



(11) RO 134396 A2

(51) Int.Cl.

E21B 43/12 (2006.01).
C22C 38/18 (2006.01).
C22C 38/04 (2006.01).
C22C 38/02 (2006.01)

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00063**

(22) Data de depozit: **28/11/2017**

(30) Prioritate:
11/08/2017 US 17/46597

(41) Data publicării cererii:
28/08/2020 BOPI nr. **8/2020**

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. **US 2017/063426** 28/11/2017

(87) Publicare internațională:
Nr. **WO 2019/032134** 14/02/2019

(71) Solicitant:
• **WEATHERFORD TECHNOLOGY HOLDINGS, LLC, 2000 ST.JAMES PLACE, HUSTON, TX77056, US**

(72) Inventatorii:
• **BADRAK ROBERT P., 2000 ST.JAMES PLACE, HUSTON, TX77056, US**

(74) Mandatar:
CABINET M.OPROIU - CONSIGLIERE ÎN PROPRIETATE INTELECTUALĂ S.R.L., STR.POPA SAVU NR.42, PARTER, SECTOR 1, CP2-229, BUCUREȘTI

(54) PRĂJINĂ DE POMPARE REZISTENTĂ LA COROZIUNE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o prăjină de pompare continuă, pentru utilizarea într-un puț subteran, și la o metodă de producere a acesteia. Prăjina conform inventiei include un material din oțel inoxidabil martensitic, cu un conținut de crom în intervalul de la 11,5 până la 13% și un conținut de carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%, și are o lungime de cel puțin 60 m. Metoda de producere a prăjinii de pompare, conform inventiei, include producerea unui material din oțel inoxidabil martensitic, inclusiv crom în intervalul de la 11,5 până la 13% și carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%, tratarea termică a materialului, și înfășurarea materialului, pentru depozitare.

Revendicări initiale: 23

Revendicări amendate: 17

Figuri: 8

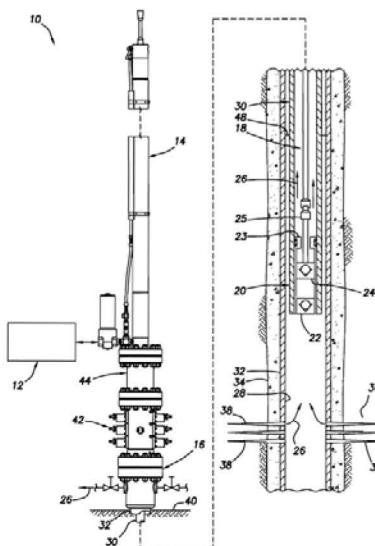


Fig. 1

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 inventie a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de inventie este determinată de revendicările continute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



PRĂJINĂ DE POMPARE REZISTENTĂ LA COROZIUNE

DOMENIUL TEHNIC

Această invenție se referă în general la echipamentele și operațiunile din puț și, într-un exemplu descris mai jos, furnizează în particular o prăjină de pompare din oțel inoxidabil pentru utilizare în operații de ridicare artificială.

CONTEXTUL INVENȚIEI

Fluidele din rezervor pot curge uneori către suprafața pământului atunci când un puț a fost finalizat. Totuși, în cazul unor puțuri, presiunea rezervorului poate fi insuficientă (la momentul finalizării puțului sau după aceea) pentru a ridica fluidele (în particular, lichidele) la suprafață. În aceste circumstanțe, tehnologia cunoscută sub numele de „ridicare artificială” poate fi folosită pentru a aduce fluidele la suprafață (sau în altă locație dorită, cum ar fi o instalație de producție submarină sau conductă, etc.).

Specialiștii în domeniu cunosc diverse tipuri de tehnologii de ridicare artificială. Într-un tip de ridicare artificială, o pompă de la fundul puțului este acționată prin mișcarea alternativă a unei garnituri de prăjini „de pompare” desfășurate într-un puț. Un aparat (cum ar fi un piston de pompă de tipul cu balansier sau un acționator hidraulic) amplasat la suprafață poate fi utilizat pentru a mișca alternativ garnitura de prăjini. Într-un alt tip de ridicare artificială, pompa de fundul puțului (cum ar fi o pompă cu cavitate progresivă) poate fi acționată prin rotirea garniturii de prăjini de la suprafață.

Prin urmare, se va aprecia cu ușurință că sunt necesare îmbunătățiri continue în domeniul construcției și funcționării sistemelor de ridicare artificială. Astfel de îmbunătățiri pot fi utile pentru ridicarea țățeiului, a apei, a condensatului de gaze sau a altor lichide din puțuri, pot fi utile cu diferite tipuri de puțuri (cum ar fi, puțuri de producție de gaze, puțuri de producție de petrol, puțuri de țăței inundate cu apă sau abur, puțuri geotermale, etc.) și pot fi utile pentru orice altă aplicație în care este dorită mișcare alternativă.

SCURTĂ DESCRIERE A DESENELOR

FIG. 1 este o vedere reprezentativă parțial în secțiune a unui exemplu de sistem de puț și metodă asociată care poate implementa principiile acestei invenții.

FIG. 2 este o vedere reprezentativă în perspectivă a unui exemplu de material de prăjină de pompare care poate fi utilizat într-o metodă care implementează principiile acestei invenții.

FIG. 3 este o vedere reprezentativă în secțiune transversală a unui capăt de prăjină de pompare forjată.

FIG. 4 este o vedere schematică reprezentativă a unei proceduri de tratament termic care poate fi utilizată în metodă.

FIG. 5 este o schemă de flux reprezentativă pentru un exemplu de metodă pentru producerea prăjinii de pompare.

FIG. 6 este o vedere schematică reprezentativă a unui exemplu de sistem pentru producerea prăjinii de pompare în formă continuă.

FIG. 7 este o vedere schematică reprezentativă a unui exemplu de conexiune sudată din sistemul din FIG. 6.

FIG. 8 este o schemă de flux reprezentativă pentru un alt exemplu al metodei pentru producerea prăjinii de pompare continue.

DESCRIEREA DETALIATĂ

În FIG. 1 este ilustrat reprezentativ un sistem de ridicare artificială **10** și o metodă asociată pentru utilizarea cu un puț subteran, sistem și metodă care pot implementa principii ale acestei invenții. Totuși, ar trebui să fie clar înțeles că sistemul de ridicare artificială **10** și metoda sunt doar un exemplu de aplicare a principiilor acestei invenții în practică și este posibilă o largă varietate de alte exemple. Prin urmare, scopul acestei invenții nu se limitează deloc la detaliile sistemului **10** și ale metodei, așa cum sunt descrise aici sau ilustrate în desene.

În exemplul din FIG. 1, o sursă de presiune hidraulică **12** este utilizată pentru a aplica presiune hidraulică la, și pentru a schimba fluid hidraulic cu, un acționator hidraulic **14** montat pe un cap de puț **16**. Drept răspuns, acționatorul hidraulic **14** mișcă alternativ o garnitură de prăjini **18** care se extinde în puț, acționând astfel o pompă de la fundul puțului **20**.

Garnitura de prăjini **18** din exemplul din FIG. 1 este formată din prăjini de pompare individuale conectate între ele. În alte exemple, garnitura de prăjini **18** poate fi continuă (de exemplu, cuprinzând o singură sau doar câteva prăjini de pompare individuale).

Așa cum este ilustrat în FIG. 1, garnitura de prăjini **18** comunică mișcarea alternativă a acționatorului hidraulic **14** la pompa de la fundul puțului **20**. În alte exemple, o pompă rotativă, cum ar fi o pompă cu cavitate progresivă, poate fi acționată prin rotirea garniturii de prăjini.

Pompa de la fundul puțului **20** este reprezentată în FIG. 1 ca fiind de tipul care are o supapă **22** staționară sau „fixă” și o supapă alternativă sau „de deplasare” **24**. Supapa de deplasare **24** este conectată la, și se mișcă alternativ cu, garnitura de prăjini **18**, astfel încât fluidul **26** este pompat dintr-un puț **28** într-o garnitură de tubing de producție **30**. Totuși, trebuie înțeles clar că pompa de la fundul puțului **20** este doar un exemplu dintr-o largă varietate de tipuri diferite de pompe care pot fi utilizate cu sistemul de ridicare artificială **10** și metoda din FIG. 1 și, astfel, scopul acestei invenții nu se limitează la niciunul dintre detaliile pompei de la fundul puțului descrise aici sau ilustrate în desene.

Puțul **28** este ilustrat în FIG. 1 ca fiind în general vertical și ca fiind căptușit cu o coloană de tubaj **32** și ciment **34**. În alte exemple, o secțiune a puțului **28** în care este dispusă pompa **20** poate fi în general orizontală sau înclinată în alt mod la orice unghi față de verticală, iar secțiunea de puț poate să nu fie tubată sau poate să nu fie cimentată. Astfel, scopul acestei invenții nu se limitează la utilizarea sistemului de ridicare artificială **10** și a metodei cu o configurație particulară de puț.

În exemplul din FIG. 1, fluidul **26** provine dintr-o formătire de pământ **36** penetrată de puțul **28**. Fluidul **26** curge în puțul **28** prin perforațiile **38** care se extind prin coloana de tubaj **32** și cimentul **34**. Fluidul **26** poate fi un lichid, cum ar fi țăței, condensat de gaz, apă, etc. Totuși, scopul acestei invenții nu se limitează la utilizarea sistemului de ridicare artificială **10** și a unei metode cu un anumit tip de fluid sau la vreo origine particulară a fluidului.

Așa cum este ilustrat în FIG. 1, coloana de tubaj **32** și coloana de tubing de producție **30** se extind în sus până la capul de puț **16** de la sau din apropierea suprafeței pământului **40** (cum ar fi, la o locație de puț de pe uscat, o instalație de producție submarină, o platformă plutitoare, etc.). Coloana de tubing de producție **30** poate fi suspendată de capul de puț **16**, de exemplu, folosind un suport de tubing (nu

este prezentat). Deși numai o singură coloană de tubaj **32** este ilustrată în FIG. 1 pentru claritate, în practică mai multe coloane de tubaj și, în mod optional, una sau mai multe coloane de linere (o coloană de liner este o țeavă care se extinde de la o adâncime selectată din puțul **28** la o adâncime mai mică, de obicei "suspendată" în mod etanș în interiorul altei țevi sau tubaj) pot fi instalate în puț.

În exemplul din FIG. 1, un coș de prevenire a exploziei prăjinii **42** și o carcasa de etanșare inelară **44** sunt conectate între acționatorul hidraulic **14** și capul de puț **16**. Coșul de prevenire a exploziei prăjinii **42** include diferite tipuri de dispozitive de prevenire a exploziei (BOP) configurate pentru a fi utilizate cu garnitura de prăjini **18**. De exemplu, un dispozitiv de prevenire a exploziei poate împiedica curgerea prin coșul de prevenire a exploziei **42** atunci când garnitura de prăjini **18** nu este prezentă în aceasta și un alt dispozitiv de prevenire a exploziei poate împiedica curgerea prin coșul de prevenire a exploziei **42** atunci când garnitura de prăjini **18** este prezentă în aceasta. Totuși, scopul acestei invenții nu se limitează la utilizarea unui tip sau a unei configurații particulare a coșului de prevenire a exploziei cu sistemul de ridicare artificială **10** și metoda din FIG. 1.

Carcasa de etanșare inelară **44** include o garnitură inelară în jurul unei tije de piston a acționatorului hidraulic **14**. Tija pistonului se conectează la garnitura de prăjini **18** sub garnitura inelară, deși în alte exemple, o conexiune între tija pistonului și garnitura de prăjini **18** poate fi poziționată altfel. Sursa de presiune hidraulică **12** poate fi conectată direct la acționatorul hidraulic **14** sau poate fi poziționată la distanță de la acționatorul hidraulic **14** și conectată, de exemplu, cu furtunuri sau conducte hidraulice adecvate.

Sursa de presiune hidraulică **12** controlează presiunea în acționatorul hidraulic **14**, astfel încât garnitura de prăjini **18** să fie deplasată alternativ la valorile curselor superioară și inferioară. Aceste valori nu corespund neapărat cu limitele de deplasare maxime posibile superioară și inferioară ale garniturii de prăjini **18** sau ale pompei **20**.

De exemplu, de obicei este nedorit ca o bucăță de tijă de supapă **25** de deasupra supapei de deplasare **24** să lovească un ghidaj al tijei de supapă **23** de deasupra supapei fixe **22** atunci când garnitura de prăjini **18** se deplasează în jos (o condiție cunoscută de specialiștii în domeniu ca "pompare-izbitură"). Astfel, este de preferat ca garnitura de prăjini **18** să fie deplasată în jos doar până când bucăța tijei de supapă **25** este aproape de limita de deplasare inferioară maximă posibilă, astfel încât să nu lovească ghidajul tijei de supapă **23**.



Pe de altă parte, cu cât distanța cursei (fără impact) este mai lungă, cu atât este mai mare productivitatea și eficiența operațiunii de pompare (în limite practice) și cu atât mai mare este compresiunea fluidului între supapele fixă și de deplasare **22**, **24** (de exemplu, pentru a evita blocarea gazului). Suplimentar, o cursă dorită a garniturii de prăjini **18** se poate modifica în timp (de exemplu, datorită lungirii treptate a garniturii de prăjini **18** ca urmare a scăderii unui nivel de lichid (cum ar fi la interfața fluidului **48**) din puț, etc.).

În unele situații, fluidul **26** poate include substanțe care provoacă coroziunea nedorită a prăjinilor de pompare convenționale din oțel carbon sau slab aliat. De exemplu, fluidul **26** ar putea cuprinde hidrogen sulfurat (H_2S) sau dioxid de carbon (CO_2).

Într-un aspect important, această invenție asigură producerea prăjinilor de pompare care sunt rezistente la coroziune și potrivite pentru utilizarea în medii de puț aspre, cum ar fi, unde hidrogenul sulfurat sau dioxidul de carbon este prezent în fluidul **26** produs. Totuși, scopul acestei invenții nu se limitează la utilizarea prăjinilor de pompare îmbunătățite pentru un scop anume sau în orice mediu particular.

Referindu-ne suplimentar acum la FIG. 2, o compoziție sau un material **52** de prăjină de pompare este ilustrat sub forma unei bare cilindrice **54** având o lungime adecvată. Bara **54** poate fi considerată o materie primă pentru producerea unei prăjini de pompare **50** (vezi FIG. 3 și 4). Prăjina de pompare **50** poate fi utilizată în garnitura de prăjini **18** descrisă mai sus sau poate fi utilizată în alte garnituri de prăjini și în alte sisteme de ridicare artificială, în conformitate cu scopul acestei invenții.

În exemplul din FIG. 2, materialul **52** al prăjinii de pompare cuprinde un oțel inoxidabil martensitic. Materialul **52** poate avea un conținut de crom (Cr) de aproximativ 12% și un conținut de carbon (C) de până la 0,4%. În cazul în care este utilizat oțel inoxidabil din clasa 410 conform Societății Inginerilor Auto (SAE) sau clasa S41000 conform Sistemului de Numerotare Unificat (UNS), materialul **52** poate avea un conținut de crom (Cr) de 11,5-13,0%, un conținut de nichel (Ni) de 0,75%, un conținut de carbon (C) de până la 0,15%, un conținut de mangan (Mn) de 1%, un conținut de siliciu (Si) de 1%, un conținut de fosfor (P) de 0,04% și un conținut de sulf (S) de 0,03%.

În unele exemple, compoziția prăjini de pompare poate fi adaptată pentru a maximiza performanța prăjini de pompare prin încorporarea compoziției de bază a UNS S41000 și modificarea acesteia, ca atare, prin restricționarea intervalului de

carbon. Astfel de modificări pot obține proprietățile mecanice dorite și pot include adaosuri de aliaje care îmbunătățesc proprietățile, cum ar fi tenacitate și rezistență la oboseală.

În astfel de exemple de compoziție sau material **52** de prăjină de pompare care cuprinde o compoziție de bază UNS S41000 modificată, conținutul de carbon poate fi limitat la 0,08% la 0,15%. Adaosurile de aliere pot include adaosuri de vanadiu până la 0,20%, adaosuri de niobiu până la 0,10%, adaosuri de titan până la 0,05%, adaosuri de nichel până la 0,5% și/sau adaosuri de molibden până la 1,0%.

De exemplu, un aliaj de oțel inoxidabil UNS S41000 modificat pentru utilizare ca materialul de prăjină de pompare **52** poate cuprinde un conținut de carbon de 0,08 - 0,15%, un adaos de aproximativ 0,05% vanadiu, un adaos de aproximativ 0,5% nichel și un adaos de aproximativ 0,20% molibden.

Ca un alt exemplu, un aliaj de oțel inoxidabil UNS S41000 modificat pentru utilizare ca material **52** de prăjină de pompare poate cuprinde un conținut de carbon de 0,08 - 0,15%, un adaos de aproximativ 0,05% vanadiu, un adaos de aproximativ 1% nichel și un adaos de aproximativ 0,50% molibden.

Într-un alt exemplu, un aliaj de oțel inoxidabil UNS S41000 modificat pentru utilizare ca materialul **52** al prăjinii de pompare poate cuprinde un conținut de carbon de 0,08 - 0,15%, un adaos de aproximativ 0,04% niobiu, un adaos de aproximativ 0,5% nichel și un adaos de aproximativ 0,20% molibden.

Un alt aliaj de oțel inoxidabil UNS S41000 modificat, potrivit pentru utilizarea ca materialul **52** al prăjinii de pompare poate cuprinde un conținut de carbon de 0,08 - 0,15%, un adaos de aproximativ 0,015% titan, un adaos de aproximativ 0,5% nichel și un adaos de aproximativ 0,20% molibden.

În unele exemple, un diametru al barei **54** poate fi de aproximativ 0,75 inch (~ 1,9 cm). Totuși, scopul acestei invenții nu se limitează la niciun diametru, lungime, dimensiune sau material particular al barei **54**.

Referindu-ne suplimentar acum la FIG. 3, prăjina de pompare **50** este ilustrată după o operație de forjare. În acest exemplu, un capăt al barei **54** este încălzit la temperatura dorită de forjare și este apoi deformat folosind un ciocan sau presă și o matriță (nereprezentate). Când operațiunea de forjare este încheiată, capătul barei **54** are zone finisate grosier pentru fațete de cheie **56** și filete **58**. Fațetele de cheie **56** și filetele **58** pot fi finisate în etapele următoare ale metodei.

Temperatura de forjare este selectată pentru a asigura o modelare facilă (deformare) a capătului barei **54**, evitând în același timp formarea microstructurii cristaline δ-ferită în materialul **52**. Într-un exemplu, capătul barei **54** poate fi forjat satisfăcător la aproximativ 2350°F (~ 1288°C) +/- 50°F (~ 28°C). Alte temperaturi de forjare pot fi utilizate în alte exemple (de exemplu, o temperatură de forjare mai mare sau mai mică poate fi utilizată în funcție de o secțiune transversală a materialului **52**).

Referindu-ne suplimentar acum la FIG. 4, prăjina de pompare **50** este reprezentată într-o operație de tratament termic. În cazul în care capetele barei **54** sunt forjate (de exemplu, aşa cum s-a descris mai sus în legătură cu FIG. 3), operația de tratament termic poate fi efectuată după operația de forjare.

Așa cum este ilustrat în FIG. 4, prăjina de pompare **50** este plasată într-un furnal sau cuptor **60** de tratament termic. În exemplul din FIG. 4, cuptorul **60** include un arzător sau element de încălzire **62**, un senzor de temperatură **64** și o suflantă **66**. Suflanta **66** poate forța aerul **68** să circule la debitul dorit prin cuptorul **60** pentru a reduce astfel temperatura prăjinii de pompare **50** după o etapă de întărire descrisă mai detaliat mai jos.

Elementul de încălzire **62** este ilustrat în FIG. 4 ca element cu rezistență electrică, dar alte tipuri de surse de încălzire (cum ar fi un arzător cu combustibil ars) pot fi utilizate în alte exemple. Senzorul de temperatură **64** poate cuprinde oricare dintre diferitele tipuri de senzori și indicatori de temperatură (cum ar fi, un pirometru, un termocuplu, etc.).

Elementul de încălzire **62**, senzorul de temperatură **64** și suflanta **66** sau oricare dintre ele, pot fi conectate la un sistem de control (nu este prezentat) pentru controlul automat al temperaturii în cuptorul **60**, pentru menținerea temperaturii dorite și pentru controlul timpului petrecut la o anumită temperatură. Sistemul de control ar putea include, de exemplu, un controler logic programabil (PLC) care utilizează un algoritm proporțional-integral-derivat (PID). În mod alternativ, temperaturile și timpii din operația de tratament termic pot fi controlate manual. Astfel, scopul acestei invenții nu se limitează la niciun mijloc special pentru controlul temperaturii în operația de tratament termic.

În acest exemplu, operația de tratament termic cuprinde creșterea temperaturii prăjinii de pompare **50** la mai mult decât temperatura de transformare a martensitei pentru materialul **52** și apoi răcirea cu aer. Prăjina de pompare **50** este apoi

temperată la starea sa finală prin reîncălzire, obținând astfel niveluri satisfăcătoare de rezistență la coroziune, duritate, rezistență, tenacitate și rezistență la impact.

De exemplu, temperatura prăjinii de pompare **50** poate fi menținută la aproximativ 1800°F (~ 982°C) +/- 15°F (~ 8°C) timp de aproximativ 30 de minute pentru a întări materialul **52**. Prăjina de pompare **50** poate fi apoi răcită cu aer prin circularea aerului **68** la aproximativ 15 picioare cubice pe minut (~ 425 litri pe minut) +/- 5 picioare cubice pe minut (~ 142 litri pe minut) peste prăjina de pompare.

După răcirea cu aer, prăjina de pompare **50** poate fi temperată. De exemplu, prăjina de pompare **50** poate fi temperată prin creșterea temperaturii sale la aproximativ 1200°F (~ 649°C) +/- 25°F (~ 14°C) și menținerea acestei temperaturi aproximativ 45 minute până la o oră.

Într-un exemplu, o bară **54** de oțel inoxidabil clasa 410 SAE cu diametrul de 1,9 cm poate fi forjată la aproximativ 1288°C, întărită prin încălzirea la 982°C timp de aproximativ 30 de minute, răcită cu aer forțat la aproximativ 15 picioare cubice pe minut (~ 425 litri pe minut) și apoi temperată la aproximativ 649°C pentru aproximativ 45 de minute. Un astfel de material **52** tratat termic poate avea o valoare a energiei de impact Izod de aproximativ 87 picior-livre (~ 118 Nm), o alungire de aproximativ 21%, o reducere a suprafeței de aproximativ 69%, o rezistență la tracțiune de aproximativ 127,600 livre per inch pătrat (~ 880 MPa) și o limită de curgere de aproximativ 107.200 livre per inch pătrat (~ 740 MPa).

Referindu-ne suplimentar acum la FIG. 5, un exemplu de schemă de flux pentru o metodă **70** de producere a unei prăjini de pompare este ilustrat în mod reprezentativ. Pentru claritatea și concizia descrierii, metoda **70** este reprezentată în FIG. 5 și descrisă mai jos așa cum poate fi utilizată pentru producerea prăjинii de pompare **50** din FIG. 3 și 4 pentru utilizare în sistemul de ridicare artificială **10** din FIG. 1.

Totuși, trebuie înțeles clar că, în alte exemple, metoda **70** ar putea fi utilizată pentru producerea altor tipuri de prăjini de pompare pentru a fi utilizate în alte tipuri de sisteme de ridicare artificială. În consecință, scopul acestei invenții nu se limitează la nici un detaliu particular al metodei **70** așa cum este descrisă aici sau ilustrată în desene.

În etapa **72**, materialul **52** este încălzit la o temperatură de forjare în pregătirea forjării (etapa **74**). Pentru un material din oțel inoxidabil martensitic clasa 410 SAE sau clasa S41000 UNS, temperatura de forjare poate fi de aproximativ 2350°F (~

1288°C) +/- 50°F (~ 28°C). Temperatura de forjare poate varia, de exemplu, pe baza selecției materialului, grosimii secțiunii transversale, valorii deformării, etc. Temperatura de forjare poate fi selectată pentru a permite deformarea materialului **52** aşa cum se dorește cu relativ puține lovitură de ciocan și pentru a diminua formarea de faze nedorite, cum ar fi δ-ferită în material.

În etapa **74**, materialul **52** este forjat la o formă dorită, imediat după atingerea temperaturii de forjare. În acest exemplu (a se vedea FIG. 3), capătul barei **54** este lovit cu un ciocan și o matriță, astfel încât capătul barei este configurațat pentru fațetele de cheie **56** și filetele **58**. În alte exemple, se pot utiliza configurații sau forme diferite.

În unele exemple, materialul **52** poate să nu fie forjat deloc. În astfel de exemple, etapele **72** și **74** pot să nu fie efectuate.

În etapele **76**, **78** și **80**, se efectuează o procedură de tratament termic. Aceste etape cresc o duritate și rezistența materialului **52**, asigurând în același timp tenacitate și rezistență la impact adecvate.

În etapa **76**, materialul **52** este întărit prin menținerea materialului la o anumită temperatură ridicată pentru o anumită durată. Pentru un material din oțel inoxidabil martensitic din clasa 410 SAE sau clasa S41000 UNS, temperatura ridicată poate fi de aproximativ 1800°F (~ 982°C) +/- 15°F (~ 8°C), iar durata poate fi de aproximativ 30 minute. Alte temperaturi și perioade de întărire pot fi utilizate în alte exemple.

În etapa **78**, materialul **52** este călit. În acest exemplu, se folosește o tehnică de răcire cu aer. În exemplul din FIG. 4, suflanta **66** suflă aerul **68** pe prăjina de pompare **50** cu un debit de aproximativ 15 picioare cubice pe minut (~ 425 litri pe minut) +/- 5 picioare cubice pe minut (~ 142 litri pe minut). Alte debite pot fi utilizate în alte exemple, cu debitul variind în funcție de factori, cum ar fi, masa materialului **52**, viteza de răcire dorită, etc.

În etapa **80**, materialul **52** este temperat prin creșterea temperaturii sale la o anumită temperatură de temperare și menținerea acestei temperaturi pentru o anumită durată. Pentru un material din oțel inoxidabil martensitic clasa 410 SAE sau clasa S41000 UNS, temperatura de temperare poate fi de aproximativ 1200°F (~ 649°C) +/- 25°F (~ 14°C), iar durata poate fi de aproximativ 45 de minute la o oră. Alte temperaturi și dure de temperare pot fi utilizate în alte exemple.

În etapa **82**, prăjina de pompare **50** este finalizată. De exemplu, fațetele de cheie **56** pot fi prelucrate finisat la o dimensiune dorită, iar filetele **58** pot fi formate la capătul barei **54**. Pot fi formate filete interioare sau exterioare sau alte tipuri de

mijloace de conectare. Aranjamentele pentru fațetele de cheie **56** și filetele **58** ilustrate în FIG. 3 sunt optionale, deoarece etapele de forjare **72**, **74** sunt de asemenea optionale, iar alte tipuri de capete de prăjini de pompare pot fi utilizate în alte exemple.

În unele exemple, o porțiune sau întreaga finisare poate fi efectuată înainte de etapele de tratament termic **76**, **78**, **80**. Nimic sau mai puțin din întreaga finisare poate fi efectuată după etapele de tratament termic **76**, **78**, **80**.

Așa cum s-a menționat mai sus, garnitura de prăjini **18** poate cuprinde o prăjină de pompare **50** continuă. Prăjina de pompare **50** poate fi "continuă" prin faptul că poate avea o lungime de aproximativ 200-1000 picioare (~ 61-305 metri) sau mai lungă. În aceste exemple, etapele de forjare **72**, **74** pot să nu fie utilizate (de exemplu, filetele **58** sau sudurile ar putea fi fabricate pe capetele prăjinii de pompare **50** în locația puțului sau într-o altă locație din teren), iar prăjina de pompare poate să nu fie conținută în cuptorul **60** pentru tratamentul termic (de exemplu, prăjina de pompare poate fi deplasată într-un cuptor în timpul tratamentului termic, de exemplu, cu o viteză de aproximativ 10ft/min sau 3m/min).

O compoziție adecvată pentru prăjina de pompare **50** poate cuprinde (valori aproximative) 12% crom, 0,08-0,15% carbon, mangan în intervalul 0,3 până la 1,6%, siliciu în intervalul 0,15 până la 0,6%, mai puțin de 0,025% fosfor, mai puțin de 0,025% (cu o cantitate mică (de exemplu, 0,002%) de calciu în oala de turnare de rafinare, dacă este prezent sulf) și 0,02-0,10% molibden pentru o rezistență sporită. Nichelul poate fi prezent în compoziție la aproximativ 0,15-0,20%, cu cuprul la aproximativ 0,25-0,30% dacă este prezent nichel, pentru o rezistență crescută la coroziune.

Pentru o sudabilitate îmbunătățită, se poate adăuga vanadiu în intervalul de la 0,03 la 0,05%. Ca o alternativă la vanadiu, niobiu sau titan poate fi adăugat relativ târziu la oala de turnare. În prezent, titanul este preferat niobiului în acest scop. Dacă se folosește niobiu, acesta se poate situa în intervalul de 0,02 - 0,05% (de preferință aproximativ 0,02%). Dacă se folosește titan, acesta poate fi în intervalul de 0,012 - 0,015%.

Compoziția de mai sus pentru materialul **52** este potrivită pentru utilizarea cu prăjina de pompare continuă **50** în aplicații în care este expusă la medii de puț anaerobe care conțin gaz acid. Totuși, materialul **52** poate fi utilizat în alte medii de puț, în conformitate cu scopul acestei dezvăluiri.

Materialul **52** poate fi întărit prin încălzire la aproximativ 2350°F (~ 1288°C). Temperatura și durata de întărire pot varia, în parte, în funcție de un diametru sau grosimea materialului **52**.

Materialul **52** poate fi apoi configurat (de exemplu, prin reducerea diametrului cu ajutorul unor valuri sau prin imprimarea unei secțiuni transversale în formă de eliptică) în timp ce este fierbinte. După configurare, materialul **52** poate fi lăsat să se răcească în aer până la aproximativ 200°F (~ 93°C), și apoi temperat la aproximativ 1100-1200°F (~ 593-649°C).

După temperare și răcirea ulterioară, prăjina de pompare continuă **50** poate fi înfășurată pe o bobină sau tambur pentru depozitare și livrare adecvată către o locație de puț. În locația de puț, prăjina de pompare **50** poate fi derulată de pe bobină sau tambur, pe măsură ce este instalată în puț. În acest scop, poate fi utilizat un echipament cunoscut specialiștilor în domeniu sub forma unui injector.

Temperaturile și duratele menționate mai sus pentru întărire, răcire și temperare pot varia în funcție de o varietate de factori incluzând, de exemplu, un diametru sau grosimea secțiunii transversale a prăjinii de pompare **50** și componența specifică a materialului **52**. Prin urmare, scopul acestei dezvoltări nu se limitează la temperaturile sau duratele descrise mai sus pentru tratamentul termic al materialului **52**.

Referindu-ne suplimentar acum la FIG. 6-8, sunt ilustrate reprezentativ exemple ale unui sistem **90** și unei metode **110** pentru producerea prăjinii de pompare **50** în formă continuă. Prăjina de pompare continuă **50** produsă de sistemul **90** și metoda **110** poate fi utilizată în sistemul de puț **10** și metoda din FIG. 1, sau poate fi utilizată cu alte sisteme de puțuri și metode.

Așa cum este ilustrat în FIG. 6, materialul **52** al prăjinii de pompare (a se vedea FIG. 2 și 3) poate fi prevăzută sub formă de bară **54**, de exemplu, înfășurată în jurul unei bobine sau tambur **92**. Atunci când este livrată, bara **54** poate avea un diametru exterior (sau o altă dimensiune exterioară) mai mare decât cea a prăjinii de pompare finite **50**. În alte exemple, materialul **52** poate fi furnizat în alte forme sau configurații inițiale, iar materialul nu este înfășurat neapărat în jurul bobinei **92** atunci când este livrat.

Bara **54** poate fi încălzită la aproximativ 2350°F (~ 1288°C), de exemplu, folosind un încălzitor cu inducție **94** pentru reducerea dimensiunii și/sau configurare.

Căldura pentru configurare poate fi, de asemenea, utilizată pentru întărirea materialului prăjinii **52** prin transformare martensitică.

Așa cum am menționat mai sus, temperatura și durata de întărire pot varia parțial în funcție de un diametru sau o grosime a materialului **52**. Acest lucru poate fi realizat prin controlul distanței dintre etapa de formare **96** și patul de răcire **98**, împreună cu controlul vitezei de deplasare a prăjinii **50**.

Bara **54** poate fi configurată (de exemplu, prin reducerea diametrului său exterior folosind valțurile **96** sau prin imprimarea unei secțiuni transversale eliptice sau o altfel de formă) în timp ce este fierbinte. Bara **54** poate fi lăsată să se răcească în aer, de exemplu, pe un pat de răcire **98**, până la aproximativ 200°F (~ 93°C).

În exemplul din FIG. 6, materialul **52** este temperat, de exemplu, folosind un alt încălzitor cu inducție **100**, la aproximativ 1100-1300°F (~ 593-704°C), după patul de răcire **98**. Un alt pat de răcire **102** poate fi apoi utilizat pentru a răci prăjina de pompare **50**, de exemplu, până aproape de temperatura ambientă. Prăjina de pompare continuă **50** poate fi înfășurată pe o bobină sau tambur **104** pentru o depozitare și livrare adecvată într-o locație a puțului sau într-o altă locație.

Așa cum este ilustrat în FIG. 7, este ilustrat în mod reprezentativ un exemplu de porțiune de conectare **90a** optională a sistemului **90**. În exemplul din FIG. 7, două secțiuni **50a, b** ale prăjinii de pompare **50** sunt unite cu ajutorul unui aparat de sudură **106**. Aparatul de sudură **106** produce o conexiune sudată **108** între secțiunile **50a, b** ale prăjinii de pompare.

Un încălzitor prin inducție **100a** (cum ar fi, încălzitorul prin inducție **100** ilustrat în FIG. 6) și patul de răcire **102a** (cum ar fi patul de răcire **102** ilustrat în FIG. 6) poate fi utilizat după aparatul de sudură **106** pentru a tempera și apoi răci conexiunea sudată **108** și secțiunile adiacente **50a, b** ale prăjinii de pompare.

Conexiunea sudată **108** poate fi produsă în sistemul **90** ilustrat în FIG. 6 după patul de răcire **102** și înainte de înfășurarea prăjinii de pompare **50** în jurul bobinei **104**. Alternativ, conexiunea sudată **108** poate fi produsă într-o locație din teren, folosind porțiunea de conectare **90a** ilustrată în FIG. 7 în locația din teren.

Așa cum este ilustrat în FIG. 8, un exemplu al metodei **110** de producere a prăjinii de pompare **50** este ilustrat în mod reprezentativ sub formă de schemă de flux. Etapele **112-126** prezentate în FIG. 8 reprezintă etapele descrise mai sus pentru producerea prăjinii de pompare **50** în formă continuă, folosind sistemul **90**. Totuși, etapele **112-126** nu sunt limitate în mod obligatoriu la etapele descrise mai sus, iar

metoda **110** poate fi utilizată cu alte sisteme, în conformitate cu principiile acestei dezvăluiiri.

În etapa **112**, materialul **52** al prăjinii de pompare este încălzit inițial. De exemplu, materialul **52** poate fi întărit prin încălzirea acestuia la o temperatură mai mare decât o temperatură de transformare a martensitei pentru material. După cum s-a descris mai sus, temperatura poate fi de aproximativ 2350°F (~ 1288°C). Această etapă de încălzire **112** poate de asemenea pregăti materialul **52** pentru configurarea ulterioară.

În etapa **114**, materialul **52** este configurat în timp ce este fierbinte. Așa cum s-a descris mai sus, un diametru exterior al barei **54** poate fi redus, sau bara poate avea o secțiune transversală în formă eliptică sau altă formă nerotundă.

În etapa **116**, materialul **52** este răcit, de exemplu, prin răcire cu aer. În acest exemplu, nu se folosește răcirea cu aer forțat.

În etapa **118**, materialul **52** este temperat. După cum s-a discutat mai sus, temperatura de temperare poate fi de aproximativ 1100-1300°F (~ 593-704°C). În etapa **120**, după temperare, materialul **52** este din nou lăsat să se răcească în aer.

În etapa **122**, secțiunile **50a, b** (a se vedea FIG. 7) a prăjinii de pompare **50** sunt sudate împreună. În etapa **124**, conexiunea sudată **108** este temperată și apoi este lăsată să se răcească. În etapa **126**, prăjina de pompare **50** este înfășurată sau spiralată în jurul bobinei sau tamburului **104**.

Acum se poate aprecia pe deplin că dezvăluirea de mai sus oferă progrese semnificative în domeniul sistemelor de ridicare artificială, incluzând domeniul producerii de prăjini de pompare pentru utilizarea în sisteme de ridicare artificială. Într-un exemplu descris mai sus, o prăjină de pompare **50** poate fi formată dintr-un oțel inoxidabil martensitic și poate avea o lungime de cel puțin 60 de metri. Prăjina de pompare **50** poate fi continuă și poate fi păstrată prin înfășurarea pe o bobină sau un tambur **104**. Prăjina de pompare **50** are o rezistență dorită la coroziune, împreună cu rezistență, tenacitate și rezistență la impact, adecvate pentru utilizarea într-un mediu de puț aspru.

O prăjină de pompare **50** pentru utilizarea într-un puț subteran este furnizată în domeniu prin dezvăluirea de mai sus. Într-un exemplu, prăjina de pompare **50** poate cuprinde un material din oțel inoxidabil martensitic **52** cuprinzând crom în intervalul 11,5 la 13% și carbon în intervalul de 0,08 la 0,15% și o lungime a prăjinii de pompare **50** fiind de cel puțin 60 metri.

Materialul **52** poate cuprinde mangan în intervalul de 0,3 la 1,6%.

Materialul **52** poate cuprinde siliciu în intervalul de 0,15 la 0,6%.

Materialul **52** poate cuprinde mai puțin de 0,025% fosfor.

Materialul **52** poate cuprinde mai puțin de 0,025% sulf.

Materialul **52** poate cuprinde molibden în intervalul de 0,02 la 0,10%.

Materialul **52** poate cuprinde cel puțin unul dintre vanadiu, titan și niobiu.

Conținutul de vanadiu poate fi în intervalul de 0,03 până la 0,05%. Conținutul de titan poate fi în intervalul de 0,012 până la 0,015%. Conținutul de niobiu poate fi în intervalul de 0,02 până la 0,05%.

Materialul **52** poate cuprinde aproximativ 0,15% nichel. Materialul **52** poate cuprinde adaosuri de nichel și cupru. Adaosurile de nichel și cupru pot cuprinde aproximativ 0,30% cupru și aproximativ 0,20% nichel.

O metodă de producere a unei prăjini de pompare **50** pentru utilizare într-un puț subteran este de asemenea descrisă mai sus. Într-un exemplu, metoda poate cuprinde: producerea unui material din oțel inoxidabil martensitic **52** al prăjinii de pompare **50**, materialul **52** cuprinzând crom în intervalul 11,5 până la 13% și carbon în intervalul de la 0,08 la 0,15%; tratamentul termic al materialului **52**; și înfășurarea materialului **52** pentru depozitare.

Etapa de producere poate cuprinde configurarea materialului **52** în timp ce lungimea materialului **52** este de cel puțin 60 de metri.

Etapa de tratament termic poate include întărirea materialului **52** prin încălzirea la o temperatură de cel puțin o temperatură de transformare a martensitei pentru materialul **52**, apoi permiterea materialului **52** să se răcească și apoi temperarea materialului **52**.

Metoda poate include configurarea materialului **52** după etapa de încălzire și înainte de etapa de a permite materialului **52** să se răcească.

Metoda poate include fabricarea conexiunilor (cum ar fi, formarea filetelor **58** sau conexiunile sudate **108**) și îmbinarea secțiunilor prăjinii de pompare **50** în locația din teren (cum ar fi, în locația puțului, un atelier din teren, etc.).

Deși diverse exemple au fost descrise mai sus, fiecare exemplu având anumite caracteristici, trebuie înțeles că nu este necesar ca o anumită caracteristică a unui exemplu să fie utilizată exclusiv cu acel exemplu. În schimb, oricare dintre caracteristicile descrise mai sus și/sau ilustrate în desene pot fi combinate cu oricare dintre exemple, pe lângă sau în substituție pentru oricare dintre celelalte caracteristici

ale acestor exemple. Caracteristicile unui exemplu nu exclud reciproc caracteristicile unui alt exemplu. În schimb, scopul acestei invenții cuprinde orice combinație cu oricare dintre caracteristici.

Deși fiecare exemplu descris mai sus include o anumită combinație de caracteristici, trebuie înțeles că nu este necesar ca toate caracteristicile unui exemplu să fie utilizate. În schimb, oricare dintre caracteristicile descrise mai sus poate fi utilizată, fără ca nici o altă caracteristică sau caracteristici particulare să fie de asemenea utilizate.

Trebuie înțeles că diferitele exemple de realizare descrise aici pot fi utilizate în diverse orientări, cum ar fi înclinate, inversate, orizontale, verticale, etc. și în diferite configurații, fără a se îndepărta de principiile acestei invenții. Exemplele de realizare sunt descrise doar ca exemple de aplicații utile ale principiilor invenției, care nu se limitează la niciun detaliu specific al acestor exemple de realizare.

Termenii "inclusiv", "include", "cuprinză", "cuprindă" și termenii similari sunt folosiți în sens nelimitativ în această specificație. De exemplu, dacă un sistem, metodă, aparat, dispozitiv, etc. este descris ca "inclusiv" o anumită caracteristică sau element, sistemul, metoda, aparatul, dispozitivul, etc. poate include acea caracteristică sau element și poate, de asemenea, include alte caracteristici sau elemente. În mod similar, termenul „cuprindă” este considerat a însemna „cuprindă, dar nu se limitează la”.

Bineînțeles, o persoană de specialitate în domeniu ar putea, după o examinare atentă a descrierii de mai sus a exemplelor de realizare reprezentative ale invenției, să aprecieze cu ușurință că multe modificări, adăugiri, înlocuiri, eliminări și alte modificări pot fi aduse la exemplele de realizare specifice, și astfel de schimbări sunt avute în vedere de principiile acestei invenții. De exemplu, structurile dezvăluite ca fiind formate separat pot fi, în alte exemple, formate integral și invers. În consecință, descrierea detaliată de mai sus trebuie să fie înțeleasă în mod clar ca fiind oferită doar ca ilustrare și cu titlu de exemplu, spiritul și scopul invenției fiind limitate doar de revendicările anexate și echivalențele lor.

REVENDICĂRI

1. Prăjină de pompare pentru utilizarea într-un puț subteran, prăjina de pompare cuprinzând:

un material din oțel inoxidabil martensitic cuprinzând crom în intervalul de la 11,5 până la 13% și carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%, și
o lungime a prăjinii de pompare fiind de cel puțin 60 de metri.

2. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mangan în intervalul de la 0,3 până la 1,6%.

3. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar siliciu în intervalul de la 0,15 până la 0,6%.

4. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% fosfor.

5. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% sulf.

6. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar molibden în intervalul de la 0,02 până la 0,10%.

7. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar cel puțin unul din grupul constând din vanadiu, titan și niobiu.

8. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar vanadiu în intervalul de la 0,03 până la 0,05%.

9. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar titan în intervalul de la 0,012 până la 0,015%.

10. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar niobiu în intervalul de la 0,02 până la 0,05%.

11. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar aproximativ 0,15% nichel.

12. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar adaosuri de nichel și cupru.

13. Prăjină de pompare conform revendicării 12, în care adaosurile de nichel și cupru cuprind aproximativ 0,30% cupru și aproximativ 0,20% nichel.

14. Metodă de producere a unei prăjini de pompare pentru utilizarea într-un puț subteran, metoda cuprinzând:

producerea unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjинii de foraj, materialul cuprinzând crom în intervalul de la 11,5 până la 13% și carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%;

tratamentul termic al materialului; și

înfășurarea materialului pentru depozitare.

15. Metodă conform revendicării 14, în care producerea materialului din oțel inoxidabil martensitic cuprinde configurarea materialului în timp ce o lungime a materialului este de cel puțin 60 metri.

16. Metodă conform revendicării 14 în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% fosfor.

17. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% sulf.

18. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar molibden în intervalul de la 0,02 până la 0,10%.

19. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar cel puțin unul din grupul constând din vanadiu, titan și niobiu.

20. Metodă conform revendicării 14, în care tratamentul termic cuprinde întărirea materialului prin încălzirea la o temperatură cel puțin egală cu o temperatură de transformare a martensitei pentru material, permitând apoi răcirea materialului și apoi temperarea materialului.

21. Metodă conform revendicării 20, care cuprinde suplimentar configurarea materialului după încălzire și înainte de a permite răcirea materialului.

22. Metodă conform revendicării 14, care cuprinde suplimentar fabricarea conexiunilor și a secțiunilor de îmbinare ale prăjinii de pompare într-o locație din teren.

23. Prăjină de pompare produsă conform metodei conform revendicării 14.

REVENDICĂRI AMENDATE

1. Prăjină de pompare continuă pentru utilizarea într-un puț subteran, prăjina de pompare continuă cuprinzând:

un material din oțel inoxidabil martensitic cuprinzând crom în intervalul de la 11,5 până la 13%, și carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%, și
în care o lungime a prăjinii de pompare continue este de cel puțin 60 de metri.

2. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mangan în intervalul de la 0,3 până la 1,6%.

3. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar siliciu în intervalul de la 0,15 până la 0,6%.

4. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% fosfor.

5. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% sulf.

6. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar molibden în intervalul de la 0,02 până la 0,10%.

7. Prăjină de pompare conform revendicării 1, în care materialul cuprinde suplimentar cel puțin unul din grupul constând din vanadiu, titan și niobiu.

14. Metodă de producere a unei prăjini de pompare continue pentru utilizarea într-un puț subteran, metoda cuprinzând:

producerea unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinii de foraj continu, materialul cuprinzând crom în intervalul de la 11,5 până la 13% și carbon în intervalul de la 0,08 până la 0,15%;

tratamentul termic al materialului; și

înfășurarea materialului pentru depozitare.

15. Metodă conform revendicării 14, în care producerea materialului din oțel inoxidabil martensitic cuprinde configurarea materialului în timp ce o lungime a materialului este de cel puțin 60 metri.

16. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% fosfor.

17. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar mai puțin de 0,025% sulf.

18. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar molibden în intervalul de la 0,02 până la 0,10%.

19. Metodă conform revendicării 14, în care materialul cuprinde suplimentar cel puțin unul din grupul constând din vanadiu, titan și niobiu.

20. Metodă conform revendicării 14, în care tratamentul termic cuprinde întărirea materialului prin încălzirea la o temperatură cel puțin egală cu o temperatură de transformare a martensitei pentru material, permitând apoi răcirea materialului și apoi temperarea materialului.

21. Metodă conform revendicării 20, care cuprinde suplimentar configurarea materialului după încălzire și înainte de a permite răcirea materialului.

22. Metodă conform revendicării 14, care cuprinde suplimentar fabricarea conexiunilor și a secțiunilor de îmbinare ale prăjinii de pompăre într-o locație din teren.

23. Prăjină de pompăre continuă produsă prin metoda conform revendicării 14.

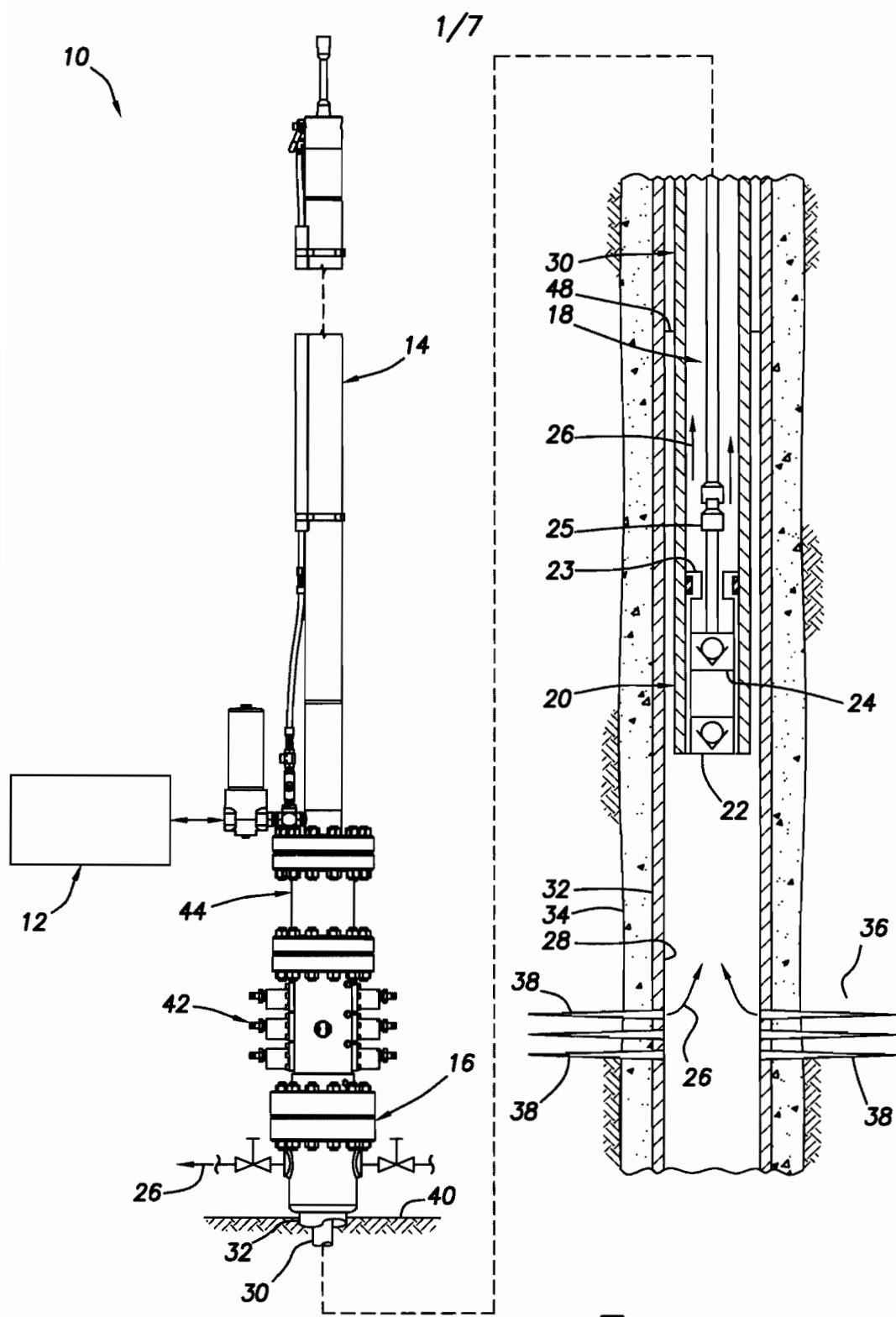


FIG.1

2/7

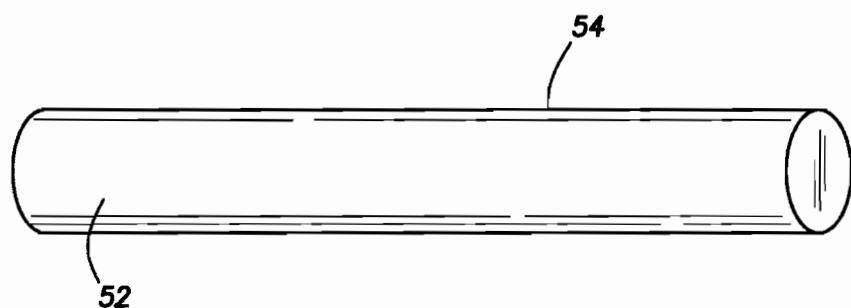


FIG.2

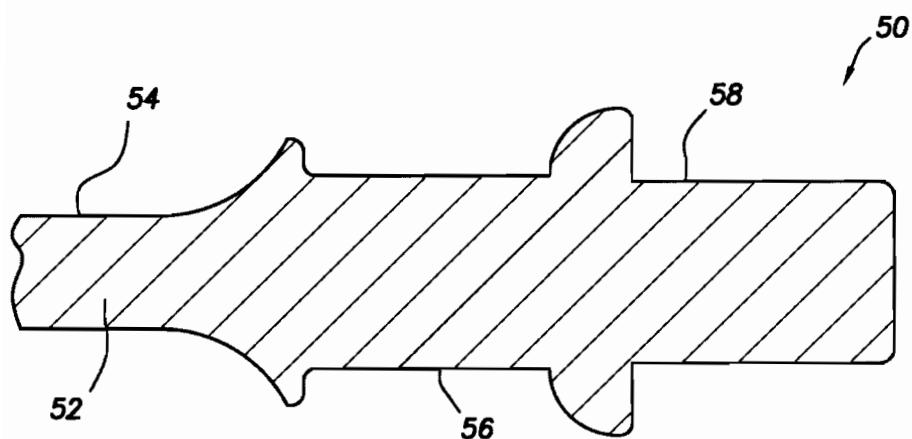


FIG.3

3/7

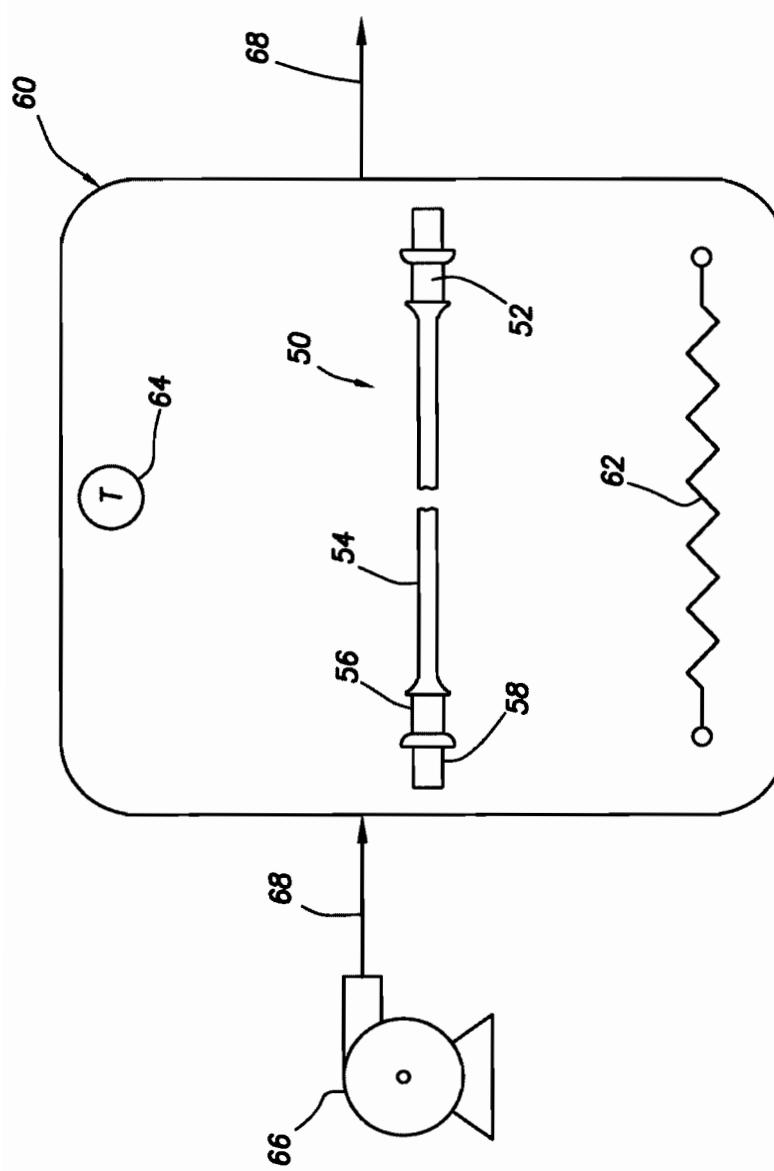


FIG.4

4/7

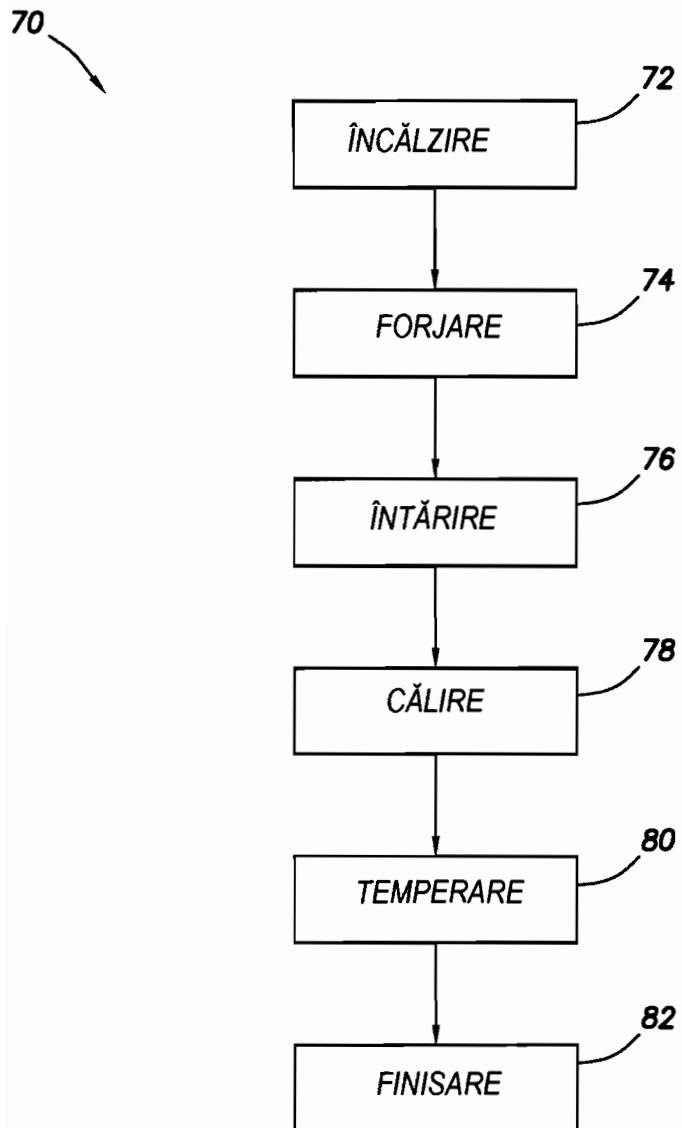


FIG.5

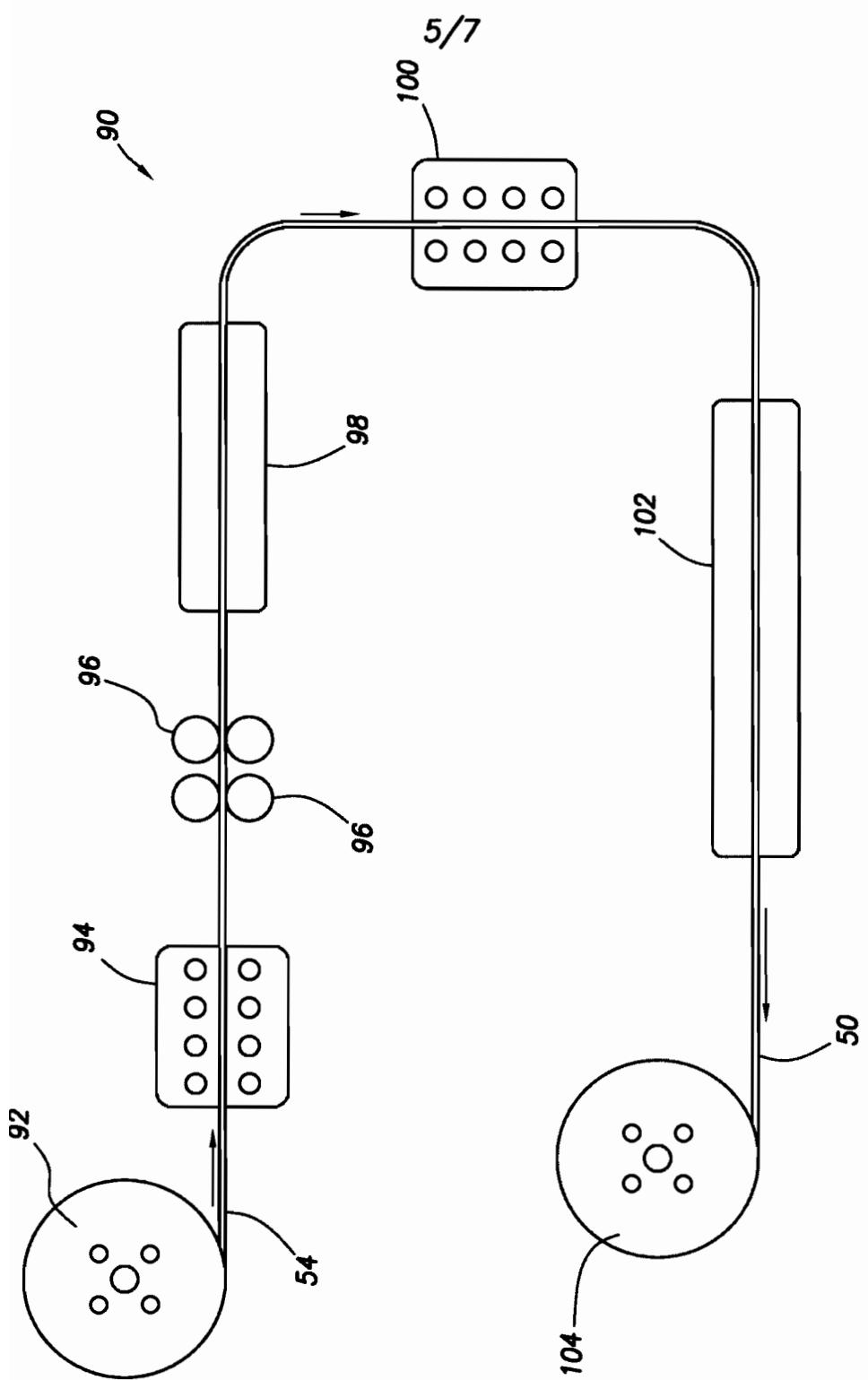


FIG. 6

6/7

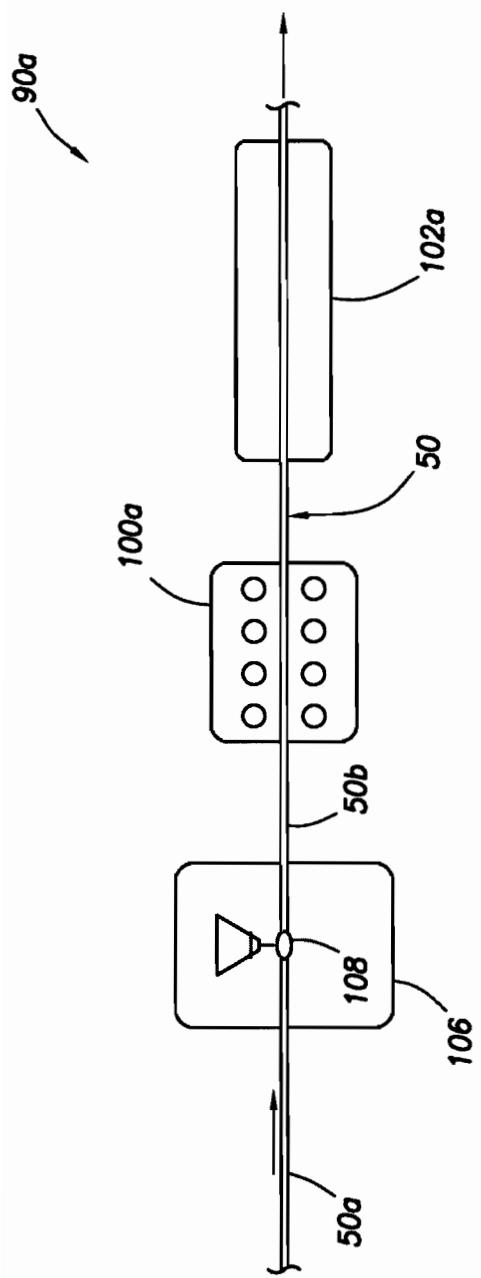


FIG.7

7/7

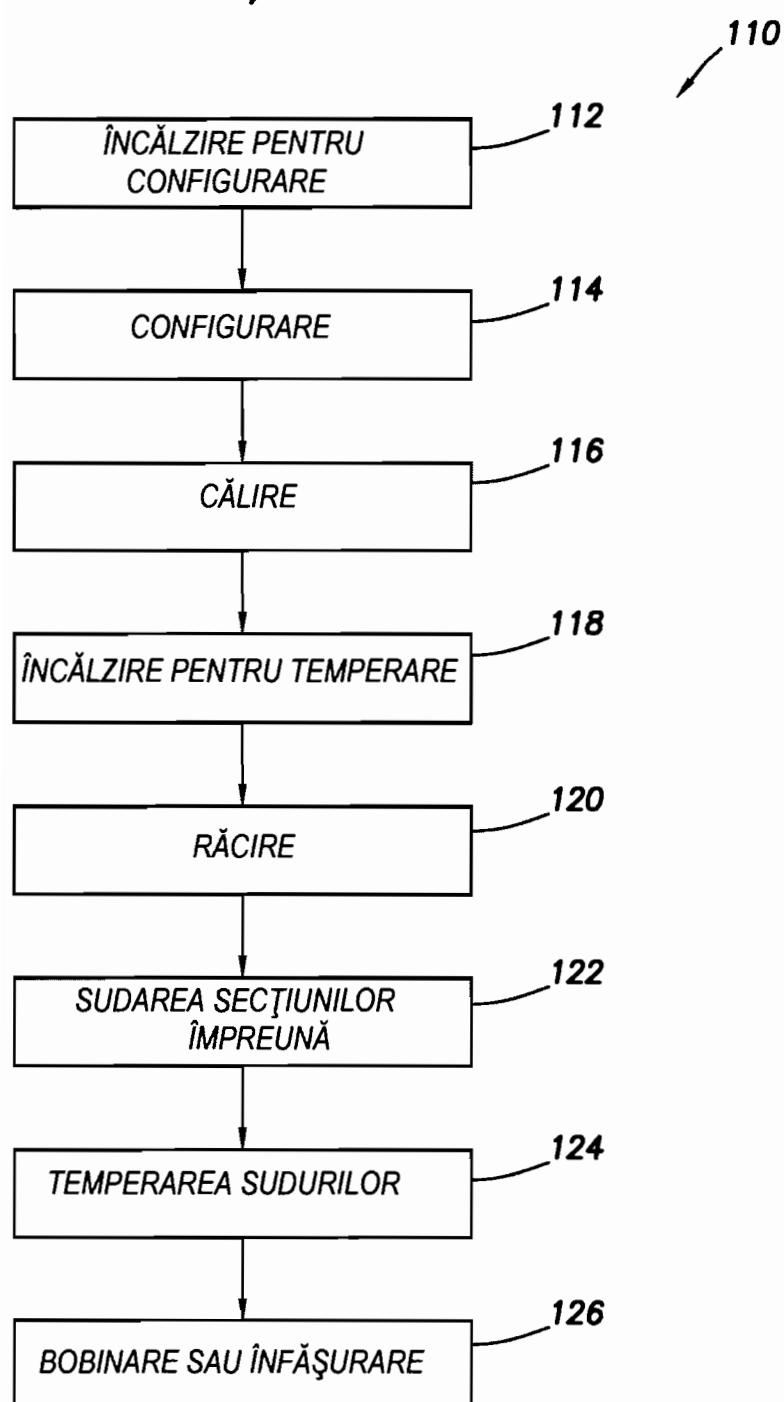


FIG.8