



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00864**

(22) Data de depozit: **28/06/2018**

(41) Data publicării cererii:
28/05/2021 BOPI nr. 5/2021

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **US 2018/040005 28/06/2018**

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2020/005252 02/01/2020**

(71) Solicitant:
• **HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC.,**
3000 N. SAM HOUSTON PARKWAY E.,
77032-3219, HOUSTON, TEXAS, US

(72) Inventatori:
• **WELHOFER BENJAMIN JON, 111**
FOREST HEIGHTS CT., MONTGOMERY,
TEXAS, 77316, US;

• **GJELSTAD GEIR, 17811 VAIL ST.,**
DALLAS, 75287, TEXAS, US;
• **FRIPP MICHAEL LINLEY, 3826**
CEMETERY HILL ROAD., 75007,
CARROLLTON, TEXAS, US;
• **WALTON ZACHARY WILLIAM, 2204**
SOUTHERN CT., 75006, CARROLLTON,
TEXAS, US

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

(54) ELASTOMER CU UN METAL DILATABIL

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv, format dintr-un elastomer și un metal dilatabil, utilizat la puțurile de foraj pentru izolarea zonală a fluidului și direcționarea curgerii acestuia. Dispozitivul conform invenției este format dintr-o coloană tubulară în care elastomerul este dispus pe suprafața exterioară a coloanei tubulare, un elastomer și un metal dilatabil încorporat în acesta, elastomerul fiind selectat din grupul cis - 1,4 - poliizopren, trans - 1,4 - poliizopren, 1,2 - poliizopren, 3,4 - poliizopren, poliizopren sintetic, polibutadienă, policloloropren, polisobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc poliadicric, cauciuc siliconic, și alți elastomeri asemenea sau combinații ale acestora, iar metalul dilatabil poate fi din grupul metalelor alcalino - pământoase, un metal de tranziție, un metal lantanidă, un metal post - tranziție sau combinații ale acestora, metalul dilatabil cuprinzând și un aliaj ca promotor de coroziune, cantitatea de metal dilatabil prezent în dispozitiv fiind cuprinsă între 0,1...50% din greutatea elastomerului, dispozitivul favorizând expunerea elementului de etanșare la fluid și trecerea elementului de etanșare de la o stare inițială cu un volum inițial, la o stare extinsă cu un volum extins, pentru a forma etanșarea în puțul de foraj.

Revendicări: 20
Figuri: 3

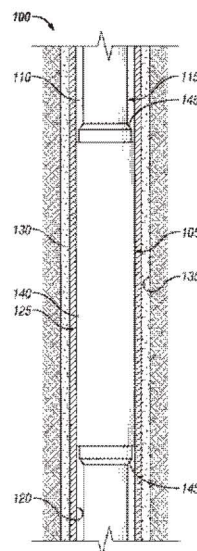


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



ELASTOMER CU UN METAL DILATABIL

BAZE

[0001] În timpul diferitelor etape ale efectuării operațiunilor din puțul de foraj, poate fi necesară izolarea fluidului și direcționarea curgerii. După forarea unui puț de foraj, în puțul de foraj poate fi plasată o tubulatură de producție și pot fi extrase hidrocarburi din formațiunile înconjurătoare care conțin hidrocarburi. Pe tubulatura de producție poate fi plasat un pachet pentru a etanșa față de un tubaj, izolând și protejând astfel tubajul și echipamentele din partea superioară a coloanei. Prin utilizarea pachetelor, se poate realiza o izolare zonală în puț.

[0002] Un pachet poate cuprinde un material dilatabil care asigură presiune de etanșare prin extinderea în volum și împingerea față de o suprafață de etanșare. Materialul dilatabil poate fi, de exemplu, un elastomer amestecat cu un polimer superabsorbant sau o sare. Osmoza poate conduce apa în elastomer, determinând hidratarea și creșterea în volum a polimerului superabsorbant sau a sării, ceea ce, la rândul său, poate determina extinderea în volum a elastomerului. Elastomerii pot fi fabricați cu diferite specii și concentrații de săruri sau polimeri superabsorbanti înglobate în matricea elastomerului pentru a controla cantitatea de apă care pătrunde în matricea elastomerului, controlând astfel volumul de dilatare și presiunea de etanșare finală obținută. Deoarece osmoza depinde de concentrația molară a speciilor chimice dizolvate, cum ar fi sarea, în elastomer și fluidele înconjurătoare, modificările în ceea ce privește condițiile din partea inferioară a puțului pot inversa procesul de dilatare. În aplicații cum ar fi puțurile de gaz uscat, un elastomer poate pierde presiunea de etanșare, deoarece apa poate părăsi matricea elastomerului determinând o scădere în volum și o reducere a presiunii de etanșare.

SCURTĂ DESCRIERE A FIGURILOR

[0003] Aceste figuri ilustrează anumite aspecte ale prezentei dezvăluiri și nu ar trebui utilizate pentru limitarea sau definirea dezvăluirii.

[0004] FIG. 1 reprezintă o vedere în secțiune transversală a unui puț de foraj cu un dispozitiv de etanșare dispus în acesta;

[0005] FIG. 2A reprezintă o ilustrare schematică a unui dispozitiv de etanșare în curs de dilatare.

[0006] FIG. 2B reprezintă este o ilustrare schematică a unui dispozitiv de etanșare în curs de dilatare.

[0007] FIG. 2C reprezintă este o ilustrare schematică a unui dispozitiv de etanșare în curs de dilatare.

[0008] FIG. 3 reprezintă o diagramă a unui procedeu care utilizează un dispozitiv de etanșare;

DESCRIERE DETALIATĂ

[0009] Sistemele, procedeele, și/sau compozițiile dezvăluite în prezenta invenție se pot referi la operațiuni subterane și, în cazul unor dispozitive, procedee și compoziții, la un dispozitiv de etanșare care cuprinde un elastomer și un metal dilatabil încorporat în elastomer. Metalul dilatabil, atunci când este expus la un fluid din partea inferioară a puțului, cum ar fi un fluid apos, se poate extinde în dimensiune prin trecerea de la o primă configurație care are un prim volum la o configurație extinsă care are un al doilea volum. În timpul acestei dilatări, apa poate reacționa cu metalul dilatabil pentru a determina creșterea în volum a metalului dilatabil, crescând astfel volumul total al elastomerului cu metalul dilatabil încorporat. În general, un elastomer nu se poate dilata considerabil în apă fără un polimer superabsorbant sau o sare prezentă. Osmoza apei prin elastomer poate fi determinată de un potențial chimic de legare a hidrogenului între moleculele de apă și polimerul superabsorbant, sarea de disociere ionică din apă sau hidratarea sării de către apă.

[0010] Astfel cum s-a menționat anterior, un pachet dilatabil poate cuprinde un elastomer cu un material dilatabil în apă, cum ar fi o sare sau un polimer superabsorbant, care poate determina elastomerul să treacă de la un volum inițial relativ mai mic la un volum final relativ mai mare. Compușii elastomerici utilizați nu se pot dilata în apă pe cont propriu. În unele exemple, un anumit elastomer poate fi considerat ca fiind inert la dilatare în urma contactului cu apa. Unii compuși elastomerici se pot dilata sau trece de la un volum inițial relativ mai mic la un volum final relativ mai mare în urma contactului cu hidrocarburi lichide sau lichide pe bază de ulei. În unele exemple descrise în prezenta invenție, un elastomer care cuprinde un metal dilatabil poate fi considerat hibrid dilatabil, deoarece dilatarea poate fi determinată de două mecanisme diferite. Un pachet dilatabil care cuprinde un elastomer și un metal dilatabil se poate dilata atât în lichide pe bază de apă, cât și în lichide pe bază de ulei.

[0011] Configurația extinsă poate avea un volum mai mare decât prima configurație, ceea ce poate determina elastomerul să intre în contact cu o suprafață adiacentă, cum ar fi un diametru interior al unei coloane tubulare, o rocă sau un puț netubat. Pe măsură ce elastomerul trece de la prima configurație la cea de-a doua configurație, presiunea de contact dintre elastomer și suprafața adiacentă poate crește, formând astfel o etanșare între elastomer și suprafața adiacentă. Etanșarea poate acționa pentru a inhiba curgerea fluidului prin elastomer, asigurând astfel izolarea zonală sau restricția curgerii prin elastomer. De exemplu, elastomerul, la trecerea la configurația extinsă într-un spațiu inelar al unui canal fluidic, poate forma o etanșare față de o suprafață a canalului fluidic, astfel încât curgerea fluidică prin elastomer în spațiul inelar să fie împiedicată sau restricționată.

[0012] Dispozitivul de etanșare poate fi orice dispozitiv care cuprinde un elastomer, cum ar fi, de exemplu, fără limitare, pachere, componente dilatabile din cârlige de liner, bare de liner, linere de tip crustă, articulații de opritor, manșoane de izolare a părții superioare a puțului, manșoane de izolare a fracționării, manșoane de izolare antiderapante, manșoane de izolare cimentate, manșoane de izolare a zonei de producție, dop tip punte și coloane tubulare pentru câmpuri petroliere și care cuprinde un elastomer și un metal dilatabil încorporat în elastomer. În unele exemple, dispozitivul de etanșare poate fi dispus pe o coloană tubulară. Dispozitivul de etanșare poate fi utilizat în orice aplicație de puț de foraj, cum ar fi un puț netubat sau un puț tubat.

[0013] Elastomerul poate fi orice material elastomeric care este capabil să se extindă în volum. Unele exemple de elastomeri adecvați pot include, fără limitare, poliizopren natural, cum ar fi cis-1,4-poliizopren și trans-1,4-poliizopren, 1,2-poliizopren, 3,4-poliizopren, poliizopren sintetic, polibutadienă, policloropren, poliizobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc stiren-butadienă, cauciuc nitrilic, cauciuc nitril hidrogenat, cauciuc etilen propilen, cauciuc etilen propilen dienic, cauciuc epiclorohidrinic, cauciuc poliacrilic, cauciuc siliconic, cauciuc fluorosiliconic, fluoroelastomeri (care sunt cunoscuți și sub denumirea de FKM care pot fi definiți prin ASTM D1418), cum ar fi copolimeri de hexafluoropropilenă și fluorură de viniliden, terpolimeri de tetrafluoretilenă, fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă și copolimeri de tetrafluoretilenă, propilenă, etilenă, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, perfluoroelastomeri, cum ar fi copolimeri de fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden,

hexafluoropropilenă și tetrafluoretilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, tetrafluoretilenă și perfluorometilvinileter, terpolimeri de propilenă, tetrafluoretilenă și fluorură de viniliden și polimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, tetrafluoretilenă, perfluorometilvinileter și etilenă, amidă bloc de polieter, polietilenă clorosulfonată, etilen-acetat de vinil, elastomeri termoplastici, cauciuc de polisulfură și combinații ale acestora.

[0014] Astfel cum este utilizat în prezenta invenție, termenul metal dilatabil desemnează orice material metalic hidrolizabil care se extinde în volum în urma hidrolizării. Metalul dilatabil poate reacționa cu apa într-un fluid din partea inferioară a puțului prin reacția de hidroliză pentru a forma un produs hidroxid de metal și/sau un produs oxid de metal. Hidroliza unui metal mai poate fi denumită reacție de hidratare a metalului. Volumul metalului dilatabil poate crește în timpul reacției, deoarece produsele reacției de hidratare a metalului pot avea un volum mai mare decât metalul inițial. Prin urmare, produsul hidroxid de metal al reacției de hidroliză poate ocupa mai mult volum în comparație cu metalul dilatabil nereacționat. La trecerea la configurația extinsă prin reacția de hidratare a metalului, volumul metalului dilatabil poate crește, de exemplu, cu aproximativ 10% sau mai mult atunci când este lăsat să reacționeze și să crească în volum într-un mod nelimitat.

[0015] Un metal dilatabil poate cuprinde un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție, o lantanidă, un metal post-tranziție și combinații ale acestora. De exemplu, unele metale alcalino-pământoase adecvate pot include, fără limitare, beriliu, magneziu, calciu, stronțiu și combinații ale acestora. Unele metale de tranziție adecvate pot include, fără limitare, vanadiu, crom, mangan, fier, nichel, zinc, ytriu, zirconiu, argint, reniu și combinații ale acestora. Unele lantanide adecvate pot include, fără limitare, neodimiu, și gadoliniu. Unele metale post-tranziție adecvate pot include, fără limitare, aluminiu și staniu. Un metal dilatabil poate cuprinde orice combinație de metale post-tranziție, metale de tranziție, lantanide sau metale alcalino-pământoase. Un metal dilatabil exemplificativ poate cuprinde magneziu, calciu, aluminiu sau combinații ale acestora. Un metal dilatabil poate cuprinde un oxid de metale post-tranziție, un oxid de metale de tranziție, un oxid de lantanide, un oxid de metale alcalino-pământoase sau combinații ale acestora. Un metal dilatabil poate cuprinde un aliaj din oricare dintre elementele menționate anterior. Un aliaj exemplificativ poate cuprinde un aliaj de magneziu și aluminiu. Un aliaj metalic dilatabil poate fi creat mai reactiv decât metalele de bază care intră în compoziția

aliajului. Un aliaj poate fi reglat pentru a controla formarea hidroxizilor și oxizilor, de exemplu prin tratament termic pentru a regla granulațiile sau dimensiunile incluziunilor structurii cristaline. Un aliaj poate, de exemplu, să asigure timpi de dilatare diferiți pentru un anumit dispozitiv de etanșare. Un aliaj poate reduce timpul necesar unui dispozitiv de etanșare pentru a ajunge la cea de-a doua configurație. Un aliaj poate fi reglat pentru a asigura un anumit timp de dilatare pentru o anumită aplicație.

[0016] Oricare dintre metalele dilatabile menționate anterior sau aliajele acestora pot fi dopate suplimentar cu un promotor de coroziune, de exemplu prin alierea cu un material cu un potențial galvanic mai mare pentru a crea micro-situsuri de coroziune galvanică. Un promotor de coroziune poate include, fără limitare, nichel, fier, cupru, cobalt, iridiu, aur, titan, carbon, paladiu sau orice alt dopant adecvat care favorizează coroziunea. La metalul dilatabil se mai pot adăuga de asemenea ioni suplimentari, de exemplu, silicat, sulfat, aluminat, fosfat sau orice alți ioni adecvați. Un promotor de coroziune poate, fără limitare, asigura timpi de dilatare diferiți pentru un anumit dispozitiv de etanșare. Un promotor de coroziune poate reduce timpul necesar unui dispozitiv de etanșare pentru a ajunge la cea de-a doua configurație. Un aliaj care cuprinde un promotor de coroziune poate fi reglat pentru a asigura un anumit timp de dilatare pentru o anumită aplicație.

[0017] Metalul dilatabil poate fi produs prin orice mijloace, inclusiv, dar fără limitare, un proces de soluție solidă în care elementele sunt combinate cu metal topit, metalurgie electrică sau orice alt proces adecvat pentru a produce un aliaj. Un specialist în domeniu, având avantajul prezentei dezvăluiri, ar trebui să poată selecta un metal dilatabil adecvat pentru o anumită aplicație.

[0018] Pot fi trei etape principale prin care metalul dilatabil se dilată pentru a asigura presiune de etanșare. În primul rând, metalul dilatabil poate reacționa cu un fluid pe bază de apă din puțul de foraj pentru a crea particule de hidroxid de metal. În al doilea rând, particulele de hidroxid de metal pot fi limitate într-un spațiu mic, cum ar fi între tubulatură și tubaj sau în interiorul unei matrice elastomerice. În al treilea rând, particulele de hidroxid de metal limitate pot fi presate împreună pentru a forma o structură de etanșare solidă. Particulele de hidroxid de metal pot fi presate împreună prin reacția continuă a metalului cu fluidul pe bază de apă.

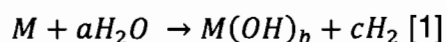
[0019] Un metal dilatabil poate avea orice formă, cum ar fi, fără limitare, o pulbere, aşchii, strunjiri metalice, toroizi, sfere, fulgi, ace, şiruri, foi, ochiuri, inele sau

orice altă formă adecvată. În plus, metalul dilatabil poate avea orice granulație sau o distribuție a granulației adecvată pentru o anumită aplicație. Metalul dilatabil poate avea o granulație de D_{v50} într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 10 nanometri (nm) până la aproximativ 1000 microni. În mod alternativ, metalul dilatabil poate avea o granulație de D_{v50} într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 10 nm până la aproximativ 500 nm, într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 500 nm până la aproximativ 1 micron, într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 1 micron până la aproximativ 100 microni, într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 100 microni până la aproximativ 300 microni, într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 300 microni până la aproximativ 500 microni, într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 500 microni până la aproximativ 800 microni sau într-un punct dintr-un interval de la aproximativ 800 microni până la aproximativ 1000 microni. Granulația de D_{v50} poate fi denumită, de asemenea, granulația mediană din volumul unui material granulat. Granulația de D_{v50} este definită ca diametrul maxim al granulelor sub care se prezintă 50% din volumul materialului. Valorile de D_{v50} ale granulației pentru un anumit eșantion pot fi măsurate cu ajutorul analizoarelor de granulație disponibile în comerț, cum ar fi cele fabricate de Malvern Instruments, Worcestershire, Regatul Unit. Timpii de dilatare diferiți sau timpul pentru ca un anumit dispozitiv de etanșare să ajungă la cea de-a doua configurație, pot fi obținuți prin ajustarea granulației sau a distribuțiilor granulațiilor de metal dilatabil prezent în elastomerul din dispozitivul de etanșare. De exemplu, granulațiile relativ mai mici dintr-un metal dilatabil se pot degrada mai repede decât o granulație relativ mai mare a aceluiași metal dilatabil. Un specialist în domeniu, cu avantajul prezentei dezvoltării, ar trebui să fie în măsură să selecteze o formă și un interval de granulație adecvat pentru metalul dilatabil pentru o anumită aplicație.

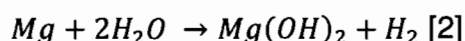
[0020] În plus, volumul unei a doua configurații a unui anumit dispozitiv de etanșare poate fi controlat prin ajustarea unei concentrații a unui metal dilatabil din elastomer. Metalul dilatabil poate fi prezent în elastomer într-un punct din intervalul de la aproximativ 0,1% din greutatea elastomerului până la aproximativ 500% din greutatea elastomerului. În mod alternativ, într-un punct din intervalul de la aproximativ 0,1% din greutate până la aproximativ 5% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 5% din greutate până la aproximativ 10% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 10% din greutate până la aproximativ 50% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 50% din greutate până

la aproximativ 100% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 100% din greutate până la aproximativ 150% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 150% din greutate până la aproximativ 200% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 200% din greutate până la aproximativ 250% din greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 250% în greutate până la aproximativ 350% în greutate, într-un punct din intervalul de la aproximativ 350% din greutate până la aproximativ 450% din greutate sau într-un punct din intervalul de la aproximativ 450% din greutate până la aproximativ 500% din greutate.

[0021] O reacție de hidroliză generală a unui metal este ilustrată în cele ce urmează în Ecuația 1. În acest exemplu, M este un metal, O este oxigen, H este hidrogen și a, b și c sunt coeficienți stoichiometrici.

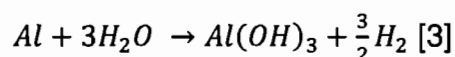


[0022] O reacție de hidroliză specifică pentru metalul magneziu este ilustrată în cele ce urmează în Ecuația 2.



[0023] Metalul magneziu are o masă molară de 24 grame/mol și o densitate de 1,74 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 13,8 cm³/mol. Hidroxidul de magneziu (Mg(OH)₂) are o masă molară de 60 grame/mol și o densitate de 2,34 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 25,6 cm³/mol. Prin urmare, un mol de hidroxid de magneziu complet hidrolizat poate avea cu 85% mai mult volum decât un mol de metal magneziu nehidrolizat.

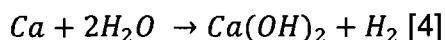
[0024] O reacție de hidroliză a metalului aluminiu este ilustrată în cele ce urmează în Ecuația 3.



[0025] Metalul aluminiu are o masă molară de 27 grame/mol și o densitate de 2,7 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 10 cm³/mol. Hidroxidul de aluminiu (Al(OH)₃) are o masă molară de 63 grame/mol și o densitate de 2,24 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 26 cm³/mol. Prin urmare, un mol de hidroxid de

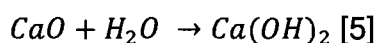
aluminiiu complet hidrolizat poate avea cu 160% mai mult volum decât un mol de metal aluminiiu nehidrolizat.

[0026] O reacție de hidroliză a metalului calciu este ilustrată în cele ce urmează în Ecuația 4.



[0027] Metalul calciu are o masă molară de 40 grame/mol și o densitate de 1,54 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 26 cm³/mol. Hidroxidul de calciu (Ca(OH)₂) are o masă molară de 74 grame/mol și o densitate de 2,21 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 33,5 cm³/mol. Prin urmare, un mol de hidroxid de calciu complet hidrolizat poate avea cu 28% mai mult volum decât un mol de metal calciu nehidrolizat.

[0028] În anumite condiții, unele metale hidrolizate pot reacționa suplimentar pentru a furniza produse secundare. De exemplu, la temperaturi ridicate, poate apărea o reacție de deshidratare care formează produse secundare. Hidroxidul de magneziu se poate deshidrata pentru a forma oxid de magneziu (MgO), hidroxidul de calciu se poate deshidrata în oxid de calciu (CaO) și, în mod similar, hidroxidul de aluminiiu se poate deshidrata în hidroxid de oxid de aluminiiu (AlO(OH)) sau oxid de aluminiiu Al₂O₃. Într-un alt exemplu, un metal poate fi oxidat. Într-un alt exemplu, metalul dilatabil poate fi furnizat sub formă de oxid, cum ar fi oxid de calciu. Oxidul de calciu poate reacționa cu apa pentru a forma hidroxid de calciu astfel cum este ilustrat în Ecuația 5.



[0029] Oxidul de calciu are o masă molară de 56 grame/mol și o densitate de 2,21 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 33,52 cm³/mol. Hidroxidul de calciu (Ca(OH)₂) are o masă molară de 74 grame/mol și o densitate de 2,21 g/cm³ care au ca rezultat un volum molar de 33,52 cm³/mol. Prin urmare, un mol de hidroxid de calciu complet hidrolizat poate avea cu 200% mai mult volum decât un mol de oxid de calciu.

[0030] Astfel cum s-a discutat anterior, apa poate determina creșterea în volum a metalului dilatabil și a elastomerului. Apa care poate fi utilizată pentru a

determina creșterea volumului poate fi din orice sursă, de exemplu, apă dulce, apă sărată (*de exemplu*, apă care conține una sau mai multe săruri dizolvate în ea), soluție salină (*de exemplu*, apă sărată saturată care conține ioni monovalenți sau bivalenți din grupa 1 și grupa 2 sau săruri pe bază de formiat), apă produsă din formațiuni subterane, apă de mare sau combinații ale acestora. În general, apa poate proveni din orice sursă, cu condiția ca apa să nu conțină un exces de compuși care pot afecta în mod nedorit componentele dispozitivului de etanșare. O sursă de apă poate fi selectată, de exemplu, pe baza identității elastomerului și a metalului dilatabil. Într-un exemplu, apa poate fi o soluție salină care cuprinde specii de clorură monovalentă saturată. O anumită sursă de apă poate fi selectată pe baza concentrației ionice a uneia sau mai multor specii dizolvate, cum ar fi o sare. În plus, concentrația ionică a uneia sau mai multor specii chimice dizolvate poate fi selectată pentru a controla volumul final al configurației extinse. De exemplu, selectarea unei surse de apă cu o concentrație relativ mai mare de sare dizolvată poate determina ca volumul final al configurației extinse să fie mai mare decât selectarea unei surse de apă cu o concentrație relativ mai mică de sare dizolvată. Un specialist în domeniu, cu avantajul prezentei dezvăluiri, va recunoaște sursa de apă adecvată și speciile chimice dizolvate pentru a fi incluse într-o aplicație aleasă.

[0031] În plus față de apa care dilată un metal dilatabil, poate fi furnizat un fluid pe bază de ulei care poate dilata elastomerul. Diferite fluide pe bază de ulei pot cuprinde, de exemplu, petrol nerafinat, motorină, kerosen, alifatice, parafine, aromatice, alcani, alchene, alchine, uleiuri cu ciclu ușor, uleiuri cu vid greu, uleiuri esterice sintetice, fluide pe bază de ulei și gaze sau hidrocarburi lichide situate în formațiuni subterane și combinații ale acestora. Un specialist în domeniu, cu avantajul prezentei dezvăluiri, va recunoaște aplicația adecvată a fluidului pe bază de ulei.

[0032] Astfel cum este utilizat în prezenta invenție, termenul element de etanșare poate cuprinde elastomerul și metalul dilatabil încorporat în elastomer. Elementul de etanșare poate consta în mod substanțial din elastomer și metalul dilatabil încorporat în elastomer, de exemplu 90% sau mai mult din greutate.

[0033] Cu referire la FIG. 1, este ilustrat dispozitivul pentru puțul de foraj 100 care întruchiează principiile prezentei dezvăluiri. În dispozitivul pentru puțul de foraj 100, ansamblul de pachet 105 poate fi utilizat pentru a asigura o barieră de fluid și de presiune în spațiul inelar 110 format între coloana tubulară 115 și suprafața interioară

a tubajului 120. Tubajul 125 poate fi învelit în ciment 130 care asigură suport structural pentru puțul de foraj și tubaj. Deși suprafața interioară 120 a tubajului 125 este descrisă ca fiind suprafața de etanșare, suprafața ar putea fi în schimb formată pe un perete interior al unei formațiuni 135 (de exemplu, într-o porțiune netubată a puțului), un liner, un tubaj de suprafață, o coloană tubulară sau ar putea fi orice altă suprafață din puț. Ansamblul de pachet 105 poate include un element de etanșare 140 care este extins spre exterior pentru a se cupla etanș la suprafața interioară a tubajului 120. Elementul de etanșare 140 poate include un elastomer și un metal dilatabil încorporat în elastomer care se dilată ca răspuns la contactul cu un anumit fluid din puțul de foraj, astfel cum s-a descris anterior.

[0034] Atunci când elementul de etanșare 140 se dilată la contactul cu un fluid, inelele terminale 145 pot împiedica extinderea longitudinală a elementului de etanșare 140 forțând astfel elementul de etanșare 140 să se extindă radial spre exterior în contact cu suprafața interioară 120 a tubajului 125, sau în cazul unui puț de foraj netubat, cu o suprafață interioară a formațiunii 135.

[0035] Cu referire la FIG. 2A, elementul de etanșare 140 este ilustrat într-o primă configurație neextinsă. Elementul de etanșare 140 poate fi dispus pe coloana tubulară 115 ca în FIG. 1. Spațiul inelar 110 poate fi inițial gol de fluide, ceea ce determină dilatarea elementului de etanșare 140. În mod alternativ, spațiul inelar 110 poate conține unul sau mai multe fluide, cum ar fi apă sau ulei. Spațiul inelar 110 poate fi format între o coloană tubulară exterioară, cum ar fi un tubaj de suprafață, tubaj intermediar, tubulatură de producție, coloană de foraj, conductă sau orice altă suprafață, astfel cum s-a descris anterior. O formă de secțiune transversală a spațiului inelar 110 poate fi circulară, ovoidală, dreptunghiulară sau orice altă formă adecvată.

[0036] Cu referire la FIG. 2B, spațiul inelar 110 este ilustrat umplut cu fluid 205. Fluidul 205 poate fi orice fluid care determină dilatarea elementului de etanșare 140. Astfel cum s-a discutat anterior, unele fluide adecvate pot fi fluide pe bază de apă. Fluidul 205 poate pătrunde în elementul de etanșare 140 și poate determina hidrolizarea și creșterea în volum a metalului dilatabil. În plus, pot fi furnizate fluide pe bază de ulei pentru a determina dilatarea unui elastomer din elementul de etanșare 140. Fluidul 205 poate fi introdus în spațiul inelar 110 prin orice mijloace. De exemplu, fluidul 205 poate fi introdus în spațiul inelar 110 cu ajutorul unei pompe de suprafață cuplate fluidic la coloana tubulară 115. Fluidul 205 poate curge în sens

descendent prin interiorul coloanei tubulare 115 și poate ieși printr-o porțiune terminală a coloanei tubulare 155 pentru a curge în sens ascendent în spațiul inelar 110. În mod alternativ, spațiul inelar 110 poate fi cuplat fluidic la o pompă de suprafață și fluidul 205 poate fi pompat în sens descendent prin spațiul inelar 110 și în sens ascendent în interiorul coloanei tubulare 115.

[0037] Cu referire la FIG. 2C, elementul de etanșare 140 este ilustrat în configurația extinsă după ce fluidul 205 a pătruns în elementul de etanșare 140 determinând creșterea în volum a metalului dilatabil. În configurația extinsă, elementul de etanșare 140 poate intra în contact cu suprafața interioară a tubajului 120, împiedicând sau restricționând migrarea suplimentară a fluidului și a presiunii prin elementul de etanșare 140.

[0038] Cu referire la FIG. 3, este ilustrată o schemă de flux a unui procedeu care utilizează dispozitivul de etanșare conform prezentei dezvăluiri. Procedeu 300 este furnizat cu titlu de exemplu, deoarece există o varietate de moduri pentru a realiza procedeul. Procedeu 300 descris în cele ce urmează poate fi realizat utilizând, de exemplu, configurațiile ilustrate în FIG. 3 sau o permutare a acestora. Fiecare bloc ilustrat în FIG. 3 poate reprezenta unul sau mai multe procese, procedee sau subrutine, realizate în procedeu 300. În plus, ordinea blocurilor din FIG. 3 este doar ilustrativă, iar un specialist în domeniu, cu avantajul prezentei dezvăluiri, va recunoaște cu ușurință faptul că ordinea blocurilor se poate modifica fără îndepărtarea de domeniul de aplicare al prezentei dezvăluiri. Se pot adăuga blocuri suplimentare sau pot fi utilizate mai puține blocuri, fără îndepărtarea de prezenta dezvăluire. Procedeu 300 poate începe la blocul 305.

[0039] La blocul 305 este furnizat un dispozitiv de etanșare într-un spațiu inelar al unui canal fluidic. Dispozitivul de etanșare poate include un element de etanșare care cuprinde un elastomer cu un metal dilatabil încorporat în acesta, astfel cum s-a descris anterior. Metalul dilatabil poate trece la o configurație extinsă cu un volum mărit în urma hidrolizării, atunci când este expus la un fluid adecvat. Dispozitivul de etanșare poate include, de asemenea, un element de încapsulare dispus pe o suprafață exterioară a elementului de etanșare care poate împiedica sau încetini difuzia unui fluid în elementul de etanșare. Elementul de încapsulare poate cuprinde un material hidrolizabil care se poate dizolva în timp atunci când este expus la un fluid cum ar fi un fluid apos, o soluție salină, un acid sau combinații ale acestora. În exemplele în care elementul de etanșare cuprinde un element de încapsulare, timpul

necesar pentru trecerea metalului dilatabil la configurația extinsă poate fi crescut în comparație cu un exemplu în care elementul de etanșare nu cuprinde un element de încapsulare.

[0040] La blocul 310, elementul de etanșare este expus la un fluid, iar metalul dilatabil poate trece de la o configurație inițială la o configurație extinsă în care are un volum crescut. Lichidul poate pătrunde în elementul de etanșare prin osmoză, astfel cum s-a descris anterior. Fluidul, atunci când reacționează cu metalul dilatabil, poate hidroliza metalul dilatabil. Fluidul poate fi, de exemplu, o soluție salină. Apa din soluția salină poate reacționa cu metalul dilatabil, astfel încât metalul dilatabil să hidrolizeze într-un hidroxid de metal și/sau un oxid de metal. Atunci când metalul dilatabil hidrolizează într-un hidroxid de metal și/sau un oxid de metal, volumul reactivilor poate fi mai mare decât materialul solid inițial. Ca atare, volumul metalului dilatabil poate crește atunci când se află în configurația extinsă. Pe măsură ce metalul dilatabil se extinde în volum, particulele de metal dilatabil pot împinge moleculele de elastomer, determinând creșterea în volum masiv a elementului de etanșare care cuprinde elastomerul și metalul dilatabil.

[0041] La blocul 310, o etanșare poate fi formată de elementul de etanșare aflat în configurație extinsă față de o suprafață a spațiului inelar. Etanșarea poate fi formată de elementul de etanșare direct față de suprafața spațiului inelar. În alte exemple, etanșarea poate fi formată de elementul de încapsulare, atunci când este prezent, care se învecinează cu suprafața spațiului inelar. Etanșarea formată de dispozitivul de etanșare poate împiedica o comunicare fluidică prin dispozitivul de etanșare din interiorul spațiului inelar al canalului fluidic. Ca atare, dispozitivul de etanșare poate izola alte secțiuni ale canalului fluidic față de presiune și fluide. O distribuție a metalului dilatabil poate fi neomogenă în elastomerul elementului de etanșare. De exemplu, o concentrație a metalului dilatabil poate fi mai mare spre capetele elementului de etanșare. În mod alternativ, o concentrație a poate fi mai mare spre centrul etanșării. Într-un exemplu, suprafața exterioară poate cuprinde o concentrație mai mică de metal dilatabil, în timp ce suprafața interioară poate cuprinde o concentrație mai mare de metal dilatabil.

[0042] De asemenea, trebuie recunoscut faptul că dispozitivul de etanșare dezvăluit poate influența, de asemenea, direct sau indirect, diferitele echipamente și instrumente pentru partea inferioară a puțului, care pot intra în contact cu dispozitivul de etanșare în timpul operațiunii. Astfel de echipamente și instrumente pot include,

dar fără limitare, tubaj de puț de foraj, liner de puț de foraj, coloană de finisare, echipamente de inserție, coloană de foraj, tubulatură spiralată, cablu de sârmă, rețea de sârmă, conductă de foraj, coliere de foraj, motoare pentru nămol, motoare și/sau pompe funcționabile în partea inferioară a puțului, motoare și/sau pompe montate la suprafață, ghidaje de centrare, lărgitoare cu raclete, flotoare (*de exemplu*, opritoare, coliere, supape etc.), instrumente de înregistrare și echipamente de telemetrie aferente, actuatori (*de exemplu*, dispozitive electromecanice, dispozitive hidromecanice etc.), manșoane culisante, manșoane de producție, obturatoare, ecrane, filtre, dispozitivele de reglare a debitului (*de exemplu*, dispozitive de reglare a afluxului, dispozitive autonome de reglare a afluxului, dispozitive de reglare a fluxului de descărcare etc.), cuplaje (*de exemplu*, conectare electro-hidraulică umedă, conectare uscată, element de conectare inductivă etc.), cabluri de control (*de exemplu*, electrice, fibre optice, hidraulice etc.), linii de supraveghere, burghie și alezoare, senzori sau senzori distribuiți, schimbătoare de căldură pentru partea inferioară a puțului, supape și dispozitive de acționare corespunzătoare, garnituri de etanșare pentru unelte, pachere, obturatoare de ciment, obturatoare tip punte și alte dispozitive de izolare a puțurilor de foraj sau componente ale acestora și altele asemenea.

[0043] În consecință, prezenta dezvăluire descrie dispozitive, procedee și compoziții care se pot referi la operațiuni subterane. Dispozitivele, procedeele și compozițiile pot fi caracterizate în plus prin una sau mai multe dintre următoarele revendicări:

[0044] Revendicarea 1. Dispozitiv care cuprinde: un elastomer; și un metal dilatabil încorporat în elastomer.

[0045] Revendicarea 2. Dispozitiv conform revendicării 1 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cis-1,4-poliizopren, trans-1,4-poliizopren, 1,2-poliizopren, 3,4-poliizopren, poliizopren sintetic, polibutadienă, policloropren, poliizobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc stiren-butadienă, cauciuc nitrilic, cauciuc nitril hidrogenat, cauciuc etilen propilen, cauciuc etilen propilen dienic, cauciuc epiclorohidrinic, cauciuc poliacrilic, cauciuc siliconic, cauciuc fluorosiliconic, copolimeri de hexafluoropropilenă și fluorură de viniliden, terpolimeri de tetrafluoretilenă, fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, polimeri de tetrafluoretilenă, propilenă, etilenă, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, polimeri de fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă,

terpolimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, și tetrafluoroetilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, terpolimeri de propilenă, tetrafluoretilenă și fluorură de viniliden și polimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, tetrafluoretilenă, perfluorometilvinileter și etilenă, amide bloc de polieter, polietilenă clorosulfonată, etilen-acetat de vinil, elastomeri termoplastici, cauciuc de polisulfură și combinații ale acestora.

[0046] Revendicarea 3. Dispozitiv conform revendicării 1 sau 2 în care metalul dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând dintr-un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție, un metal lantanidă, un metal post-tranziție și combinații ale acestora

[0047] Revendicarea 4. Dispozitiv conform oricăreia dintre revendicările anterioare în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj care cuprinde un promotor de coroziune.

[0048] Revendicarea 5. Dispozitiv conform oricăreia dintre revendicările anterioare în care metalul dilatabil este prezent într-o cantitate de aproximativ 0,1% din greutatea elastomerului până la aproximativ 50% din greutatea elastomerului.

[0049] Revendicarea 6. Dispozitivul conform oricăreia dintre revendicările anterioare care cuprinde în plus: o coloană tubulară, în care elastomerul este dispus pe o suprafață exterioară a coloanei tubulare.

[0050] Revendicarea 7. Procedu care cuprinde: introducerea într-un dispozitiv într-un puț de foraj, în care dispozitivul cuprinde: un element de etanșare care cuprinde: un elastomer; și un metal dilatabil încorporat în elastomer; expunerea elementului de etanșare la un fluid; trecerea elementului de etanșare de la o stare inițială cu un volum inițial la o stare extinsă cu un volum extins pentru a forma o etanșare în puțul de foraj.

[0051] Revendicarea 8. Procedu conform revendicării 7 în care puțul de foraj cuprinde un tubaj, etanșarea fiind formată între elementul de etanșare și tubaj.

[0052] Revendicarea 9. Procedu conform revendicării 7 sau 8 în care elementul de etanșare este dispus pe o suprafață exterioară a unei coloane tubulare.

[0053] Revendicarea 10. Procedu conform oricăreia dintre revendicările 7-9 în care elementul de etanșare este acoperit cu un material hidrolizabil.

[0054] Revendicarea 11. Procedu conform oricăreia dintre revendicările 7-10 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cis-1,4-poliizopren, trans-1,4-poliizopren, 1,2-poliizopren, 3,4-poliizopren, poliizopren

sintetic, polibutadienă, policloropren, poliizobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc stiren-butadienă, cauciuc nitrilic, cauciuc nitril hidrogenat, cauciuc etilen propilen, cauciuc etilen propilen dienic, cauciuc epiclorohidrinic, cauciuc poliacrilic, cauciuc siliconic, cauciuc fluorosiliconic, copolimeri de hexafluoropropilenă și fluorură de viniliden, terpolimeri de tetrafluoretilenă, fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, polimeri de tetrafluoretilenă, propilenă, etilenă, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, polimeri de fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, și tetrafluoroetilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, terpolimeri de propilenă, tetrafluoretilenă și fluorură de viniliden și polimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, tetrafluoretilenă, perfluorometilvinileter și etilenă, amide bloc de polieter, polietilenă clorosulfonată, etilen-acetat de vinil, elastomeri termoplastici, cauciuc de polisulfură și combinații ale acestora.

[0055] Revendicarea 12. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 7-11 în care metalul dilatabil cuprinde un metal ales din grupul constând dintr-un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție, un metal lantanidă, un metal post-tranziție și combinații ale acestora

[0056] Revendicarea 13. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 7-12 în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj care cuprinde un promotor de coroziune.

[0057] Revendicarea 14. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 7-13 în care metalul dilatabil este prezent într-o cantitate de aproximativ 0,1% din greutatea elastomerului până la aproximativ 500% din greutatea elastomerului.

[0058] Revendicarea 15. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 7-14 în care etapa de expunere cuprinde: pomparea într-un puț de foraj a unui fluid apos astfel încât fluidul apos să intre în contact cu elementul de etanșare.

[0059] Revendicarea 16. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 7-15 în care etapa de tranziție cuprinde: extragerea fluidului în elementul de etanșare; expunerea metalului dilatabil la fluid; și hidrolizarea metalului dilatabil cu fluidul pentru a produce un metal hidrolizat, în care metalul hidrolizat are un volum mai mare decât metalul dilatabil.

[0060] Revendicarea 17. Procedeu care cuprinde: introducerea într-un puț de foraj a unui pachet dispus pe o coloană tubulară, în care pachetul cuprinde un element de etanșare care cuprinde: un elastomer; și un metal dilatabil încorporat în

elastomer; pomparea unui fluid apos în puțul de foraj; expunerea elementului de etanșare la fluidul apos; hidrolizarea metalului dilatabil; formarea unei etanșări între suprafața exterioară a elementului de etanșare și suprafața interioară a puțului de foraj.

[0061] Revendicarea 18. Procedeu conform revendicării 17 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cauciuc nitrilic, cauciuc nitrilat hidrogenat, FKM și combinații ale acestora.

[0062] Revendicarea 19. Procedeu conform revendicării 18 în care metalul dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând din magneziu, aluminiu, calciu și combinații ale acestora.

[0063] Revendicarea 20. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 17-19 în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj dintr-un metal și un promotor de coroziune.

[0064] Din motive de concizie, doar anumite intervale sunt dezvăluite în mod explicit în prezenta invenție. Cu toate acestea, intervalele de la orice limită inferioară pot fi combinate cu orice limită superioară pentru a recita un interval care nu este recitat în mod explicit, precum și intervalele de la orice limită inferioară pot fi combinate cu orice altă limită inferioară pentru a recita un interval care nu este recitat în mod explicit, în același mod, intervalele de la orice limită superioară pot fi combinate cu orice altă limită superioară pentru a recita un interval care nu este recitat în mod explicit. În plus, ori de câte ori este dezvăluit un interval numeric cu o limită inferioară și o limită superioară, orice număr și orice interval inclus care se încadrează în intervalul respectiv sunt dezvăluite în mod specific. În special, fiecare interval de valori (de forma „de la aproximativ a până la aproximativ b” sau, echivalent, „de la aproximativ a până la b” sau, echivalent, „de la aproximativ a-b”) dezvăluit în prezenta invenție trebuie înțeles ca prezentând fiecare număr și interval cuprins în intervalul mai larg de valori, chiar dacă acestea nu sunt recitate în mod explicit. Prin urmare, fiecare punct sau valoare individuală poate servi ca limită inferioară sau superioară combinată cu orice alt punct sau valoare individuală sau cu orice altă limită inferioară sau superioară, pentru a recita un interval care nu este recitat în mod explicit.

REVENDICĂRI

Ceea ce se revendică este:

1. Dispozitiv care cuprinde:
un elastomer; și
un metal dilatabil încorporat în elastomer.
2. Dispozitiv conform revendicării 1 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cis-1,4-poliizopren, trans-1,4-poliizopren, 1,2-poliizopren, 3,4-poliizopren, poliizopren sintetic, polibutadienă, policloropren, polisobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc stiren-butadienă, cauciuc nitrilic, cauciuc nitril hidrogenat, cauciuc etilen propilen, cauciuc etilen propilen dienic, cauciuc epichlorohidrinic, cauciuc poliactic, cauciuc silicic, cauciuc fluorosilicic, copolimeri de hexafluoropropilenă și fluorură de viniliden, terpolimeri de tetrafluoretilenă, fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, polimeri de tetrafluoretilenă, propilenă, etilenă, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, polimeri de fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, și tetrafluoroetilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, terpolimeri de propilenă, tetrafluoretilenă și fluorură de viniliden și polimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, tetrafluoretilenă, perfluorometilvinileter și etilenă, amide bloc de polieter, polietilenă clorosulfonată, etilen-acetat de vinil, elastomeri termoplastici, cauciuc de polisulfură și combinații ale acestora.
3. Dispozitiv conform revendicării 1 în care metalul dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând dintr-un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție, un metal lantanidă, un metal post-tranziție și combinații ale acestora.
4. Dispozitiv conform revendicării 1, în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj care cuprinde un promotor de coroziune.

5. Dispozitiv conform revendicării 1 în care metalul dilatabil este prezent într-o cantitate de aproximativ 0,1% din greutatea elastomerului până la aproximativ 50% din greutatea elastomerului.
6. Dispozitiv conform revendicării 1 care cuprinde în plus:
 - o coloană tubulară, în care elastomerul este dispus pe suprafața exterioară a coloanei tubulare.
7. Procedeu care cuprinde:
 - introducerea unui dispozitiv într-un puț de foraj, în care dispozitivul cuprinde:
 - un element de etanșare care cuprinde:
 - un elastomer; și
 - un metal dilatabil încorporat în elastomer;
 - expunerea elementului de etanșare la un fluid; și
 - trecerea elementului de etanșare de la o stare inițială cu un volum inițial la o stare extinsă cu un volum extins pentru a forma o etanșare în puțul de foraj.
8. Procedeu conform revendicării 7 în care puțul de foraj cuprinde un tubaj, etanșarea fiind formată între elementul de etanșare și tubaj.
9. Procedeu conform revendicării 7 în care elementul de etanșare este dispus pe o suprafață exterioară a unei coloane tubulare.
10. Procedeu conform revendicării 7, în care elementul de etanșare este acoperit cu un material hidrolizabil.
11. Procedeu conform revendicării 7 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cis-1,4-poliizopren, trans-1,4-poliizopren, 1,2-poliizopren, 3,4-poliizopren, poliizopren sintetic, polibutadienă, policloropren, poliizobutilenă, cauciuc clor butilic, cauciuc brom butilic, cauciuc stiren-butadienă, cauciuc nitrilic, cauciuc nitril hidrogenat, cauciuc etilen propilen, cauciuc etilen propilen dienic, cauciuc epiclrohidrinic, cauciuc poliacrilic, cauciuc siliconic, cauciuc fluorosiliconic, copolimeri de hexafluoropropilenă și fluorură de viniliden, terpolimeri

de tetrafluoretilenă, fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, polimeri de tetrafluoretilenă, propilenă, etilenă, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, polimeri de fluorură de viniliden și hexafluoropropilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, și tetrafluoroetilenă, terpolimeri de fluorură de viniliden, tetrafluoroetilenă și perfluorometilvinileter, terpolimeri de propilenă, tetrafluoretilenă și fluorură de viniliden și polimeri de fluorură de viniliden, hexafluoropropilenă, tetrafluoretilenă, perfluorometilvinileter și etilenă, amide bloc de polieter, polietilenă clorosulfonată, etilen-acetat de vinil, elastomeri termoplastici, cauciuc de polisulfură și combinații ale acestora

12. Procedeu conform revendicării 7 în care metalul dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând dintr-un metal alcalino-pământos, un metal de tranziție, un metal lantanidă, un metal post-tranziție și combinații ale acestora.

13. Procedeu conform revendicării 7 în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj care cuprinde un promotor de coroziune.

14. Procedeu conform revendicării 7 în care metalul dilatabil este prezent într-o cantitate de aproximativ 0,1% din greutatea elastomerului până la aproximativ 500% din greutatea elastomerului.

15. Procedeu conform revendicării 7 în care etapa de expunere cuprinde:
pomparea într-un puț de foraj a unui fluid apos astfel încât fluidul apos sa intre în contact cu elementul de etanșare.

16. Procedeu conform revendicării 7 în care etapa de tranziție cuprinde:
extragerea fluidului în elementul de etanșare;
expunerea metalului dilatabil la fluid; și
hidrolizarea metalului dilatabil cu fluidul pentru a produce un metal hidrolizat, în care metalul hidrolizat are un volum mai mare decât metalul dilatabil.

17. Procedeu care cuprinde:
introducerea într-un puț de foraj a unui pachet dispus pe o coloană tubulară, în care pachetul cuprinde un element de etanșare care cuprinde:



un elastomer; și
un metal dilatabil încorporat în elastomer;
pomparea unui fluid apos în puțul de foraj;
expunerea elementului de etanșare la fluidul apos;
hidrolizarea metalului dilatabil; și
formarea unei etanșări între o suprafață exterioară a elementului de etanșare și o suprafață interioară a puțului de foraj.

18. Procedeu conform revendicării 17 în care elastomerul cuprinde un elastomer selectat din grupul constând din cauciuc nitrilic, cauciuc nitrilat hidrogenat, FKM și combinații ale acestora.

19. Procedeu conform revendicării 17 în care metalul dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând din magneziu, aluminiu, calciu și orice combinație a acestora.

20. Procedeu conform revendicării 17 în care metalul dilatabil cuprinde un aliaj dintr-un metal și un promotor de coroziune.

1/3

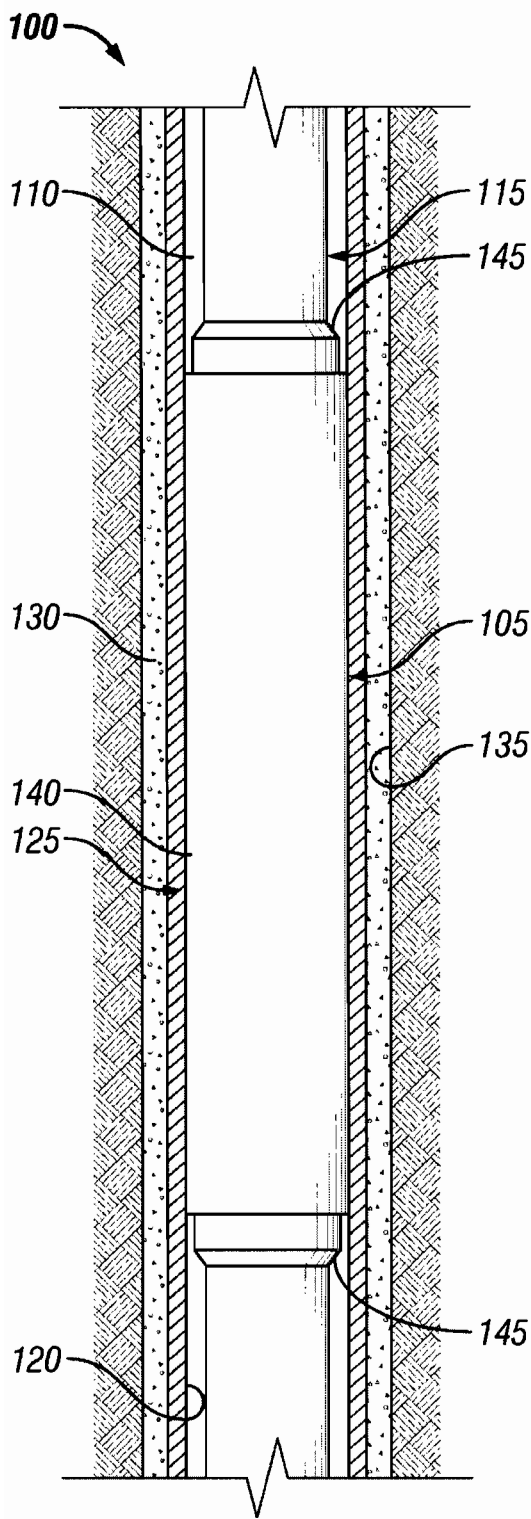
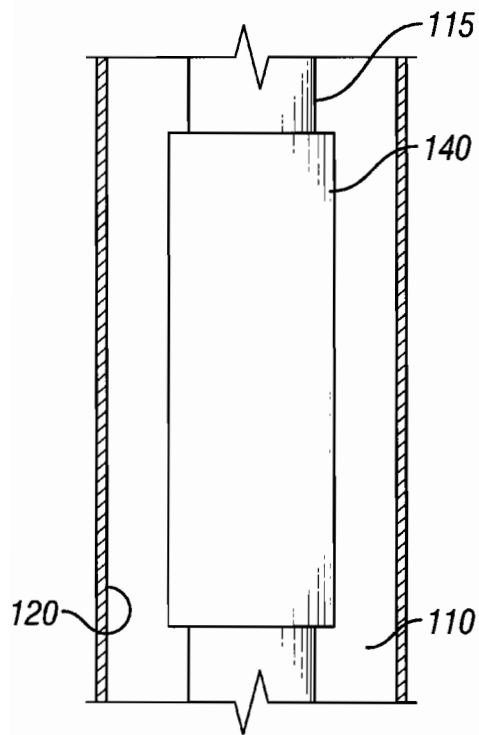
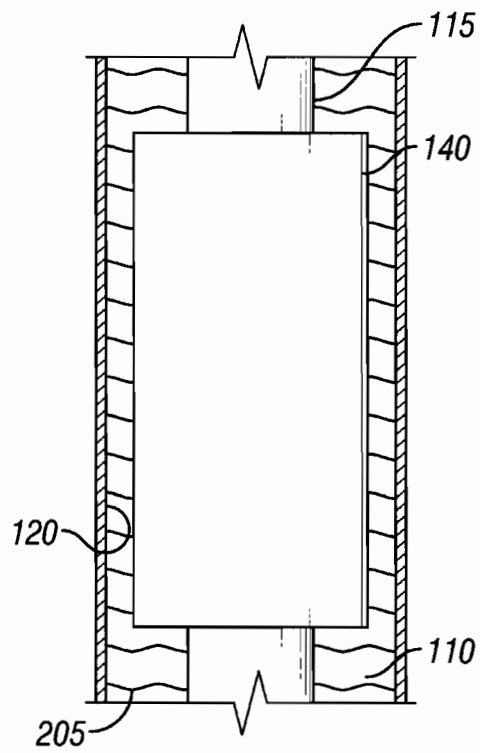
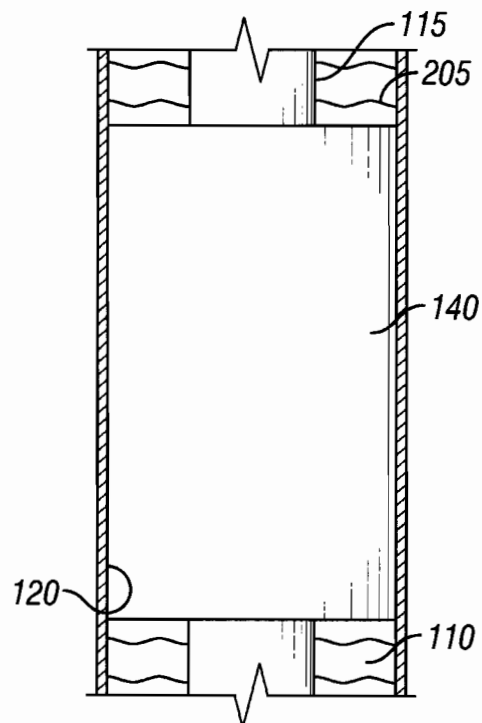
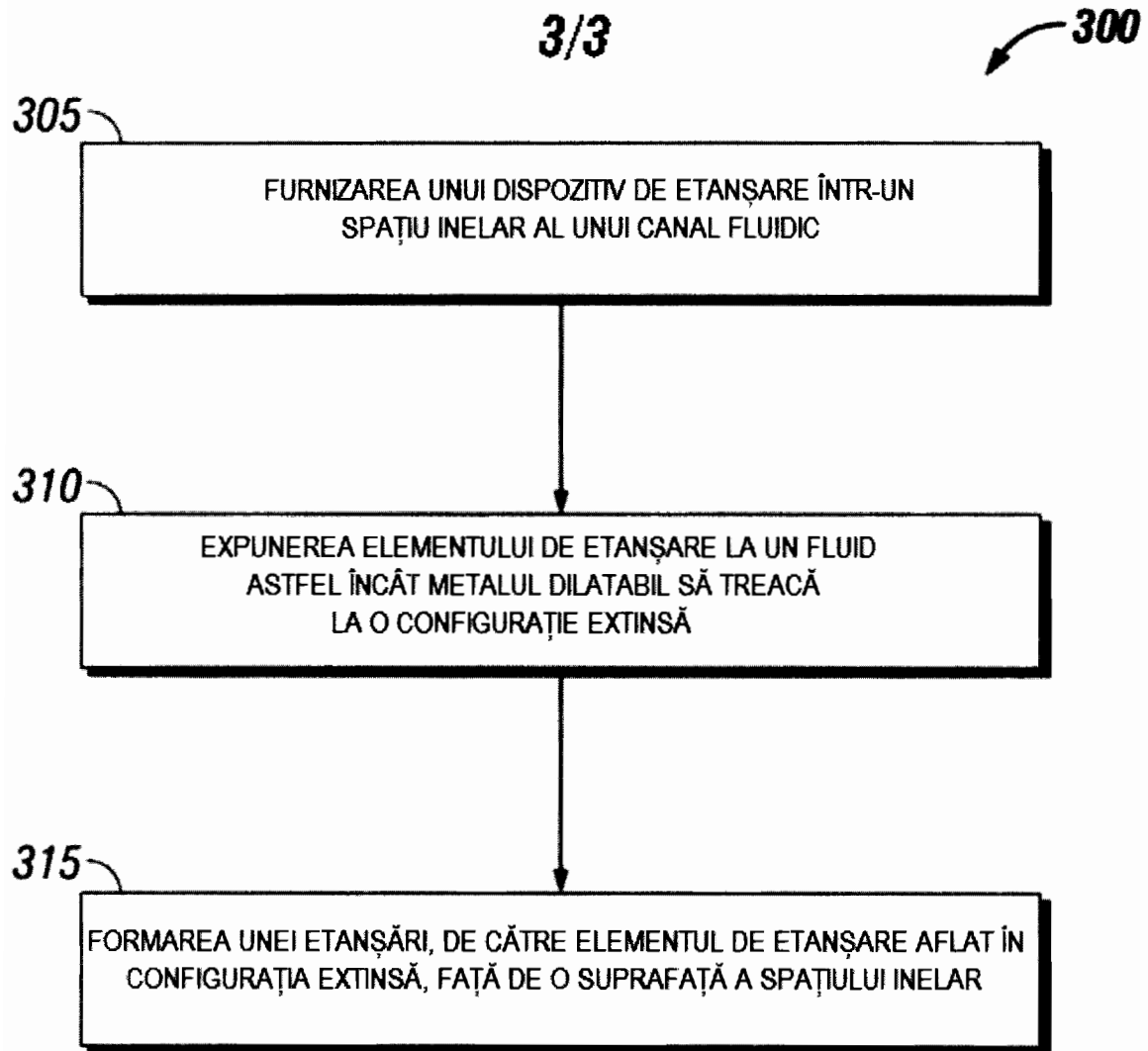


FIG. 1

2/3

**FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 2C**

**FIG. 3**