



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2020 00416**

(22) Data de depozit: **23/02/2018**

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

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **US 2018/019337 23/02/2018**

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2019/164499 29/08/2019**

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

(72) Inventatori:
• **FRIPP MICHAEL L., 3826 CEMETERY**
HILL ROAD, 75007, CARROLLTON, TEXAS,
US;
• **WALTON ZACHARY W., 2204 SOUTHERN**
COURT, 75006, CARROLLTON, TEXAS,
US;
• **DAGENAIS PETE, C., 4009 HERON COVE**
LN., TX 75056, THE COLONY, US;
• **GRECI STEPHEN M., 3113 LUMINARA**
DRIVE, LITTLE ELM, TX75068, US

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

(54) **METAL DILATABIL PENTRU PACHERE DE DILATARE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la utilizarea metalelor dilatabile în cadrul pachelor folosite pentru etanșări inelare într-o sondă de foraj. Metalul dilatabil, conform invenției, intră în componența elementelor metalice de etanșare ale pachelor, iar metoda de pachere a unei etanșări într-un puț de foraj include furnizarea unui pachet de dilatare, dispunerea acestuia pe o conductă în puțul de sondă, expunerea elementului de etanșare metalic dilatabil la o soluție salină și permiterea sau determinarea dilatării elementului de etanșare metalic dilatabil.

Revendicări: 20
Figuri: 15

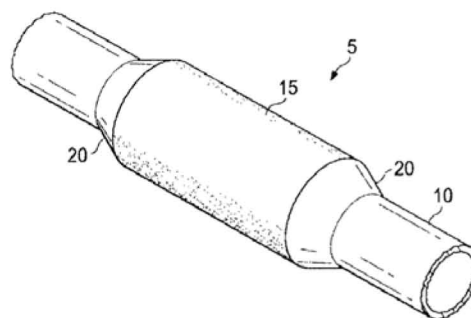
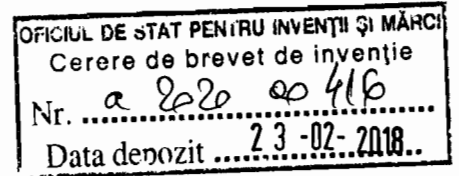


Fig. 1



METAL DILATABIL PENTRU PACHERE DE DILATAREDOMENIUL TEHNIC

Prezenta dezvăluire se referă la utilizarea de metale dilatabile pentru utilizarea în cazul pacherelor de dilatare și, mai exact, la utilizarea metalelor dilatabile ca materiale dilatabile non-elastomerice pentru pachere de dilatare utilizate la formarea de etanșări inelare într-o sondă de foraj.

CONTEXT

Pacherele de dilatare pot fi utilizate, printre alte motive, la formarea de etanșări inelare în, și în jurul conductelor din medii de puț de foraj. Pacherele de dilatare se expandează în timp dacă vin în contact cu fluide specifice care induc dilatare. Pacherele de dilatare cuprind materiale dilatabile care se pot dilata pentru a forma o garnitură de etanșare inelară în spațiul inelar din jurul conductei. Pacherele de dilatare pot fi utilizate pentru a forma aceste garnituri de etanșare inelare atât în puțuri de foraj deschise, cât și în cele carcasate. Această etanșare poate restricționa în întregime sau o parte din comunicația de fluid și/sau de presiune la interfața de etanșare. Formarea etanșărilor poate fi o parte importantă a operațiunilor de foraj în toate etapele de forare, echipare a sondelor și producție.

Pacherele de dilatare sunt utilizate de obicei la izolarea zonală, prin care o zonă sau niște zone ale unei formațiuni subterane pot fi izolate de alte zone ale formațiunii subterane și/sau față de alte formațiuni subterane. O utilizare specifică a pacherele de etanșare este izolarea oricărei varietăți de dispozitive de control al afluxului, blindaje sau alte astfel de instrumente care sunt utilizate în mod obișnuit în puțurile cu fluide de lucru.

Multe varietăți de materiale dilatabile utilizate la etanșare cuprind elastomeri. Elastomerii, cum ar fi cauciucul, se pot degrada în medii cu salinitate ridicată și/sau cu temperaturi ridicate. Mai mult, elastomerii își pot pierde reziliența în timp, ceea ce duce la deteriorări și/sau la necesitatea înlocuirilor repetate. Unele materiale de etanșare pot necesita, de asemenea, o prelucrare precisă pentru a asigura optimizarea contactului de suprafață la interfața elementului de etanșare. Ca atare, materialele care nu au o finisare bună a suprafeței, de exemplu, suprafețe rugoase sau neregulate, cu goluri, denivelări sau orice altă variație a profilului, nu pot asigura o etanșare suficientă în cazul acestor materiale. Un exemplu specific al unui astfel de material este peretele puțului de foraj. Peretele de puț de foraj poate cuprinde o varietate de variații de profil și, în general, nu dispune de o suprafață netedă pe care se poate realiza ușor o etanșare.

În cazul în care un pacher de dilatare se defectează, de exemplu, din cauza degradării materialului dilatabil din medii cu salinitate ridicată și/sau temperaturi ridicate, operațiunile din puțul de foraj ar putea fi oprite, ceea ce duce la pierderi în privința timpului de producție și la necesitatea unor cheltuieli suplimentare pentru compensarea daunelor și pentru corectarea pacherului de etanșare deteriorat. În

mod alternativ, poate exista o pierdere a capacității de izolare între zone, care poate duce la o eficiență redusă de recuperare sau o străpungere prematură a apei și/sau a gazului.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

Se descriu detaliat mai jos exemple ilustrative ale prezentei dezvoltării, cu referire la figurile tip desen atașate, care sunt incluse prin referință aici și în care:

FIG. 1 este o ilustrare izometrică a unui pachet de dilatare exemplificativ dispus pe o conductă, în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 2 este o ilustrare izometrică a unui alt exemplu de pachet de dilatare dispus pe o conductă în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 3 este o ilustrare izometrică a unui alt exemplu de pachet de dilatare dispus pe o conductă în conformitate cu exemplele dezvoltate în această documentație;

FIG. 4 este o ilustrare în secțiune a unui alt exemplu de pachet de dilatare dispus pe o conductă într-un puț de foraj în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 5 este o ilustrare izometrică a pachetului de etanșare din FIG. 1 dispus pe o conductă într-un puț de foraj și amplasat la adâncime în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 6 ilustrează o reprezentare în secțiune transversală a unui alt pachet de dilatare exemplificativ dispus pe o conductă în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 7 ilustrează o reprezentare în secțiune transversal a unui alt pachet de dilatare exemplificativ suplimentar dispus pe o conductă în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 8 ilustrează o reprezentare în secțiune transversală a pachetului de etanșare din FIG.

FIG. 9 este o ilustrare în secțiune transversală a unei porțiuni a unui element de etanșare cuprinzând un liant având un metal dilatabil dispersat în acesta în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 10 este o fotografie care ilustrează o vedere de sus în jos a două tije metalice dilatabile eșantion și a unei bucăți de tub în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 11 este o fotografie care ilustrează o vedere laterală a tije metalice dilatabile eșantion din FIG. 10 inserate în bucata de tub și care ilustrează suplimentar spațiul de extrudare dintre tija metalică dilatabilă eșantion și bucata de tub în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 12 este o fotografie care ilustrează o vedere laterală a tije metalice dilatabile eșantion din FIG. 10 și 11 după etanșarea bucății de tub în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 13 este un grafic care indică dependența dintre presiune față de timp pentru partea unui experiment în care presiunea a fost ridicată în interiorul tubului din

FIG. 12 la o presiune suficientă pentru a expulza tija de metal dilatabil din tub, în conformitate cu exemplele dezvoltate aici;

FIG. 14 este o fotografie care ilustrează o vedere izometrică a mai multor tije metalice eșantion dispuse în secțiuni ale tubului de plastic înainte de dilatare, în conformitate cu exemplele dezvoltate aici; și

FIG. 15 este o fotografie care ilustrează o vedere izometrică a unei tije de metal dilatabile eșantion care s-a dilatat într-o măsură suficientă pentru a fractura secțiunea de tub de plastic din FIG. 14 în conformitate cu exemplele dezvoltate aici.

Figurile ilustrate sunt doar exemplificative și nu sunt destinate să impună sau să implice nici o limitare în ceea ce privește mediul, arhitectura, designul sau procesul în care pot fi implementate diferite exemple.

DESCRIEREA DETALIATĂ

Prezenta dezvoltare se referă la utilizarea de metale dilatabile pentru a fi utilizate cu pachere de dilatare și, în special, la utilizarea de metale dilatabile ca materiale dilatabile ne-elastomerice pentru pachere de dilatare utilizate pentru a forma garnituri de etanșare inelare într-un puț de foraj.

Cu excepția cazului în care se indică altfel, toate numerele care exprimă cantități de ingrediente, proprietăți, cum ar fi greutatea moleculară, condiții de reacție și așa mai departe, utilizate în prezenta descriere și revendicările asociate trebuie să fie înțelese ca fiind modificate în toate cazurile prin termenul "aproximativ". În consecință, cu excepția cazului în care se indică contrariul, parametrii numerici din specificația următoare și din revendicările atașate sunt aproximații care pot varia în funcție de proprietățile dorite, care se caută să fie obținute prin exemplele prezentei invenții. Cel puțin și nu ca o încercare de a limita aplicarea doctrinei echivalențelor la întinderea protecției conferite de revendicări, fiecare parametru numeric ar trebui cel puțin interpretat în funcție de numărul de cifre semnificative raportate și prin aplicarea tehnicilor obișnuite de rotunjire. Trebuie menționat că atunci când "aproximativ" se află la începutul unei liste numerice, "aproximativ" modifică fiecare număr al listei numerice. Mai mult, în unele liste numerice de intervale, unele limite inferioare enumerate pot fi mai mari decât unele limite superioare enumerate. Un specialist în domeniu va recunoaște că subsetul selectat va necesita selecția unei limite superioare care depășește limita inferioară selectată.

Unele exemple de metode și sisteme descrise aici se referă la utilizarea elementelor de etanșare non-elastomerice care conțin metale dilatabile. Așa cum se utilizează aici, "elemente de etanșare" se referă la orice element utilizat pentru a forma o etanșare. Metalele dilatabile se pot dilata în soluții saline și pot crea o etanșare la interfața elementului de etanșare și a suprafețelor adiacente. Prin "dilata", "dilatare" sau "dilatabil" se înțelege că metalul dilatabil își mărește volumul. În mod avantajos, elementele de etanșare non-elastomerice pot fi utilizate pe suprafețe cu variații de profil, de exemplu, suprafețe puțin finisate, suprafețe corodate, piese printate 3-D etc. Un exemplu de suprafață care poate avea o variație a profilului este un perete de puț de foraj. Totuși, un alt avantaj este acela că metalele dilatabile se

pot dilata în medii cu salinitate ridicată și/sau de temperaturi ridicate, în cazul în care utilizarea materialelor elastomerice, cum ar fi cauciucul, poate avea rezultate slabe. Metalele dilatabile cuprind o mare varietate de metale și de aliaje metalice și se pot dilata prin formarea de hidroxizi metalici. Elementele de etanșare metalice dilatabile pot fi utilizate ca înlocuitori pentru alte tipuri de elemente de etanșare (de exemplu, elemente de etanșare din metal nedilatabil, elemente de etanșare elastomerice etc.) în echipamente pentru puțul de sondă sau pot fi utilizate ca suport pentru alte tipuri de elemente de etanșare din componența echipamentelor pentru puțul de sondă.

Metalele dilatabile se dilată prin desfășurarea de reacții de hidratare a metalelor în prezența unor soluții saline pentru a forma hidroxizi metalici. Hidroxidul metalic ocupă mai mult spațiu decât reactivul de metal de bază. Această expansiune în volum permite metalului dilatabil să formeze o etanșare la interfața metalului dilatabil și a oricăror suprafețe adiacente. De exemplu, un mol de magneziu are o masă molară de 24 g/mol și o densitate de 1,74 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 13,8 cm³/mol. Hidroxidul de magneziu are o masă molară de 60 g/mol și o densitate de 2,34 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 25,6 cm³/mol. 25,6 cm³/mol reprezintă un volum cu 85% mai mare decât 13,8 cm³/mol. Ca un alt exemplu, un mol de calciu are o masă molară de 40 g/mol și o densitate de 1,54 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 26,0 cm³/mol. Hidroxidul de calciu are o masă molară de 76 g/mol și o densitate de 2,21 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 34,4 cm³/mol. 34,4 cm³/mol reprezintă un volum cu 32% mai mare decât 26,0 cm³/mol. Ca încă un alt exemplu, un mol de aluminiu are o masă molară de 27 g/mol și o densitate de 2,7 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 10,0 cm³/mol. Hidroxidul de aluminiu are o masă molară de 63 g/mol și o densitate de 2,42 g/cm³ care are ca rezultat un volum de 26 cm³/mol. 26 cm³/mol reprezintă un volum cu 160% mai mare decât 10 cm³/mol. Metalul dilatabil cuprinde orice metal sau aliaj metalic care poate fi supus unei reacții de hidratare pentru a forma un hidroxid de metal cu un volum mai mare decât reactivul metalului sau al aliajului metalic de bază. Metalul se poate transforma în particule separate în timpul reacției de hidratare și aceste particule separate se blochează sau se leagă laolaltă pentru a forma ceea ce este considerat a fi un metal dilatabil.

Exemple de metale adecvate pentru metalul dilatabil includ, dar nu se limitează la, magneziu, calciu, aluminiu, staniu, zinc, beriliu, bariu, mangan sau orice combinație a acestora. Metalele preferate includ magneziu, calciu și aluminiu.

Exemple de aliaje metalice adecvate pentru metalul dilatabil includ, dar nu se limitează la, orice aliaje de magneziu, calciu, aluminiu, staniu, zinc, beriliu, bariu, mangan sau orice combinație a acestora. Aliajele metalice preferate includ aliaje de magneziu-zinc, magneziu-aluminiu, calciu-magneziu sau aluminiu-cupru. În unele exemple, aliajele metalice pot cuprinde elemente aliate care nu sunt metalice. Exemple de aceste elemente nemetalice includ, dar nu se limitează la, grafit, carbon, siliciu, nitrură de bor și altele asemenea. În unele exemple, metalul este aliat pentru a crește reactivitatea și/sau pentru a controla formarea oxizilor.

În unele exemple, aliajul metalic este, de asemenea, aliat cu un metal dopant care promovează coroziunea sau inhibă pasivizarea și astfel formarea accelerată de

hidroxid. Exemple de metale dopante includ, dar nu se limitează la, nichel, fier, cupru, carbon, titan, galiu, mercur, cobalt, iridiu, aur, paladiu sau orice combinație a acestora.

În exemple în care metalul dilatat cuprinde un aliaj metalic, aliajul metalic poate fi produs pe baza unui proces de soluție solidă sau a unui procedeu de pulberi metalurgice. Elementul de etanșare care cuprinde aliajul metalic poate fi format fie ca urmare a procesului de producție a aliajelor metalice, fie prin prelucrarea ulterioară a aliajului metalic.

Așa cum este utilizat aici, termenul "soluție solidă" se referă la un aliaj care este format dintr-o singură topire în care toate componentele din aliaj (de exemplu, un aliaj de magneziu) sunt topite împreună pentru a obține o piesă turnată. Piesa turnată poate fi ulterior extrudată, forjată, bravurată sau prelucrată pentru a modela forma dorită pentru elementul de etanșare din metal dilatabil. De preferință, componentele de aliere sunt distribuite uniform în întregul aliaj metalic, deși pot fi prezente și incluziuni intra-granulare, fără ca prin aceasta să se abată de la obiectul prezentei invenții. Trebuie înțeles faptul că pot apărea unele variații minore în ceea ce privește distribuția particulelor de aliere, dar este de preferat ca distribuția să fie astfel încât să se producă o soluție solidă omogenă de aliaj metalic. O soluție solidă este o soluție în stare solidă a unuia sau mai multor solvați dintr-un solvent. Un astfel de amestec este considerat mai degrabă o soluție, și nu un compus, atunci când structura cristalină a solventului rămâne neschimbată prin adăugarea de solvați și când amestecul rămâne într-o singură fază omogenă.

Un proces de metalurgie a pulberilor cuprinde, în general, obținerea sau producerea unei matrice de aliaje fuzibile sub formă de pulbere. Matricea de aliaje fuzibile sub formă de pulbere este apoi plasată într-o matriță sau amestecată cu cel puțin un alt tip de particule și apoi plasată într-o matriță. O presiune este aplicată pe matriță pentru a compacta particulele de pulbere laolaltă, îmbinându-le pentru a forma un material solid care poate fi utilizat ca metal dilatabil.

În unele exemple alternative, metalul dilatabil cuprinde un oxid. Ca exemplu, oxidul de calciu reacționează cu apa într-o reacție energetică pentru a produce hidroxid de calciu. 1 mol de oxid de calciu ocupă $9,5 \text{ cm}^3$ în timp ce 1 mol de hidroxid de calciu ocupă $34,4 \text{ cm}^3$ ceea ce reprezintă o expansiune volumetrică de 260%. Exemple de oxizi metalici includ oxizi ai oricăror metale dezvăluite aici, incluzând, fără a se limita la, magneziu, calciu, aluminiu, fier, nichel, cupru, crom, staniu, zinc, plumb, beriliu, bariu, galiu, indiu, bismut, titan, mangan, cobalt sau orice combinație a acestora.

Trebuie să se înțeleagă că metalul dilatabil ales trebuie să fie selectat astfel încât elementul de etanșare format să nu se degradeze în soluția salină. Ca atare, poate fi de preferat să se utilizeze metale sau aliaje metalice pentru metalele dilatabile care formează produse de hidratare relativ insolubile în apă. De exemplu, hidroxidul de magneziu și hidroxidul de calciu au o solubilitate scăzută în apă. În mod alternativ sau suplimentar, elementul de etanșare poate fi poziționat în echipamentul pentru puțul de sondă astfel încât degradarea în soluția salină să fie restricționată ca urmare a geometriei zonei în care este dispus elementul de etanșare și astfel

rezultând o expunere redusă a elementului de etanșare. De exemplu, volumul zonei în care este dispus elementul de etanșare este mai mic decât volumul de expansiune al metalului dilatabil. În unele exemple, volumul zonei este mai mic decât 50% din volumul de expansiune. Alternativ, volumul zonei în care poate fi dispus elementul de etanșare poate fi mai mic de 90% din volumul de expansiune, mai mic de 80% din volumul de expansiune, mai mic de 70% din volumul de expansiune sau mai mic de 60% din volumul de expansiune.

În unele exemple, reacția de hidratare a metalului poate cuprinde o etapă intermediară în care hidroxizii metalici sunt particule mici. Când sunt limitate, aceste particule mici se pot lipi unele de altele pentru a crea etanșarea. Astfel, poate exista o etapă intermediară în care metalul dilatabil formează o serie de particule fine între etapele constând în metal solid și cea de formare a unei etanșări. Particulele mici au o dimensiune maximă mai mică de 0,1 inch și, în general, au o dimensiune maximă mai mică de 0,01 inch. În unele variante de realizare, particulele mici cuprind între una și 100 de granule (granule metalurgice).

În unele exemple alternative, metalul dilatabil este dispersat într-un material de tip liant. Liantul poate fi degradabil sau nedegradabil. În unele exemple, liantul poate fi degradabil într-o manieră hidrolitică. Liantul poate fi dilatabil sau nedilatabil. Dacă liantul este dilatabil, liantul poate fi dilatabil în petrol, dilatabil în apă sau dilatabil în petrol și apă. În unele exemple, liantul poate fi poros. În unele exemple alternative, liantul poate să nu fie poros. Exemple generale de liant includ, dar nu se limitează la, cauciucuri, materiale plastice și elastomeri. Exemple specifice de liant pot include, dar nu se limitează la, alcool polivinilic, acid polilactic, poliuretan, acid poliglicolic, cauciuc nitrilic, cauciuc izopren, PTFE, silicon, fluoroelastomeri, cauciuc pe bază de etilenă și PEEK. În unele variante de realizare, metalul dilatabil dispersat poate consta în așchii obținute dintr-un proces de prelucrare.

În unele exemple, hidroxidul metalic format din metalul dilatabil poate fi deshidratat sub o presiune suficientă de dilatare. De exemplu, dacă hidroxidul metalic rezistă mișcării venite de la o formațiune suplimentară de hidroxid, se poate crea o presiune ridicată care poate deshidrata hidroxidul metalic. Această deshidratare poate duce la formarea oxidului de metal din metalul dilatabil. Ca exemplu, hidroxidul de magneziu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de magneziu și apă. Ca un alt exemplu, hidroxidul de calciu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de calciu și apă. Ca un alt exemplu, hidroxidul de aluminiu poate fi deshidratat sub o presiune suficientă pentru a forma oxid de aluminiu și apă. Deshidratarea formelor de hidroxid ale metalului dilatabil poate permite metalului dilatabil să formeze hidroxid de metal suplimentar și să continue să se dilate.

Elementele de etanșare din metal dilatabil pot fi utilizate pentru a forma o etanșare la interfața elementului de etanșare și a unei suprafețe adiacente având variații de profil, un finisaj rugos etc. Aceste suprafețe nu sunt netede, uniforme și/sau lipsite de neregularități în zona în care trebuie să aibă loc etanșarea. Aceste suprafețe pot avea orice tip de creștături sau proeminențe, de exemplu, caneluri, goluri, protuberanțe, adâncituri, găuri, noduri și altele asemenea. Un exemplu de

suprafață care poate cuprinde aceste creștături sau proeminente este peretele de puț de foraj, cum ar fi un perete de coloană de tubaj sau peretele formațiunii. Peretele puțului de foraj poate să nu fie o suprafață netedă și poate cuprinde diferite neregularități care necesită ca elementul de etanșare să fie adaptabil pentru a asigura o etanșare suficientă. În plus, niște componente produse la fabricarea de aditivi, de exemplu componente imprimare 3-D, pot fi utilizate cu elementele de etanșare pentru a forma etanșări. Componentele rezultate din fabricarea de aditivi pot să nu implice prelucrarea cu precizie și pot, în unele exemple, să cuprindă un finisaj rugos al suprafeței. În unele exemple, este posibil ca componentele să nu fie prelucrate și să includă doar finisajul obținut prin turnare. Elementele de etanșare se pot expanda pentru a umple și etanșa zonele imperfecte ale acestor regiuni adiacente, permițând formarea unei etanșări între suprafețe care altfel ar putea fi dificil de etanșat. În mod avantajos, elementele de etanșare pot fi, de asemenea, utilizate pentru a forma o etanșare la interfața elementului de etanșare și a unei componente de suprafață neregulată. De exemplu, pot fi etanșate componente fabricate în segmente sau separate, cu îmbinări teșite, îmbinări cap la cap, îmbinări prin lipire etc., iar procesul de hidratare a metalelor dilatabile poate fi utilizat pentru a închide golurile din suprafața neregulată. Ca atare, elementele de etanșare din metal dilatabil pot fi opțiuni de etanșare viabile pentru suprafețe dificil de etanșat.

Elementele de etanșare din metale dilatabile pot fi utilizate pentru a forma o garnitură de etanșare între orice suprafețe adiacente din puțul de foraj între și/sau pe care poate fi dispus pachetul de dilatare. Fără a fi impuse limitări, pachetul de dilatare poate fi utilizat pentru a forma etanșări pe conducte, suprafețe de formațiuni, teci de ciment, echipamente pentru puțul de sondă și altele asemenea. De exemplu, un pachet de dilatare poate fi utilizat pentru a forma o etanșare între diametrul exterior al unei conducte și o suprafață a formațiunii subterane. Alternativ, un pachet de dilatare poate fi utilizat pentru a forma o etanșare între diametrul exterior al unei conducte și o teacă de ciment (de exemplu, o tubulatură). Ca un alt exemplu, un pachet de dilatare poate fi utilizat pentru a forma o etanșare între diametrul exterior al unei conducte și diametrul interior al altei conducte (care poate fi identică sau diferită). Mai mult decât atât, o mulțime de pachete de dilatare pot fi utilizate pentru a forma etanșări între mai multe coloane de tubaj (de exemplu, tubulatură pentru exploatarea petroliere). Într-un exemplu specific, un pachet de dilatare poate forma o etanșare pe diametrul interior al unei conducte pentru a restricționa fluxul de fluid prin diametrul interior al unei conducte, funcționând astfel în mod similar cu un obturator tip punte. Trebuie să se înțeleagă că pachetul de dilatare poate fi utilizat pentru a forma o etanșare între orice suprafețe adiacente din puțul de foraj și invenția nu trebuie să se limiteze la exemplele explicite dezvăluite aici.

Așa cum s-a descris mai sus, elementele de etanșare din metale dilatabile sunt produse din metale dilatabile și, ca atare, sunt materiale non-elastomerice, cu excepția exemplelor specifice care mai constau din un liant elastomeric pentru metalele dilatabile. Ca materiale non-elastomerice, elementele de etanșare din metale dilatabile nu posedă elasticitate și, prin urmare, acestea se dilată ireversibil atunci când sunt în contact cu o soluție salină. Elementele de etanșare din metale

dilatabile nu revin la dimensiunea sau forma lor originală nici după ce soluția salină nu se mai află în contact cu acestea. În exemple care conțin un liant elastomeric, liantul elastomeric poate reveni la dimensiunea sau forma sa inițială; cu toate acestea, orice metal dilatabil dispersat în acesta nu se comportă astfel.

Soluția salină poate fi apă sărată (de exemplu, apă care conține una sau mai multe săruri dizolvate în ea), apă sărată saturată (de exemplu, apă sărată produsă dintr-o formațiune subterană), apă de mare, apă dulce sau orice combinație a acestora. În general, soluția salină poate proveni din orice sursă. Soluția salină poate fi o soluție salină monovalentă sau o soluție salină divalentă. Soluții saline monovalente adecvate pot include, de exemplu, soluții saline de clorură de sodiu, soluții saline de bromură de sodiu, soluții saline de clorură de potasiu, soluții saline de bromură de potasiu și altele asemenea. Soluții saline divalente adecvate pot include, de exemplu, soluții saline de clorură de magneziu, soluții saline de clorură de calciu, soluții saline de bromură de calciu și altele asemenea. În unele exemple, salinitatea soluției saline poate depăși 10%. În exemplele menționate, utilizarea elementelor de etanșare elastomerice poate fi influențată. În mod avantajos, elementele de etanșare din metale dilatabile din prezenta invenție nu sunt afectate de contactul cu soluții saline cu salinitate ridicată. O persoană de specialitate în domeniu, având avantajul acestei dezvăluiri, ar trebui să poată selecta cu ușurință o soluție salină pentru o aplicație aleasă.

Elementele de etanșare pot fi utilizate în formațiuni cu temperaturi ridicate, de exemplu, în formațiuni cu zone având temperaturi egale sau mai mari de 350° F. În aceste formațiuni cu temperaturi ridicate, utilizarea elementelor de etanșare elastomerice poate fi afectată. În mod avantajos, elementele de etanșare din metale dilatabile din prezenta invenție nu sunt afectate de utilizarea în formațiuni cu temperaturi ridicate. În unele exemple, elementele de etanșare conform prezentei dezvăluiri pot fi utilizate atât în formațiuni de temperaturi ridicate, cât și cu soluții saline cu salinitate ridicată. Într-un exemplu specific, un element de etanșare din metale dilatabile poate fi poziționat pe un pachet de dilatare și poate fi utilizat pentru a forma o etanșare prin dilatare după contactul cu o soluție salină cu o salinitate de 10% sau mai mare și, în același timp, fiind dispus într-o zonă de puț de foraj cu temperatură egală cu sau mai mare de 350° F.

FIG. 1 este o ilustrare izometrică a unui exemplu de pachet de dilatare, în general semn de referință 5, dispus pe o conductă 10. Pachetul de dilatare 5 include un element de etanșare din metal dilatabil 15, așa cum este dezvăluit și descris aici. Pachetul de dilatare 5 este dispus împrejurul sau glisat pe conducta 10 cu greutatea, înclinația și conexiunea specificate de configurația puțului de foraj. Conducta 10 poate fi orice tip de conductă folosită într-un puț de foraj, inclusiv țevă de foraj, țevă sudată, tubulatură, conductă spiralată etc. Pachetul de dilatare 5 mai cuprinde în plus niște inele de capăt 20. Inelele de capăt 20 protejează elementul de etanșare metalic dilatabil 15 pe măsură ce acesta avansează în adâncime. Inelele de capăt 20 pot crea o barieră la extrudare, împiedicând presiunea aplicată să împingă etanșarea formată din elementul de etanșare metalic dilatabil 15 în direcția presiunii aplicate. În unele exemple, inelele de capăt 20 pot cuprinde un metal dilatabil și pot avea astfel o

funcție dublă, ca element de etanșare din metal dilatabil în mod analog cu elementul de etanșare metalic dilatabil 15. În unele exemple, inelele de capăt 20 pot să nu conțină un metal dilatabil sau orice material care se dilată. Deși FIG. 1 și alte câteva exemple reprezentate aici pot ilustra inelele de capăt 20 ca o componentă a pacherului de etanșare 5 sau a altor exemple de pachere de dilatare, trebuie înțeles că inelele de capăt 20 sunt componente opționale în toate exemplele descrise aici și nu sunt necesare în cazul niciunui pacher de dilatare descris aici pentru a funcționa conform scopului propus.

Atunci când este expus la o soluție salină, elementul de etanșare din metal dilatabil 15 se poate dilata și poate forma o garnitură inelară de etanșare la interfața unui perete adiacent al puțului de foraj, așa cum este descris mai sus. În cadrul unor exemple alternative, etanșarea inelară poate fi la interfața conductei și a unei coloane de tubaj, a unui echipament pentru puțul de foraj sau a unei alte conducte. Această dilatare se obține prin creșterea în volum a metalului dilatabil. Această creștere în volum corespunde unei creșteri a diametrului pacherului de dilatare 5. Elementul de etanșare metalic dilatabil 15 poate continua să se dilate până când se realizează contactul cu peretele puțului de foraj. În cadrul unor exemple alternative, elementul de etanșare din metal dilatabil 15 poate cuprinde un liant cu un metal dilatabil dispersat în acesta, așa cum este descris mai sus. Liantul poate fi orice liant dezvoltat aici.

FIG. 2 este o ilustrare izometrică a unui alt exemplu de pacher de dilatare, în general semnul de referință 100, dispus pe conducta 10 așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 100 cuprinde elementul de etanșare din metal dilatabil 15 așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 100 este dispus împrejurul sau glisat pe conducta 10 cu greutatea, înclinația și conexiunea specificate de configurația puțului de foraj. Pachetul de dilatare 100 cuprinde în plus niște inele de capăt 20 opționale, așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 100 mai cuprinde două elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105 dispuse adiacent inelelor de capăt 20 și elementului de etanșare din metal dilatabil 15.

Elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105 pot cuprinde orice material nemetalic care se poate dilata în petrol, se poate dilata în apă și/sau o combinație de material nemetalice dilatabile, cum este cunoscut pentru specialiștii în domeniu. Un exemplu specific de material nemetalic dilatabil este un elastomer dilatabil. Elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105 se pot dilata atunci când sunt expuse la un fluid care induce dilatarea (de exemplu, un fluid oleaginos sau apos). În general, elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105 se pot dilata prin difuzie, în condițiile în care fluidul care induce dilatarea este absorbit în elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105. Acest fluid poate continua să difuzeze în elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105, făcând ca elementele de etanșare nemetalice dilatabile 105 să se dilate până când vin în contact cu peretele adiacent de puț de foraj, funcționând în tandem cu elementul de etanșare metalic dilatabil 15 pentru a crea o etanșare inelară diferențială.

Deși FIG. 2 ilustrează două elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105, se înțelege că în unele exemple poate fi prevăzut doar un singur element de

etanșare nemetalic dilatabil 105, și elementul de etanșare metalic dilatabil 15 poate fi dispus lângă un inel de capăt 20, sau, în mod alternativ, poate cuprinde capătul pacherului de etanșare 100, dacă inelele de capăt 20 nu sunt prevăzute.

Mai departe, deși FIG. 2 ilustrează două elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105 învecinate individual cu câte un capăt al elementului de etanșare din metal dilatabil 15, se înțelege că în unele exemple orientarea poate fi inversată și pachetul de dilatare 100 poate cuprinde în schimb două elemente de etanșare metalice dilatabile 15 dispuse individual în vecinătatea câte unui inel de capăt 20 și, de asemenea, a unui capăt al elementului de etanșare nemetalic dilatabil 105.

FIG. 3 este o ilustrare izometrică a unui alt exemplu de pachet etanșabil, în general indicat prin semnul de referință 200, dispus pe conducta 10 așa cum este descris în FIG. 1, pe măsura ce conducta 10 este lansată în gaura de sondă. Pachetul de dilatare 200 cuprinde multiple elemente de etanșare metalice dilatabile 15, așa cum este descris în FIG. 1 și, de asemenea, multiple elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105, așa cum este descris în FIG. 2. Pachetul de dilatare 200 este dispus împrejurul sau glisat pe conducta 10 cu greutatea, înclinația și conexiunea specificate de configurația puțului. Pachetul de dilatare 200 cuprinde în plus niște inele de capăt 20 opționale, așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 200 diferă de pachetul de dilatare 5 și de pachetul de dilatare 100 așa cum sunt descrise în FIG. 1 și respectiv 2, prin aceea că pachetul de dilatare 200 alternează elemente de etanșare metalice dilatabile 15 și elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105. Pachetul de dilatare 200 poate cuprinde orice multiplu de elemente de etanșare metalice dilatabile 15 și de elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105 dispuse în orice configurație (de exemplu, prin alternare, așa cum este ilustrat). Multitudinea de elemente de etanșare metalice dilatabile 15 și de elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105 se pot dilata după dorință, pentru a crea o etanșare inelară, așa cum este descris mai sus. În unele exemple, elementele de etanșare metalice dilatabile 15 pot cuprinde diferite tipuri de metale dilatabile, permițând configurații personalizate ale pachetului de etanșare 200 în funcție de puțul de foraj, după cum se dorește.

FIG. 4 este o ilustrare în secțiune transversală a unui alt exemplu de pachet de dilatare, în general indicat prin semnul de referință 300, dispus pe conducta 10, așa cum este descris în FIG. 1. Așa cum s-a descris mai sus în exemplul din FIG. 2, pachetul de dilatare 300 cuprinde un aranjament alternativ de elemente de etanșare metalice dilatabile 15 multiple și un element de etanșare nemetalic de dilatare 105. În acest exemplu, pachetul de dilatare 300 cuprinde două elemente de etanșare metalice dilatabile 15, dispuse individual adiacent atât față de un inel de capăt 20, cât și de un capăt al elementului de etanșare nemetalic dilatabil 105. Așa cum este ilustrat, inelele de capăt opționale 20 pot proteja pachetul de dilatare 300 împotriva abraziunii, pe măsură ce acesta este lansat în gaura de sondă.

FIG. 5 ilustrează pachetul de dilatare 5 așa cum este descris în FIG. 1, atunci când este rulat la o adâncime dorită și fixat într-o formațiune subterană 400. La adâncimea de setare dorită, pachetul de dilatare 5 a fost expus la o soluție salină, iar elementul de etanșare metalic dilatabil 15 s-a dilatat pentru a veni în contact cu

peretele adiacent al puțului de foraj 405 pentru a forma o etanșare inelară, așa cum este ilustrat. În exemplul ilustrat sunt prezentate mai multe pachere de dilatare 5. În condițiile în care multitudinea de pachere de dilatare 5 etanșează puțul de foraj, niște porțiuni ale puțului de foraj 410 cuprinse între etanșările menționate pot fi izolate de alte porțiuni ale puțului de foraj 410. Deși porțiunea izolată a puțului de foraj 410 este ilustrată ca fiind necasetată, se înțelege că pachetul de dilatare 5 poate fi utilizat în orice porțiune casetată a puțului de foraj 410 pentru a forma o garnitură de etanșare inelară în spațiul inelar dintre conducta 10 și o teacă de ciment. Mai mult, pachetul de dilatare 5 poate fi utilizat, de asemenea, pentru a forma o etanșare inelară între două conducte distincte 10, în alte exemple. În cele din urmă, deși FIG. 5 ilustrează utilizarea pachetului de etanșare 5, trebuie înțeles că orice pachet de dilatare sau orice combinație de pachere de dilatare dezvoltate aici poate fi utilizat în oricare dintre exemplele dezvoltate aici.

FIG. 6 este o ilustrare în secțiune transversală a unui alt exemplu de pachet de dilatare, în general indicat prin semnul de referință 500, dispus pe o conductă 10, așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 500 cuprinde niște elemente de etanșare metalice dilatabile 15 așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 500 cuprinde în plus un strat de armare 505. Stratul de armare 505 poate fi dispus între două straturi formate din elemente de etanșare metalice dilatabile 15, așa cum este ilustrat. Stratul de armare 505 poate oferi rezistență la extrudare elementelor de etanșare metalice dilatabile 15 și poate oferi, de asemenea, o rezistență suplimentară structurii pachetului de etanșare 500 și poate crește capacitatea de reținere a presiunii a pachetului de etanșare 500. Stratul de armare 505 poate cuprinde orice material suficient pentru armarea pachetului de etanșare 500. Un exemplu de material de armare este oțelul. În general, stratul de armare 505 va cuprinde un material nedilatabil. Mai mult, stratul de armare 505 poate fi perforat sau solid. Pachetul de dilatare 500 nu este ilustrat cu inele de capăt opționale (așa cum este descris în FIG. 1 de mai sus). Cu toate acestea, în unele exemple, pachetul de dilatare 500 poate cuprinde inele de capăt opționale. Într-un exemplu alternativ, pachetul de dilatare 500 poate cuprinde un strat de element de etanșare din metal dilatabil 15 și un strat de element de etanșare nemetalic dilatabil (de exemplu, elemente de etanșare nemetalice dilatabile 105, așa cum este ilustrat în FIG. 2). Într-un exemplu specific, stratul exterior poate fi elementul de etanșare metalic dilatabil 15, iar stratul interior poate fi elementul de etanșare nemetalic dilatabil. Într-un alt exemplu specific, stratul exterior poate fi elementul de etanșare nemetalic dilatabil, iar stratul interior poate fi elementul de etanșare metalic dilatabil 15.

FIG. 7 este o ilustrare izometrică a unui alt exemplu de pachet de dilatare, în general identificat prin reperul 600, dispus pe o conductă 10, așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 600 cuprinde cel puțin două elemente de etanșare metalice dilatabile 15, așa cum este descris în FIG. 1. Pachetul de dilatare 600 este dispus împrejurul sau glisat pe conducta 10 cu greutatea, înclinația și conexiunea specificate de configurația puțului de foraj. Pachetul de dilatare 600 cuprinde în plus niște inele de capăt 20 opționale, așa cum este descris în FIG. 1. În exemplul de pachet de dilatare 600, sunt ilustrate mai multe elemente de etanșare din metal

dilatabil 15. Elementele de etanșare metalice dilatabile 15 sunt dispuse sub formă de benzi sau plăci cu goluri 605 dispuse între elementele de etanșare metalice dilatabile 15 individuale. În golurile 605 poate fi amplasat un tub 610. Tubul 610 poate fi prevăzut de la suprafață și în jos, în exteriorul conductei 10. Tubul 610 poate fi o linie de control, o linie electrică, o linie hidraulică sau, mai general, o linie de transport care poate transmite energie, date, instrucțiuni, presiune, fluide etc. de la suprafață până la o locație aflată într-un puț de foraj. Tubul 610 poate fi folosit pentru a alimenta cu energie un echipament pentru puțul de foraj, pentru a controla un echipament pentru puțul de foraj, pentru a furniza instrucțiuni la un echipament pentru puțul de foraj, pentru a obține măsurători de mediu de puț, pentru injectarea unui fluid etc. Când dilatarea este indusă în elementele de etanșare din metal dilatabil 15, elementele de etanșare din metal dilatabil 15 se pot dilata și pot închide golurile 605, permițând realizarea unei etanșări inelare. Elementele de etanșare metalice dilatabile 15 se pot dilata în jurul oricărui tub 610 care poate fi prezent și, ca atare, tubul 610 poate funcționa și poate întinde cu succes pachetul de dilatare 600 chiar și după montare.

FIG. 8 este o ilustrare în secțiune transversală a unui pachet de dilatare 5 așa cum este descris în FIG. 1, în jurul unei conducte 700. Pachetul de dilatare 5 este dispus împrejurul sau glisat pe conducta 700 cu greutatea, înclinația și conexiunea specificate de configurația puțului de foraj. Conducta 700 cuprinde o variație a profilului, în special, niște proeminențe 705 prevăzute pe o porțiune a suprafeței sale exterioare. Pachetul de dilatare 5 este dispus peste proeminențele 705. Pe măsură ce elementul de etanșare din metal dilatabil 15 se dilată, acesta se poate dilata în spațiile dintre proeminențele 705, permițând elementului de etanșare metalic dilatabil 15 să fie comprimat și mai mult atunci când se aplică o presiune diferențială. În plus față de proeminențele 705, sau ca un înlocuitor pentru acestea, variația de profil de pe suprafața exterioară a conductei 700 poate cuprinde fileturi, conicități, șanțuri sau orice astfel de discontinuități care să permită elementului de etanșare din metal dilatabil 15 să se dilate într-un spațiu interior pe suprafața exterioară a conductei 700. Deși FIG. 8 ilustrează utilizarea pachetului de etanșare 5, trebuie înțeles că orice pachet de dilatare sau o combinație de pachete de dilatare poate fi utilizată în oricare dintre exemplele dezvăluite aici.

FIG. 9 este o reprezentare în secțiune transversală a unei porțiuni a unui element de etanșare metalic dilatabil 15 și care este utilizat așa cum este descris mai sus. Acest element specific de etanșare din metal dilatabil 15 include un liant 805 și are metalul dilatabil 810 dispersat în acesta. După cum este ilustrat, metalul dilatabil 810 poate fi distribuit în liantul 805. Distribuția poate fi omogenă sau neomogenă. Metalul dilatabil 810 poate fi distribuit în liantul 805 folosind orice metodă adecvată. Liantul 805 poate fi orice material de tip liant așa cum este descris aici. Liantul 805 poate fi neinflamabil, dilatabil în ulei, dilatabil în apă sau dilatabil în ulei și apă. Liantul 805 poate fi degradabil. Liantul 805 poate fi poros sau neporos. Elementul de etanșare din metal dilatabil 15 cuprinzând liantul 805 și având un metal dilatabil 810 dispersat în acesta poate fi utilizat în oricare dintre exemplele descrise aici și ilustrat în oricare dintre figuri. Într-o variantă de realizare, metalul dilatabil 810 poate fi

comprimat mecanic, iar liantul 805 poate fi turnat în jurul metalului dilatabil comprimat 810 într-o formă dorită. În unele exemple, niște agenți de întărire nedilatabili suplimentari pot fi plasați, de asemenea, în liant, cum ar fi fibre, particule sau fire de țesături.

Trebuie înțeles în mod clar faptul că exemplele ilustrate în FIG. 1-9 sunt doar aplicații generale ale principiilor acestei invenții puse în practică și este posibil să se utilizeze o mare varietate de alte exemple. Prin urmare, obiectul acestei invenții nu este limitat în niciun fel la detaliile prezente în oricare dintre figurile descrise aici.

De asemenea, trebuie recunoscut faptul că elementele de etanșare dezvăluite pot influența, de asemenea, direct sau indirect diferitele echipamente și instrumente pentru puțul de sondă care pot intra în contact cu elementele de etanșare în timpul utilizării. Astfel de echipamente și instrumente pot include, dar nu se limitează la, tubulatură de puț de foraj, căptușeală de puț de foraj, coloană de echipare a puțului de sondă, echipamente de inserție, coloană de foraj, tubulatură înfășurat, cablu neted, rețea de sârmă, conductă de foraj, coliere de foraj, motoare pentru nămol, motoare și/sau pompe funcționabile în puțul de sondă, motoare și/sau pompe montate la suprafață, ghidaje de centrare, turbolizatoare, lărgitoare cu raclete, flotoare (de exemplu, saboti, 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, ecranele, filtre, dispozitivele de reglare a debitului (de exemplu, dispozitive de control a afluxului, dispozitive autonome de control al afluxului, dispozitive de control 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 puțul de sondă, supape și dispozitive de acționare corespunzătoare, garnituri de etanșare pentru unelte, pachere, obturatoare de ciment, obturatoare punte și alte dispozitive de izolare a puțurilor de foraj sau componente ale acestora și altele asemenea. Oricare dintre aceste componente poate fi inclusă în sistemele descrise în general mai sus și ilustrate în oricare dintre figuri.

Sunt prezentate metode pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj în conformitate cu invenția și cu figurile ilustrate. Un exemplu de metodă cuprinde asigurarea unui pachet de dilatare cuprinzând un element de etanșare metalic dilatabil; în care pachetul de dilatare este dispus pe o conductă în puțul de foraj, expunând elementul de etanșare din metal dilatabil la o soluție salină și permițând sau determinând dilatarea elementului de etanșare metalic dilatabil.

În plus sau alternativ, metoda poate include una sau mai multe dintre următoarele caracteristici, în mod individual sau în combinație. Elementul de etanșare din metal dilatabil poate cuprinde un metal, sau un aliaj metalic care cuprinde un metal, selectat din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora. Elementul de etanșare din metal dilatabil se poate dilata pentru a forma etanșarea față de un perete al puțului de foraj. Conducta poate fi o

primă conductă; unde elementul de etanșare metalic dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea dintre prima conductă și o a doua conductă. Pacherul de dilatare poate include în plus un element de etanșare nemetalic dilatabil. Pacherul de dilatare poate cuprinde în plus un strat de armare nedilatabil. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate fi dispus pe pacherul dilatabil în cel puțin două canale. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un spațiu gol și în care un cablu poate fi dispus în interiorul golului. Conducta poate cuprinde o variație a profilului pe suprafața sa exterioară; unde elementul de etanșare metalic dilatabil poate fi poziționat peste variația de profil. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate include un liant. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un oxid de metal. Pacherul de dilatare poate fi dispus într-o zonă a puțului de foraj având o temperatură mai mare de 350° F.

Sunt prevăzute niște pachere de dilatare pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj în conformitate cu invenția și cu figurile ilustrate. Un exemplu de pacher de dilatare include un element de etanșare din metal dilatabil.

În plus sau alternativ, pacherul de dilatare poate include una sau mai multe dintre următoarele caracteristici, în mod individual sau în combinație. Elementul de etanșare din metal dilatabil poate cuprinde un metal, sau un aliaj metalic care cuprinde un metal, selectat din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora. Elementul de etanșare din metal dilatabil se poate dilata pentru a forma etanșarea față de un perete al puțului de foraj. Pacherul de dilatare poate fi dispus într-o conductă. Conducta poate fi o primă conductă; unde elementul de etanșare metalic dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea dintre prima conductă și o a doua conductă. Pacherul de dilatare poate include în plus un element de etanșare nemetalic dilatabil. Pacherul de dilatare poate include în plus un strat de armare nedilatabil. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate fi dispus pe pacherul de dilatare în cel puțin două canale. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un spațiu gol și unde un cablu poate fi dispus în interiorul golului. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate include un liant. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un oxid de metal. Pacherul de dilatare poate fi dispus într-o zonă a puțului de foraj având o temperatură mai mare de 350° F.

Sunt prevăzute sisteme pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj în conformitate cu invenția și cu figurile ilustrate. Un sistem exemplificativ cuprinde un pacher de dilatare cuprinzând un element de etanșare metalic dilatabil și o conductă; în care pacherul de dilatare este dispus pe conductă.

În plus sau alternativ, sistemul poate include una sau mai multe dintre următoarele caracteristici, în mod individual sau în combinație. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un metal, sau un aliaj metalic care cuprinde un metal, selectat din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora. Elementul de etanșare din metal dilatabil se poate dilata pentru a forma etanșarea față de un perete al puțului de foraj. Conducta poate fi o primă conductă; unde elementul de etanșare metalic dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea dintre prima conductă și o a doua conductă. Pacherul de dilatare poate include în plus un element de etanșare nemetalic dilatabil. Pacherul de dilatare poate cuprinde în plus

un strat de armare nedilatabil. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate fi dispus pe pachetul de dilatare în cel puțin două canale.

Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un spațiu gol și în care un cablu poate fi dispus în interiorul golului. Conducta poate cuprinde o variație a profilului pe suprafața sa exterioară; în care elementul de etanșare metalic dilatabil poate fi poziționat peste variația de profil. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate include un liant. Elementul de etanșare metalic dilatabil poate cuprinde un oxid de metal. Pachetul de dilatare poate fi dispus într-o zonă a puțului de foraj cu o temperatură mai mare de 350° F.

EXEMPLE

Prezenta invenție poate fi mai bine înțeleasă prin referire la următoarele exemple, care sunt oferite cu titlu ilustrativ. Prezenta invenție nu se limitează la exemplele furnizate aici.

EXEMPLUL 1

Exemplul 1 ilustrează un experiment de validare de concept, pentru a testa dilatarea metalului dilatabil în prezența unei soluții saline. Un exemplu de metal dilatabil cuprinzând un aliaj de magneziu fabricat printr-un procedeu de fabricație a unei soluții solide a fost preparat sub forma unei perechi de tije metalice lungi de 1", având diametre de 0,5". Tijele au fost introduse într-o bucată de tub cu un diametru interior de 0,625". Tijele au fost expuse la o soluție salină de clorură de potasiu 20% și au fost lăsate să se dilate. FIG. 10 este o fotografie care ilustrează o vedere de sus în jos a celor două tije eșantion de metal dilatabil și a bucății de tub. FIG. 11 este o fotografie care ilustrează o vedere laterală a tijeii metalice dilatabile eșantion din FIG. 10 introdusă în bucata de tub și care ilustrează suplimentar spațiul gol de extrudare dintre tija metalică dilatabilă eșantion și bucata de tub.

După dilatare, eșantionul de tub a suportat 300 psi de presiune fără pierderi de fluid. A fost nevoie de o presiune de 600 psi pentru a forța metalul dilatabil să se deplaseze în tub. Ca atare, fără niciun suport, s-a observat că metalul dilatabil formează o etanșare în tub și rezistă la 300 psi în condițiile unui gol de extrudare de 1/8". FIG. 12 este o fotografie care ilustrează o vedere laterală a tijeii metalice dilatabile eșantion din FIG. 10 și 11 după etanșarea bucății de tub. FIG. 13 este un grafic al presiunii în funcție de timp pentru partea din experiment în care presiunea a fost ridicată în interiorul tubului din FIG. 12 la o presiune suficientă pentru a disloca tija de metal dilatabil din tub.

Ca o demonstrație vizuală, aceleași tije metalice au fost plasate în tuburi de PVC, expuse la o soluție salină de 20% clorură de potasiu și lăsate să se dilate. Metalul dilatabil a fisurat tuburile din PVC. FIG. 14 este o fotografie care ilustrează o vedere izometrică a mai multor tije metalice eșantion dispuse în secțiuni ale tubului de plastic înainte de dilatare. FIG. 15 este o fotografie care ilustrează o vedere

izometrică a unei tije eșantion de metal dilatabil care s-a dilatat într-o măsură suficientă pentru a fisura secțiunea tubului de plastic din FIG. 14.

Sunt prezentate unul sau mai multe exemple ilustrative care încorporează exemplele dezvăluite aici. Din motive de claritate, nu toate caracteristicile unei implementări fizice sunt descrise sau prezentate în această aplicație. Prin urmare, sistemele și metodele dezvăluite sunt bine adaptate pentru a atinge scopurile și avantajele menționate, precum și pe cele care sunt inerente acestora. Exemplele particulare dezvăluite mai sus sunt doar ilustrative, în condițiile în care cunoștințele prezentei invenții pot fi modificate și practicate în maniere diferite, dar echivalente, evidente pentru specialiștii în domeniu, care beneficiază de cunoștințele cuprinse aici. Mai mult decât atât, nu se au în vedere limitări ale detaliilor de construcție sau de proiectare prezentate aici, altele decât cele descrise în revendicările de mai jos. Prin urmare, este evident că exemplele ilustrative particulare dezvăluite mai sus pot fi variate, combinate sau modificate și toate aceste variații sunt luate în considerare în cadrul obiectului prezentei invenții. Sistemele și metodele dezvăluite într-o manieră ilustrativă aici pot fi practicate în mod adecvat în absența oricărui element care nu este dezvăluit în mod specific aici și/sau a vreunui element dezvăluit aici în mod opțional.

Cu toate că prezenta dezvăluire și avantajele acesteia au fost descrise în detaliu, trebuie înțeles că pot fi operate diferite modificări, înlocuiri și variații, fără a se abate de la sensul real și sfera de protecție conform invenției, așa cum sunt definite acestea de revendicările următoare.

CEEA CE SE REVENDICĂ ESTE:

1. Metodă pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj, care cuprinde:
furnizarea unui pachet de dilatare cuprinzând un element de etanșare metalic dilatabil; în care pachetul de dilatare este dispus pe o conductă din puțul de foraj, expunerea elementului de etanșare metalic dilatabil la o soluție pe bază de sare, și
permiterea sau determinarea dilatării elementului de etanșare metalic dilatabil.
2. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil include un metal, sau un aliaj metalic care cuprinde un metal, selectat din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora.
3. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea față de un perete al puțului de foraj.
4. Metodă conform revendicării 1, în care conducta este o primă conductă; unde elementul de etanșare metalic dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea dintre prima conductă și o a doua conductă.
5. Metodă conform revendicării 1, în care pachetul de dilatare mai cuprinde un element de etanșare nemetalic dilatabil.
6. Metodă conform revendicării 1, în care pachetul de dilatare mai cuprinde un strat de armare care nu se dilată.
7. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil este dispus pe pachetul de dilatare în cel puțin două canale.
8. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil cuprinde un spațiu gol și în care un cablu este dispus în interiorul spațiului gol.
9. Metodă conform revendicării 1, în care conducta prezintă o variație de profil pe suprafața sa exterioară; unde elementul de etanșare metalic dilatabil este poziționat peste variația de profil.
10. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil include un liant.
11. Metodă conform revendicării 1, în care elementul de etanșare metalic dilatabil include un oxid de metal.
12. Metodă conform revendicării 1, în care pachetul de dilatare este dispus într-o zonă de puț de foraj cu o temperatură mai mare de 350° F.

13. Pacher de dilatare cuprinzând:
un element de etanșare metalic dilatabil.
14. Pacher de dilatare conform revendicării 13, în care elementul de etanșare metalic dilatabil include un metal ales din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora.
15. Pacher de dilatare conform revendicării 13, în care elementul de etanșare metalic dilatabil include un aliaj metalic care cuprinde un metal selectat din grupul format din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora.
16. Pacher de dilatare conform revendicării 13, care cuprinde în plus un element de etanșare nemetalic dilatabil.
17. Pacher de dilatare conform revendicării 13, care mai cuprinde un strat de armare.
18. Sistem pentru formarea unei etanșări într-un puț de etanșare:
un pacher de dilatare cuprinzând un element de etanșare metalic dilatabil și o conductă; în care pacherul de dilatare este dispus pe conductă.
19. Sistem conform revendicării 18, în care pacherul de dilatare mai cuprinde un element de etanșare nemetalic dilatabil.
20. Sistem conform revendicării 18, în care conducta cuprinde o variație de profil pe suprafața sa exterioară; unde elementul de etanșare metalic dilatabil este poziționat peste variația de profil.

Set de revendicări reduse

1. Pacher de dilatare, care cuprinde:
un element metalic de etanșare dilatabil.
2. Pacher de dilatare conform revendicării 1, în care elementul metalic de etanșare dilatabil cuprinde un metal selectat din grupul constând din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora.
3. Pacher de dilatare conform revendicării 1 sau 2, în care elementul metalic de etanșare dilatabil cuprinde un aliaj metalic care cuprinde un metal selectat din grupul constând din magneziu, calciu, aluminiu și orice combinație a acestora.
4. Pacher de dilatare conform oricăreia dintre revendicările de la 1 la 3, care cuprinde în plus un element ne-metalic de etanșare dilatabil.
5. Pacher de dilatare conform oricăreia dintre revendicările de la 1 la 4, care cuprinde în plus un strat ne-dilatabil de întărire.
6. Metodă pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj cu pachetul de dilatare conform oricăreia dintre revendicările de la 1 la 5, metoda cuprinzând în plus:
furnizarea pachetului de dilatare; în care pachetul de dilatare este dispus pe o conductă în puțul de foraj,
expunerea elementului metalic de etanșare dilatabil la soluție salină, și
lăsarea să se dilate, sau provocarea dilatării elementului metalic de etanșare dilatabil.
7. Metodă conform revendicării 6, în care elementul metalic de etanșare dilatabil se dilată pentru a forma o etanșare față de un perete al puțului de foraj.
8. Metodă conform revendicării 6 sau 7, în care conducta este o primă conductă; în care elementul metalic de etanșare dilatabil se dilată pentru a forma etanșarea între prima conductă și o a doua conductă.
9. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 8, în care pachetul de dilatare cuprinde două plăci; în care elementul metalic de etanșare dilatabil este dispus deasupra pachetului de dilatare în cele două plăci.
10. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 9, în care elementul metalic de etanșare dilatabil cuprinde un gol, și în care o țevă este dispusă în respectivul gol.
11. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 10, în care conducta cuprinde o varianță de profil pe suprafața exterioară a acesteia; în care elementul metalic de etanșare dilatabil este poziționat peste varianța de profil.
12. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 11, în care elementul metalic de etanșare dilatabil cuprinde un element de legare.

13. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 12, în care elementul metalic de etanșare dilatabil cuprinde un oxid metalic.
14. Metodă conform oricăreia dintre revendicările de la 6 la 13, în care pachetul de dilatare este dispus într-o zonă a puțului de foraj care are o temperatură mai mare de 350° F.
15. Sistem pentru formarea unei etanșări într-un puț de foraj:
un pachet de dilatare care cuprinde un element metalic de etanșare dilatabil,
și
o conductă; în care pachetul de dilatare este dispus pe conductă.
16. Sistem conform revendicării 15, în care pachetul de dilatare cuprinde în plus un element ne-metalic de etanșare dilatabil.
17. Sistem conform revendicării 15 sau 16, în care conducta cuprinde o variantă de profil pe suprafața exterioară a acesteia; în care elementul metalic de etanșare dilatabil este poziționat peste varianta de profil.

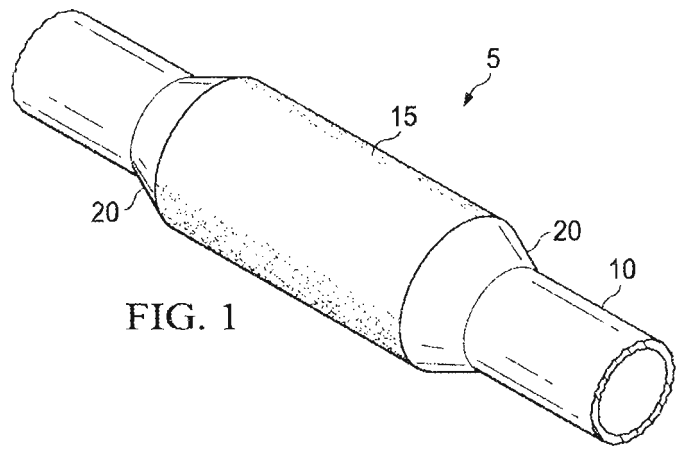


FIG. 1

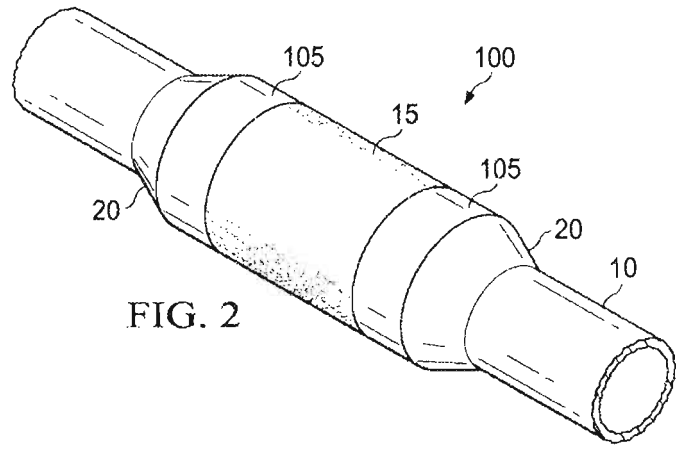


FIG. 2

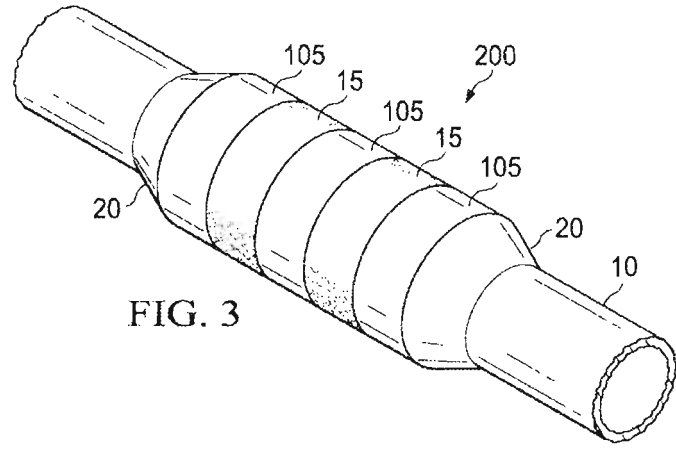


FIG. 3

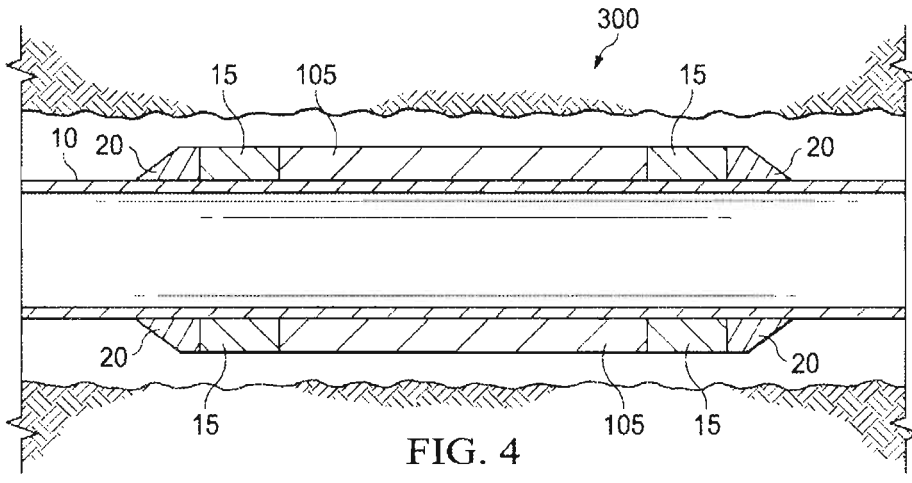


FIG. 4

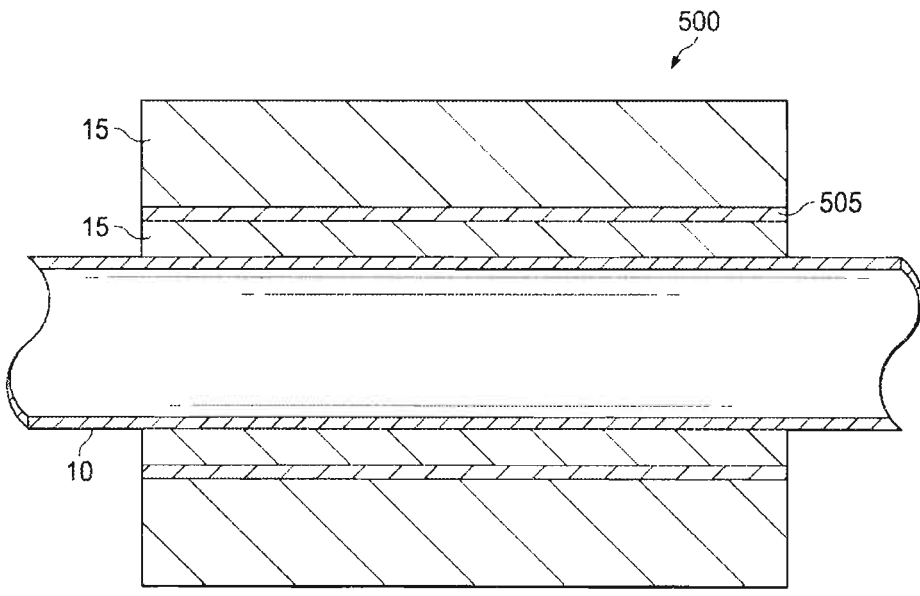


FIG. 6

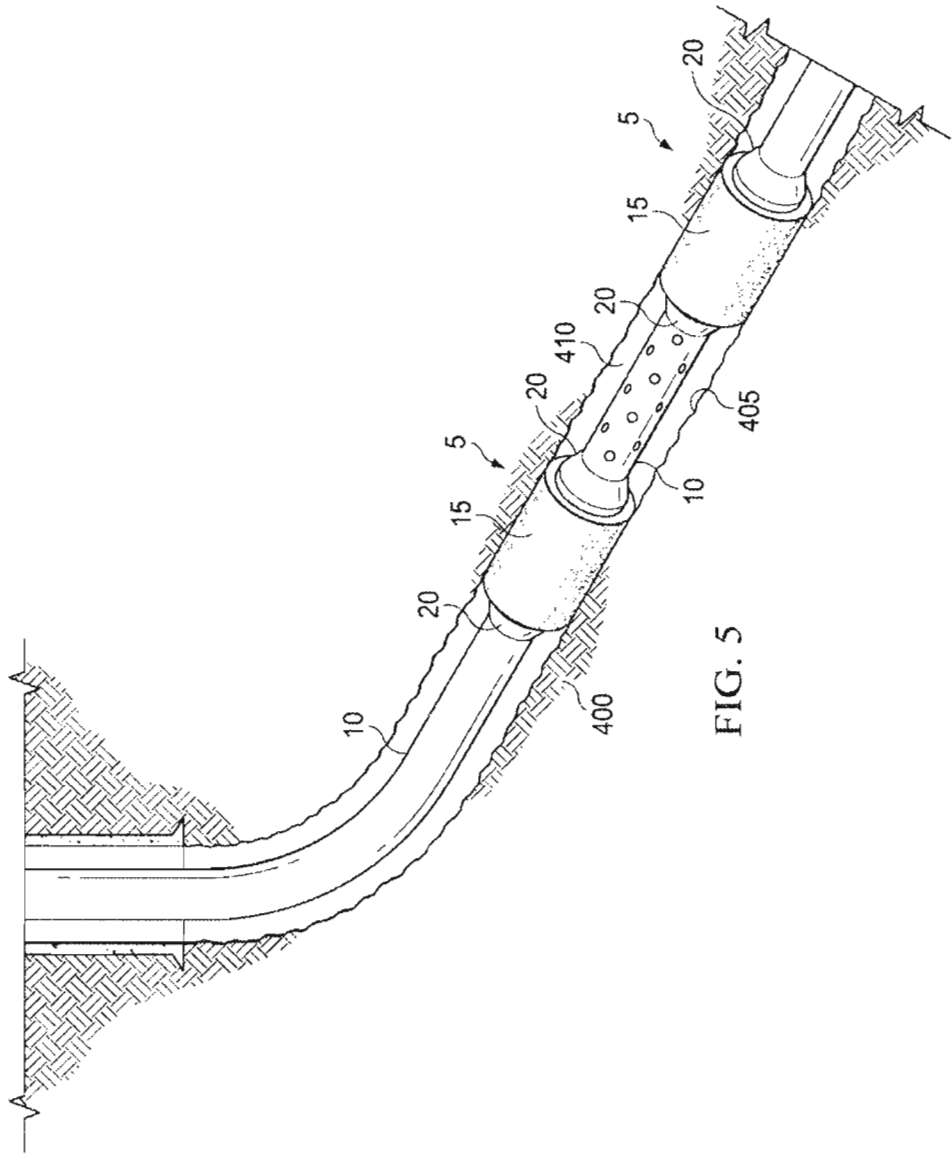
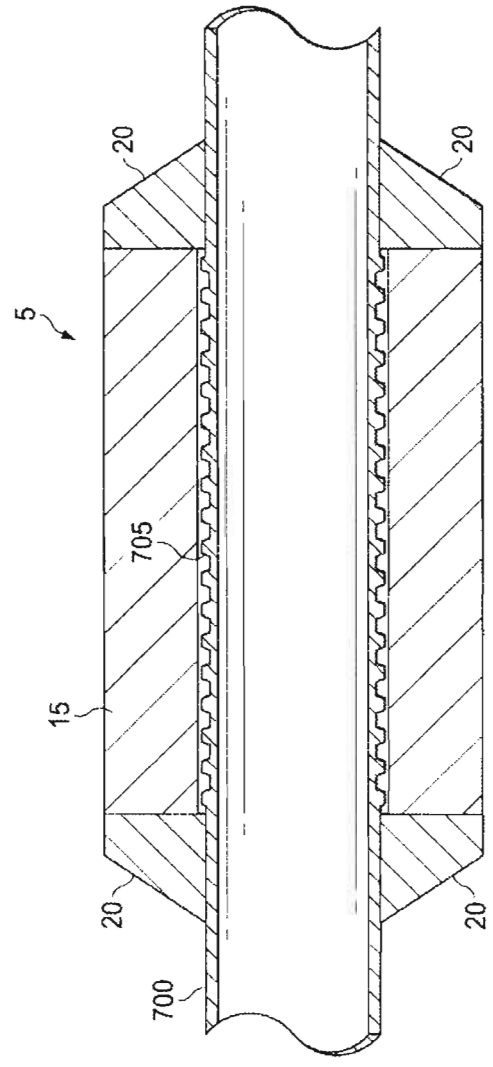
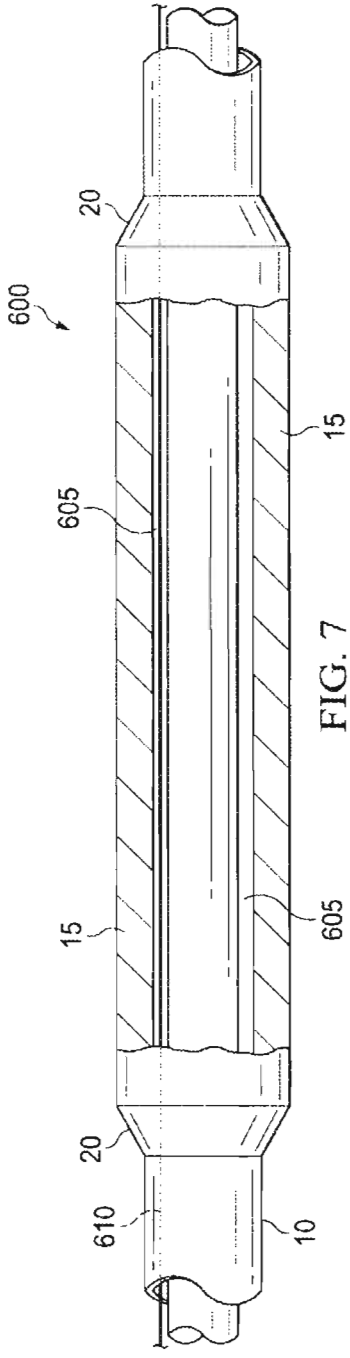


FIG. 5



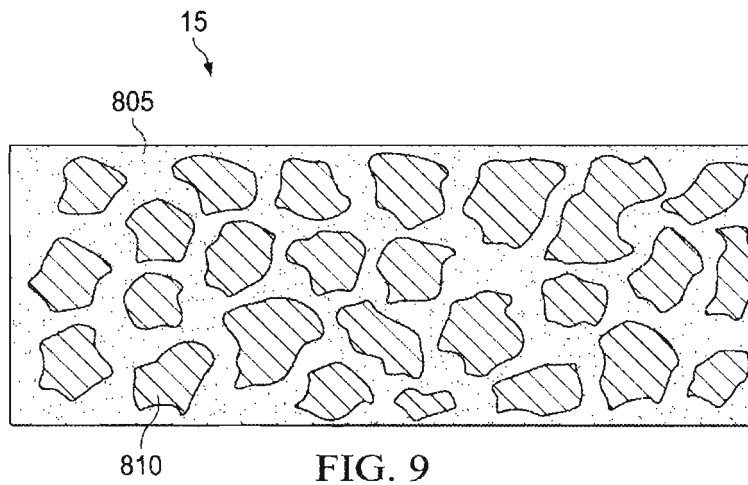


FIG. 9

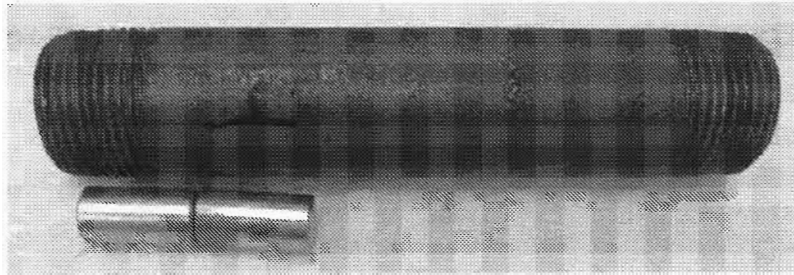


FIG. 10

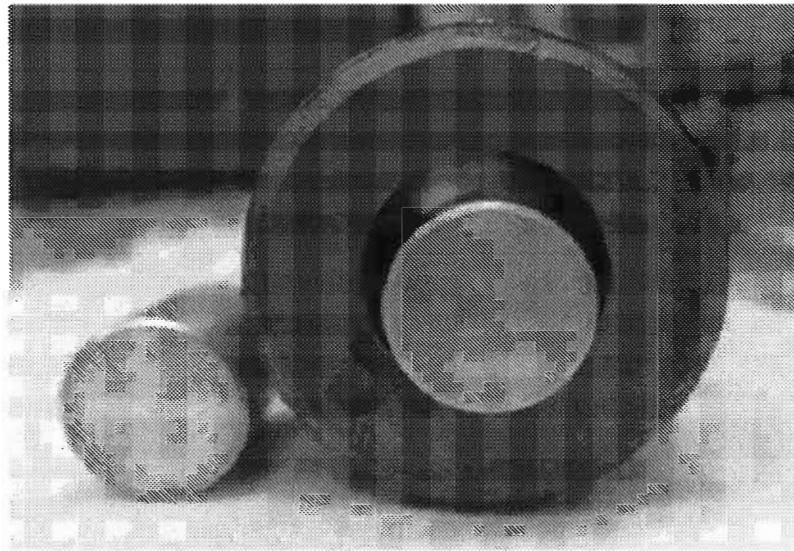


FIG. 11

FIG. 12

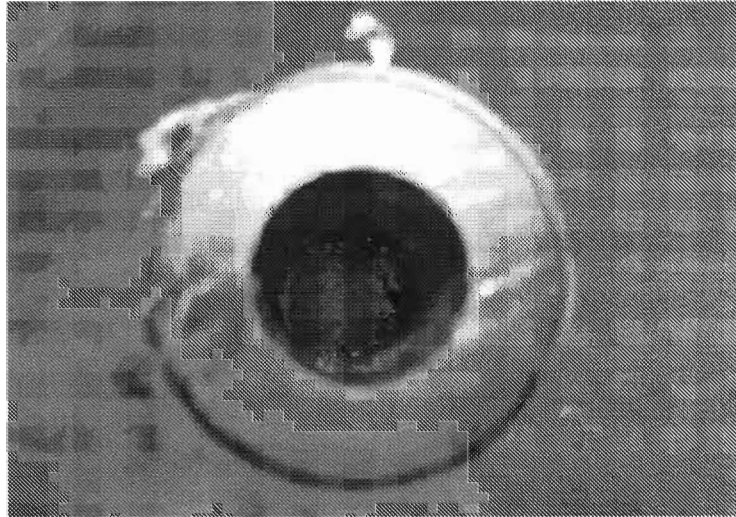
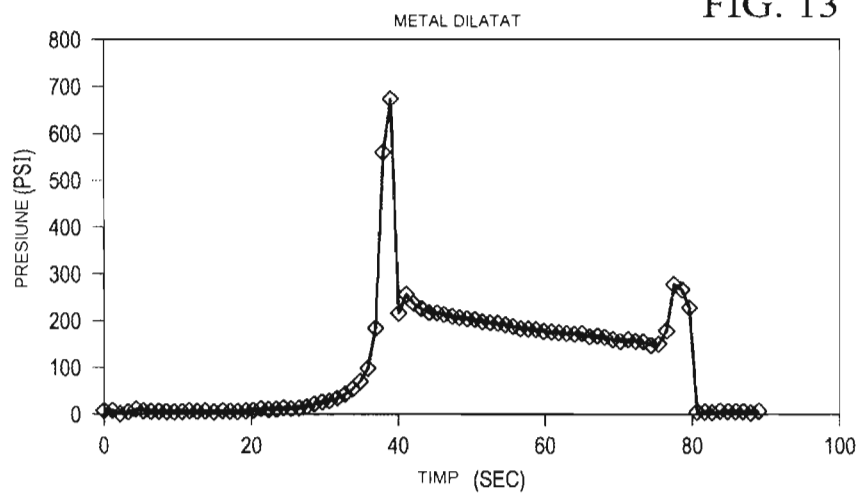


FIG. 13



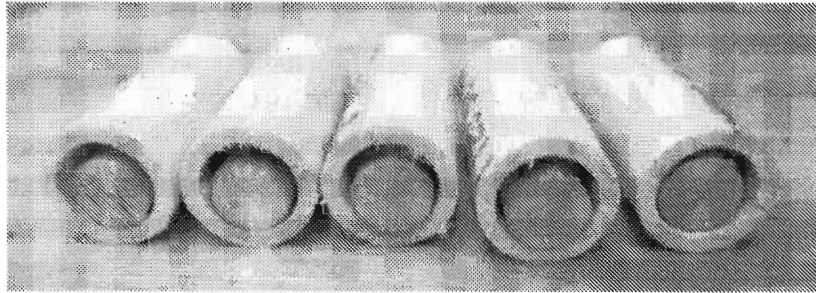


FIG. 14

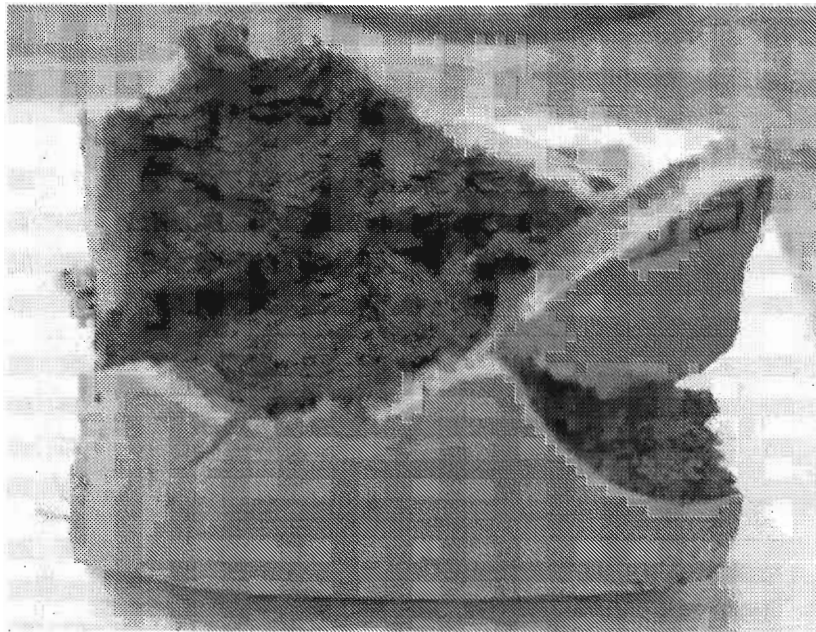


FIG. 15