



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00062

(22) Data de depozit: 11/08/2017

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

(86) Cerere internațională PCT:  
Nr. US 2017/046597 11/08/2017

(87) Publicare internațională:  
Nr. WO 2019/032121 14/02/2019

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

(72) Inventatori:  
• MARTINEZ OSCAR E.,  
11909 SPENCER ROAD, HUSTON,  
TX77041, US;  
• STACHOWIAK JR., JOHN, 11909  
SPENCER ROAD, HUSTON, TX77041, US;  
• BADRAK ROBERT P., 11909 SPENCER  
ROAD, HUSTON, TX77041, US

(74) Mandatar:  
CABINET M.OPROIU - CONSILIERE ÎN  
PROPRIETATE INTELLECTUALĂ 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 pentru utilizarea într-un puț subteran, și la o metodă de producere a acesteia, în care metoda include menținerea la o temperatură aproximativ ridicată, și apoi răcirea cu aer a unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinii de pompare. Invenția se mai referă la un sistem de ridicare artificială, și la o metodă de circulare a unui fluid dintr-un puț, în care metoda include conectarea mai multor prăjini de pompare temperate și răcite cu aer, astfel încât să formeze o garnitură de prăjini conectate la o pompă de la fundul puțului, și acționarea pompei de la fundul puțului, circulând astfel fluidul din puț. Prăjina de pompare, conform invenției, poate include o compoziție de oțel inoxidabil, ce are un conținut de carbon limitat la intervalul de la 0,08% până la 0,15%, un conținut de vanadiu de până la 0,2%, un conținut de niobiu de până la 0,1%, un conținut de titan de până la 0,05%, un conținut de nichel de până la 0,99% și/sau un conținut de molibden de până la 1,0%.

Revendicări inițiale: 30  
Revendicări amendate: 25  
Figuri: 5

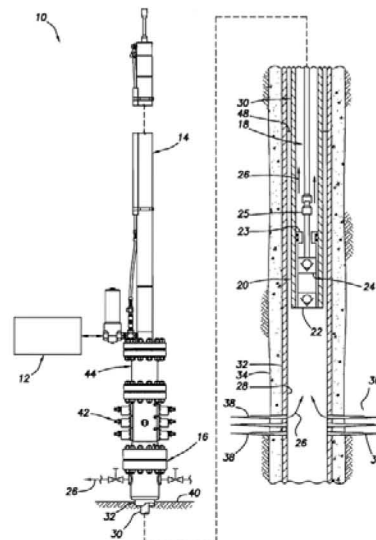


Fig. 1

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



## **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 pompă 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 condiții, 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 pompă” 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.

Prin urmare, se va aprecia cu ușurință că sunt necesare continuu îmbunătățiri în domeniul construcției și funcționării sistemelor de ridicare artificială. Astfel de îmbunătățiri pot fi utile pentru ridicarea țiteiului, 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 țitei 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 utilizată într-o metodă care implementează principiile acestei invenții.

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

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.

### 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 alternant o garnitură de prăjini **18** care se extinde în puț, acționând astfel o pompă de la fundul puțului **20**.

Garnitura de prăjini **18** este formată din prăjini de pompare individuale conectate între ele. Garnitura de prăjini **18** comunică mișcarea alternativă a acționatorului hidraulic **14** la pompa de la fundul puțului **20**.

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 alternant cu, garnitura de prăjini **18**, astfel încât fluidul **26** este pompat dintr-un puț **28** într-o garnitură de tubing de producție **30**. Cu toate acestea, 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 formațiune 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 țiței, 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 opțional, una sau mai multe linere (o coloană de liner este o țevă 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 carcasă 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 (descrisă mai detaliat mai jos) în jurul unei tije de piston a acționatorului hidraulic **14**. Tija pistonului (de asemenea descrisă mai detaliat mai jos) 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 bușă de tijă de supapă **25** de deasupra supapei de deplasare **24** să lovească un ghidaj al tije 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 bușă de tijă de supapă **25** este aproape de limita de deplasare inferioară maxim posibilă, astfel încât să nu lovească ghidajul tije 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). În plus, 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 ilustrată 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** 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 1,2%. 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%, 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 prăjinii de pompare poate fi adaptată pentru a maximiza performanța prăjinii de pompare prin încorporarea compoziției de bază a UNS S41000 și modificarea acesteia 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 0,99% 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 0,95% 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 pompă 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 material **52** al prăjinii de pompă **52** 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 pompă **50** este descrisă 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 și o matriță (nu este prezentate). 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  $\delta$ -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 pompă **50** este reprezentată într-o operație de tratament termic. În cazul în care capetele barei **54** sunt forjate (de exemplu, așa 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 pompă **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 pompă **50** după o etapă de întărire descrisă mai detaliat mai jos.

Elementul de încălzire **62** este ilustrat în FIG. 4 ca element 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.

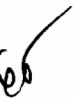
În acest exemplu, operația de tratament termic cuprinde creșterea temperaturii prăjirii de pompare **50** la mai mult decât temperatura de transformare a martensitei pentru materialul **52** și apoi răcirea cu aer. Prăjina de pompare **50** este apoi temperată la starea sa finală prin reîncălzire, obținând astfel niveluri satisfăcătoare de rezistență la coroziune, duritate, rezistență, tenacitate și rezistență la impact.

De exemplu, temperatura prăjirii 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 forțată 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 pompă 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 prăjinii de pompă **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 pompă 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** așa cum se dorește cu relativ puține lovituri 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 configurat 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 durate 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 opționale, deoarece etapele de forjare **72**, **74** sunt de asemenea opționale, 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 efectuat după etapele de tratament termic **76**, **78**, **80**.

Acum se poate aprecia pe deplin că dezvoltarea 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 (cum ar fi, clasa 410 SAE sau clasa S41000 UNS), care este întărit și răcit cu aer. 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 metodă **70** de producere a unei prăjini de pompare **50** pentru utilizarea într-un puț subteran este furnizată în domeniu prin descrierea de mai sus. Într-un exemplu, metoda poate include etapele de: menținerea unei temperaturi a unui material din oțel

inoxidabil martensitic **52** al prăjinii de pompare **50** la aproximativ o temperatură ridicată; iar apoi răcirea cu aer a materialului **52**.

Temperatura ridicată poate fi de aproximativ 982°C +/- 8°C. Temperatura ridicată poate fi menținută aproximativ 30 de minute.

Metoda poate include temperarea materialului **52** după etapa de răcire cu aer. Temperarea poate cuprinde menținerea temperaturii materialului **52** la o temperatură de temperare de aproximativ 649°C +/- 14°C. Temperarea poate cuprinde menținerea materialului **52** la temperatura de temperare pentru o durată de aproximativ 45 minute până la aproximativ o oră.

Metoda poate include forjarea materialului **52**. Etapa de forjare poate cuprinde ridicarea temperaturii materialului **52** la aproximativ 1288°C +/- 28°C înainte de deformarea materialului **52**.

Etapa de forjare poate include configurarea prăjinii de pompare **50** pentru a forma pe materialul **52** cel puțin una dintre fațetele de cheie **56** și filetele **58**.

Metoda poate include restricționarea conținutului de carbon al materialului la un interval de la 0,08% la 0,15%. În unele exemple, materialul **52** cuprinde până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și/sau până la 1,0% conținut de molibden.

Dezvăluirea de mai sus furnizează, de asemenea, în domeniu o prăjină de pompare **50** produsă prin metoda **70** descrisă mai sus.

O altă prăjină de pompare **50** este de asemenea prevăzută pentru utilizare într-un puț subteran. În acest exemplu, prăjina de pompare **50** poate cuprinde o compoziție de prăjină de pompare din oțel inoxidabil **52** în care un conținut de carbon este limitat la domeniul de la 0,08% la 0,15% și în care compoziția prăjinii de pompare **52** include cel puțin unul din grupurile constând din: până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

Compoziția **52** a prăjinii de pompare poate include aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

Compoziția **52** a prăjinii de pompare poate include aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,95% conținut de nichel și aproximativ 0,50% conținut de molibden.

Compoziția **52** a prăjinii de pompare poate include aproximativ 0,04% conținut de niobiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

Compoziția **52** a prăjinii de pompare poate include aproximativ 0,015% conținut de titan, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

Un conținut de crom din compoziția **52** a prăjinii de pompare poate fi de la 11,5 la 13,0%.

O altă metodă descrisă mai sus (de exemplu, metoda **70** din FIG. 5 combinată cu metoda din FIG. 1) poate include: producerea mai multor prăjini de pompare **50**, producerea cuprinzând menținerea temperaturii unui material din oțel inoxidabil martensitic **52** al prăjinilor de pompare **50** la aproximativ o temperatură ridicată, și apoi răcirea cu aer a materialului **52**; conectarea prăjinilor de pompare **50** într-o garnitură de prăjini **18**, conectarea incluzând conectarea garniturii de prăjini **18** la o pompă de la fundul puțului **20**; și acționarea pompei de la fundul puțului **20**, circulând astfel un fluid **26** din puț.

Dezvăluirea de mai sus oferă, de asemenea, un sistem de ridicare artificială **10** produs prin metoda descrisă mai sus.

Deși mai multe 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 caracteristici ale 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.

În descrierea de mai sus a exemplelor reprezentative, termenii direcționali (cum ar fi „sus”, „jos”, „superior”, „inferior” etc.) sunt folosiți pentru comoditate cu referire la desenele însoțitoare. Cu toate acestea, ar trebui să fie clar înțeles că scopul acestei invenții nu se limitează la nicio direcție particulară descrisă aici.

Termenii "incluzând", "include", "cuprinzând", "cuprinde" și termenii similari sunt folosiți în sens nelimitativ în această specificație. De exemplu, dacă un sistem, metodă, aparat, dispozitiv, etc. este descris ca "incluzând" 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 „cuprinde” este considerat a însemna „cuprinde, 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 echivalentele lor.

## REVENDICĂRI

1. Metodă de producere a unei prăjini de pompare pentru a fi utilizată într-un puț subteran, metoda cuprinzând:

menținerea unei temperaturi a unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinii de pompare la aproximativ o temperatură ridicată; și  
apoi răcirea cu aer a materialului.

2. Metodă conform revendicării 1, în care temperatura ridicată este de aproximativ 982°C +/- 8°C.

3. Metodă conform revendicării 2, în care temperatura ridicată este menținută timp de aproximativ 30 de minute.

4. Metodă conform revendicării 1, care cuprinde în plus temperarea materialului după răcirea cu aer.

5. Metodă conform revendicării 4, în care temperarea cuprinde menținerea temperaturii materialului la o temperatură de temperare de aproximativ 649°C +/- 14°C.

6. Metodă conform revendicării 5, în care temperarea cuprinde în plus menținerea materialului la temperatura de temperare pentru o durată de aproximativ 45 minute până la aproximativ o oră.

7. Metodă conform revendicării 1, care cuprinde suplimentar forjarea materialului.

8. Metodă conform revendicării 7, în care forjarea cuprinde ridicarea temperaturii materialului la aproximativ 1288°C +/- 28°C înainte de deformarea materialului.

**9.** Metodă conform revendicării 7, în care forjarea cuprinde configurarea prăjinii de pompă pentru formarea pe material a cel puțin unuia din grupul constând din fațete de cheie și filete.

**10.** Metoda conform revendicării 1, cuprinzând suplimentar restricționarea unui conținut de carbon al materialului la intervalul de la 0,08% până la 0,15%.

**11.** Metodă conform revendicării 10, în care materialul cuprinde cel puțin unul din grupul constând din: până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

**12.** Prăjină de pompă produsă prin metoda conform revendicării 1.

**11.** Prăjină de pompă pentru utilizarea într-un puț subteran, prăjina de pompă cuprinzând:

o compoziție de prăjină de pompă din oțel inoxidabil în care un conținut de carbon este restricționat la intervalul de la 0,08% până la 0,15% și în care compoziția prăjinii de pompă cuprinde cel puțin unul din grupul constând din: până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

**12.** Prăjină de pompă conform revendicării 11, în care compoziția prăjinii de pompă cuprinde aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

**13.** Prăjină de pompă conform revendicării 11, în care compoziția prăjinii de pompă cuprinde aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,95% conținut de nichel și aproximativ 0,50% conținut de molibden.

**14.** Prăjină de pompă conform revendicării 11, în care compoziția prăjinii de pompă cuprinde aproximativ 0,04% conținut de niobiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.



**15.** Prăjină de pompare conform revendicării 11, în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde aproximativ 0,015% conținut de titan, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

**16.** Prăjină de pompare conform revendicării 11, în care un conținut de crom din compoziția prăjinii de pompare este de 11,5 până la 13,0%.

**17.** Metodă de circulare a unui fluid dintr-un puț subteran, metoda cuprinzând:  
producerea mai multor prăjini de pompare, producerea cuprinzând menținerea unei temperaturi a unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinilor de pompare la aproximativ o temperatură ridicată, și apoi răcirea cu aer a materialului;

conectarea prăjinilor de pompare într-o garnitură de prăjini de pompare, conectarea incluzând conectarea garniturii de prăjini de pompare la o pompă de la fundul puțului; și

acționarea pompei de la fundul puțului, circulând astfel fluidul din puț.

**18.** Metodă conform revendicării 17, în care temperatura ridicată este de aproximativ 982°C +/- 8°C.

**19.** Metodă conform revendicării 18, în care temperatura ridicată este menținută timp de aproximativ 30 de minute.

**20.** Metodă conform revendicării 17, în care producerea cuprinde în plus temperarea materialului după răcirea cu aer.

**21.** Metodă conform revendicării 20, în care temperarea cuprinde menținerea temperaturii materialului la o temperatură de temperare de aproximativ 649°C +/- 14°C.

**22.** Metodă conform revendicării 21, în care temperarea cuprinde în plus menținerea materialului la temperatura de temperare pentru o durată de aproximativ 45 minute până la aproximativ o oră.





**23.** Metodă conform revendicării 17, în care producerea cuprinde suplimentar forjarea materialului.

**24.** Metodă conform revendicării 23, în care forjarea cuprinde creșterea temperaturii materialului la aproximativ 1288°C +/- 28°C înainte de deformarea materialului.

**25.** Metodă conform revendicării 23, în care forjarea cuprinde configurarea prăjinii de pompă pentru formarea pe material a cel puțin a unuia din grupul constând din fațete de cheie și filete.

**26.** Metodă conform revendicării 17, care cuprinde suplimentar restricționarea conținutului de carbon al materialului la un interval de la 0,08% până la 0,15%.

**27.** Metodă conform revendicării 26, în care materialul cuprinde cel puțin unul din grupul constând din: până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

**28.** Sistem de ridicare artificial produs prin metoda conform revendicării 17.

## REVEDICĂRI AMENDATE

1. Metodă de producere a unei prăjini de pompare pentru a fi utilizată într-un puț subteran, metoda cuprinzând:

menținerea unei temperaturi a unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinii de pompare la aproximativ o temperatură ridicată; și  
apoi răcirea cu aer a materialului.

2. Metodă conform revendicării 1, în care temperatura ridicată este de aproximativ 982°C +/- 8°C.

3. Metodă conform revendicării 2, în care temperatura ridicată este menținută timp de aproximativ 30 de minute.

4. Metodă conform revendicării 1, care cuprinde în plus temperarea materialului după răcirea cu aer.

5. Metodă conform revendicării 4, în care temperarea cuprinde menținerea temperaturii materialului la o temperatură de temperare de aproximativ 649°C +/- 14°C.

6. Metodă conform revendicării 5, în care temperarea cuprinde în plus menținerea materialului la temperatura de temperare pentru o durată de aproximativ 45 minute până la aproximativ o oră.

7. Metodă conform revendicării 1, care cuprinde suplimentar forjarea materialului.

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

o compoziție de prăjină de pompare din oțel inoxidabil în care un conținut de carbon este restricționat la intervalul de la 0,08% până la 0,15% și în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde cel puțin unul din grupul constând din: până la 0,20%

conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

**14.** Prăjină de pompare conform revendicării 13, în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

**15.** Prăjină de pompare conform revendicării 13, în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde aproximativ 0,05% conținut de vanadiu, aproximativ 0,95% conținut de nichel și aproximativ 0,50% conținut de molibden.

**16.** Prăjină de pompare conform revendicării 13, în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde aproximativ 0,04% conținut de niobiu, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

**17.** Prăjină de pompare conform revendicării 13, în care compoziția prăjinii de pompare cuprinde aproximativ 0,015% conținut de titan, aproximativ 0,5% conținut de nichel și aproximativ 0,20% conținut de molibden.

**18.** Prăjină de pompare conform revendicării 13, în care un conținut de crom din compoziția prăjinii de pompare este de 11,5 la 13,0%.

**19.** Metodă de circulare a unui fluid dintr-un puț subteran, metoda cuprinzând: producerea mai multor prăjini de pompare, producerea cuprinzând menținerea unei temperaturi a unui material din oțel inoxidabil martensitic al prăjinilor de pompare la aproximativ o temperatură ridicată, și apoi răcirea cu aer a materialului;

conectarea prăjinilor de pompare într-o garnitură de prăjini de pompare, conectarea incluzând conectarea garniturii de prăjini de pompare la o pompă de la fundul puțului; și

acționarea pompei de la fundul puțului, circulând astfel fluidul din puț.

**20.** Metodă conform revendicării 19, în care temperatura ridicată este de aproximativ 982°C +/- 8°C.

21. Metodă conform revendicării 20, în care temperatura ridicată este menținută timp de aproximativ 30 de minute.

22. Metodă conform revendicării 19, în care producerea cuprinde în plus temperarea materialului după răcirea cu aer.

23. Metodă conform revendicării 22, în care temperarea cuprinde menținerea temperaturii materialului la o temperatură de temperare de aproximativ 649°C +/- 14°C.

24. Metodă conform revendicării 23, în care temperarea cuprinde în plus menținerea materialului la temperatura de temperare pentru o durată de aproximativ 45 minute până la aproximativ o oră.

25. Metodă conform revendicării 19, în care producerea cuprinde suplimentar forjarea materialului.

26. Metodă conform revendicării 25, în care forjarea cuprinde creșterea temperaturii materialului la aproximativ 1288°C +/- 28°C înainte de deformarea materialului.

27. Metodă conform revendicării 25, în care forjarea cuprinde configurarea prăjinii de pompă pentru formarea pe material a cel puțin unuia din grupul constând din fațete de cheie și filete.

28. Metodă conform revendicării 19, care cuprinde suplimentar restricționarea conținutului de carbon al materialului la un interval de 0,08% la 0,15%.

29. Metodă conform revendicării 28, în care materialul cuprinde cel puțin unul dintre grupul constând din: până la 0,20% conținut de vanadiu, până la 0,10% conținut de niobiu, până la 0,05% conținut de titan, până la 0,99% conținut de nichel și până la 1,0% conținut de molibden.

30. Sistem de ridicare artificial produs prin metoda conform revendicării 19.

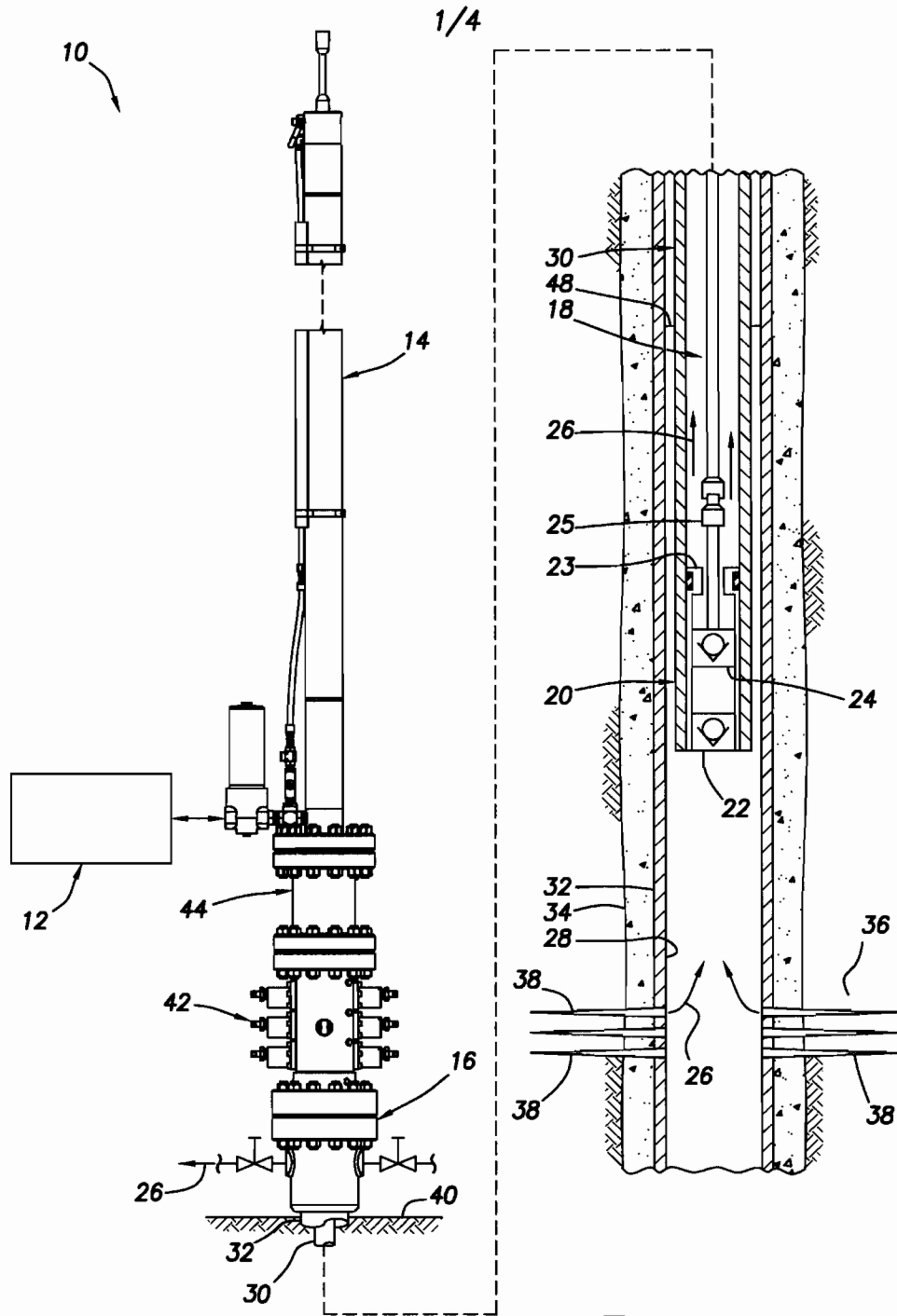


FIG. 1

2/4

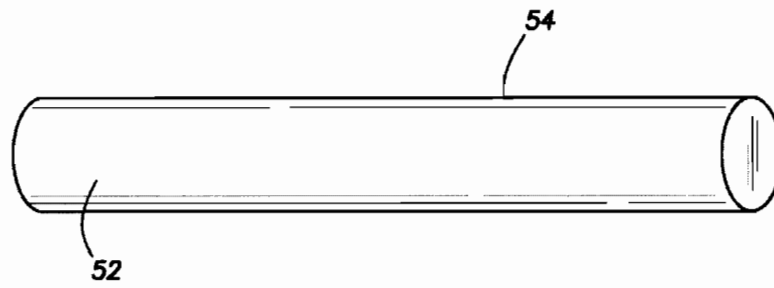


FIG. 2

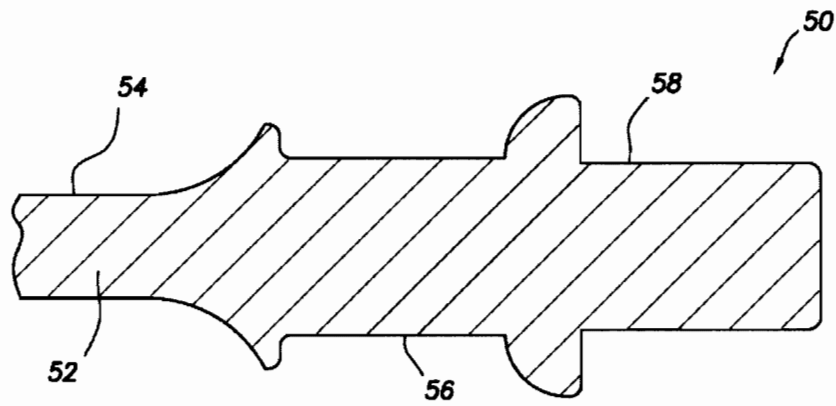


FIG. 3

17

3/4

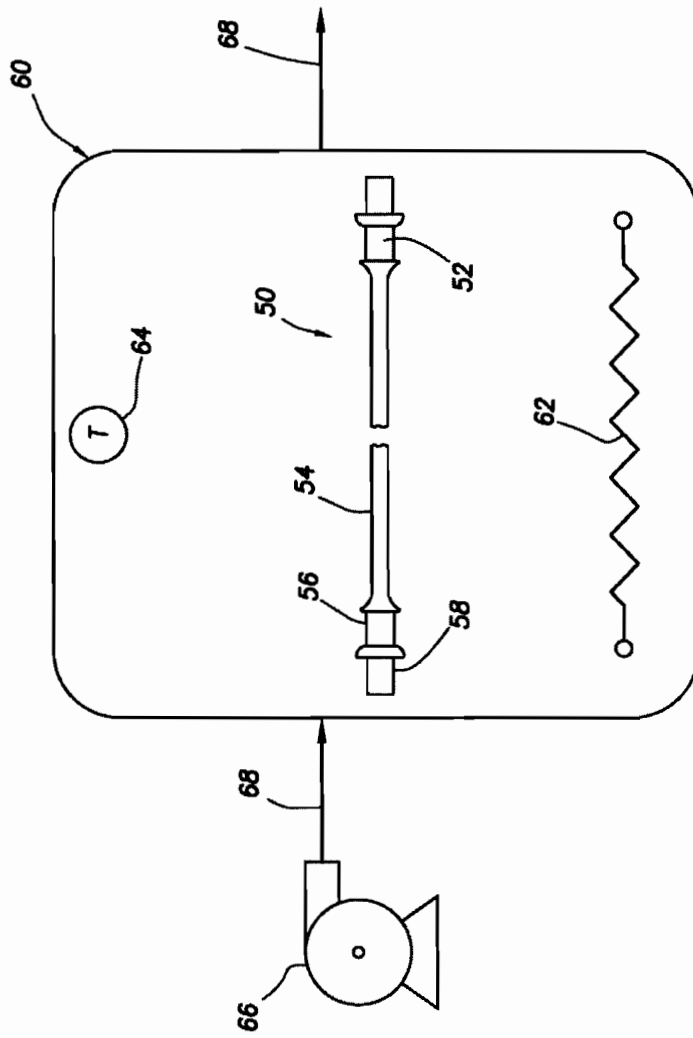


FIG. 4

80

4/4

70

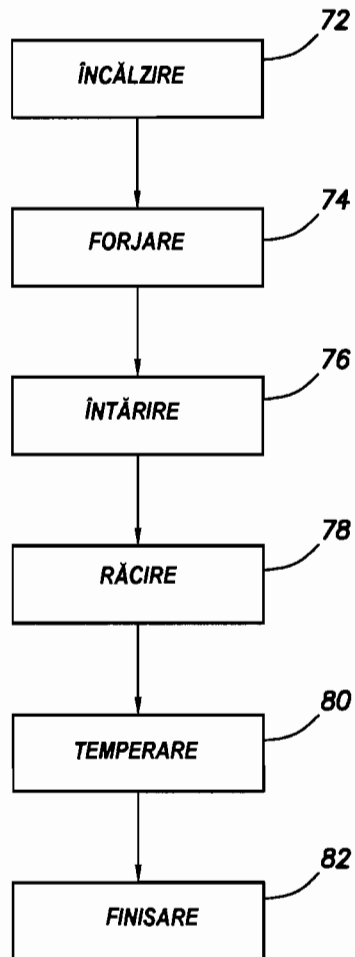


FIG.5