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$. În mod similar, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ poate deveni $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$, și $\text{Al}(\text{OH})_3$ poate fi deshidratat pentru a deveni AlOOH sau Al_2O_3 .

În alte exemple, metalul dilatabil **110** în starea inițială **1000** poate fi un oxid de metal. De exemplu, oxidul de calciu (CaO) cu apa va produce hidroxid de calciu într-o reacție energetică. Datorită densității mai mari a oxidului de calciu, reacția va asigura o expansiune volumetrică de 260%, unde transformarea unui 1 mol de CaO se extinde de la 9,5 cc la 34,4 cc de volum.

În cel puțin un exemplu, metalul dilatabil **110** poate fi o piesă solidă din metal. Piesa solidă din metal dilatabil **110** poate fi un inel, un tub, un cilindru, un înveliș sau orice altă formă. În alte exemple, metalul dilatabil **110** poate semăna cu un material mafic și poate fi poros. În alte exemple, metalul dilatabil poate fi sub formă de particule **112**, așa cum este ilustrat în fig.3. Particulele **112** din metalul dilatabil **110** pot fi susținute într-un liant **114**. Liantul **114** poate fi un liant degradabil. Cu un liant degradabil, liantul **114** se degradează și permite materialului activ al metalului dilatabil **110** să reacționeze cu fluidul. În alte exemple, liantul **114** nu se degradează. În alte exemple, liantul **114** este un elastomer dilatabil, cum ar fi un cauciuc dilatabil în țitei, un cauciuc dilatabil în apă sau un cauciuc dilatabil hibrid. Liantul **114** poate fi, de asemenea, poros. Poate fi utilizat orice alt liant adecvat **114** pentru a susține particulele **112** din metalul dilatabil **110**. Particulele **112** din metalul dilatabil **110** pot fi distribuite uniform în liantul **114**. În alte exemple, particulele **112** din metalul dilatabil **110** pot fi distribuite pentru a asigura o gamă dorită de expansiune și solidificare în secțiunile dorite ale aparatului de etanșare **100**. Aparatul de etanșare **100** poate include, de asemenea, un încapsulant **120**. Deși fig. 1 și 2 ilustrează un încapsulant **120**, în cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare **100** poate să nu includă un încapsulant **120**.

Încapsulantul **120** înglobează cel puțin o porțiune a metalului dilatabil **110**. În cel puțin un exemplu, încapsulantul **120** poate îngloba doar o parte din metalul dilatabil **110**. În alte exemple, încapsulantul **120** poate îngloba în mod substanțial întregul metal dilatabil **110**. Încapsulantul **120** este operabil pentru a permite fluidului să curgă prin încapsulantul **120**. De exemplu, încapsulantul **120** poate permite saramurii să treacă prin încapsulantul **120**, care va determina metalul dilatabil **110** să hidrolizeze și să treacă la configurația extinsă **2000**. În mod corespunzător, metalul dilatabil **110** se poate extinde în încapsulantul **120** și/sau poate presa încapsulantul **120** pe cel puțin o suprafață **22** a canalului de fluid **2** și poate forma o etanșare în spațiul inelar **24** al canalului de fluid **20**. Metalul dilatabil **110** poate fi sensibil la acid, deoarece acidul poate împiedica metalul dilatabil să formeze un solid după hidrolizare. De exemplu, acidul poate circula într-un puț în timpul curățării puțului.

Încapsulantul 120 poate fi operabil pentru a proteja metalul dilatabil 110 de acid. În cel puțin un exemplu, încapsulantul 120 poate separa cel puțin parțial acidul și metalul dilatabil 110 .	1
În alte exemple, încapsulantul 120 poate conține un element caustic care neutralizează acidul în regiunea din apropierea metalului dilatabil 110 .	3
Metalul dilatabil 110 cu încapsulantul 120 pot fi utilizate pentru a realiza o etanșare, de exemplu un pachet pe partea exterioară a unei tubulaturi din domeniul petrolier sau un dop de punte în interiorul unei tubulaturi din domeniul petrolier. În cel puțin un exemplu, încapsulantul 120 se poate rupe atunci când metalul dilatabil 110 trece la configurația extinsă 2000. Ca atare, metalul dilatabil 110 , după trecerea la configurația extinsă 2000, poate interacționa direct cu suprafețele 22 , 23 ale canalului de fluid 20 . În cel puțin un exemplu, încapsulantul 120 poate fi poros, astfel încât fluidele sau gazele pot trece prin încapsulantul 120 . De exemplu, încapsulantul 120 poate include cel puțin unul dintre un cauciuc dilatabil, neopren, un material policarbonat, poliuretan și politetrafluoretilenă. Încapsulantul 120 poate fi poros având o multitudine de găuri în încapsulantul 120 . În cel puțin un exemplu, încapsulantul 120 poate fi poros pentru migrarea gazului. Încapsulantul 120 poate fi un filtru cu membrană astfel încât este permisă doar migrarea apei.	5
În cel puțin un exemplu, încapsulantul 120 poate îngloba metalul dilatabil 110 prin înfășurarea în jurul metalului dilatabil 110 , turnat în jurul metalului dilatabil 110 , depus pe metalul dilatabil, cum ar fi depunerea de vapori chimici sau orice altă metodă adecvată pentru a îngloba metalul dilatabil 110 cel puțin parțial cu ajutorul încapsulantului 120 .	7
În cel puțin un exemplu, cel puțin o porțiune a încapsulantului 120 este elastică și extensibilă, astfel încât metalul dilatabil 110 se poate extinde în direcția dorită. De exemplu, încapsulantul poate fi rigid pe direcția axială, dar elastic în direcția radială. Cu o astfel de configurație, expansiunea metalului dilatabil 110 poate fi ghidată pe direcția radială, în timp ce rezistența la forfecare este asigurată în direcția axială, încapsulantul 120 poate îngloba metalul dilatabil 110 aflat sub formă de particule 112 , cum este ilustrat în fig.3. Metalul dilatabil încapsulat 110 poate fi configurabil înainte de trecerea la configurația extinsă 2000, similar cu un sac de boabe. Forma metalului dilatabil încapsulat 110 poate fi blocată pe poziție la trecerea la configurația extinsă 2000. Ca atare, particulele 112 din metalul dilatabil 110 din încapsulantul 120 pot fi utilizate într-un mod similar unui pachet fixat prin compresie.	9
Aparatul de etanșare 100 , așa cum este ilustrat în fig.1, este într-o stare inițială 1000 astfel încât metalul dilatabil 110 nu s-a extins în volum. Ca atare, există un gol în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20 între cel puțin o suprafață a aparatului de etanșare 100 și cel puțin o suprafață 22 a canalului de fluid 20 . Fluidul poate curge prin golul din spațiul inelarul 24 . Metalul dilatabil 110 , la trecerea la configurația extinsă 2000 în spațiul inelar 24 al canalului de fluid 20 , este operabil pentru a forma o etanșare pe o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația fluidului prin metalul dilatabil 110 din spațiul inelarul 24 este substanțial restricționată. Aparatul de etanșare 100 , când creează o etanșare pe suprafețele 22 ale canalului de fluid 20 , creează o presiune de etanșare. O presiune de etanșare este presiunea la care etanșarea poate rezista înainte de ruperea etanșării, de exemplu atunci când aparatul de etanșare 100 ar începe să se deplaseze în canalul de fluid 20 .	11
Cu referire la fig. 4, este prezentată o schemă de flux în conformitate cu un exemplu de realizare. Metoda 400 este furnizată cu titlu de exemplu, deoarece există o varietate de moduri de a efectua metoda. Metoda 400 descrisă mai jos poate fi realizată utilizând configurațiile ilustrate în fig. 4, de exemplu, și diferite elemente ale acestor figuri sunt menționate în explicarea exemplului de metodă 400 . Fiecare bloc prezentat în fig.4 reprezintă unul sau mai multe procese, metode sau subrutine, efectuate în exemplul de metodă 400 . Mai mult,	13

ordinea ilustrată a blocurilor este ilustrativă și ordinea blocurilor se poate modifica conform prezentei invenții. Se pot adăuga blocuri suplimentare sau pot fi utilizate mai puține blocuri, fără a se îndepărta de această invenție. Exemplul de metodă **400** poate începe la blocul **402**.

La blocul **402**, un dispozitiv de etanșare este prevăzut într-un spațiu inelar al unui canal fluid. Aparatul de etanșare include un metal dilatabil care poate trece la o configurație extinsă cu un volum crescut atunci când este expus la un fluid și hidrolizat. Aparatul de etanșare poate include, de asemenea, un încapsulant. În alte exemple, aparatul de etanșare nu include un încapsulant. Încapsulantul înglobează cel puțin o porțiune din metalul dilatabil și este funcțional pentru a permite curgerea fluidului prin încapsulant. De exemplu, încapsulantul poate avea pori astfel încât fluidul să poată curge prin pori către metalul dilatabil. Încapsulantul poate proteja, de asemenea, metalul dilatabil de acidul din canalul de fluid. Cel puțin o porțiune a încapsulantului poate fi elastică, astfel încât metalul dilatabil se extinde într-o direcție dorită. Metalul dilatabil poate fi un inel solid de metal. În alte exemple, metalul dilatabil poate fi sub formă de particule. Când este sub formă de particule și este înglobat de un încapsulant, aparatul de etanșare poate fi configurabil la o formă dorită în canalul de fluid.

La blocul **404**, metalul dilatabil este expus la un fluid, iar metalul dilatabil poate trece de la o configurație inițială la o configurație extinsă cu un volum crescut. Fluidul, atunci când reacționează cu metalul dilatabil, hidrolizează metalul dilatabil. Fluidul poate fi, de exemplu, saramură. Apa din saramură poate reacționa cu metalul dilatabil, astfel încât metalul dilatabil hidrolizează într-un hidroxid metalic și/sau un oxid metalic. Când metalul dilatabil hidrolizează într-un hidroxid metalic și/sau un oxid metalic, volumul reactanților este mai mare decât materialul inițial. Ca atare, volumul metalului dilatabil crește atunci când este în configurația extinsă.

La blocul **406**, o etanșare este formată de metalul dilatabil în configurația extinsă în raport cu o suprafață a spațiului inelar. Garnitura poate fi formată din metalul dilatabil direct pe suprafața spațiului inelar. În alte exemple, etanșarea poate fi formată de încapsulantul care se sprijină pe suprafața spațiului inelar. Etanșarea formată de aparatul de etanșare împiedică comunicația fluidului peste aparatul de etanșare în interiorul spațiului inelar al canalului de fluid. Ca atare, aparatul de etanșare izolează secțiuni ale canalului de fluid de acțiunea fluidului. În cazul în care etanșarea nu împiedică în mod adecvat comunicația fluidului peste aparatul de etanșare, dacă este posibil, metalul dilatabil poate fi deshidratat suplimentar pentru a extinde și mai mult metalul dilatabil.

În cel puțin un exemplu, aparatul de etanșare poate forma o etanșare temporară, astfel încât aparatul de etanșare poate fi îndepărtat la un moment dorit. În alte exemple, aparatul de etanșare poate forma o etanșare permanentă astfel încât etanșarea să nu fie îndepărtată.

Exemple

Pentru a facilita o mai bună înțelegere a prezentei invenții, sunt prezentate următoarele exemple de câteva implementări. În niciun caz următoarele exemple nu trebuie citite ca limitând sau definind scopul invenției.

O demonstrație exemplificativă a unui dispozitiv de etanșare **100** cu un metal dilatabil **110** este ilustrată în fig. 5A și 5B. Două tije lungi de 1 inch din metal dilatabil **110** au fost plasate într-un spațiu inelar **24** al unui tubing sau un canal fluid **20**. Tijele din metal dilatabil **110** au avut un diametru de 0,5 inch, iar diametrul intern al tubingului **20** a fost de 0,625 inch. Tubingul a fost un racord din oțel. În exemplul demonstrativ, aparatul de etanșare **100** nu a inclus un încapsulant.

Tije din metal dilatabil **110** au fost expuse la o soluție de KCl 20% la 200°F. Tije din metal dilatabil **110** au trecut apoi la o configurație extinsă și au închis golul inelar din tubingul **20**, creând o etanșare. După ce tije din metal dilatabil **110** s-au extins, aparatul de etanșare **100** a menținut 300psi fără scurgere timp de câteva minute. S-au aplicat peste 600psi forță de presiune pentru a rupe etanșarea, astfel încât tije din metal dilatabil **110** să înceapă să se deplaseze în tubingul **20**. După ce tije din metal dilatabil **110** au început să se miște, o presiune de aproximativ 200psi a fost suficientă pentru a menține această mișcare. Prin urmare, fără niciun suport extern, metalul dilatabil **110** a susținut 300psi. Sunt prezentate în continuare și alte exemple pentru a îmbunătăți înțelegerea prezentei invenții. Un set specific de enunțuri este prezentat după cum urmează.

Exemplul 1: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare care cuprinde: un metal dilatabil. Metalul dilatabil, atunci când este expus la un fluid, trece de la o configurație inițială, având un volum inițial, la o configurație extinsă, având un volum crescut, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, formează o etanșare pe o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația fluidului prin metalul dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată.

Exemplul 2: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu Exemplul 1, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre un metal alcalino pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție.

Exemplul 3: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare conform Exemplului 1 sau 2, în care, după trecerea la configurația extinsă, volumul metalului dilatabil crește cu mai mult de 30% atunci când este dezobturat canalul de fluid.

Exemplul 4: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare conform Exemplului 3, în care metalul dilatabil include cel puțin unul dintre elementele: magneziu, aluminiu și calciu.

Exemplul 5: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare conform Exemplului 4, în care metalul dilatabil include un dopant care promovează coroziunea și în care dopantul include cel puțin unul dintre: nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu și bismut.

Exemplul 6: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare dintre Exemplele precedente 1-5, în care metalul dilatabil este o piesă solidă din metal.

Exemplul 7: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare dintre Exemplele precedente 1-6, în care metalul dilatabil este sub formă de particule.

Exemplul 8: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu Exemplul 7, în care metalul dilatabil este susținut într-un liant, în care liantul cuprinde cel puțin unul dintre un liant degradabil sau un elastomer dilatabil.

Exemplul 9: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare dintre Exemplele precedente 1-8, care cuprinde în plus un încapsulant care înglobează cel puțin o porțiune din metalul dilatabil.

Exemplul 10: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu Exemplul 9, în care încapsulantul este poros pentru a permite fluidului să treacă prin încapsulant, în care încapsulantul protejează metalul dilatabil de acid.

Exemplul 11: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu Exemplul 9 sau 10, în care încapsulantul este configurat să se rupă atunci când metalul dilatabil trece la configurația extinsă.

Exemplul 12: Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare dintre Enunțurile precedente 9-11, în care încapsulantul este poros, în care încapsulantul include cel puțin unul dintre: un cauciuc dilatabil, neopren, un material policarbonat sau politetrafluoretilenă.

1 **Exemplul 13:** Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare
dintre Enunțurile anterioare 9-12, în care încapsulantul înglobează metalul dilatabil cu cel
3 puțin unul dintre fiind înfășurat în jurul metalului dilatabil, turnat în jurul metalului dilatabil sau
depus pe metal dilatabil.

5 **Exemplul 14:** Este dezvăluit un dispozitiv de etanșare în conformitate cu oricare
dintre Enunțurile precedente 9-13, în care cel puțin o porțiune a încapsulantului este elastică,
7 astfel încât metalul dilatabil se extinde într-o direcție dorită.

9 **Exemplul 15:** Este dezvăluită o metodă care cuprinde: furnizarea unui aparat de
etanșare, așa cum este descris în oricare dintre Exemplele precedente 1-14, într-un spațiu
inelar al unui canal de fluid, aparatul de etanșare incluzând un metal dilatabil; expunerea
11 metalului dilatabil la un fluid astfel încât metalul dilatabil trece de la o configurație inițială
având un volum inițial la o configurație extinsă având un volum crescut; și formarea unei
13 etanșări de către metalul dilatabil în configurația extinsă pe o suprafață a canalului de fluid,
astfel încât comunicația fluidului prin metalul dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial
15 restricționată.

17 **Exemplul 16:** Este dezvăluită o metodă în conformitate cu Exemplul 15, în care
aparatul de etanșare include în plus un încapsulant care înglobează cel puțin o porțiune din
metalul dilatabil.

19 **Exemplul 17:** Este dezvăluită o metodă în conformitate cu Exemplul 15 sau 16, în
care cel puțin o porțiune a încapsulantului este elastică, astfel încât metalul dilatabil se
21 extinde într-o direcție dorită.

23 **Exemplul 18:** Este dezvăluit un sistem care cuprinde: un canal de fluid cu un spațiu
inelar; și este dezvăluit un aparat de etanșare conform oricăreia dintre Exemplele precedente
1-14, incluzând: un metal dilatabil, metalul dilatabil, atunci când este expus la un fluid, trece
25 de la o configurație inițială având un volum inițial la o configurație extinsă având un volum
crescut, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiul inelar,
27 formează o etanșare pe o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația fluidului prin
metalul dilatabil în spațiul inelar este restricționată cel puțin parțial.

29 **Exemplul 19:** Este dezvăluit un sistem în conformitate cu Exemplul 18, în care
aparatul de etanșare include în plus un încapsulant care înglobează cel puțin o porțiune din
31 metalul dilatabil.

33 **Exemplul 20:** Este dezvăluit un sistem în conformitate cu Exemplul 18 sau 19, în
care încapsulantul este poros pentru a permite fluidului să treacă prin încapsulant, în care
încapsulantul protejează metalul dilatabil de acid.

35 Dezvăluirile prezentate și descrise mai sus sunt doar exemple. Deși numeroase
caracteristici și avantaje ale tehnologiei prezente au fost expuse în descrierea de mai sus,
37 împreună cu detalii despre structura și funcția prezentei invenții, dezvăluirea este doar
ilustrativă și pot fi modificate detaliile, în special în chestiuni de formă, dimensiune și
39 dispunere a pieselor în cadrul principiilor prezentei invenții, în măsura indicată de sensul
general larg al termenilor folosiți în revendicările atașate. Prin urmare, se va aprecia că
41 exemplele descrise mai sus pot fi modificate în scopul revendicărilor anexate.

1. Aparat de etanșare cu metal dilatabil (100) care cuprinde un metal dilatabil (110), atunci când este expus la un fluid, metalul dilatabil (110) putând trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit, în care metalul dilatabil (110), la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar (24) al unui canal de fluid (20), formează o etanșare față de o suprafață (22) a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil (110) în spațiul inelar (24) este restricționată cel puțin parțial, **caracterizat prin aceea că**, aparatul de etanșare (100) cuprinde un element de încapsulare (120) care cuprinde cel puțin o parte din metalul dilatabil (110), cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) este elastică și extensibilă pe o direcție și cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) este rigidă pe o altă direcție. 3 5 7 9 11
2. Aparat de etanșare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil include cel puțin unul dintre un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție și un metal post-tranziție. 13 15
3. Aparat de etanșare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, la trecerea la configurația extinsă, volumul metalului dilatabil crește cu mai mult de 30% atunci când este nerestricționat de canalul de fluid. 17
4. Aparat de etanșare conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil include cel puțin unul dintre magneziu, aluminiu și calciu. 19
5. Aparat de etanșare conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil include un dopant care promovează coroziunea și în care dopantul include cel puțin unul dintre nichel, fier, cupru, cobalt, carbon, tungsten, staniu, galiu și bismut. 21 23
6. Aparat de etanșare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil este o piesă solidă de metal. 25
7. Aparat de etanșare conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil este sub formă de particule. 27
8. Aparat de etanșare conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că**, metalul dilatabil este conținut într-un liant, în care liantul cuprinde cel puțin unul dintre un liant degradabil sau un elastomer dilatabil. 29
9. Aparat de etanșare conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că**, elementul de încapsulare este poros, pentru a permite fluidului să curgă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid. 31 33
10. Aparat de etanșare conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că**, elementul de încapsulare este configurat să se rupă atunci când metalul dilatabil trece la configurația extinsă. 35
11. Aparat de etanșare conform revendicării 8, **caracterizat prin aceea că**, elementul de încapsulare este poros, în care elementul de încapsulare include cel puțin unul dintre cauciuc dilatabil, neopren, un material din policarbonat sau o politetrafluoroetilenă. 37 39
12. Aparat de etanșare conform revendicării 9, **caracterizat prin aceea că**, elementul de încapsulare înconjoară metalul dilatabil prin cel puțin una dintre procedurile: înfășurare în jurul metalului dilatabil, turnare în jurul metalului dilatabil sau depozitare pe metalul dilatabil. 41 43
13. Metodă de etanșare cu metal dilatabil, care cuprinde etapele de:
 - furnizare a unui aparat de etanșare într-un spațiu inelar al unui canal de fluid, aparatul de etanșare incluzând un metal dilatabil; 45

- expunerea metalului dilatabil la un fluid astfel încât metalul dilatabil trece de la o configurație inițială având un volum inițial, la o configurație extinsă având un volum mărit, și :
 - formarea unei etanșări, de către metalul dilatabil în configurația extinsă, față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este cel puțin parțial restricționată, **caracterizat prin aceea că**, aparatul de etanșare (100) cuprinde un element de încapsulare (120) care cuprinde cel puțin o parte din metalul dilatabil (110), cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) fiind elastică și extensibilă pe o direcție și cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) fiind rigidă pe o altă direcție.

14. Sistem de etanșare cu metal dilatabil care cuprinde un canal de fluid cu un spațiu inelar; și un aparat de etanșare care include: - un metal dilatabil, metal dilatabil care atunci când este expus unui fluid, trece dintr-o configurație inițială în care are un volum inițial, într-o configurație extinsă în care are un volum mărit, în care metalul dilatabil, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar, formează o etanșare față de o suprafață a canalului de fluid, astfel încât comunicația de fluid la nivelul metalului dilatabil din spațiul inelar este restricționată cel puțin parțial, caracterizat prin aceea că, aparatul de etanșare (100) cuprinde un element de încapsulare (120) care cuprinde cel puțin o parte din metalul dilatabil (110), cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) fiind elastică și extensibilă pe o direcție și cel puțin o porțiune a elementului de încapsulare (120) fiind rigidă pe o altă direcție.

15. Sistem conform revendicării 14, **caracterizat prin aceea că**, elementul de încapsulare (120) este poros, pentru a permite fluidului să curgă prin elementul de încapsulare, în care elementul de încapsulare protejează metalul dilatabil de acțiunea unui acid.

(51) Int.Cl.

F16J 15/06 (2006.01);

E21B 33/12 (2006.01);

F16J 15/32 (2006.01)

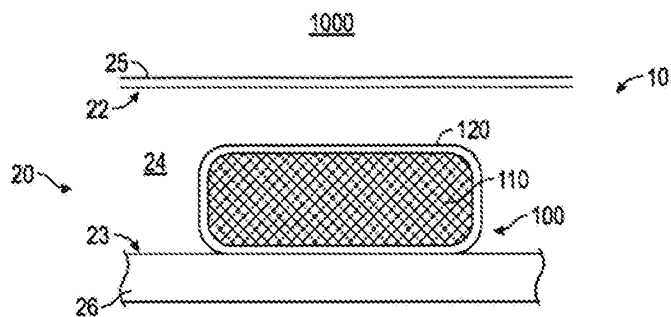


Fig. 1

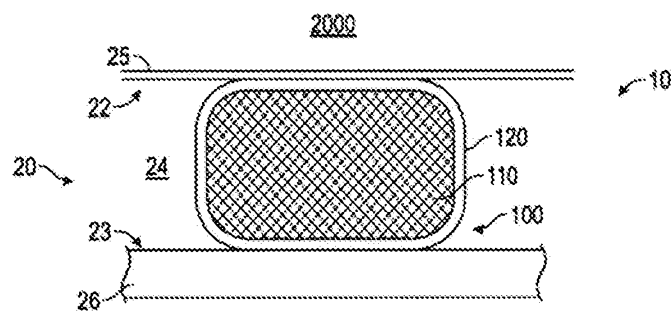


Fig. 2

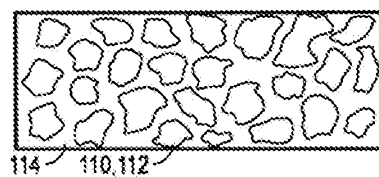


Fig. 3

(51) Int.Cl.

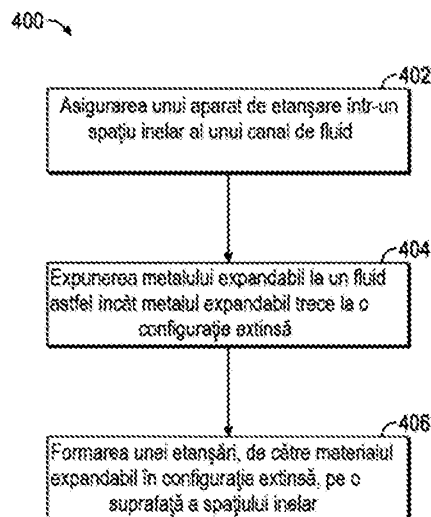
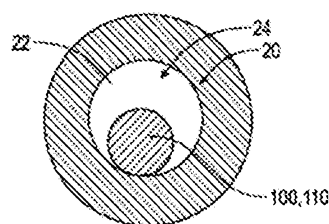
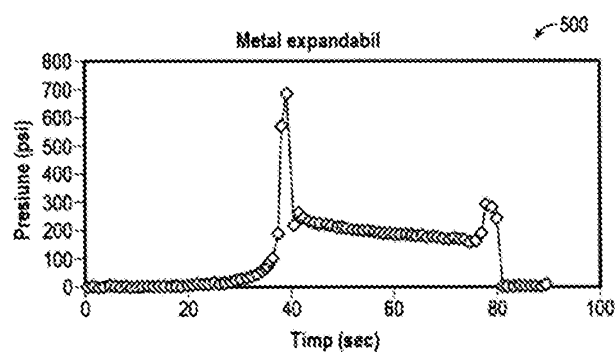
F16J 15/06 (2006.01),**E21B 33/12** (2006.01),**F16J 15/32** (2006.01)

Fig. 4



a)



b)

Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 482/2022